

## Crescimento inicial de mudas de *Spondia tuberosa* irrigadas com água salina

### Initial growth of *Spondia tuberosa* seedlings irrigated with saline water

Recebido: 19/01/2023 | Aceito: 29/04/2023 | Publicado: 03/05/2023

#### Fábio Rodrigo Araújo Pereira<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-0293-1776>

 <http://lattes.cnpq.br/3441504805825799>

Instituto Federal de Pernambuco, PE, Brasil  
E-mail: fabiorodrigopereira@hotmail.com

#### Walter Esfrain Pereira<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-1085-0191>

 <http://lattes.cnpq.br/2768224289814375>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil  
E-mail: walterufpb@yahoo.com.br

#### Angela Maria dos Santos Pessoa<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-7393-984X>

 <http://lattes.cnpq.br/1923915813505880>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, CE, Brasil  
E-mail: angelapessoapb@gmail.com

#### Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos<sup>4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-2271-4859>

 <http://lattes.cnpq.br/7181469410230835>

Instituto Nacional do Semiárido, PB, Brasil  
E-mail: erikagraciano@gmail.com

## Resumo

*Spondias tuberosas* apresentam raízes que permitem armazenar água, minerais e solutos orgânicos, favorecendo sua sobrevivência na seca. Objetivou-se avaliar o efeito do cloreto de sódio no crescimento de mudas de umbuzeiros em resposta às diferentes concentrações salinas, entre os meses de junho/2020 e janeiro/2021, no município de Lagoa Seca (PB). Empregou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e cinco concentrações do sal. A cada 10 dias, calculou-se a taxa relativa de crescimento em altura e aos 45 dias, avaliou-se a massa da matéria seca (raiz, caule e folha). Fez-se análise de covariância considerando-se a altura inicial como covariável, e análise de regressão usando o teste F, com emprego do software R, 4.0. Houve efeito significativo da salinidade sobre as variáveis de crescimento das mudas, exceto para massa da matéria seca das raízes. A altura variou entre 30,34 e 24,54 cm, tendo efeito linear decrescente da concentração de NaCl. A taxa relativa de crescimento em altura, ajustou-se ao modelo de regressão linear e evidenciou-se o efeito significativo da salinidade sobre as plantas com redução de crescimento de 97%. A matéria seca das folhas e caules seguiram o modelo de regressão linear, com redução de 89,1 % e 58,2%, respectivamente. A massa da

<sup>1</sup> Graduado em Ciências Biológicas. Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba.

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Agrônoma. Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

<sup>3</sup> Graduada em Engenharia Agrônoma; Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba.

<sup>4</sup> Graduada em Engenharia Agrônoma. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

matéria seca do caule, também teve diminuição linear de 1595,6 mg/muda (58,2%). Já a massa seca da raiz teve média de 713,23 mg/muda. A massa da matéria seca total teve redução linear de 39% (2536 mg/muda), variando entre 4157,29 mg/muda (testemunhas) e 1621,29 (para 200 mM). A altura das mudas e sua taxa relativa de crescimento diminuíram linearmente em função da concentração de NaCl na solução nutritiva, aos 45 dias. O aumento da salinidade reduziu o acúmulo de massa seca na parte aérea das plantas. As raízes do umbuzeiro apresentam adaptabilidade ao estresse salino.

**Palavras-chave:** Umbuzeiro. Semiárido. Caatinga. Estresse Salino. Salinidade.

### **Abstract**

*Spondias tuberosas have roots that allow storage of water, minerals and organic solutes, favoring their survival in drought. The objective was to evaluate the effect of sodium chloride on the growth of umbuzeiro seedlings in response to different salt concentrations, between the months of June/2020 and January/2021, in the municipality of Lagoa Seca (PB). A randomized block design with four repetitions and five salt concentrations was used. Every 10 days the relative growth rate in height was calculated and at 45 days the dry matter mass (root, stem and leaf) was evaluated. Analysis of covariance was performed considering initial height as a covariate, and regression analysis using the F test, with the software R, 4.0. There was a significant effect of salinity on the seedling growth variables, except for root dry matter mass. The height varied between 30.34 and 24.54 cm, with a linear decreasing effect of NaCl concentration. The relative growth rate in height was fitted to a linear regression model and a significant effect of salinity on the plants was evidenced, with a 97% growth reduction. The dry matter of leaves and stems followed the linear regression model, with a reduction of 89.1% and 58.2%, respectively. The dry matter mass of the stem also had a linear decrease of 1595.6 mg/muda (58.2%). Root dry matter averaged 713.23 mg/muda. The total dry matter mass had a linear decrease of 39% (2536 mg/seedling), ranging from 4157.29 mg/seedling (controls) to 1621.29 (for 200 mM). The height of seedlings and their relative growth rate decreased linearly as a function of NaCl concentration in the nutrient solution at 45 days. The increase of salinity reduced the accumulation of dry mass in the aerial part of the plants. The roots of umbuzeiro present adaptability to salt stress.*

**Keywords:** Umbuzeiro. Semiárido. Caatinga. Saline Stress. Salinity.

## **1. Introdução**

A *Spondia tuberosa* Arruda Camara é uma espécie endêmica da Caatinga, pertencente à família Anacardiaceae, que se destaca pela importância socioambiental para o semiárido brasileiro, devido ao seu uso na alimentação humana e geração de renda para pequenos agricultores durante a estiagem (MERTENS *et al.*, 2017; ARAUJO; SANTOS; NARAIN, 2020).

São plantas cujas raízes tuberosas armazenam água, minerais e solutos orgânicos, que permitem a planta sobreviver na seca (LIMA, 1996; EPSTEIN, 1998; DUQUE, 2004; SILVA *et al.*, 2008; CAVALCANTI *et al.*, 2010). Conhecida usualmente por umbuzeiro, imbuzeiro, umbu, imbu, ambu, taperebá ou cajá-do-sertão, a *S. tuberosa* desempenha tanto papel ecológico, fornecendo néctar, pólen e local de nidificação de abelhas Meliponini (MARINHO *et al.*, 2002). Na alimentação humana, o umbu é empregada para desenvolvimento de uma diversidade de receitas, como

umbuzadas, vinagres, sucos, vinhos, cervejas, doces, geleias e sorvetes (SILVA; NASCIMENTO; DINIZ, 2018; LACERDA *et al.*, 2020; CONCEIÇÃO *et al.*, 2020; PÁDUA; ALBUQUERQUE; MELLO, 2020; CORDEIRO *et al.*, 2020).

Embora muitas espécies vegetais encontradas na caatinga brasileira, tenham reconhecida importância socioambiental, Bezerra *et al.* (2014) afirmam que o bioma vem sofrendo perdas significativas de recursos genéticos e material biológico, ao longo dos anos, em decorrência da ação antrópica. O uso de árvores nativa explorada ilegalmente e de forma insustentável para fins domésticos e industriais (lenha e/ou carvão vegetal), assim como, o sobrepastoreio, a conversão para pastagens e a agricultura sem planejamento, são exemplos concretos dessas ações humanas que tem causado degradação do bioma (MATA, 2015; SEYFFARTH; RODRIGUES, 2017; FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

Essas ações agregadas aos processos naturais, tem favorecido o aumento da salinidade nos solos, especialmente nas regiões semiáridas. A salinidade é, dentre os fatores abióticos, aquele que mais limita o crescimento, desenvolvimento e o estado nutricional de plantas, tanto no estágio de mudas como na fase adulta (AYERS; WESTCOT, 1999; CAVALCANTE *et al.*, 2009; ASSAHA *et al.*, 2013; OYENTUNJI; IMADE, 2015; ONODERA *et al.*, 2019).

De acordo com Tanaka *et al.* (2018) e Taiz *et al.* (2017), a inibição do crescimento das plantas em decorrência do sal se dá através dos efeitos osmóticos e iônicos que restringem a absorção de água e elementos essenciais pela planta. Lima e colaboradores (2021) complementam dizendo que as condições salinas afetam as trocas gasosas porque desencadeiam redução na condutância estomática, e conseqüentemente, reduz a assimilação de carbono, produção de fitomassa, contribuindo para menor rendimento da planta.

Estudos com frutíferas tem demonstrado distúrbios graves nos processos metabólicos e fisiológicos das plantas ocasionados pelo estresse salino nas plantas (ALVES *et al.*, 2013; BEZERRA *et al.*, 2014; MEDEIROS *et al.*, 2016). Porém, Schossler *et al.* (2012), ressaltam que os danos causados pelo sal, dependem da concentração, do tempo de exposição, da tolerância da cultura e do volume de água transpirado. Para Ferreira *et al.* (2021), plantas da caatinga resistentes à salinidade do solo podem ser usadas para recuperar áreas degradadas. No entanto, Santos *et al.* (2020) enfatiza que tanto para atividades de preservação, como para cultivo comercial, informações a respeito das características de acessos potenciais de *Spondia tuberosa*, são necessárias.

Nesse sentido, e em vista ao emprego do umbu tanto para consumo *in natura* nas diversas regiões do Brasil, bem como pelo seu uso na indústria alimentícia e farmacêutica, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito do cloreto de sódio no desenvolvimento das mudas de *Spondia tuberosa* Arr. Camara em resposta às diferentes concentrações salinas.

## 2. Metodologia

Este experimento realizou-se no período de junho de 2020 a janeiro de 2021 na propriedade Três Irmãs no município de Lagoa Seca-PB (7°6'30,61296 S; 35°52'59,0844 W).

Empregou-se delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e cinco concentrações de cloreto de sódio (0, 50, 100, 150 e 200 mM), totalizando-se 20 parcelas experimentais, constituídas por cinco mudas para cada parcela.

Para obtenção das mudas, utilizou-se 300 endocarpos de frutos maduros de umbuzeiros. Antes da semeadura, realizou-se a retirada da polpa, bem como, do tecido fibroso do hilo dos endocarpos (contendo a semente da *S. tuberosa*), misturando-os em seguida. Ao acaso, obteve-se um a um para realização de um corte em bisel com bisturi (LIMA, 2009) para possibilitar melhor penetração de oxigênio, água e hidratação do embrião, e conseqüentemente maior rapidez na germinação e obtenção das plântulas (FONSECA, 2015).

Seguido ao corte no endocarpo rígido (CARDOSO, 1992), semeou-se individualmente cada unidade em copo descartável de 50 mL com substrato comercial Basaplant® (Tabela 1).

**Tabela 1.** Atributos físico químicos do substrato Basaplant®

Atributos	Valor
pH (H <sub>2</sub> O)	5,5
EC (mS cm <sup>-1</sup> )	0,7
Umidade (%)	50
Densidade (kg m <sup>-3</sup> )	657,5
CRA (% v/v)	60,4
N (g kg <sup>-1</sup> )	4,2
P (g kg <sup>-1</sup> )	0,0021
K (g kg <sup>-1</sup> )	0,0965
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	0,0369
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	0,014
S (g kg <sup>-1</sup> )	0,0479
B (mg kg <sup>-1</sup> )	0,1293
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	0,0274
Fe (g kg <sup>-1</sup> )	0,0039
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	0,8487
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	0,0867

Fonte: (COSTA, 2019).

Com a germinação das sementes e crescimento das plântulas (entre 30 e 60 dias após o semeio), as que atingiam 5 cm de altura foram transplantadas para vasos plásticos de 2 L de volume, contendo o mesmo substrato comercial.

Antecedendo os tratamentos com a solução salina, as mudas foram irrigadas por 15 dias com 200 mL de nutritiva comercial *Forth*® (pH: 5,5; densidade 1,4 g cm<sup>-3</sup>) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição da solução nutritiva *Forth*® usada no experimento.

Componentes	Concentração (g L <sup>-1</sup> )	Proporção (%)
Nitrogênio total (N)	27,0	2,08
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	65,0	5
Potássio (K <sub>2</sub> O)	65,0	5
Boro (B)	3,2	0,25
Carbono orgânico (C)	83,4	6,42
Enxofre (S)	44,5	3,43
Extrato de algas marinhas	195	15
Molibdênio (Mo)	39	3
Zinco (Zn)	39	3

Com a definição, por sorteio, das concentrações salinas para cada muda, adicionou-se cloreto de sódio (1 mM de NaCl = 40 mg L<sup>-1</sup>) às soluções nutritivas (20 L), segundo a concentração de cada tratamento (50, 100, 150 e 200 mM), mantendo-se o pH de 5.5. Esta solução foi renovada a cada 15 dias.

Preparada a solução nutritiva com o NaCl, empregou-se 200 mL por dia em cada muda, seguindo a definição das concentrações de cada uma destas.

As mudas ficaram expostas à salinidade por 45 dias, durante o qual foram avaliadas, a cada 10 dias, a altura (Al) (da base até à folha mais externa no ápice da muda) com régua graduada em cm. A partir dos dados de altura, foi calculada a taxa relativa de crescimento em altura (TRCAI), em mm m<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, por meio da equação (BENINCASA, 2003; FLOSS, 2004):

$$TRCAI = \frac{\ln M_2 - \ln M_1}{t_2 - t_1}$$

Sendo TRCAI = (1), onde: M<sub>2</sub>: medição final da altura; M<sub>1</sub>: medição inicial da altura; t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>: Intervalo de tempo; ln: Logaritmo neperiano.

Aos 45 dias após foi realizada a coleta das mudas, separando em raízes, caules e folhas as quais foram colocados em sacos de papel, identificadas e secas em estufa a 60 °C por 72 horas (folhas e caules) e 120h (raízes), até atingirem peso constante para determinação das respectivas massas de matéria secas, utilizando balança semi-analítica.

Os dados foram submetidos a análise de covariância, considerando a altura inicial como covariável, e análise de regressão usando o teste F, com emprego do software R, 4.0.

### 3. Resultados e Discussão

A análise de covariância mostrou efeito significativo da irrigação com solução nutritiva contendo várias concentrações de cloreto de sódio, sobre as variáveis de crescimento das mudas de *S. tuberosa*, com excessão da massa da materia seca das raízes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da ANCOVA e da análise de regressão para altura (Alt), massa da matéria seca de folhas (MMSF), caule (MMSC), raiz (MMSR) e massa da matéria seca total (MMST) de mudas de *S. tuberosa* em função das doses de NaCl em solução nutritiva.

Fonte de variação	GL	Teste F					
		Alt	MMSF	MMSC	MMSR	TRCAIt	MMST
Bloco	3	4,86*	0,20	0,63	0,63	0,64	0,64
Salinidade	(4)	73,36**	13,49**	6,83**	23,31	20,38**	5,62*
Linear	1	26,97**	39,06**	10,34**	1,30	72,53**	8,05*
Quadrática	1	0,66	0,06	1,11	0,18	0,04	0,54
Altura inicial	1	359,96**	11,31	15,58*	6,86*	0,42	12,37**
Resíduo (Qm)	11	0,0029	0,5678	0,1769	0,6833	0,0446	0,2449
C.V. %		1,2	12,4	4,1	9,4	9,1	4,6

\*, \*\*: significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Qm = Quadrado médio.

A altura das mudas de umbuzeiro variou entre 30,34 e 24,54 cm, em 45 dias sob diferentes concentrações de salinidade. Conforme a equação de regressão, verificou-se efeito linear decrescente desta variável (altura) à medida que a concentração de cloreto de sódio aumentou (Figura 1A). Sendo assim, obteve-se uma redução de 19,1% ou 5,8 cm na altura, quando se comparou as mudas submetidas a 200 mM de NaCl com as testemunhas.

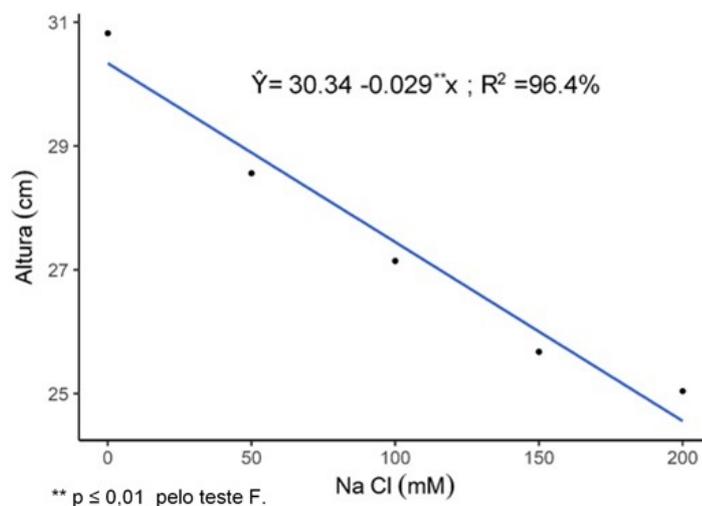
Essa resposta pode estar associada com o desbalanço nutricional ocasionado pelos elevados teores de NaCl na solução nutritiva sob as quais as plantas foram submetidas, afinal, para Neves e Carvalho (2004) doses elevadas de cloreto de sódio nessas soluções, induzem mudas de umbuzeiro a um desbalanço nutricional.

Redução no crescimento de umbuzeiros também foram registrados por Silva *et al.* (2008), quando mudas de *S. tuberosa* também foram submetidas à salinidade. Da mesma forma, outros estudos com espécies arbóreas do semiárido também demonstraram diminuição no crescimento inicial em resposta ao sal, a exemplo do trabalho realizado por Alves *et al.* (2019) com *Tamarindus indica* L., no qual os autores observaram que o aumento dos níveis de salinidade na água de irrigação reduziram o crescimento de mudas, e da pesquisa de Silva *et al.* (2019), que ao estudando o efeito da salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu verificaram que houve redução linear na altura das plântulas de até 99%.

De acordo com Oliveira *et al.* (2009), os efeitos no crescimento vegetal é uma das respostas mais aparentes provocados pela salinidade devido a redução do potencial osmótico da solução no solo, que promove menor absorção e disponibilidade hídrica, influenciando negativamente na divisão e alongamento da célula vegetal.

Sendo assim, pode-se inferir que a redução na altura das plantas, observada neste atual estudo com mudas de umbuzeiro, pode associar-se ao provável efeito osmótico, relacionado com a toxicidade dos íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> absorvidos em excesso, agregado ao desequilíbrio nutricional resultantes dos distúrbios tanto na absorção com na distribuição de nutrientes na planta, como afirmam Munns (2002) e Lacerda (2005).

**Figura 1.** Altura de mudas de umbuzeiros sob os efeitos de concentrações de NaCl por 45 dias.



Vários sinais característicos de toxicidade foram observados nas mudas dos umbuzeiros (Figura 2), do início ao final do experimento, podendo ter contribuído com a redução nos valores da altura das mudas, afinal, considerou-se esta variável desde a base do caule até as folhas mais externas do ápice da planta.

Foram identificados sintomas como amarelecimento, queda parcial e/ou total de folhas e necrose no ápice de mudas, como Neves, Carvalho e Rodrigues (2004) e Matos *et al.* (2019) também registraram em seus estudos. Também registrou-se formações irregulares no limbo de folhas jovens, da mesma forma que Souza *et al.* (2017) observaram no seu trabalho de concentração de macronutrientes e de sódio em mudas de mogno submetidas ao estresse salino. Em decorrência dessas características de forma mais acentuadas, mudas com alta sensibilidade à salinidade morreram no início dos tratamentos, especialmente sob as concentrações máximas de NaCl (Figura 2F).

Segundo Dias *et al.* (2016), os sintomas de toxicidade nas plantas, são expressos tipicamente para cada elemento, podendo ser exibidos em qualquer cultura se as concentrações de sais nos tecidos vegetais forem suficientemente altas ou acima dos seus níveis de tolerância. Para o sódio (Na), problemas como deficiências de K, Ca e danos celulares podem ser desencadeados, provocados pelo desbalanço do sistema de oxirredução, resultando na produção excessiva de espécies reativas de oxigênio, que se expressam por meio dos sinais visíveis de toxicidade, como através de queimaduras ou necrose desde a borda até o centro das folhas.

Já o cloreto, que é absorvido mais facilmente pelas raízes juntamente com a água transloca-se até as folhas onde se acumula (CHAVES *et al.*, 2015), pode interferir com a absorção de nitratos e o transporte de ácidos orgânicos dentro e entre as células vegetais, levando a planta a apresentar queima do tecido foliar (começando nas pontas e continuando ao longo das bordas), escurecimento, amarelecimento prematuro e queda de folhas (DIAS *et al.*, 2016), como foi observado nesta pesquisa.

**Figura 2.** Características visuais de toxicidade de mudas de umbuzeiros sob estresse salino. Planta sadia (A); Amarelecimento de folhas (B); Queda parcial de folhas (C); Queda total de folhas (D); Necrose no ápice da muda (E); Morte da planta (F).



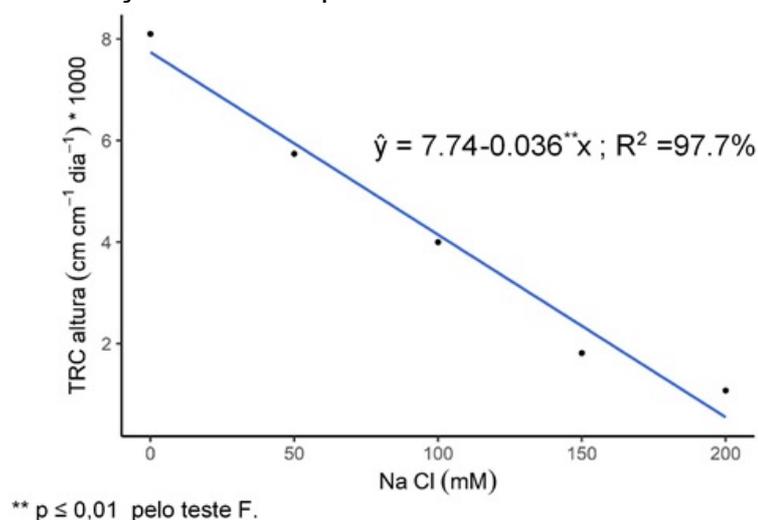
Garcia *et al.* (2010) também reforça que a inibição do crescimento em plantas, desencadeado pela salinidade progressiva pode estar associado com o desvio de energia em decorrência do aumento dos níveis de sal no solo, podendo ir além de uma simples redução no potencial hídrico do próprio solo até a injúria celular, ocasionada pelo estresse oxidativo no vegetal.

Ainda considerando-se a altura das mudas, Leal *et al.* (2015) destaca que, embora algumas espécies vegetais demonstrem tolerância à salinidade, entre os autores, há consenso de que sempre haverá redução no crescimento das plantas, mesmo que sejam mínimas, causadas pelas soluções salinas, quando comparadas com as plantas irrigadas com água sem teores salinos.

A taxa relativa de crescimento em altura (TRC-AI), evidenciou o efeito significativo da salinidade sobre as mudas de *S. tuberosa*, ajustando-se ao modelo de regressão linear (Figura 1B). Este resultado confirma o que Ferreira e Borghetti (2004) enfatizavam ao destacar que uma das respostas iniciais da planta à salinidade é a redução do seu crescimento desencadeado pela diminuição da expansão celular e do efeito tóxico dos íons que se acumulam no protoplasma.

Esse efeito pode ser ampliado com a elevação dos teores salinos como foi evidente neste trabalho, já que o aumento da concentração do NaCl na solução nutritiva promoveu decréscimo de  $7,2 \text{ cm cm}^{-1}\text{dia}^{-1}$  no TRC-AI, correspondendo a 97% de diminuição do crescimento das mudas.

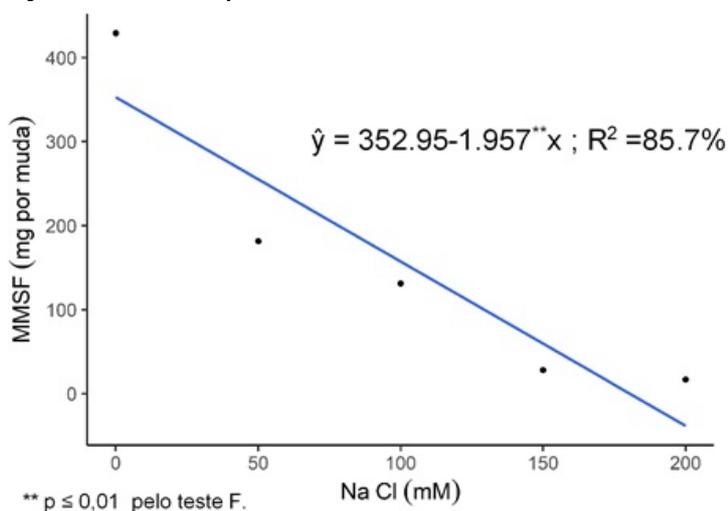
**Figura 3.** Taxa relativa de crescimento em altura (TRC) de mudas de umbuzeiros sob os efeitos de concentrações de NaCl por 45 dias.



Quando se avaliou a produção de matéria seca das folhas (MMSF), verificou-se que esta variável também seguiu um modelo de regressão linear (Figura 4).

Nas mudas sob estresse salino, avaliando-se o incremento unitário de 50mM entre os tratamentos, observou-se diminuição no valor da MMSF de 89,1 % ou 314,5 mg por muda. As maiores reduções observadas para esta variável aconteceram nas concentrações de 150mM e 200 mM, cujos valores da MMSF por muda, foram respectivamente 59,4 (16,8%) e 38,45 mg (10,9%).

**Figura 4.** Massa da matéria seca de folhas de mudas de umbuzeiros sob os efeitos de concentrações de NaCl por 45 dias.

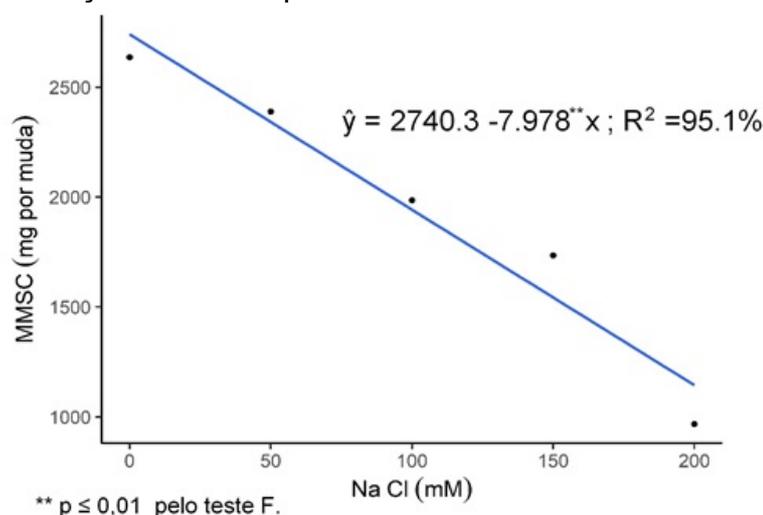


Em relação à massa da matéria seca do caule (MMSC), identificou-se que, assim como ocorreu para massa da matéria seca da folha, também houve diminuição

linear desse valor, porém, em menor proporção. Ao mensurar-se os valores, a redução na MMSC obtida foi 1595,6 mg por muda, ou 58,2% (Figura 5).

Nesta caracterização os valores obtidos para MMSC com o aumento de 50 mM de NaCl foram 2740,3 (0 mM), 2341,4 (50 mM); 1942,5 (100 mM); 1543,6 (150 mM) e 1144,7 (200 mM) mg por muda.

**Figura 5.** Massa da matéria seca de caule de mudas de umbuzeiros sob os efeitos de concentrações de NaCl por 45 dias.



Estudo recente de Oliveira *et al.* (2019) sobre crescimento e partição de massa seca em plantas jovens de amburana (*Amburana cearensis* (Fr. All.) AC Smith) e de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), demonstrou que em condições normais, mudas de umbuzeiro apresentam crescimento e desenvolvimento rápido. Sendo assim, e de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa atual, pode-se dizer que o NaCl é um dos fatores abióticos que deve ser considerado importante na limitação do desenvolvimento de *spondias tuberosas* e que a sensibilidade e tolerância exibida pelas plantas devem ser consideradas no processo de produção de mudas de acordo com local destinado para cultivo desta espécie.

Este mesmo efeito negativo da salinidade sobre o crescimento inicial de mudas também foi identificado por outros autores ao desenvolverem trabalhos de mesma natureza com outras culturas. Araújo *et al.* (2017), por exemplo, registraram no trabalho sobre influência da salinidade no crescimento inicial de mudas de *Jatropha curcas* L., que houve redução na produção de folhas na ordem de 6 a 23% durante todo o experimento, em relação às plantas controle.

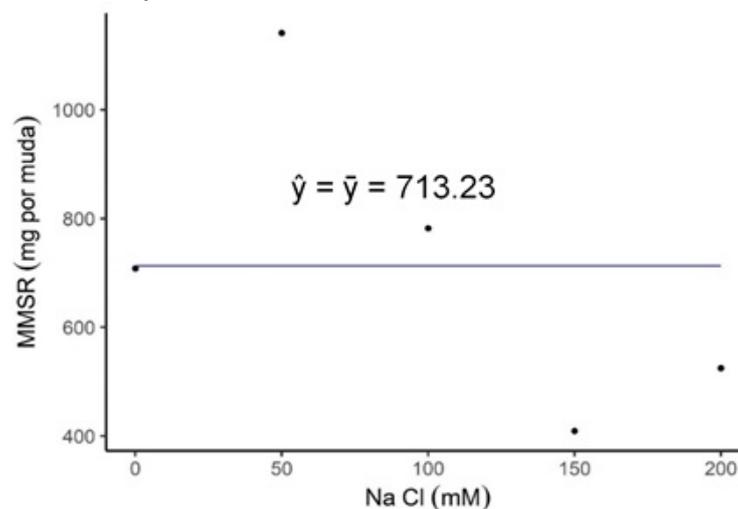
Da mesma forma, Nogueira *et al.* (2020) estudando recentemente o estresse salino em jurema-branca, relataram comportamento linear decrescente para massa da matéria das folhas e caule com o aumento da salinidade.

A redução na matéria MMSF e MFFC pode estar associada com minimização do crescimento da muda, em decorrência das reduções na condução de água na planta, que vai do solo até à atmosfera, promovendo então, modificações morfo-anatômicas no vegetal (COELHO *et al.*, 2013). De acordo com Gheyi *et al.* (2016), a salinidade tem sido um dos fatores abióticos que mais causam problemas para as plantas, principalmente para aquelas que encontradas nas regiões áridas e semi-áridas, cujo balanço hídrico é deficitário.

Ao avaliar a massa da matéria seca das raízes (MMSR) (Figura 6), observou-se que não houve mudança significativa para essa variável (média de 713,23 mg por

muda). Tal resultado, pode sugerir que essas plantas tenham adquirido adaptabilidade no sistema radicular frente às condições naturais de estresse sob às quais o umbuzeiro encontra geralmente na natureza, a exemplo da escassez de água e nutrientes. Desta forma, este mecanismo pode promover modificações estruturais das raízes para garantir o armazenamento de substâncias que serão utilizadas nos períodos mais críticos que a espécie enfrenta no semiárido.

**Figura 6.** Massa da matéria seca de raiz de mudas de umbuzeiros sob os efeitos de concentrações de NaCl por 45 dias.



Ainda sugere-se que as raízes das mudas de *S. tuberosa* empregadas neste trabalho, tenham apresentado crescimento bem favorecido antes do início do estresse salino (Figura 7), em virtude de estarem sob condições favoráveis, com substrato rico e equilibrado em nutrientes e disponibilidade de água durante seu desenvolvimento no telado, previamente ao estresse salino. Silva e Amorim (2009) também estudando o estresse salino em umbuzeiros colonizados com fungos, não encontraram variação estatística quanto à fitomassa da matéria seca radicular entre os tratamentos.

Para Cruz, Andrade e Feitosa (2016) as características químicas do substrato podem influenciar no ganho de biomassa das raízes e conseqüentemente na massa seca de plantas de espécies vegetais. Esses autores também afirmam que a presença de xilapódios em umbuzeiros e em outros vegetais garante a reposição de nutrientes suficientes para o desenvolvimento do ciclo reprodutivo desta espécie.

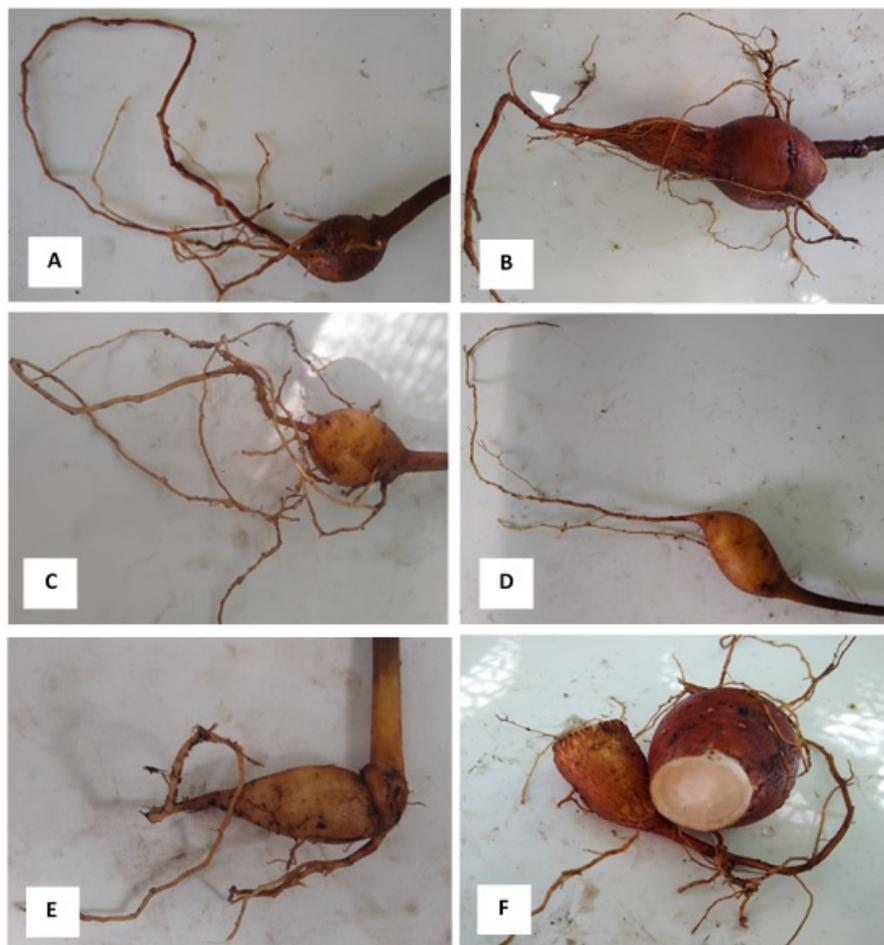
Diferente deste estudo com mudas de umbuzeiros, Guimarães *et al.* (2013) ao avaliarem o efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu, relataram que houve diminuição do crescimento radicular das plântulas com o incremento da salinidade da água de irrigação, ajustando-se a equação de regressão linear, com redução de 0,99 cm planta<sup>-1</sup>.

Em compensação, Dutra *et al.* (2017), estudando sobre o efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de espécies florestais, registrou que o tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) exibiu, valor da matéria seca das raízes (de 0,485 g planta<sup>-1</sup>) sete vezes maior que o valor obtido nas demais espécies.

Nesse contexto, pode-se dizer que essas espécies que apresentam maior massa de matéria seca da raiz, ou que não sofrem grandes perdas com a exposição à salinidade, notadamente a *Spondia tuberosa*, são suficientemente capazes de

desenvolverem um mecanismo adaptativo superior de tolerância à salinidade, em relação às demais espécies (BESSA *et al.*, 2017).

**Figura 7.** Raízes de mudas de umbuzeiros submetidos às seguintes concentrações de NaCl: 0 mM (A), 50 mM (B), 100 mM(C), 150 mM (D), e 200 mM (E). Corte transversal em raiz submetida à 50 mM de cloreto de sódio (F).



Com redução linear de 39% (2536 mg por muda) na massa da matéria seca total (MMST) nas mudas do umbuzeiro, observou-se que os valores variaram entre 4157,29 mg por muda (valor máximo obtido para a testemunha) e 1621,29 (valor mínimo na concentração de 200 mM) (Figura 8).

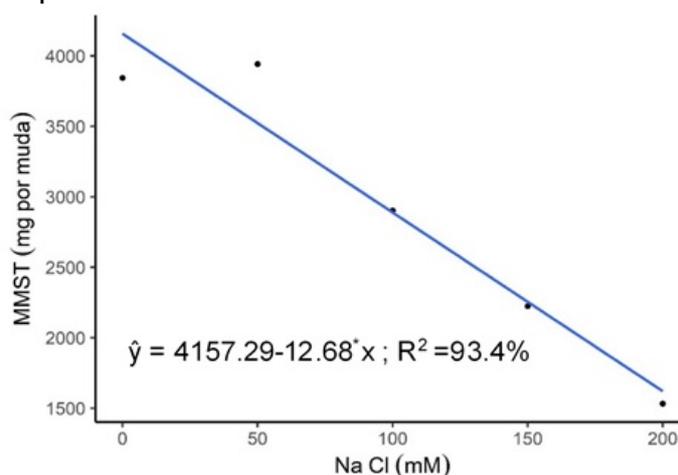
Esta diminuição da massa da matéria seca total observada nessa pesquisa, corrobora com outros estudos que também avaliaram a matéria seca de fruteiras em resposta à salinidade e que obtiveram redução no acúmulo de biomassa.

Araújo *et al.* (2018), por exemplo, avaliando a produção de porta-enxerto de cajueiro irrigado com águas salinizadas e adubação potássica, verificaram que o valor de MMST dos porta-enxertos, também diminuiu linearmente aos 100 dias de aplicação do estresse, com decréscimo de 6,27% dessa matéria. Eles destacam que a biomassa, bem como do crescimento das plantas sob estresse salino é reduzido em virtude do desequilíbrio nutricional e fisiológico que o sal provoca, influenciando diretamente na conversão do carbono assimilado pelos vegetais.

Da mesma forma, Bonifácio *et al.* (2018) acrescentam que o acúmulo excessivo dos sais solúveis afetam a disponibilidade de água para as plantas, além disso, a

toxicidade de íons específicos desencadeiam efeitos indiretos, como fechamento dos estômatos, interferindo nas trocas gasosas, e por conseguinte na produção de biomassa, como pode ter acontecido entre as mudas avaliadas nesse estudo, já que as raízes não foram afetadas significativamente pela salinidade. No entanto, as partes aéreas apresentaram danos e redução nas suas matérias secas.

**Figura 8.** Massa da matéria seca total de mudas de umbuzeiros sob os efeitos de concentrações de NaCl por 45 dias.



\*  $p \leq 0,05$  e pelo teste F.

Com base nesta pesquisa, observou-se que as mudas de *Spondia tuberosa* Arruda Câmara, são mais tolerantes à 0, 50 e 100 ml de NaCl, haja vista que nestas concentrações o cloreto de sódio interferiu em menor intensidade sobre as variáveis (AI, TRCaI, MMSF, MMSC) estudadas, exibindo perdas inferiores a 50% quanto ao crescimento inicial das plantas. Ademais, as estratégias adaptativas das raízes das mudas dos umbuzeiros, desencadeadas diante desse fator abiótico, também favorecem a tolerância destes vegetais à salinidade.

Nesse sentido, pode-se dizer que a utilização de mudas tolerantes ao sal, em associação com o manejo adequado para correção de solos salinos, possivelmente viabilizará cultivar umbuzeiros nas regiões do semiárido que apresentem maior salinidade. Além disto, estratégias por parte dos agricultores, como o emprego de águas salinas misturadas à águas de baixa salinidade, poderão ser testadas para irrigação de *S. tuberosa*, principalmente durante a estiagem, observando se seu emprego pode influenciar de forma positiva a produção de frutos de boa qualidade, com maiores massa e rendimento.

#### 4. Conclusão

A altura das mudas de umbuzeiros e sua taxa relativa de crescimento diminuíram linearmente em função da concentração de NaCl na solução nutritiva aos 45 dias de estresse.

O aumento da salinidade reduziu o acúmulo de massa seca na parte aérea das plantas.

As raízes do umbuzeiro em fase de muda, apresentaram adaptabilidade ao estresse salino.

## Referências

ALVES, F.A.L.; PONTE, L.F.A.; FERREIRA-SILVA, S.L.; MAIA, J.M.; SILVEIRA, J.A.G. Germinação e estabelecimento de plântulas de cajueiro-anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 197-204, 2013. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119027922018>

ARAUJO, E.J.S.; SANTOS, J.A.B.; NARAIN, N. Avaliação da influência de diferentes condições de liofilização nas características físico químicas e sensoriais do umbu em pó. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.6, n.9, p.68815-68821, 2020. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/16689>

ARAÚJO, R.P.S.; SILVA, E.C.A.; SANTOS, C.A.; PACHECO, C.M. ; NOGUEIRA, R.J. M.C. Influence of salinity on initial growth of *Jatropha curcas* L. **Revista Agrotecnologia**, v.8, n.1, p.55-62, 2017. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2018T00014>

ARAÚJO, S.C.A.; NOBRE, R.G.; SOUZA, L.P.; ALMEIDA, L.L.S.; PINHEIRO, F.W.A.; ELIAS, J.J. Produção de porta-enxerto de cajueiro irrigado com águas salinizadas e adubação potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n. 2, p. 2519 – 2528, 2018. <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/776>

ASSAHA, D.V.M.; UEDA, A.; SANEOKA, H. Comparison of growth and mineral accumulation of two solanaceous species, *Solanum scabrum* Mill. (huckleberry) and *S. melongena* L. (eggplant), under salinity stress. **Journal Soil Science and Plant Nutrition**, v. 59, n. 6, p. 912-920, 2013.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na Agricultura**. 2ª Ed. Tradução de H. R. GHEYI, J.F. DE MEDEIROS, F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisão 1).

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, FUNEP. 2003. 41p.

BESSA, M.C.; LACERDA, C.F.; AMORIM, A.V.; BEZERRA, A.M.E.; LIMA, A.D. Mecanismos de tolerância à salinidade em mudas de seis espécies arbóreas nativas do semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 157-165, 2017. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170018>

BEZERRA, A.M.R.; LAZAR, A.; BONVICINO, C.R.; CUNHA, A.S. Subsidies for a poorly known endemic semiarid biome of Brazil: non-volant mammals of an eastern region of Caatinga. **Zoological Studies**, v V.53, n. 16, p. 1-13.2014. <https://zoologicalstudies.springeropen.com/articles/10.1186/1810-522X-53-16>

BEZERRA, J.D.; PEREIRA, W.E.; SILVA, J.M.; RAPOSO, R.W.C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, n.4, p.502-508, 2016. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663040010>

BEZERRA, M.A.F.; PEREIRA, W.E.; BEZERRA, F.T.C.; CAVALCANTE, L.F.; MEDEIROS, S.A.S. Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 150-160, 2014. <https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/19920>

BONIFÁCIO, B.F.; NOBRE, R.G.; SOUSA, A.D.S.; GOMES, E.M.; SILVA, E.M.D.; SOUSA, L.D.P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 101-110, 2018. <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16771>

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. 5º Relatório Nacional para a Convenção sobre diversidade biológica. Série Biodiversidade, v. 50. Brasília: 2016a.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Biomas Caatinga. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/biomas/caatinga.html> >. Acesso em 05 de fevereiro de 2021.

CARDOSO, E.A. **Germinação, morfologia e embriologia de algumas espécies do gênero Spondias**. 1992. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1992.

CAVALCANTE, L.F.; SOUSA, G.G.; GONDIM, S.C.; FIGUEIREDO, F.L.; CAVALCANTE, I.H.L.; DINIZ, A.A. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo manejado em dois substratos irrigados com água salina. **Revista Irriga**, v. 14, n. 4, p. 504-517, 2009. <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3439>

CAVALCANTI, N.B.; RESENDE, G.M.; BRITO, L.T.L. O Crescimento de Plantas de Imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) no semiárido de Pernambuco. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 21-31, 2010. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37112/1/Nilton-2010.pdf>

CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P.; CRISPIM, D. L.; FÉLIX, A.C. T.; MARACAJÁ, P. B. Analysis the main salts presents in waters of pool tube in two communities countrified the municipality of Pombal –PB. **Revista Verde**, v. 10, n.3, p 01 - 07, 2015.

COELHO, J.B.M.; BARROS, M. de F.C.; BEZERRA NETO, E.; CORREA, M.M. Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.379–385, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400004>

CONCEIÇÃO, H.B.S.; MELO, C.S.; FERREIRA, I. M.; SILVA, A.M.O.; CARVALHO, M.G. Sorvete de umbu e mangaba: vida de prateleira e viabilidade do *Bacillus clausii*. **Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanity**, Fortaleza, v.14, n.1, p. 53 – 66, 2020.

CORDEIRO, B.M.P.C.; CARVALHO JUNIOR, A.R.; SANTOS, J.R.A.; ARAUJO A.D.; SILVA, A.G.; CORREIA, M.T.S.; SILVA, M.V.; NAPOLEÃO T.H.; SILVA, L.C.N.; SANTOS, N.D.L.; PAIVA, P.M.G. Anticryptococcal activity of hexane extract from

*Spondias tuberosa* Arruda and associated cellular events. **Journal de mycologie medicale**, v.30, 2020.5p. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2020.100965>

COSTA, C.R.X. **Biossólido e substratos comerciais na produção de mudas de espécies ornamentais**, 2019. 57p. Tese (doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista.Jaboticabal, 2019.

CRUZ, F. R. S.; ANDRADE, L. A.; FEITOSA, R. C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Revista Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 69-80, 2016. <https://doi.org/10.5902/1980509821092>

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 4th 4<sup>a</sup>ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 2004.

DUTRA, T.R.; MASSAD, M.D.; MOREIRA, P.R.; RIBEIRO, É.S.M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 323-330, 2017. <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.91.1447>

EPSTEIN, L. A riqueza do umbuzeiro. **Revista Bahia Agrícola**, v. 2, n. 3, p. 31-34, 1998.

FERNANDES, M.F.; QUEIROZ, L.P. Vegetação e flora da Caatinga. **Revista Ciência e Cultura**. v. 70, p.51-56, 2018. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-6602018000400014>

FERREIRA, A.A.S.; LEAL, C.C. P.; GUIRRA, B.B.S.; TORRES, S.S. B.; PORCEDDU, M.; BACCHETTA, G. Production of *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson (Fabaceae) seedlings irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,. v.25, n.3, p.182-188, 2021. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n3p182-188>

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

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo, Editora da UPF. 2004. 536p.

FONSECA, N. **Propagação e plantio do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) para a agricultura familiar do Semiárido Baiano**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. 23 p.; il. ; 21 cm.

GARCIA, G.O.; NAZÁRIO, A.A.; MORAES, W.B.; GONÇALVES, I.Z.; MADALÃO, J.C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.18, n.4, 2010. <https://doi.org/10.13083/reveng.v18i4.73>

GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. 506p.

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. N.; VIEIRA, F. E. R.; TORRES, S. B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.1, p.137-142, 2013. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119025752007>

GURUMURTHY, B.R.; NATARAJU, S.P.; RUDRAMURTHY, H.V.; SHIVANNA, M.B. Influence of soil salinity on relative biomass and critical limits of growth in selected tree species. **Karnataka Journal Agricultural Science**, v.20, n.1, p.133-134, 2007. <http://14.139.155.167/test5/index.php/kjas/article/viewFile/1031/1025>

KOCH, R.; ALMEIDA-CORTEZ, J.J.S.; KLEINSCHMIT, B. Revealing areas of high nature conservation importance in a seasonally dry tropical forest in Brazil: Combination of modelled plant diversity hot spots and threat patterns. **Journal for nature conservation**, v.35, p.24-39, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.11.004>

LACERDA, A.W.J.R.; MEDEIROS, A.C.; JAPIASSÚ, A.; CUSTÓDIO, P.P.; BELCHIOR, A. C.S.; MOURA, E.T.A.; NOBREGA, J. C. S. Umbu extractivism in the perception of family farmers in the rural area of Caturité-PB- Brazil. **Journal of Agroindustry Systems**, v.3, n.1, p.40 – 50, 2020.

LACERDA, C.F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R.J.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G. & CAVALCANTE, U., eds. **Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. p.127-137.

LEAL, C.C.P.; TORRES, S.B.; NOGUEIRA, N.W.; FREITAS, R.M.O.; FARIAS, R.M. (2015) Emergence and early development of seedlings of *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. irrigated with brackish water. **Bioscience Journal**, v.31, n.3, p. 759-766. 2015. <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n3a2015-26082>

LIMA, G.S.; ANDRADE, F.J.N.; MEDEIROS, M.N.V; SOARES, L.A. ; GHEYI, H.R.; NOBRE, R.G.; FERNANDES, P.D.; LACERDA, C.N. Trocas gasosas, crescimento e qualidade de mudas de maracujazeiro cultivadas com águas salinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 137-154, 2021. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n1p137>

LIMA, J.L.S. **Plantas forrageiras das Caatingas usos e potencialidades**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/PNE/RBG-KEW. 1996.

LIMA, S.C. **Germinação de sementes e otimização de técnicas de micropropagação de umbuzeiro** (*Spondias tuberosa* Arr.) Anacardiaceae. 2009.94 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

MARINHO, I.V., FREITAS, M.F., ZANELLA, F.C.V.; CALDAS, A.L. **Espécies vegetais da caatinga utilizadas pelas abelhas indígenas sem ferrão como fonte de recursos e local de nidificação**. In Anais I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária (A. CIACCHI, A.M. FIGUEIRÊDO & L.F.G. FERREIRA, orgs.). Fórum de Pró Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras, João Pessoa. CD-ROM. 2002.

MATA, M.V.M.; HOELZEMANN, J.J.; SOUSA NETO, H.R.; AGUIAR, A.P.D.; VIEIRA, R. M.S.P.; ASSIS, T.O.; OMETTO, J.P.H.B. Emissões de CO<sub>2</sub> provenientes do uso e mudanças no uso da terra no bioma caatinga no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.1, p.144-155, 2015.

<https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.1.p144-155>

MATOS, F.S.; FREITAS, I.A.S.; PEREIRA, V.L.G.; BORGES, L.P.; PIRES, W.K.L.; SOUZA, M.C.H.; DE LIMA, G.H.F.; AMORIM, V. A. Growth of *Spondias tuberosa* Irrigated With Saline Water. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.3, 2019.

<https://ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/38255>

MEDEIROS, S.A.S.; CAVALCANTE, L.F.; BEZERRA, M.A.F.; NASCIMENTO, J.A.M.; BEZERRA, F.T.C.; PRAZERES, S.S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Irriga**, v.21, n.4, p.779- 795, 2016. <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v21n4p779-795>

MERTENS, J.; GERMER, J.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; SAUERBORN, J. *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga?. **Brazilian Journal of Biology**, v.77, p.542-552, 2017.

<https://doi.org/10.1590/1519-6984.18715>

MUNNS, R. **Comparative physiology of salt and water stress**. *Plant Cell Environ.*, 25:239-250, 2002. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11841667/>

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. Teores de macronutrientes, micronutrientes e sódio em mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam), cultivadas em solução nutritiva, em função de doses de NaCl. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, n. 42, p. 275-286, 2004. <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2430>

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. de; RODRIGUES, C.R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Aarr. Ccam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Revista Ciência agrotécnica**, v. 28, n. 5, p. 997-1006. 2004. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000500005>

NOGUEIRA, N.W.; FREITAS, R.M.O.; LEAL, C.C.P.; TORRES, S.B. Estresse salino na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de jurema-branca.

**Advances in Forestry Science**, v.7, n.3, p.1081-1087, 2020.

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/8624>

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T.; LIMA, C.J.G.S.; ALMEIDA JUNIOR, A.B.; AMÂNCIO, M.G. Desenvolvimento inicial do milho pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.149-155, 2009.

<https://www.redalyc.org/pdf/1190/119017351005.pdf>

OLIVEIRA, M.M.; GALVÃO, E.K. dos S.; SOUZA, C.L.M.; BOAVENTURA, V.J.; OLIVEIRA, L.M. de; CASTRO NETO, M.T.; PELACANI, C.R. Crescimento e partição de massa seca em plantas jovens de amburana (*Amburana cearensis* (Fr. All.) AC

Smith) e de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Revista Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1142-1153, 2019. <https://doi.org/10.5902/1980509827189>

ONODERA, M.; NAKAJIMA, T.; NANZYU, M.; TAKAHASHI, T.; XU, D.; HOMMA, K. Crop physiology regulation of root-to-leaf Na and Cl transport and its association with photosynthetic activity in salttolerant soybean genotypes. **Journal Plant Production Science**, v.22, n.2, p.262-274, 2019.

OYENTUNJI, O.J.; IMADE, F.N. Effect of different levels of NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> salinity on dry matter and ionic contents of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.11, p.1237-1243, 2015. [https://www.researchgate.net/publication/283461530\\_African\\_Journal\\_of\\_Agricultural\\_Research\\_Effect\\_of\\_different\\_levels\\_of\\_NaCl\\_and\\_Na\\_2\\_SO\\_4\\_salinity\\_on\\_dry\\_matter\\_and\\_ionic\\_contents\\_of\\_cowpea\\_Vigna\\_unguiculata\\_L\\_Walp](https://www.researchgate.net/publication/283461530_African_Journal_of_Agricultural_Research_Effect_of_different_levels_of_NaCl_and_Na_2_SO_4_salinity_on_dry_matter_and_ionic_contents_of_cowpea_Vigna_unguiculata_L_Walp)

PÁDUA, J.G.; ALBUQUERQUE, M.S.M.; MELLO, S.C.M. **Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: conservação e uso**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 167 p. (Documentos 371).

QUEIROZ, L.P.; CARDOSO, D.; FERNANDES, M.; MORO, M. Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: da SILVA, J. C.; LEAL, I.; TABARELLI, M, (eds.), Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America. Cham: **Springer**, 2017, p. 23-63, 2017. [https://www.researchgate.net/publication/322381347\\_Caatinga\\_The\\_Largest\\_Tropical\\_Dry\\_Forest\\_Region\\_in\\_South\\_America](https://www.researchgate.net/publication/322381347_Caatinga_The_Largest_Tropical_Dry_Forest_Region_in_South_America)

SÁ, F.V.S.; BRITO, M.E.B.; L.C. FIGUEIREDO; MELO, A.S.; SILVA, L.A.; MOREIRA, R.C.L. Biochemical components and dry matter of lemon and mandarin hybrids under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.4, p.249- 253, 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n4p249-253>

SANTOS, L.J.S.; ARANTES, A.M.; DONATO, S.L.R.; BRITO, C.F.B.; LIMA, M.A.C.; RODRIGUES FILHO, V.A. Leaf contents and biochemical cycling of nutrients in accessions of umbu and umbu-caja. **Revista Caatinga**, v.33, n.3, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n312rc>

SCHOSSLER, T.R.; MACHADO, D.M.; ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; PIAULINO, A.C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n.15, p.1563- 1578, 2012. <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3724>

SEYFFARTH, J.A.S.; RODRIGUES, V. A seca 2010-2017 no Semiárido brasileiro. **Parcerias Estratégicas**, v.22, n.44, p.41-62, 2017.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R.J.M.C. ; ARAÚJO, F.P.; MELO, N.F. ; AZEVEDO NETO, A.D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.63 p. 147–157, 2008. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847207002328>

SILVA JUNIOR, F.B.; SOUSA, G.G.; SOUSA, J.T.M.; LESSA C.I.N.; SILVA, F.D.B. Salt stress and ambience on the production of watermelon seedlings. **Revista Caatinga**, v.33, n.2, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n224rc>

SILVA, B.M.; ROSSI, A.A.B.; TIAGO, A.V.; SCHMITT, K.F.M.; DARDENGO, J.F.E.; SOUZA, S.A.M. Genetic diversity of Cajazeira (*Spondias mombin* L.) in three geographic regions. **Genetics and Molecular Research**, v.16, n.1, 2017. <https://www.funpecrp.com.br/gmr/year2017/vol16-1/pdf/gmr-16-01-gmr.16018946.pdf>

SILVA, E. C. A.; COSTA, J.R.S.; COSTA, P.C.F.; ALCANTARA, A.M.A.C.; SANTOS, C. A.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Influencia salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Revista Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63-69, 2019. <https://doi.org/10.28998/rca.v17i1.5195>

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, F.P.; MELO, N.F.; AZEVEDO NETO, A.D.A. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, n. 1-3, p. 147-157, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.11.010>

SILVA, J.L.A.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, S.S.V.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA JUNIOR, M.J.; NASCIMENTO, I.B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 66–72, 2014. <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/fZtQjr5hSXbDb5tsgbq8Cnq/?format=pdf&lang=pt>

SILVA, M.A.A.; NASCIMENTO, F.A.O.; DINIZ, M.C. Technologies mapping using the gender *Spondias* (ANACARDDEACEAE) in the last 20 years. **Revista INGI**, v.2, n.2, p.96-108, 2018.

SILVA, M.G.; AMORIM, S.M.C. Estresse salino em plantas de *Spondias tuberosa* Arruda (Câmara) colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.91-96, 2009. <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/226>

SOUZA, R.S.; WEBER, O.L.S.; SCARAMUZZA J.F.; RIBEIRO, E.S. Concentração de macronutrientes e de sódio em mudas de mogno submetidas ao estresse salino. **Revista Nativa**, v.5, n.2, p.127-132, 2017. <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/4276>

TANAKA, H.; YAMADA, S.; MASUNAGA, T.; YAMAMOTO, S.; TSUJI, W.; MURILLO-AMADOR, B. Comparison of nutrient uptake and antioxidative response among four Labiatae herb species under salt stress condition. **Journal Soil Science and Plant Nutrition**, v.64, n.5, p.589-597, 2018. <https://doi.org/10.1080/00380768.2018.1492334>