



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

ENoch DE SOUZA FERREIRA

**ADUBAÇÃO SILICATADA COMO ATENUANTE DA SALINIDADE NA
QUALIDADE EM MUDAS DE UMBU-CAJAZEIRA (*Spondias sp.*).**

MOSSORÓ

2021

ENOCK DE SOUZA FERREIRA

**ADUBAÇÃO SILICATADA COMO ATENUANTE DA SALINIDADE NA
QUALIDADE EM MUDAS DE UMBU-CAJAZEIRA (*Spondias sp.*).**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
AGRONOMIA.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Vander Mendonça,

MOSSORÓ

2021

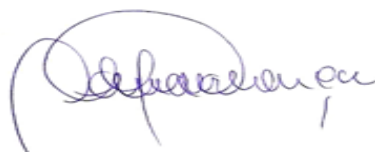
ENOCH DE SOUZA FERREIRA

**ADUBAÇÃO SILICATADA COMO ATENUANTE DA SALINIDADE NA
QUALIDADE EM MUDAS DE UMBU-CAJAZEIRA (*Spondias sp.*).**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
AGRONOMIA.

Defendida em: 17 / 11 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

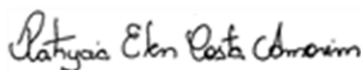


Vander Mendonça, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Profª Dra. Luciana Freitas de Mendonça
UFOD | CS/19 | UAGP
Susep 1358492

Luciana de Freitas Mendonça, Profª. Dr. (UFCG)
Membro Examinador Externo



Patrícia Elen Costa Amorim, Especialista (ESALQ/USP)
Membro Examinador Externo

Ao meu avô (*In Memoriam*)
Eliyahu ben Pinchas.

Aos meus pais
Magnos Elias Ferreira e Rejane Maria de Souza Ferreira

Aos meus irmãos
Eliyahu Yaakob Souza Ferreira e Ester Amália de Souza Ferreira

A minha avó
Helena Marquez Rebouças Ferreira

Ao meu grande amigo
Lucas Melo e Silva

Aos meus grandes amigos
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Em nome de Al – Iláh o clemente, misericordioso, Deus de Ibrahim al Khalilulah, Isaac bin Ibrayim e Yakoob bin Isaac. Inicio aqui meus agradecimentos.

Agradeço ao meu bisavô Chiquinho de Mundoca Careó, ao meu avô Elias Ferreira, por terem me dado a ddiva de permanecer um pouco com eles e aprender os sentidos do patriarcado e da liderança que nos tempos atuais virou palavras impróprias ou medonha para os homens que não tem coluna vertebral. Agradecer a UFERSA por me possibilitar a sapiência que será de fundamental importância para minha vida.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de IC, no período da graduação.

Agradecer a minha imperatriz espanhola Helena Marquez Rebouças que sempre me deu apoio para cursar Agronomia.

Em Avot Cap. 3, versículo 1 diz: Akavya bem Mahalalel disse: Reflita sobre três coisas e não chegarás ao pecado: Saiba de onde vieste, para onde vais, e perante quem haverás de prestar juízo e contas no futuro. “ De onde vieste”- de uma gota decomposta; “ e para onde vais” – para um lugar de pó, larvas e vermes; “e perante quem haverás de prestar juízo e contas” – perante o supremo Rei dos reis, o Santo, bendito seja.

Agradeço ao ex – prefeito dos Grossos Jose Mauricio Filho que me soube ensinar o erro do 7º mandamento para que eu me aproveitasse da leitura e não caísse na esparrela, pois venha na terça feira ou fale com a secretária. VAI DÁ CERTO VIUU.

Ao meu amigo Tuíta do Leite e das abelhas, grande vaqueiro, salineiro, agricultor, que guarda ainda a vereda dos caminhos da justiça do Rei Davi. Agradecer a Aloísio da Balança pela bravura do povo grossense e agricultor.

Agradeço ao ex-secretário geral dos Grossos João Dehon por me fazer acreditar nas estatísticas e no bom conselho, pois com todos os dados favoráveis, num lapso de tempo considerável sempre esperou que a moeda não atingisse a probabilidade esperada, puxou a carroça sem pneus somente com os aros de ferro da charrete do papai Noel, em uma brilhante epopeia para provar a força de vontade e a coragem de continuar na labuta de vencer pela fé. E HAVERÁ AINDA DE LUTAR UM PARA UM, NÃO QUERENDO UM PARA TRÊS, MAS NÃO SABENDO O QUE O COSMO VO – LO RESERVA.

Agradeço carinhosamente o comendador dos Grossos Erivan Nogueira o “Beiju” pelas lições de transporte e comercialização de tudo que se pode imaginar sempre com a esperteza de um verdadeiro “fox” do manejo comercial e o ideário político.

Agradeço também a meu amigo “Garibaldo” Evertón de Toinho dos Pãos, pelos caminhões de pipa d’agua para não nos deixar perecer de sede. Agradecer a Herik de

Duquinha por me transportar 80 km todo dia por longos 5 anos. Agradecer também a Michaelington Silva e Lunna Palax pelos ensinamentos de fé e igualdade de gênero. Agradecer a um grande amigo vascaíno João Braz, á Antônio da Cerca, Luíde de Eliseu, Marli da Barra pela confiança séria, Tonha de Amâncio, Ribinha “o completo”, Tonho de Elita, Márcio das bebidas, Lurdes vizinha de Marco Bizerra.

Agradeço ao meu companheiro, mecânico de máquinas pesadas, Flaviano Amâncio, ao meu tio Marcos Elias pela prolixidade sempre me respondeu, que carinhosamente chamo de Barruan. Agradecer a senhorita Irlenny do Sitio cajueiro, agradecer também a Antônio Eudes presidente do Sindicato rural pelo apoio por documentos cedidos para matricula do curso.

Agradecer também a Excelentíssima prefeita dos Grossos Cinthia Sonale que desbravou o cargo com o famoso jingle: Vai passando o rodo e vai passando o rodo....

Ao meu grande orientador mineiro Vander Mendonça por acreditar no meu potencial e por ter me repassado grande conhecimento nesses longos 4 anos de parceria no GPF.

A banca examinadora pela presença e contribuição para o trabalho com críticas que possibilitaram a melhoria deste.

Agradecer principalmente aos meus grandes amigos que a UFERSA me deu: Lucas Melo como um irmão que estendeu a mão na dificuldade assim como meu amigo ClaClau (Claudeone), Lucas Matheus, Cesinha 51 (César Filho), João Luiz, Keverson, Válber com seu dicionário estrambólico, Hiago do pirrixu, Gleidson da Maísa, Jonadabe do RU, Mateus Henrique, Jesley, Arimateia e Gabriel.

Agradecer também as minhas grandes amigas: Raíres, Karol, Andrezza, Ana Clécia, Letycia, Carla, as gêmeas Larissa e Laura muito obrigado por me aguentarem.

Um agradecimento muito especial também ao GPF que me acolheu e dividiu momentos: Saron, Bruna, Ariel, Luana, PH, Sidene, Luciana, Vander, Fgenia, Keiviane, Alex, Pedro, Agda, Patricia, Toni, ao grande mestre de vida seu Raimundo me ensinou muito dentro desse pomar.

À EJ AgroArid que saiu do papel em busca de trazer conhecimento do mundo a fora para os alunos de Agronomia.

Muito obrigado a todos, vocês fizeram parte dessa história.

Aproveitou, aproveitou, até onde deu. Agora
está cuspiendo no prato que comeu.

Jingle 65/2020.

RESUMO

A região do semiárido nordestino possui frutíferas nativas como a umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) que vem crescendo em escala comercial dado a sua importância econômica, social e farmacológica. Entretanto a qualidade de água de irrigação prejudica na produção de mudas devido ao alto teor de sais que impedem no crescimento e qualidade. Uma das formas de reduzir esses efeitos é a utilização da adubação silicatada que contribui para a redução dos efeitos deletérios da salinidade. Nesse sentido objetivou – se avaliar o efeito da adubação silicatada como atenuante da salinidade no crescimento e qualidade em mudas de umbu-cajazeira. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizado na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró – RN. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos distribuídos da seguinte forma: T1 = 0,5 ds m⁻¹; T2 = 3,5 dS m⁻¹; T3 = 3,5 dS m⁻¹ + 3,5 g. planta (CaSiO₃); T4 = 3,5 dS m⁻¹ + 2,2 ml l⁻¹ (K₂SiO₃); T5 = 3,5 dS m⁻¹ + 3,5 g. planta (CaSiO₃) + 2,2 ml l⁻¹(K₂SiO₃) com quatro repetições e uma planta por parcela, totalizando vinte unidades experimentais. Aos 90 dias após a instalação do experimento foram analisadas as seguintes características de crescimento: Taxa de crescimento absoluto da altura da haste, taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste, taxa de crescimento relativo da altura da haste e taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste, para as variáveis de qualidade: índice de qualidade de Dickson, índice de robustez e relação da massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Os dados obtidos, foram submetidos à análise de variância pelo teste de F (p <0,05). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). As análises foram realizadas por meio do programa computacional R. A utilização de adubação silicatada com cálcio e potássio não atenuou os efeitos deletérios da salinidade de nível salino 3,5 dS m⁻¹ para as características de crescimento e qualidade em mudas de umbu –cajazeira.

Palavras-chave: *Spondias*, nutrição de plantas, salinização, silício, fruticultura.

ABSTRACT

The northeastern semiarid region has native fruit trees such as golden apple (*Spondias* sp.) which has been growing on a commercial scale due to its economic, social and pharmacological importance. However, the quality of irrigation water affects the production of seedlings due to the high content of salts that impede growth and quality. One of the ways to reduce these effects is the use of silicate fertilization, which contributes to reducing the harmful effects of salinity. In this sense, the objective was to evaluate the effect of silicate fertilization as a mitigation of salinity on the growth and quality of seedlings of golden apple. The experiment was conducted in a greenhouse located at the Federal Rural University of Semiárido (UFERSA), in Mossoró – RN. The experimental design used was completely randomized, with the treatments distributed as follows: T1 = 0.5 ds m⁻¹; T2 = 3.5 dS m⁻¹; T3 = 3.5 dS m⁻¹ + 3.5 g. plant (CaSiO₃); T4 = 3.5 dS m⁻¹ + 2.2 ml l⁻¹ (K₂SiO₃); T5 = 3.5 dS m⁻¹ + 3.5 g. plant (CaSiO₃) + 2.2 ml l⁻¹(K₂SiO₃) with four replications and one plant per plot, totaling twenty experimental units. At 90 days after the installation of the experiment, the following growth characteristics were analyzed: absolute stem height growth rate, absolute stem diameter growth rate, relative stem height growth rate and relative stem diameter growth rate stem, for the quality variables: Dickson quality index, robustness index, and shoot dry mass to root dry mass ratio. The data obtained were submitted to analysis of variance by the F test (p < 0.05). Means were compared using the Tukey test (p ≤ 0.05). The analyzes were performed using the computer program R. The use of silicate fertilization with calcium and potassium did not attenuate the deleterious effects of salinity at a saline level of 3.5 dS m⁻¹ for the growth and quality characteristics of golden apple.

Keywords: *Spondias*, plant nutrition, salinization, silicon, fruit growing.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância adubação silicatada como atenuante de salinidade no crescimento e qualidade na produção de mudas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) Taxa de crescimento absoluto da altura da haste (TCAALTH); Taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste (TCADH); Taxa de crescimento relativo da altura da haste (TCRALTH); Taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste (TCRDH); Índice relativo de Dickson (IQD); Índice de Robustez (IR); Relação da massa seca da raiz e massa seca da parte aérea (MSR/MSPA). Mossoró, 2021. 27

Tabela 2. Médias da adubação silicatada como atenuante de salinidade no crescimento e qualidade na produção de mudas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) Taxa de crescimento absoluto da altura da haste (TCAALTH); Taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste (TCADH); Taxa de crescimento relativo da altura da haste (TCRALTH); Taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste (TCRDH). Mossoró, 2021. 27

Tabela 3. Médias da adubação silicatada como atenuante de salinidade no crescimento e qualidade na produção de mudas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) Índice relativo de Dickson (IQD); Índice de Robustez (IR); Relação da massa seca da raiz e massa seca da parte aérea (MSR/MSPA). Mossoró, 2021. 30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1	Aspectos gerais do umbu- cajazeira (<i>Spondias</i> sp.)	15
3.2	Produção de mudas de <i>Spondias</i> e propagação de umbu-cajazeira via estaquia.	17
3.3	Utilização de águas salinas para produção de mudas	18
3.3.1	Efeito dos sais na planta	20
3.4	Silício como atenuador de estresse salino	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
6	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A região do semiárido nordestino está inserida no polígono das secas e caracteriza – se pela irregularidade no volume pluviométrico, aridez do solo e baixa qualidade de água de irrigação. Esta região apresenta grandes reservatórios subterrâneos, no entanto, grande parte dessas águas contém elevadas concentrações de sais dissolvidos, que afetam negativamente a produção agrícola (PAIVA et al., 2016).

Nesse ambiente certas espécies xerófitas da família *Anacardiaceae* são encontradas e possuem valor agrônomo regional, tais como o cajueiro (*Anacardium occidentale*), umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), siriguela (*Spondias purpurea*), cajazeiras (*Spondias mombin*.) e umbu –cajazeira (*Spondias* sp.) além de algumas culturas exóticas como a mangueira (*Mangifera indica*) e aroeira – vermelha (*Schinus terebinthifolius*). Todas essas frutíferas contemplam importância socioeconômica para fins medicinais, alimentação humana, suplementação animal, compondo a geração de emprego e renda para agricultores familiares na região semiárida.

A umbu-cajazeira ou cajaraneira (*Spondias* sp.) é a espécie mais frequente em quintais e em pequenos pomares espalhados pelo semiárido brasileiro, nativa do bioma Caatinga naturalmente apresenta resistência a ambientes mais severos, produzindo anualmente milhões de toneladas de frutos movimentando a cadeia produtiva no campo, feiras, mercados e nas agroindústrias. (SOUZA, et al., 2020). Entretanto não possui nenhum manejo agrônomo na adubação, irrigação, produção de mudas para que se tenha cultivo em larga escala nas condições semiáridas.

A produção de mudas de umbu-cajazeira é realizada através da propagação assexuada utilizando a estaquia, visto que através dos seus caroços não apresentam embriões e muitas vezes não tem êxito na germinação. Com uso da estaquia permite –se a redução no tempo de produção, além das características desejáveis ao viveirista.

Uma das grandes dificuldades apontadas para a produção de mudas de plantas em geral é a qualidade da água, pois compromete a germinação e o desenvolvimento da planta, pois além de absorver a água de baixa qualidade, absorvem consigo os sais, que em excesso, provocam toxidez, acarretando alterações fisiológicas nos embriões, o que causa decréscimo na porcentagem de germinação (BENEDITO et al., 2008; OYEYINKA; OYEYINKA, 2018). Dado a redução no pagamento de mudas por sementes a estaquia se tornou o método que obtém maior êxito, pois possibilita ao viveirista utilizar como porta – enxerto possibilitando maior uniformidade ao seu plantel. Em regiões semiáridas a salinidade prevalece por longos

períodos trazendo malefícios ao homem do campo com perda considerada da sua produção devido aos estresses ocasionados principalmente pela água de irrigação. Esses estresses abióticos de salinidade se refletem negativamente no crescimento e no desenvolvimento dos vegetais, de modo especial pela redução da área radicular e foliar, da atividade fotossintética e eficácia produtiva e qualitativa das plantas (NETO et al., 2014).

O aproveitamento na irrigação de fontes de água com qualidade inferior, como as salinas, é considerado como uma possibilidade importante na utilização dos recursos naturais escassos. Embora as águas salinas sejam consideradas inadequadas na irrigação, há extensas evidências da viabilidade de seu uso, desde que se pratiquem técnicas de manejo adequadas e culturas tolerantes à salinidade (BATOOL et al., 2020).

Logo, a busca por tecnologias que reduzam os efeitos tóxicos da salinidade é incontestável, em áreas disponíveis no semiárido que apresentem restrições à produção devido a salinidade da água de irrigação para que seja possível produzir agronomicamente de forma viável.

Dentre as alternativas para mitigar os efeitos deletérios da salinidade às plantas, destacam-se os silicatos, os quais promovem tolerância às condições de estresse hídrico e/ou salino na medida em que garantem a integridade e a estabilidade da membrana celular (KAFI; RAHIMI, 2011; MATEOS; ANDRADES; DAVY, 2013).

Diniz et al. (2021) observou em mudas de maracujazeiro ‘Gigante amarelo’ a aplicação de silício contribui para redução do potencial osmótico. Em mudas de *Physalis* Assis et al. (2012) observou que a utilização de silício, em drench e/ou foliar, favoreceu o desenvolvimento vegetativo.

Com a ausência de pesquisas acadêmicas para produção de mudas de umbu-cajazeira em escala para pomares e viveiros com uso de água salina, motiva a necessidade de desenvolver trabalhos voltados a produção e qualidade de mudas para atender o produtor rural. Nesse contexto, objetivou – se com este trabalho avaliar a adubação silicatada como atenuante de salinidade na qualidade em mudas de umbu-cajazeira.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a adubação silicatada como atenuante da salinidade na qualidade de mudas de umbu- cajazeira.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Verificar a aplicação do silicato de cálcio e potássio isoladamente e associada como atenuador dos efeitos deletérios na qualidade das mudas de umbu-cajazeira.
- Avaliar o crescimento de mudas de umbu-cajazeira quanto a salinidade;
- Avaliar o índice de qualidade de Dickson e o índice de robustez de mudas de umbu-cajazeira sob condições salinas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais do umbu- cajazeira (*Spondias* sp.)

O gênero *Spondias* que é constituído por aproximadamente, 17 espécies, das quais sete distribuídas na América Tropical e, aproximadamente, dez na Ásia Tropical (MILLER; SCHAAL, 2005). Dentre estas, 4 a 7 espécies são encontradas nas Américas. Na Ásia ocorrem cultivos comerciais de *S. mombin* e *S. purpurea*, dentre outras 10 espécies nativas, indicando que este gênero é originário deste continente (BACHELIER; ENDRESS, 2009).

Um dos gêneros mais importante da família das *Anacardiaceae*, cujos representantes mais significativos tem como centro de diversidade, o bioma Caatinga e as florestas úmidas do Brasil (LEDERMAN et al., 2008). O gênero das *Spondias* tem grande contribuição para a Caatinga dada a sua grande diversificação frutífera.

Neste gênero, as espécies que merecem destaque são cajá (*Spondias mombin* L.), conhecida em certas regiões brasileiras como cajá, cajá-mirim ou taperebá, e em língua inglesa como *yellow mombin*; siriguela ou *red mombin* (*Spondias purpurea* L.), umbu ou imbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara); Ambarella, *golden apple*, cajarana ou cajá-manga (*Spondias dulcis* ou *Spondias cytherea* Parkinson) e duas espécies taxonomicamente indefinidas, mas consideradas híbridos naturais, cajá-umbu ou umbu-cajá (*Spondias mombin* × *Spondias tuberosa*) e umbuguela (*Spondias tuberosa* × *Spondias purpurea*) (SANTOS 1996; SILVA JÚNIOR et al., 2004).

A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é um híbrido natural entre a cajazeira e o umbuzeiro e possui características de planta xerófita e está disseminado em alguns estados do Nordeste como Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Pernambuco e Bahia (QUEIROZ, 2017). Há relatos de disseminação da umbu-cajazeira no Norte de Minas Gerais e em Sergipe. (SOUZA et al., 2020). Segundo Soares Filho (2011) a umbu-cajazeira é planta típica do Semiárido, mas também é encontrada na Mata Atlântica e no litoral, em decorrência de movimentos antrópicos, indicando dependência humana para sua propagação e dispersão.

A umbu-cajazeira é caducifólia, apresenta abscisão das folhas e alguns ramos da planta também senescem naturalmente a cada ciclo; é comum encontrar raízes e caule com estruturas tuberizadas que, possivelmente, são órgãos de reserva de suma importância para a sobrevivência da planta durante as estações secas (SOUZA et al., 2020). A planta cresce de 6 m a 8 m de altura e até 20 m de diâmetro de copa, cujo formato é parecido com o do

umbuzeiro, embora com tamanho visivelmente maior; as folhas são compostas, alternas, com pares de folíolos; as flores são dispostas em inflorescências do tipo panículas terminais piramidais; o fruto é classificado como drupa (CARVALHO et al., 2008; SOARES FILHO, 2011). A umbu-cajazeira em fase reprodutiva pode chegar a produzir mais de 1.000 kg de frutos por planta. Todavia, aproximadamente 90% dos frutos não apresentam sementes viáveis, o que é indicativo de possível natureza híbrida, tornando a propagação semínifera praticamente inviável e, a propagação vegetativa a opção que necessita ser viabilizada para a produção de mudas (SOUZA; SOUSA; FREITAS, 1997; CARVALHO et al., 2008).

Essa espécie é explorada extrativamente ou em pomares domésticos e não fazem parte das estatísticas oficiais, mas, mesmo assim, têm grande importância para as regiões Norte e Nordeste do Brasil. (SOUZA, 1998).

Segundo Mendes (2017) não existem cultivos comerciais de umbu-cajazeira, sendo a exploração feita de modo empírico, sem aplicação de tratamentos culturais; a cada ano colhem-se os frutos das plantas, os quais são muito valorizados para o consumo *in natura*, bem como na forma de sucos, sorvetes e picolés. Dessa forma gera uma grande demanda das agroindústrias pelo fruto do umbu-cajá na importância econômica e social para o semiárido do Nordeste, principalmente para a agricultura familiar e pequenas agroindústrias da região, que apesar de pouca expressividade tendem ao crescimento, pois, a demanda por frutos e produtos processados do umbu-cajá não é suprida. Devido a sazonalidade da frutificação, os frutos são encontrados apenas durante alguns meses do ano nas feiras livres.

Os seus frutos do tipo drupa possuem sabor agridoce, contém carotenóides, açúcares, vitaminas A e C (SOUZA; LORENZI, 2005) e vários compostos voláteis como: α -Terpineno, Z-Cariofileno, α -Copaeno (CEVA-ANTUNES et al., 2003). Daí a grande procura pelas agroindústrias, para processá-los em polpas, sucos, geleias, néctares e sorvetes de excelente qualidade e alto valor comercial (SOUZA, 2000).

Além da importância alimentar, podem ser citados pelos seus principais usos: madeira, lenha, alimentação humana, medicina caseira, higiene corporal, ornamental, criação de abelhas, forragem e sombreamento (MAIA, 2004).

Atualmente, até mesmo o resíduo proveniente do processamento da cajarana tem sido aproveitado, com justificativas de agregação de valor, redução de impactos ambientais pelo descarte indiscriminado e promoção do desenvolvimento da região pela geração de emprego e renda (SILVA et al., 2012).

Ainda que os frutos ou produtos do umbu-cajazeira tenham grande demanda na região Nordeste, muito em função de suas características organolépticas, até o momento não há

pomares organizados ou disponibilidade de técnicas que possam melhorar a produção de frutos e diminuir a sazonalidade durante o ano, ofertando-os por maior período aos consumidores. (MENDES, 2017)

A crescente demanda pelos produtos das *Spondias* confirma o potencial agrossocioeconômico de exploração dessas espécies, o que poderá gerar empregos fixos no cultivo dos pomares e nas agroindústrias de processamento. No entanto, para viabilização, há necessidade de pesquisas para solucionar os problemas tecnológicos que impossibilitam a exploração comercial (SOUZA; ARAÚJO, 1999).

3.2 Produção de mudas de *Spondias* e propagação de umbu-cajazeira via estaquia.

A produção de mudas do gênero *Spondias* para a implantação de pomares comerciais, recomenda-se ser feita por via vegetativa: por estaquia ou enxertia (ALMEIDA et al., 2017).

As mudas devem possuir padrões de qualidade fisiológica, morfológica e fitossanitária para que o viveirista adote um elevado nível tecnológico para obtenção de mudas de umbu-cajazeira em bom desenvolvimento, incluindo todas as fases da produção, desde a obtenção do material propagativo até o transporte da muda e plantio e/ou venda (BASTOS et al., 2009). Essa é a fase mais crítica, pois, em virtude de sua perenidade, os cuidados na preparação das mudas devem ser os máximos possíveis, uma vez que mudas más formadas originarão pomares com baixa qualidade fitotécnica, proporcionando más consequências durante o período de exploração da cultura (GÓES et al., 2009).

Usualmente a umbu-cajazeira é propagada pelo método vegetativo, mediante estacas de 35 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro (LOPES, 1997; SOUZA, 1998) ou por enxertia, sobre portas-enxerto de umbuzeiro (RITZINGER et al., 2008). A propagação da umbu-cajazeira por meio assexuada se faz de forma quase que obrigatória, visto que, a espécie apresenta baixa germinação e desuniformidade, assim como na cajazeira, e umbuzeiro (SOUZA; INNECCO; ARAÚJO, 1999; SOUZA; COSTA, 2010); a umbu-cajazeira possuem embriões estéreis, ou seja, desprovidos de sementes; nelas a propagação deve ser feita obrigatoriamente pelo método assexual.

Assim, a estaquia pode ser classificada como um método bastante rápido de propagação assexuada de baixo custo, a qual permite a manutenção das características das plantas de interesse agrônomo, evitando assim a mistura de espécies (SILVA et al, 2014; SOUZA et al., 2018).

Na implantação do umbu-cajazeira deve-se utilizar mudas de qualidade, para obter sucesso no empreendimento, o que proporcionará um adequado índice de pegamento no campo, com elevado crescimento inicial, sendo estratégico para tornar a produção mais competitiva (MELO JÚNIOR et al., 2014).

Para obtenção de estacas de qualidade para propagação Souza e Araújo (1999) sugere que para a umbu-cajazeira, as estacas devem ser coletadas poucos dias antes da emissão das brotações dos ramos, das folhas e das flores, caso contrário é frequente o insucesso da propagação vegetativa. Isso ocorre porque na fase de desenvolvimento reprodutivo as reservas (carboidratos, proteínas, aminoácidos, etc.) da planta estão sendo direcionadas para formação das flores e dos frutos, ficando os tecidos com baixos níveis de reservas.

Para a condução de mudas vigorosas a água de irrigação é um dos principais entraves para obtenção de mudas de qualidade. Dessa forma tem-se a alternativa de irrigar com águas subterrâneas que geralmente têm maior qualidade sanitária que as águas superficiais. (OLIVEIRA et al., 2001; GRAF, 2001).

Os principais parâmetros que indicam uma muda de qualidade, são: características de crescimento, como altura, massa seca, relação raiz/parte aérea, diâmetro do caule ou número de folhas (VILLASEÑOR BASULTO et al., 2011).

A avaliação dessas características pode ser uma ferramenta útil para verificar se as mudas estão suficientemente aptas para sobrevivência após o transplante em campo (REIS et al., 2016). Estes parâmetros de desenvolvimento podem ser agregados em um único valor através do Índice de Qualidade de Dickson, aumentando a segurança na seleção das plantas mais vigorosas (PEREIRA et al., 2013).

Isso pode ser constatado por Mendes (2017) observou que as incisões na base da estaca de caule proporcionam os melhores resultados para a formação de mudas de umbu-cajazeira. Almeida et al., (2004) observou para estacas lenhosas de cajaraneira o substrato Topstrato proporciona maior enraizamento e pegamento.

3.3 Utilização de águas salinas para produção de mudas

As regiões áridas e semiáridas, a salinidade tem ocasionado grande impacto na produção agrícola, principalmente pelos longos períodos de estiagem, provocando a escassez hídrica, e consequentemente elevada evapotranspiração, superando as precipitações (KAISER et al., 2016).

Geralmente solos com pouca drenagem são mais afetados por sais, e são também conhecidos como solos halomórficos ou salinos e sódicos. A presença de sais solúveis, sódio trocável, ou ambos, são as principais características destes solos, que possuem estes elementos nos perfis mais próximos a superfície. No Brasil, este tipo de solo ocorre no Rio Grande do Sul, Pantanal Mato-Grossense e na região semiárida do Nordeste (RIBEIRO, 2010).

O uso de água de qualidade inferior, como por exemplo, águas salobras, associado ao manejo inadequado de fertilizantes minerais vêm ocasionando problemas de salinidade dos solos cultivados (TRAVASSOS et al., 2011). Este processo é um problema comum tanto em regiões áridas quanto em semiáridas e se dá principalmente pelo acúmulo predominante dos cátions: Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} e dos ânions: Cl^- e SO_4^{2-} (NEVES et al., 2009). A utilização de águas de qualidade inadequada é apontada como uma das principais causas do insucesso na fase de produção de mudas (MEIRELES, 1999).

Dessa forma quanto maior a concentração de sais na solução do solo, maior será o esforço que a planta terá que fazer para absorver a água e à medida que a planta cresce aumenta a concentração de sais na zona radicular das culturas. (SALAZAR, 2016). Esse excesso de sais nas plantas pode afetar as funções fisiológicas e bioquímicas, ocasionando estresse osmótico, que resulta em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais além do acúmulo de íons tóxicos (AMORIN et al., 2010).

Segundo Bonifácio et al. (2018) a acumulação excessiva dos sais solúveis afeta a disponibilidade de água para as plantas, ocasionando redução no potencial, além de haver toxicidade de íons específicos e interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos) reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, através de modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas.

Alguns pesquisadores já observam resultados negativos em algumas fruteiras, como citam Ferreira Neto et al. (2007) cultivando o coqueiro; Sousa et al. (2011) na cultura cajueiro; Gurgel et al. (2007) para a aceroleira e Sousa et al. (2008) estudando o maracujazeiro; todavia e conforme Ayers; Westcot (1999) o efeito da salinidade da água é variável entre espécies, entre genótipos e mesmo em uma espécie, entre fases de desenvolvimento da mesma, o que permite dizer que a identificação de materiais tolerantes pode ser uma alternativa ao uso de águas salinas aumentando a disponibilidade hídrica na região semiárida.

O estudo da salinidade é importante, por gerar conhecimentos sobre a possibilidade do cultivo da cultura em ambientes salinos bem como o entendimento dos mecanismos que a planta utiliza para tolerar essa condição de estresse (BHATT et al., 2008). A tolerância das

plantas à salinidade varia em função da espécie vegetal, das cultivares de uma mesma espécie e de fatores como tipo e concentração de sal, tempo de exposição, estágio fenológico, tal como da interação entre eles (NEVES et al., 2008).

Associado a importância do material vegetal escolhido na produção de mudas e os longos períodos de estiagem e a irregularidade anual das precipitações no semiárido do Nordeste brasileiro torna a prática da irrigação imprescindível para se garantir a produção agrícola com segurança (LIMA et al., 2014).

Isso evidencia a necessidade de pesquisas que os produtores possam minimizar os efeitos nocivos dos sais nas plantas, especialmente em regiões semiáridas, aonde geralmente, se utilizam de águas salinas na agricultura (FREIRE et al., 2016). A utilização de águas salinas para irrigação é uma realidade, pois tem aumentado a disponibilidade de água para a produção agrícola (RIBEIRO et al., 2016).

Nesse sentido, estudos têm sido desenvolvidos visando a definição de parâmetros de tolerância das culturas à salinidade, propiciando o estabelecimento do grau de restrição das águas para a agricultura (STEPPUHN, 2001).

3.3.1 Efeito dos sais na planta

Alguns autores (FERREIRA et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2010), afirmam que o estresse salino provoca a redução do desenvolvimento vegetal em função dos desequilíbrios nutricionais provocados pelo excesso de sais na absorção e transporte de nutrientes.

O estresse salino reflete diretamente no processo fotossintético, ocasionando a redução do crescimento e produtividade da cultura (MUNNS, 2011). Um dos estresses secundários decorrentes da salinidade é o estresse oxidativo, especialmente nas folhas, decorrente do descontrole metabólico envolvendo processos importantes como a fotossíntese, a respiração, a fotorrespiração e o metabolismo celular em geral (SALAZAR, 2016).

De forma geral, os efeitos depreciativos provocados pelos sais resultam em modificações nos mecanismos bioquímicos e fisiológicos das plantas, alterando, dentre outros, os teores foliares de clorofila e de carotenoides, comprometendo a atividade fotossintética e, consequentemente, o crescimento, o desenvolvimento, a produção e a adaptabilidade aos ambientes adversos (CAVALCANTE et al., 2011).

O efeito negativo que os sais ocasionam às plantas pode ser causado por três fatores. O primeiro é a dificuldade na absorção de água, que é causado pela presença de sais na solução

do solo, reduzindo o potencial osmótico e, conseqüentemente, o potencial hídrico do solo. O segundo é a toxicidade causada por íons específicos, que acontece quando as plantas absorvem os sais do solo junto com a água, ocasionando toxidez por excesso de sais absorvidos. O terceiro é a interferência indireta dos sais nos processos fisiológicos da planta, que acontece quando as altas concentrações de cátions, principalmente de sódio, interferem nas propriedades físico-químicas do solo, afetando a disponibilidade de outros elementos e, indiretamente, o desenvolvimento normal das plantas (DIAS e BLANCO, 2010).

Na maioria das vezes, a redução do crescimento é o primeiro sintoma apresentado por plantas sob efeito de salinidade, este decréscimo é ocasionado pela diminuição do potencial hídrico da solução do solo, impedindo a expansão celular, visto que o potencial de pressão da célula tende a se igualar com o do solo (BOHNERT et al., 1995; TAIZ e ZEIGER, 2017).

As concentrações de sódio nas folhas alcançam níveis tóxicos após vários dias ou semanas, sendo que os sintomas aparecem, de início, nas folhas mais velhas e em suas bordas e, à medida que o problema se intensifica, a necrose se espalha progressivamente na área internerval, até o centro das folhas (MUNNS, 2002).

3.4 Silício como atenuador de estresse salino

O Si solúvel (ácido monossilícico - H_4SiO_4) é a principal forma encontrada na solução do solo (EPSTEIN, 1999) e pode ser oriunda da transformação de compostos minerais do solo, fertilizantes na forma de silicatos de Ca e de Mg ou ainda na forma líquida, utilizados na aplicação foliar, como o silicato de K (KORNFEDORFER; SOUZA, 2018), assim como na decomposição de restos vegetais, sendo a principal forma absorvida pelas plantas (POSTEK, 1981).

As plantas de modo geral contêm Si em seus tecidos, sendo que essa concentração na parte aérea varia muito de acordo com cada espécie (0,1 a 10% de Si no peso seco), mostrando uma distribuição desigual nos vegetais (LIANG et al., 2015). O silício é absorvido pelas raízes por transportadores de membranas específicos, as aquaporinas, e são exportadas via transporte de efluxo, provavelmente por transporte ativo secundário, se depositado principalmente no retículo endoplasmático, nas paredes celulares e nos espaços intercelulares, como sílica amorfa hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (TAIZ et al.; 2017).

A maior parte do Si é incorporada na parede celular, principalmente nas células da epiderme, estômatos e tricomas, sendo que sua deposição nos tecidos é influenciada por

vários fatores, dentre eles a idade da planta, o tipo e a localização dos tecidos envolvidos e a absorção através das raízes e a transpiração (KORNDÖRFER, 2014)

Os efeitos benéficos do Si podem ser divididos em físicos e fisiológicos. Os físicos referem-se ao acúmulo de Si nas paredes celulares melhorando a arquitetura das plantas, reduzindo a perda de água pelos estômatos e dificultando a penetração de patógenos e insetos (BOTELHO et al., 2005; POZZA; POZZA, 2003). Os benefícios fisiológicos são pouco estudados, mas muitos trabalhos relatam que o Si pode favorecer o aumento da taxa fotossintética (FERRAZ et al., 2014), dos teores de pigmentos fotossintetizantes (ÁVILA et al., 2010; BRAGA et al., 2009) e da produtividade (PAULINO et al., 2013).

Além dos benefícios físicos e fisiológicos o mesmo apresenta vários benefícios para várias espécies cultivadas, dentre eles diminuição do efeito tóxico de Mn, Fe e outros metais pesados, além de minimizar os efeitos negativos que a salinidade promove sobre as plantas, com isto a utilização do Si é uma das estratégias que vem se expandido nas últimas décadas (SIVANESAN et al., 2011).

A salinidade se caracteriza por provocar um dos estresses abióticos mais eminentes em regiões áridas e semiáridas, contribuindo para elevadas perdas em produção nessas regiões, devido a grandes contrastes ambientais (PARIDA; DAS, 2004). Estudos vem demonstrando que a utilização do silício pode ser utilizada como uma alternativa para minimizar o efeito negativo dos sais nas culturas (LIMA et al., 2011). O Si age de forma a mitigar os efeitos adversos da salinidade por evitar a absorção de Na^+ e/ou seu transporte das raízes para a parte aérea (ZHU; GONG, 2014).

Outra forma de atuação do Si contra o estresse salino é na atenuação do dano oxidativo ocasionado pelo sal. A elevada salinidade leva à superprodução de espécies reativas de oxigênio (ERO's) que causam distúrbios no metabolismo e danos às membranas (BARBOSA et al., 2014). A atenuação desses problemas é realizada por meio da ativação de complexos enzimáticos (ZHU; GONG, 2014).

Estudando a ação do Si em condições de salinidade para cultura do pimentão Manivannan et al. (2016), observaram que este elemento provoca efeitos benéficos à cultura, sendo estes resultados atribuídos à capacidade do Si prevenir danos oxidativos através do aumentado das atividades das enzimas antioxidantes, além disso, a adubação silicatada diminuiu o desequilíbrio nutricional em condições de salinidade.

Ahmad (1992) encontrou resultados satisfatórios na produção de trigo sob efeito de doses de Si na redução da toxidez provocada pela salinidade (Na), posteriormente, a aplicação de Si proporcionou resultados semelhantes em culturas distintas, como *Prosopis juliflora*

(BRADBURY; AHMAD, 1990), *Anacardium occidentale* e *Moringa oleífera* (MIRANDA, 2002).

Utilizando Si na redução do estresse salino em plantas de sorgo, Nascimento et al. (2014) concluíram que as cultivares de sorgo BRS 310 e BRS 800, tiveram seu crescimento melhorado e os efeitos deletérios do estresse salino reduzidos sob influência das concentrações de 1 mM e 3 mM de Si.

Em mudas de maracujazeiro foi observado por Bezerra (2014) que o silício não atenuou a salinidade, afetando assim no crescimento da muda. Carvalho Júnior et al. (2014) avaliando o crescimento de pinhão manso observou que as dosagens de silício não contribuíram para atenuar a salinidade. Em ensaio semelhante para feijão de corda Lima et al. (2011) não obtiveram resultados positivos no crescimento sob efeito salino.

Na produção de mudas frutíferas Souza (2018) observou que em mudas de maracujazeiro a aplicação do silicato de cálcio na dose média de 3,5 g por planta mitigou o estresse salino sobre o desenvolvimento inicial e acúmulo de biomassa irrigadas com salinidade de até 4,0 dS m⁻¹. Em condução experimental semelhante Silva (2019) observou que a suplementação com silício foi capaz de minorar os efeitos salinos apenas quando a concentração de NaCl é de 0,5% sendo o efeito observado para conteúdo de pigmentos e anatomia foliar.

Sendo assim, numerosos estudos mostram que o Si constitui uma alternativa eficaz para melhorar a resistência a estresses abióticos e bióticos em diversas culturas (CARVALHO et al., 2013; SHI et al., 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), no município de Mossoró – RN, localizado nas coordenadas geográficas 5° 11' de latitude sul, 37° 20' longitude W. Gr., com 18 m de altitude, com temperatura média anual em torno de 27,5°C, umidade relativa de 68,9% e precipitação média anual de 673,9 mm, com clima quente e seco, localizada na região semiárida do nordeste brasileiro (ESPÍNOLA SOBRINHO, 2011).

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos, quatro repetições e uma planta por parcela totalizando vinte unidades experimentais. Os tratamentos ficaram dispostos da seguinte forma: T1 = 0,5 dS m⁻¹; T2 = 3,5 dS m⁻¹; T3 = 3,5 dS m⁻¹ + 3,5 g. planta (CaSiO₃); T4 = 3,5 dS m⁻¹ + 2,2 ml l⁻¹ (K₂SiO₃); T5 = 3,5 dS m⁻¹ + 3,5 g. planta (CaSiO₃) + 2,2 ml l⁻¹(K₂SiO₃). Correspondendo ao nível de salinidade de água de irrigação (CEa): 3,5 dS m⁻¹ foi aferido através de condutivímetro portátil e obtido através da diluição da mistura de sais cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O) e cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂) na proporção de (7:2:1) em água de abastecimento sendo o tratamento testemunha (0,5 dS m⁻¹).

As estacas foram obtidas durante as primeiras horas da manhã no final do estágio vegetativo na área do Pomar didático da UFERSA. O material foi padronizado com 20 cm de comprimento e imersas em água para evitar desidratação. Em seguida tratadas com Raizol® para estimular o enraizamento. Após o enraizamento das estacas em tubetes Nutriplan® com volume de 280 cm³ foram retiradas e acondicionadas em vasos plásticos de polietileno Nutriplan® com capacidade de 8,0 L, utilizando na composição do substrato areia peneirada + esterco bovino curtido na proporção (2:1).

A adubação consistiu na aplicação de duas fontes de silicato: silicato de cálcio (CaSiO₃) via solo na dosagem de 3,5 g planta⁻¹ seguindo recomendação de Souza (2018) sendo dividido em três vezes na proporção (1,1; 1,2 e 1,2 g) e o silicato de potássio aplicado via foliar (K₂SiO₃) na respectiva dosagem de 2,2 ml.l⁻¹ seguindo recomendação de Sá et al., (2015) onde foi diluído a dosagem em 1 L de água, homogeneizado foi retirado 50 ml da solução e dividido em três vezes a aplicação (10; 20 e 20 ml). A recomendação de adubação utilizada para vasos indicada por Novais et al., (1991) foi 50 % de 100 mg de N, 300 mg de P₂O₅ e 150 mg de K₂O por dm⁻³ de solo.

A irrigação foi realizada com turno de rega de 48 h, de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade máxima de retenção, determinada com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 20% (AYERS; WESTCOT, 1999).

$$Va = \frac{La - D}{n (1 - FL)} \quad (1)$$

Em que: O volume aplicado (Va) por recipiente foi obtido pela diferença entre a lâmina anterior (La) aplicada menos a média de drenagem (D), dividido pelo número de recipientes (n) e multiplicado pela fração de lixiviação (FL).

Após o preparo da água com as respectivas concentrações salinas, elas foram armazenadas em recipientes plásticos com capacidade de 60 L⁻¹, onde foram devidamente protegidas, para que evitasse a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

Após aplicação dos tratamentos foram realizadas duas aferições no início e no fim dos 90 dias do experimento, sendo analisado as seguintes características de crescimento: taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) (BENINCASA, 2003), calculo pela fórmula:

$$TCA = \left(\frac{M2 - M1}{T2 - T1} \right) \quad (2)$$

Em que: TCA – Taxa de crescimento absoluto; M2 – medição final da altura ou diâmetro; M1 – medição inicial da altura ou diâmetro; T2 – T1 – intervalo de tempo.

$$TCR = \left(\frac{\ln M2 - M1}{T2 - T1} \right) \quad (3)$$

Em que: TCR – Taxa de crescimento relativo; M2 – medição final da altura ou diâmetro; M1 – medição inicial da altura ou diâmetro; T2 – T1 – intervalo de tempo; ln – logaritmo neperiano.

Após os 90 dias foram calculadas as variáveis qualitativas: índice de robustez (IR), relação parte aérea/raiz (RPAR) e o índice de Dickson (IQD), (DICKSON, 1960), calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{CPA}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSSR}\right)} \quad (4)$$

Em que: IQD – índice de qualidade de Dickson; MST – massa seca total; CPA – comprimento da parte aérea; DC – diâmetro do caule; MSPA – massa seca da parte aérea; MSSR – massa seca do sistema radicular.

Os dados obtidos para as variáveis foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e ao teste de homogeneidade segundo Bartlett e, estando dentro dos padrões de normalidade e homogeneidade, foram submetidos à análise de variância pelo teste de F ($p < 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas por meio do programa computacional R (R studio, 2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Realizada a análise de variância (ANOVA) verificou-se que as variáveis de crescimento: Taxa de crescimento absoluto da altura da haste (TCAALTH), diâmetro da haste (TCADH), Taxa de crescimento relativo da altura da haste (TCRALTH), diâmetro da haste (TCRDH) e a variável de qualidade: Índice de robustez (IR) foram significantes ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste F, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da análise de variância adubação silicatada como atenuante de salinidade no crescimento e qualidade na produção de mudas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) Taxa de crescimento absoluto da altura da haste (TCAALTH); Taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste (TCADH); Taxa de crescimento relativo da altura da haste (TCRALTH); Taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste (TCRDH); Índice relativo de Dickson (IQD); Índice de Robustez (IR); Relação da massa seca da raiz e massa seca da parte aérea (MSR/MSPA). Mossoró, 2021.

FV	GL	QM			
		TCAALTH (cm.dia ⁻¹)	TCADH (cm.dia ⁻¹)	TCRALTH (cm.cm ⁻¹ dia ⁻¹)	TCRDH (cm.cm ⁻¹ dia ⁻¹)
Tratamentos	4	0,090123 *	0,0066908 *	0,000039925 *	0,0000408 *
Resíduo	15	0,0562	0,0000896	0,000004217	0,002333
CV (%)		27,72	20,99	33,94	22,82
FV	GL	QM			
		IQD	IR (cm)	MSR/MSPA (g.g planta ⁻¹)	
Tratamentos	4	2,66581 ^{n.s}	559,43 *	0,0013639 ^{n.s}	
Resíduo	15	13,267	97,74	0,0033024	
CV (%)		20,23	15,66	22,54	

*Significativo a 5% de probabilidade; ^{n.s} – não significativo pelo teste F.

Para as variáveis de crescimento conforme a Tabela 2: Taxa de crescimento absoluto da altura da haste, diâmetro da haste e Taxa de crescimento relativo da altura da haste e diâmetro da haste obtiveram resposta positiva para o tratamento controle (0,5 dS.m⁻¹), resultando nas maiores médias comparadas aos demais tratamentos. Entretanto não houve diferença estatística para a adubação silicatada utilizando silicato de cálcio e potássio assim como pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), resultando assim no decréscimo nas taxas de crescimento comparados ao controle.

Tabela 2. Médias da adubação silicatada como atenuante de salinidade no crescimento e qualidade na produção de mudas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) Taxa de crescimento absoluto da altura da haste (TCAALTH); Taxa de crescimento absoluto do diâmetro da haste (TCADH); Taxa de crescimento relativo da altura da haste (TCRALTH); Taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste (TCRDH). Mossoró, 2021.

Tratamentos	Médias			
	TCAALTH (cm.dia ⁻¹)	TCADH (cm.dia ⁻¹)	TCRALTH (cm.cm ⁻¹ dia ⁻¹)	TCRDH (cm.cm ⁻¹ dia ⁻¹)
Controle	0,521 a	0,118 a	0,011 a	0,011 a

Salinidade (Sal)	0,124 b	0,027 b	0,003 b	0,004 b
Sal + Ca	0,210 b	0,032 b	0,006 b	0,004 b
Sal + K	0,274 b	0,027 b	0,006 b	0,004 b
Sal + Ca + K	0,224 b	0,022 b	0,005 b	0,004 b

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a variável TCAALTH houve decréscimo comparado ao controle de 76,20; 59,69; 47,41 e 57,01% respectivamente aos demais tratamentos. Essa redução na taxa de crescimento pode ter sido ocasionada principalmente ao efeito prejudicial do excesso de sais no metabolismo das plantas (SANTOS et al., 2013). Além disso, em virtude do estresse ocasionado pelos níveis elevados de sais na água de irrigação, as plantas fecham seus estômatos, aumentando a temperatura da folha, resultando na perda de crescimento, expansão foliar e na perda da qualidade mudas (ROY; NEGRÃO & TESTER et al., 2014). Com o estresse causado pela salinidade a maior parte do silício que é depositada nas folhas (71% do total), seguidas pelo caule (13%), pelas raízes (10%) e pelo colmo (6%) acaba não sendo absorvido devido a redução da fotossíntese, senescência foliar (YOSHIDA, 1975), impossibilitando no crescimento das mudas de umbu cajazeira.

Em trabalhos realizados com salinidade são relatados em diferentes espécies: meloeiro (FREITAS et al., 2014), maracujazeiro (BEZERRA et al., 2016), berinjela (VERIATO et al., 2015) onde não foram observados resultados benéficos deste nutriente no crescimento destas espécies. Podendo ser explicado pela não solubilização do silicato no pouco tempo para absorção da planta.

Esses resultados obtidos nas mudas de umbu-cajazeira contradizem o que Lima et al. (2011) afirmaram para a cultura do milho em que a aplicação de silício na solução nutritiva sob estresse salino, atenuou o efeito negativo causado pelo sal sobre o crescimento das plantas. Na produção de mudas de maracujazeiro nas mesmas condições Souza (2018) observou que a adubação silicatada atenuou o estresse salino nas mudas de maracujazeiro irrigadas com água de alta salinidade, as quais obtiveram alturas semelhantes àquela das mudas irrigadas com água de baixa salinidade, na ausência de adubação silicatada, resultados estes que não foram vistos para a produção de mudas de umbu –cajazeira visto que a adubação silicatada não atenuou o efeito da salinidade havendo redução no crescimento na altura.

Em relação a variável TCADH observou um decréscimo comparado ao tratamento controle, no tratamento adubado com silicato de cálcio houve uma redução de 72,88%, o tratamento que teve ausência e aplicação de silicato de potássio os resultados foram

semelhantes de 77,20%, no tratamento que houve aplicação conjunta de silicato de cálcio e potássio obteve menor crescimento do diâmetro comparado ao controle de 81,36%. Dessa forma o incremento no crescimento do diâmetro da haste só foi observado no tratamento onde aplicou o silicato de cálcio com resultados ($0,032 \text{ cm}^{-1}\text{dia}^{-1}$) comparado ao tratamento Salinidade, não havendo aumento significativo para atenuar o efeito do estresse salino em mudas de umbu-cajazeira. Comportamento este que foi observado por Bezerra (2017) em melanciaeira, onde houve efeito negativo para a característica.

Segundo Munns e Tester (2008) as limitações no crescimento caulinar sob condições salinas podem ser atribuídas à redução da fotossíntese, isto explica que possivelmente a alta salinidade comprometeu de forma moderada os processos fotossintéticos no que se diz respeito a taxa de expansão caulinar.

O silício, quando em quantidades adequadas, propicia melhora no crescimento e na fertilidade (EPSTEIN, 1999). Porém, plantas classificadas como não acumuladoras absorvem o Si mais lentamente que a água, por apresentarem menor densidade de transportadores de silício do apoplasto para o simplasto, além de um defeito nos transportadores de silício das células do córtex para o xilema, quando comparadas às plantas acumuladoras, o que dificulta a translocação do elemento e a concretização dos benefícios (SOUZA, 2015).

Quanto a variável TCRALTH os tratamentos que houve apenas aplicação de silicato de cálcio e aplicação do silicato de potássio apresentaram redução no crescimento relativo da altura da haste de 45,45%, na adubação com silicato de cálcio e potássio houve redução de 54,55% comparados ao controle. O tratamento aplicado somente a lâmina salina de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ foi observado maior redução comparado ao controle equivalente a 72,73%. A aplicação do silicato de cálcio e potássio possibilitou incremento comparado a lâmina salina de 50,0% de ($0,006 \text{ cm.cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), porém não foi possível observar crescimento considerável para sobrepor a testemunha de ($0,011 \text{ cm.cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em mudas de umbu-cajazeira.

O estresse salino provoca desbalanço nutricional nas plantas, pelo aumento da absorção de Na^+ e Cl^- e diminuição na absorção de K^+ e Ca^{2+} , que são elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, resultando em menor crescimento (FERNADEZ - GARCIA et al., 2014, GUPTA; HUANG, 2014).

Já para a variável TCRDH todos os tratamentos foram observados resultados semelhantes de redução de crescimento de 63,64% comparado ao tratamento controle que obteve média superior aos demais de ($0,011 \text{ cm.cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). As mudas de umbu –cajazeira foram afetadas pela salinidade, visto que a adubação silicatada não mitigou o estresse salino.

Aguiar Netto et al. (2000) relatam que o crescimento relativo é um índice indicado para estudar o efeito de práticas agrônômicas, pois reflete a eficiência do uso das reservas do vegetal, uma vez que representa a capacidade da planta em produzir material novo, em função do material já existente. Para Larcher (2006), paralisações no crescimento vegetativo em função da aceleração do crescimento produtivo ocorrem pela canalização de energia, que por sua vez originam-se no processo fotossintético, na incorporação de substâncias minerais e na mobilização de reservas para formação e crescimento de outras variáveis.

Segundo Caten (2013) as doses de silicatos podem provocar aumentos de pH e de saturação de bases acima dos valores desejados, podendo assim causar desequilíbrios nutricionais. Resultados esses que corroboram com estudo do silício no diâmetro do caule do mamoeiro ‘Sunrise solo’, Santos (2011) observou que não houve incremento entre a adubação silicatada e a testemunha. Por outro lado, em batata inglesa, pulverizações com ácido silícico favoreceram incremento do diâmetro dessa solanácea (ASSIS et al., 2012). Todavia, a quantidade de silício advinda dessas fontes pode não ser suficiente para propiciar proteção às plantas aos estresses bióticos ou abióticos (LUZ et al., 2006).

Para as variáveis de qualidade conforme a Tabela 3: O Índice de Qualidade de Dickson e a Relação Massa seca da raiz e a massa seca da parte aérea não houve diferenças estatísticas para os tratamentos com adubação silicatada e o controle. Com relação ao Índice de robustez apresentou efeito significativo ($p < 0,05$). O IR apresentou maiores médias com adubação silicatada com o potássio e aplicação conjunta de cálcio e potássio não diferindo, porém estatisticamente os demais tratamentos não apresentaram diferenças nas médias estudadas.

Tabela 3. Médias da adubação silicatada como atenuante de salinidade no crescimento e qualidade na produção de mudas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) Índice relativo de Dickson (IQD); Índice de Robustez (IR); Relação da massa seca da raiz e massa seca da parte aérea (MSR/MSPA). Mossoró, 2021.

Tratamentos	Médias		
	IQD	IR (cm)	MSR/MSPA (g.g planta ⁻¹)
Controle	5,998 a	45,028 b	0,235 a
Salinidade (Sal)	3,893 a	62,048 ab	0,282 a
Sal + Ca	4,773 a	60,995 ab	0,242 a
Sal + K	4,278 a	73,818 a	0,255 a
Sal + Ca + K	4,300 a	73,703 a	0,261 a

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na variável IQD apresentou maior média para o tratamento controle de (5,99), não diferindo dos demais tratamentos ($p > 0,05$). O IQD é considerado um bom indicador de qualidade de mudas, pois avalia a robustez (ALT/DC), juntamente com o equilíbrio da distribuição da biomassa (MSPA/MSRA). Desse modo, quanto maior o valor, melhor é a qualidade da muda (CAVALCANTE et al., 2016). Para uma avaliação mais eficiente dessa qualidade, IQD inferiores a (0,2) indicam mudas não consideradas com boa qualidade final para serem estabelecidas no campo, valores acima dos parâmetros estabelecidos (0,2) classificam as mudas aptas ao plantio (HUNT, 1990).

De acordo com as médias apresentadas nos tratamentos pode – se concluir que mesmo com a redução de 64,90% do tratamento que obteve somente aplicação de lâmina salina de 3,5 dS m⁻¹ comparados ao controle as mudas de umbu-cajazeira estão aptas ao plantio, mesmo com decréscimo na qualidade nos demais tratamentos.

Para a variável IR ou quociente de robustez, é utilizado para avaliar a qualidade de mudas florestais, é expresso pela relação entre ALT e DC. É considerado de elevada precisão, pois fornece informações de quão robusta está a muda (GOMES et al., 2002). No presente trabalho foi constatado em que nos tratamentos aplicados o silicato de potássio e o silicato de cálcio e potássio possibilitou os maiores médias de comparados ao tratamento controle, porém não diferiram dos demais. Os tratamentos com silicato de potássio e silicato de potássio e cálcio apresentaram médias de 73,81 e 73,70 cm, respectivamente sendo superior ao tratamento controle que apresenta 45,02, sendo 61% superior ao tratamento. Entretanto, a relação altura/coleto demonstra o equilíbrio de crescimento das mudas, também denominado de quociente de robustez, sendo este um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a qualidade de mudas florestais, por refletir o acúmulo de reservas, assegurar maior resistência ao déficit hídrico e melhor fixação no solo (ABREU et al., 2015). Caldeira et al. (2008) recomendam que esta relação se mantenha abaixo de 10 cm, sendo que valores acima deste implicam em estiolamento da muda e menor índice de sobrevivência no campo ou seja as mudas de umbu-cajazeira que foram adubadas com silicatos de cálcio e potássio não contribuíram para a robustez da muda.

Os altos valores observados sugerem um desequilíbrio maior entre a haste e o diâmetro da haste, comportamento este que possibilita a muda ao ser transplantada no campo não possuir sustentação no campo causando tombamentos. Dessa forma observa que para os tratamentos adubadas com o silicato as mudas de umbu –cajazeira ficaram estioladas devido ao estresse, não sendo recomendável para o transplântio.

Para a relação MSR/MSPA apresentou maior média no tratamento salino de 0,282 g. g planta⁻¹ comparados aos demais tratamentos, observando dessa forma um aumento comparado ao tratamento controle de 16,66% e redução de 14,18; 9,57 e 7,44% nos demais tratamentos, respectivamente. Porém, não diferindo estatisticamente entre si ($p \geq 0,05$). Uma menor sensibilidade do crescimento das raízes ao estresse salino em relação ao desenvolvimento das brotações e, portanto, um aumento na relação raiz/parte aérea (ZRIBI et al., 2015). Em condições de estresse salino é comum em várias espécies e requerem maior gasto energético para preservação do metabolismo celular, assegurando a sobrevivência nestas condições (SOUZA et al. 2015). Isso ocorre devido à redução no potencial osmótico entre o interior das raízes e a solução do solo, tornando possível as plantas se ajustarem à salinidade, em virtude da melhoria na eficiência fotossintética e trocas gasosas das plantas cultivadas em ambiente salino (SILVA et al., 2012). Assim, o excesso de Na⁺ e Cl⁻ nos tecidos vegetais, podem ter induzindo a redução na turgescência vegetal, afetando diretamente os processos de expansão e divisão celular, e, conseqüentemente o crescimento das mudas (SOUSA et al., 2011). Uma das hipóteses para a redução da relação de fitomassa está relacionado a fotossíntese, com a diminuição da fotossíntese devido ao estresse salino, isso pode ter levado ao menor desenvolvimento e conseqüentemente a redução da massa aérea e radicular.

6 CONCLUSÃO

A utilização de adubação silicatada com cálcio e potássio não atenuou os efeitos deletérios da salinidade quanto as características de crescimento com relação ao índice de robustez.

O crescimento das mudas de umbu-cajazeira foi afetado pela salinidade, ocorrendo redução na altura de haste e diâmetro de haste.

Mesmo com o crescimento e qualidade afetados pela salinidade, as mudas de umbu-cajazeira se mostraram aptas para o plantio em campo conforme o índice de qualidade de Dickson.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A.J.M., LELES, P.S.S., MELO, L.A., FERREIRA, D.H.A.A., MONTEIRO, F.A.S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, 45, 141–150, 2015.
- AHMAD, R., Zaheer, S.; ISMAIL, S. Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Plant Science**, 85(1), 43–50. 1992.
- ALMEIDA, D.N.P.J.; LEITE, A.G.; MENDONÇA, V. CUNHA, F.C.S.P.; ARRAIS, G.I.; TOSTA, S.M. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 60, n. 1, p. 11-18, 2007.
- AMORIN, A. V. et al. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 01, p. 113-121, 2010.
- ASSIS, F.A.; MORAES, J.C.; SILVEIRA, L.C.P.; FRANÇOSO, J.; NASCIMENTO, A.M.; ANTUNES, C. S. Inducers of resistance in potato and its effects on defoliators and predatory insects. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v.38, n.1, p.30-34, 2012.
- ÁVILA, F. W. et al. Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 184- 190, 2010.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB,. 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.
- BACHELIER, J. B.; ENDRESS, P. K. Comparative floral morphology and anatomy of Anacardiaceae and Burseraceae (Sapindales), with a special focus on gynoeceum structure and evolution. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 159, p. 499–571, 2009.
- BARBOSA, M. R. et al. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 453- 460, 2014.
- BASTOS, D. C. et al. Aspectos técnicos e legais para produção de mudas. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso: 16º SEMANA INTERNATIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA; 11ºAGROFLORES**. Desafios na exportação e oportunidades no mercado interno: Frutal 2009. Fortaleza: Instituto Frutal, 2009.
- BATOOL, S.; KHAN, S.; BASRA, S.M.A. Foliar application of moringa leaf extract improves the growth of moringa seedlings in winter. **South African Journal of Botany**, vol. 129, n. 6, p. 347-353, 2020.
- BENEDITO, C.P.; RIBEIRO, M.C.C.; TORRES, S.B. Salinidade na germinação da semente e no desenvolvimento das plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista de Ciência Agronômica**, vol. 39, n. 3, p.463-467, 2008.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: UNESP, 2003. 41p.
- 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.

BHATT, M. J.; PATEL, A. D.; BHATTI, P. M.; PANDEY, A. N. Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in Seedlings of *Ziziphus mauritiana* (RhamnaCEe). **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, Philadelphia, v. 16, p. 383-401, 2008.

BOHNERT, H. J.; NELSON, D. E.; JENSEN, R. G. Adaptations to environmental stresses. **The plant cell**, v. 7, n. 7, p. 1099, 1995.

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.

BOTELHO, D. M. S. et al. Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 582-588, 2005.

BRADBURY, M.; AHMAD, R. The effect of silicon on the growth of *Prosopis juliflora* growing in saline soil. **Plant and Soil**, 125, 71–74, 1990.

BRAGA, F. T. et al. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 128-132, fev. 2009.

CALDEIRA, M.V.W., ROSA, G.N., FENILLI, T.A.B., HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, 9, 27-33, 2008.

CARVALHO, C. M., VIANA, T. V. A., MARINHO, A. B., LIMA-JÚNIOR, L. A. L.; VALNIR JÚNIOR, M. Pinhão-manso: Crescimento sob condições diferenciadas de irrigação e de adubação no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande -PB, v.17, n.5, p. 487–496, 2013.

CARVALHO JUNIOR, G. S.; ROCHA, M. S. L.; ROCHA, M. S.; MACÊDO, N. E. B.; VIDAL, K. N. Crescimento do pinhão - manso sob diferentes níveis de salinidade e silício. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 39-46, 2014.

CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 140-147, 2008.

CATEN, A. **Efeito de silicato e tensões de água no solo no crescimento de maracujazeiro amarelo**. 2013. 105p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2013.

CAVALCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, F. A.; PEREIRA, K. T. O; DANTAS, R. P.; OLIVEIRA, M. K. T.; CUNHA, R. C.; SOUZA, M. W. L. Desenvolvimento de mudas de mulungu fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 47-55, 2016.

CAVALCANTE, L. F. et al. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281- 1290, 2010.

CAVALCANTE, L. F., DIAS, T. J., NASCIMENTO, R., FREIRE, J. L. O. Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com

biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p. 699-705, 2011.

CEVA-ANTUNES, P.M.N. et al. Analysis of volatile compounds of tapereba (*Spondias mombin* L.) and caja (*Spondias mombin* L.) by simultaneous distillation and extraction (SDE) and solid phase microextraction (SPME). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 05, p. 1387-1392, 2003.

D'ALMEIDA, D. M. B. A. D.; et al. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.615- 621, 2005.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. RIBEIRO. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: Novais, R. F., Alvarez V., V. H., Barros, N. F., Fontes, R. L. F., Cantarutti, R. B. & Neves, J. C. L. **Fertilidade do Solo**, cap. 3, p. 91-133. 2006.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. **Efeitos dos sais no solo e na planta**. In.: GEHYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza-CE, INCTSal., p. 133- 144, 2010.

DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. 2010. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.14, n.7, p.755–761.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, Canadá, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DINIZ, L.G.; NOBRE, G.R.; LIMA, S.G.; SOARES, A.A.L.; GUEYI, R.H. irrigation with saline water and silicate fertilization in the cultivation of ‘gigante amarelo’ passion fruit. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 1, p. 199 -207, 2021.

DOS ANJOS, R.A.R.; SANTOS, L.C.S.; OLIVEIRA, D.B.; AMARO, C.L.; RIOS, J.M.; ROCHA, G.T.; MELO, B.S.; MATOS, F.S. Initial growth of *Jatropha curcas* plants subjected to drought stress and silicon (Si) fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n.4, p. 479-484, 2017.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. v. 50, p.641-664, 1999.

ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; PEREIRA, V. C.; OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, W. O.; SILVA, N. K. C.; MANIÇOBA, R. M. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró - RN**. Período: 1900-2010. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Guarapari – ES, 2011.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E.. **Química dos suelos com ênfasis em suelos de América Latina**. 2 ed., San José: IICA, 420p, 1987.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, N., OLMOS, E., BARDISI, E., GARCÍA-DE LA GARMA, J., LÓPEZ-BERENGUER, C. RUBIO-ASENSIO, J. S. Intrinsic water use efficiency controls the adaptation to high salinity in a semi-arid adapted plant, henna (*Lawsonia inermis* L.). **Journal of Plant Physiology**, 171 (5), 64-75, 2014.

FERRAZ, R. L. S. et al. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica de cultivares de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 735-748, 2014.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S. de; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v.37, p.1675-1681, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, R. G.; et al. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.

FREIRE, A. L. O. et al. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1133-1144, 2010.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J., CAVALCANTE, L. F., FERNANDES, P. D., LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2016.

FREITAS, L. D. A.; FIGUEIRÊDO, V. B.; PORTO FILHO, F. D. Q.; COSTA, J. C.; CUNHA, E. M. Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, 2014.

FREITAS, L.B.; COELHO, E. M.; MAIA, S.C. M.; SILVA, T. R.B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa- MG, v. 58, n.2, p. 262- 267, 2011.

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 70p, 1991.

GÓES, G. B.; DANTAS, D. J.; MENDONÇA, V.; ARAÚJO, W. B. M.; FREITAS, P. S. C.; MEDEIROS, L. F. Crescimento inicial de muda tipo pé-franco de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) em diferentes níveis de salinidade na água. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 5, p. 63-70, 2009.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GRAF, C. C. D. Vivecitrus e a produção de mudas certificadas. **Laranja**, Cordeirópolis, v.22, n.2, p.533-548, 2001.

GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, 1-18, 2014.

GURGEL, M. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SANTOS, F. J. de S.; BEZERRA, I. L. Uso de águas salinas na produção de mudas enxertadas de aceroleira. **Caatinga**, v.20, p.16-23, 2007.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooptreatment on morphology of conifer seedlings. In: **Target seedlings symposium, meeting of the western forest nursery associations**, 1990, Roseburg. Proceedings.... Fort Collins: United States Department of Agriculture Forest Service, 1990. p. 218-222

KAFI, M.; RAHIMI, Z. Effect of salinity and silicon on root characteristics, growth, waterstatus, proline contents and ion accumulation of purslane (*Portulaca oleracea* L.). **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 57, n. 2, p. 341-347, 2011.

KAISER, I. S.; MACHADO, L. C.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G. Efeito de liberadores de óxido nítrico na qualidade fisiológica de sementes de repolho sob salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, n.1, p. 039-045, 2016.

KORNDÖRFER, G. H. **Uso do silício na agricultura**. Uberlândia: Grupo de Pesquisa Silício na Agricultura, [2014]. Disponível em: . Acesso em: 3 abr. 2014.

KORNDÖRFER, G.; SOUZA, S. R. Elementos benéficos. In: FERNANDES, MANLIO SILVESTRE; SOUZA, SÔNIA REGINA DE; SANTOS, LEANDRO AZEVEDO. **Nutrição Mineral de Plantas**, cap. 15, 563-599, 2018.

LEDERMAN, I.E.; LIRA JÚNIOR, J.S. de; SILVA JÚNIOR, F. DA S. “**Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins/editores técnico**”s. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária– ipa /ufrpe, p.180, 2008.

LIANG Y, NIKOLIC M, BÉLANGER R, GONG G, SONG A. Silicon in agriculture. In: Silicon Uptake and Transport in Palnts: Physiological and Molecular Aspects. **Springer Science**, 2015.

LIMA, A.D.M; CASTRO, F.V; VIDAL, B.J; FILHO, E.J. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza – CE, v.42, n.42, p.398-403, 2011.

LIMA, G. S., NOBRE, R. G., GHEYI, H.R., SOARES, L. A. DA. A., SILVA, A, O. D.. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 05, p. 854-866, 2014.

LOPES, W. F. Propagação Assexuada de Cajá (*Spondias mombim* L.) e Cajá-umbu (*Spondias* spp) através de Estacas. Areia: UFPB/CCA, 1997. 40 p. **Trabalho de conclusão de curso** (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Paraíba.

LUZ, J.M.Q.; GUIMARÃES, S.T.M.R.; KORNDORFER, G.H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Horticultura brasileira**, 24 p.295-300, 2006.

MA, J.F; TAKAHASHI, E. Soil, Fertilizer, na Plant Silicon Research in Japan. **Elsevier Science**. Kyoto – Japan. 281p. 2002.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.

MANIVANNAN, A., SOUNDARAJAN, P., MUNNER, S., KO, C. H. & JEONG, B. R. Silicon Mitigates Salinity Stress by Regulating the Physiology, Antioxidant Enzyme Activities, and Protein Expression in *Capsicum annum* ‘Bugwang’. **BioMed Research International**, 1, 1-14, 2014.

MATEOS, N. E. et al. Silicon alleviates deleterious effects of high salinity on the halophytic grass *Spartina densiflora*. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 63, n. 1, p. 115-121, 2013.

MEIRELES, A. C. M. **Salinidade da água de irrigação e desenvolvimento de mudas de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.)**. Fortaleza:UFC,1999.60p. (Dissertação de Mestrado).

MELO, J.C.F; LIMA, N. M. A; TEIXEIRA, V.M; CONCEIÇÃO, C. G; SANTOS, R.L. Depleção de água no substrato e doses de fertilizante Osmocote® na formação de mudas de mamoeiro. **Comunicata Scientiae**, v.5, n. 499-508, 2014.

MENDES, J. S.; et al. Variabilidade temporal da fertilidade, salinidade e sodicidade de solos irrigados no município de Congo, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.1, p.13-19, 2008.

MENDES, N.V.B. **Propagação vegetativa de umbu-cajazeira**, Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, p.76, 2017.

MILLER, A.; SCHAAL, B.A. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. **PNAS**, Washington, v.102, 12801-12806, 2005.

MIRANDA, J. R. P., CARVALHO, J. G., SANTOS, D. R., FREIRE, A. L. O., BERTONI, J. C., MELO, J. R. M.; CALDAS, A. L. Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26, 957-965, 2002.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 2, p. 239–250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**. Palo Alto, v. 59, p. 651-681, 2008.

NASCIMENTO, E. H. S., RUPPENTHAL, V., NASCIMENTO, I. L., SILVA, M. L. S., SABÓIA, C. B.; ENEAS-FILHO, J. **Utilização de silício na atenuação dos efeitos do estresse salino em plantas de sorgo**. In: II INOVAGRI International Meeting, 2014.

NETO, M.A.D.; SILVA, I.D.F.; CAVACALNTE, L.F.; DINIZ, B.L.; SILVA, J.C.; SILVA, E.C. Mudas de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 18, n. 1, p. 10-18, 2014.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência. Rural**, v.39, p.758-765, 2009.

NOVAIS, R. F.; MELLO, A. W. V. de. **Relação Solo-Planta**. In: NOVAIS, R. F.; et al. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 133-204. 2007.

OLIVEIRA, J.T.; CAMPOS, V.B.; CHAVES, L.H.; GUEDES FILHO, D.H. Silicon fertiization on growth of ornamental sunflower cultivars. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 17, n.2, p. 123-128, 2013.

- OLIVEIRA, R. P. et al. **Mudas de citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 32 p.
- OYEYINKA, A.T.; OYEYINKA, S.A. *Moringa oleifera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, vol. 17, n. 2, p. 127-136, 2018.
- PAIVA, F. I. G. et al. Qualidade da fibra do algodoeiro BRS verde irrigado com Águas de diferentes níveis salinos. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, Grandes Culturas, p. 209-220, 2016.
- PARIDA, A. K. & DAS, A. B. Effects of NaCl stress on nitrogen and phosphorous metabolism in a true mangrove *Bruguiera parviflora* grown under hydroponic culture. **Journal of Plant Physiology**, 161, 921-928, 2004.
- PAULINO, A. S. et al. Helicônia “Golden Torch”: produtividade e qualidade pós-colheita sob diferentes fontes e doses de silício. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 6, p. 615-621, 2013.
- PEREIRA, L.R.; MARCILIO, G.S.; MOTA, F.M.; SANT’ANA, B.T.; DARDENGO, M.C.J.D. Qualidade de mudas do café conilon vitória produzidas em viveiros do sul capixaba. **Enciclopédia Biosfera**, vol. 9, n. 17, p. 2213- 2220, 2013.
- POSTEK, M. T. The occurrence of silica in leaves of *Magnolia grandiflora*. **Botanical Gazette, Chicago**, v. 142, n. 1, p. 124-134, 1981.
- POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A. Manejo de doença de plantas com macro e micronutrientes. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, Brasília, v. 28, p. 52-54, 2003.
- R, CORE TEAM. **R: A language and environmental for statistical computing**. Vienna, Austria. [Internet]. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 27 out.2021.
- REIS, S.M.; MARIMON-JÚNIOR, B.H.; MORANDI, P.S.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; OLIVEIRA, B.D.; MARIMON, B.S. Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de copaifeira *langsdorffii* Desf. sob diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, vol. 26, n. 1, p. 11-20, 2016.
- RIBEIRO, M. R.. Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura**: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza, INCTSal. p.11-19, 2010.
- RIBEIRO, P. H. P.; GHEYI, H. R.; UYEDA, C. A.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DIAS, N. S. Taxa de crescimento e produção de girassol irrigado com água salina sob doses de nitrogênio. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 233-247, 2016.
- RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTELLEN, M. da S. **Coleção de *Spondias* sp. da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. *Spondias* no Brasil: umbu, cajá e espécies afins. Recife: IPA / UFPE, 2008. p. 86-90.
- ROY, S. J.; NEGRÃO, S.; TESTER, M. Salt resistant crop plants. **Current Opinion in Biotechnology**, London, v. 26, p. 115-124, 2014.

SALAZAR, A. H. **Tolerância ao estresse abiótico (salinidade e seca) e influência de porta-enxertos na qualidade de frutos em passiflora spp.** Doutorado em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, 2016. 100 p.

SANTOS, D.N.C.A. **Fontes de silício na adubação de mamoeiro ‘ Sunrise Solo’: Efeito sobre as características químicas do solo, o desenvolvimento das plantas e a qualidade do fruto.** Alagoas: UFAL, 2011.97p. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, D.B.; COELHO, E.F.; SIMOES, W.L.; JÚNIOR, J.A.S.; COELHO FILHO, M.A.; BATISTA, R.O. Influência do balanço de sais sobre o crescimento inicial e aspectos fisiológicos de mamoeiro. **Magistra**, vol. 27, n. 1, p. 44-53, 2015.

SANTOS, J. B.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 2, p. 145-153, 2013.

SERTÃO, M. A. J. **Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (*Urocloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido.** 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2005.

SHI, Y.; ZHANG, Y.; FENG, R.; HU, Y.; GUO, J.; GONG, H. Silicon enhances water stress tolerance by improving root hydraulic conductance in *Solanum lycopersicum* L. **Frontiers in Plant Science**, v.22, n.7, p.196-210, 2016.

SILVA JUNIOR, J.F. et al. Collecting, ex situ conservation and characterization of “caja’-umbu” (*Spondias mombin* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, p. 343–349, 2004.

SILVA, A. S.; OLIVEIRA, E. L.; SANTOS, E. S.; OLIVEIRA, J. A. Characterization and drying of caja bagasse (*Spondias mombin* L.) in a tray dryer using a factorial planning. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p.239-247, 2012.

SILVA, C. A.; COSTA, P. R.; DETONI, J. L.; ALEXANDRE, R. S.; CRUZ, C. D.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R. Divergência genética entre acessos de cajazinho (*Spondias mombin* L.) no norte do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 61, n. 3, p. 362-369, 2014.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; MARIA, A. M. ARAÚJO. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n.3, p. 253-257, 2012.

SILVA, RENATA ALVES LARA. Estresse salino in vitro e silício nas características fisiológicas de *physalis*. **Tese (doutorado)** –Universidade Federal de Lavras, 2015.

SIVANESAN, I.; SON, M. S.; LIM, C. S.; JEONG, B. R. Effect of soaking of seeds in potassium silicate and uniconazole on germination and seedling growth of tomato cultivars, Seogeon and Seokwang. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 6743-6749, 2011.

SOARES FILHO, W. S. Prospeção e seleção de genótipos de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. In: LUCENA, E. M. P.; AMORIM, A. V. (org.). **Botânica e desenvolvimento sustentável**. Fortaleza: Ed. UECE, p. 306 – 308, 2011.

SOUSA, A. B. O. de; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.390-394, 2011.

SOUSA, A. B. O.; et al. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.

SOUSA, G. B. de; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, M. Z. B.; NASCIMENTO, J. A. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Caatinga**, v.21, p.172-180, 2008.

SOUZA, A. F. F; COELHO JUNIOR, M. G; NOGUEIRA, J. K. S; SILVA NETO, E. C; CARVALHO, A. G. Propagação vegetativa por estaquia de serigueleira (*Spondias purpurea* L.) com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 3, p. 234-239, 2018.

SOUZA, B.N. Silício no desenvolvimento morfofisiológico de mudas de maracujazeiro azedo. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras, 79p. 2015.

SOUZA, B.R.; FREITAS, I.A.S.; LOPES, V.A.; ROSA, V. R.; MATOS, F.S. Growth of eucalyptus plants irrigated with saline water. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n.10, p. 1091-1096, 2015.

SOUZA, F. X. Efeito do porta-enxerto e do método de enxertia na formação de mudas de cajazeira (*Spondias mombin* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 02. p. 286-290, 2000.

SOUZA, F. X. ***Spondias* Agroindustriais e os seus métodos de propagação** (Frutas tropicais: cajá, ciriguela, cajarana, umbu, umbu-cajá e umbuguela). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/Sebrae/CE, 1998. 28p. (Documento 27).

SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas *Spondias* agroindustriais**. Planalto do Pici: Embrapa agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical - Comunicado Técnico, 31).

SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das *Spondias* cajazeira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbuzeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 133).

SOUZA, F. X.; INNECCO, R.; ARAÚJO, C. A. T. **Métodos de enxertia recomendados para produção de mudas de cajazeira e de outras frutíferas do gênero *Spondias***. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Comunicado técnico, 37).

SOUZA, P.L; NOBRE, G.R; SILVA, M.E; GHEYI, R.H; SOARES, A.A.L. Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza – CE, v.48, n.4, p.596-604, 2017.

SOUZA, T.M.A D. Silicato de cálcio como atenuante do estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo. **Dissertação** – (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semiárido. 2018.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica e sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Plantarum, 2005. 640 p.

STEPPUHN, H. Pré-irrigation a severely-saline soil with in-situ water to establish dryland forages. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.44, n.6, p.1543-1551, 2001.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TRAVASSOS, K. D. et al. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 371-376, 2011.

VERIATO, G. R; ARAUJO, L. J; GUIMARÃES, C.L.M.; PAIVA, D.F.K.; JESUS, D.G.E. Crescimento da berinjela adubada com silício via foliar em um solo degradado por sais tratado com produtos remediadores. XXXV Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo: Resumo Expandido. Natal- RN, 2015.

VILLASEÑOR-BASULTO, D.L.; ASTUDILLO-SÁNCHEZ, P.D.; REAL-OLVERA, J.; BANDALA, E.R. Wastewater treatment using *Moringa oleifera* Lam seeds: A review. **Journal of Water Process Engineering**, vol. 23, n. 3, p. 151-164, 2018.

YOSHIDA, S. **The physiology of silicon in rice**. Food and Fertilizer Technology Center Taipei. Taiwan. 1975. 27p. (Technical bulletin, 25).

ZHU, Y.; GONG, H. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 34, n. 2, p. 455- 472, 2014.

ZRIBI, O.T.; ZOUHAIER, B.; SABER, K.; MOHAMED, G.; INES, S.; CHEDLY, A. Insights into the physiological responses of the facultative halophyte *Aeluropus litoralis* to the combined effects of salinity and phosphorus availability. **Journal of Plant physiology**, n.189, p.1-10, 2015.