



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

TARSO MORENO ALVES DE SOUZA

**SILICATO DE CÁLCIO COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO EM MUDAS
DE MARACUJAZEIRO AMARELO**

MOSSORÓ - RN

2018

TARSO MORENO ALVES DE SOUZA

**SILICATO DE CÁLCIO COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO EM MUDAS
DE MARACUJAZEIRO AMARELO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Propagação de Plantas e Fruticultura.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Vander Mendonça

Coorientador: Prof. Dr. Sc. Medson Janer da Silva

MOSSORÓ - RN

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)

Setor de Informação e Referência (SIR)

Setor de Informação e Referência

S719s Souza, Tarso Moreno Alves de.
Silicato de cálcio como atenuante do estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo / Tarso Moreno Alves de Souza. - 2018.
41 f. : il.

Orientador: Vander Mendonça.
Coorientador: Medson Janer da Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2018.

1. Passiflora edulis. 2. Salinidade. Silício.
3. Acúmulo de biomassa. I. Mendonça, Vander, orient. II. Janer da Silva, Medson, co-orient.
III. Título.

Bibliotecário-Documentalista

Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

TARSO MORENO ALVES DE SOUZA

**SILICATO DE CÁLCIO COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO EM MUDAS
DE MARACUJAZEIRO AMARELO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Nutrição, Irrigação, Propagação de Plantas e Tecnologia de Sementes

Defendida em: 07 / 12 / 2018 .

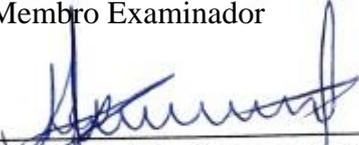
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Vander Mendonça
Orientador



Prof. Dr. Eduardo Castro Pereira (IFRN)
Membro Examinador



Profa. Dra. Luciana Freitas de Medeiros Mendonça (UFERSA)
Membro Examinador

*Uma semente com alto potencial produtivo tende, quando bem manejada, a produzir bons
frutos.*

*Serei teu tutor guiando teu crescimento, fortalecendo suas raízes e
oportunando-lhe melhores condições.*

À minha menina pequena dos “zoios miúdos”:

Beatriz Moreno Almeida Souza.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e a meishu-sama, pela permissão e consolidação deste projeto;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade de concluir o curso de mestrado em Fitotecnia;

Ao Cnpq, pela concessão de bolsa de estudo;

Ao meu orientador, prof. dr. Vander Mendonça, pela amizade, pela confiança depositada, por todos os conselhos e apoio dado;

Ao meu coorientador, prof. dr. Medson Janer da Silva, por acreditar no projeto, por ceder seu tempo em orientações precisas e aceitar a parceria UFERSA/FAI (Faculdade Irecê);

Aos membros da banca examinadora, Luciana Freitas de Medeiros e Eduardo Castro Pereira;

À minha mãe, Doraci Alves de Souza, por apoiar todas as minhas decisões.

Ao meu Pai, Carlos Alberto Dias de Souza (em memória), que sempre olha e guia meus passos, corrigindo-os sempre nas melhores escolhas.

À minha amada filha Beatriz Moreno Almeida Souza, por me dar forças para lutar pela nossa família que ela ainda nem imagina;

À minha esposa, Letícia Almeida Queiroz, que incondicionalmente me apoia, por ter me dado meu maior presente, nossa filha Beatriz, por sempre participar e ajudar quando preciso;

Ao meu irmão mais velho, Roberto Loluego Alves de Souza, pela amizade e companheirismo e minhas irmãs, Mayana Alves Fernandes e Marcela Alves de Souza, que, mesmo de longe, sempre me apoiaram, encorajaram-me e sempre estiveram disponíveis para o que eu precisasse;

A todos os demais familiares, tios (as), primos (as), cunhados (as) e amigos distantes e próximos que sempre torceram e me incentivaram durante esta jornada;

Aos colegas adquiridos durante a pós-graduação, principalmente aos do grupo de pesquisa em fruticultura, Alex Monteiro, Adailha Torres, Anderson Araújo, Elias Ariel, Elania Guadalupe, Francisco Sidene, Luana Mendes, Marlenildo, Tony Guerra, Wagner César e Wilma Celedonio;

Aos colegas Caíque e Walmiro, especialmente o primeiro por ser meus braços neste experimento durante a condução, ceder o espaço em sua fazenda e por sua amizade;

Ao professor Rafael, do Laboratório de Química do IFBA/Irecê, por disponibilizar o espaço para analisar o material;

A todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação profissional e pessoal, Meus Sinceros Agradecimentos!

“Confie, busque, se esforce. A estrada pode até estar adentro de uma caatinga fechada, mas nada pode deter sua determinação de ir em frente”.

(Tarso Moreno Alves de Souza)

RESUMO

SOUZA, Tarso Moreno Alves de. **Silicato de cálcio como atenuante do estresse salino em mudas de maracujazeiro amarelo**. 2018. 43f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

O estudo da resposta do crescimento inicial de plantas submetidas à condição de estresses artificiais é uma ferramenta importante no entendimento da capacidade de sobrevivência e adaptação das culturas sob condições estressantes, podendo contribuir para o desenvolvimento de estratégias de manejo. Com isso, objetivou-se nesta pesquisa avaliar os efeitos da adubação silicatada e da irrigação com água salina sobre os parâmetros de desenvolvimento inicial de mudas de maracujazeiro amarelo. O experimento foi instalado na Fazenda Favela, Km 334, BA 052, em uma área destinada à produção de mudas, localizada no município de João Dourado-BA, cidade pertencente à microrregião de Irecê-BA. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, considerando como unidade experimental cinco plantas. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4 x 3, referente a quatro concentrações (0; 2,22; 4,44 e 6,66 g planta⁻¹) de silicato de cálcio e três níveis de salinidade da água de irrigação – CEa (0,5; 1,7 e 4,0 dS m⁻¹). As mudas da cultivar BRS Gigante Amarelo foram produzidas em sacos de polietileno com capacidade para 0,5 dm³. O substrato utilizado no experimento foi à base de solo, areia lavada e esterco bovino curtido, na proporção 1:1:1. Após a estabilização da emergência, aos 30 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por recipiente, e iniciada aplicação dos tratamentos salinos e das doses de silicato de cálcio, sendo esta última aplicada em três parcelas aos 30, 45 e 60 dias após a semeadura. Aos 90 dias após a semeadura, quando 70% das mudas apresentam a primeira gavinha, as plantas foram coletadas e analisadas quanto à altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, da raiz e total. A utilização de água salina de poço de 1,7 dS m⁻¹ não apresentou restrição para produção de mudas de maracujazeiro amarelo cv. BRS Gigante Amarelo. A utilização de água com salinidade de 4,0 dS m⁻¹ restringiu o crescimento e o acúmulo de biomassa das mudas de maracujazeiro, sendo a massa seca da raiz a variável mais afetada. A aplicação do silicato de cálcio na dose média de 3,5 g por planta mitiga o estresse salino sobre o crescimento e acúmulo de biomassa de mudas de maracujazeiro irrigas com salinidade de até 4,0 dS m⁻¹.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*. Salinidade. Silício. Acúmulo de biomassa.

ABSTRACT

SOUZA, Tarso Moreno Alves de. **Calcium silicate as an attenuator of saline stress in yellow passion fruit seedlings**. 2018. 43p. Dissertation (Ms. in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

The study about the initial growth response of plants submitted to the condition of artificial stresses is an important alternative to understand the survival and adaptation capacity of the cultures under stressful conditions, being able to contribute to the development of management strategies. The objective of this study was to evaluate the effects of silica fertilization and irrigation with saline water on the initial development parameters of yellow passion fruit seedlings. The experiment was carried out at Fazenda Favela, Km 334, BA 052, in an area destined to the production of seedlings, located in the municipality of João Dourado-BA, a city belonging to the micro-region of Irecê-BA. The experimental design was a randomized block design, with four replications, considering five experimental plants as experimental unit. The treatments were arranged in a 4 x 3 factorial scheme, referring to four concentrations (0, 2.22, 4.44 and 6.66 g plant⁻¹) of calcium silicate and three levels of salinity of irrigation water - EC_w (0.5, 1.7 and 4.0 dS m⁻¹). The seedlings of the cultivar “BRS Gigante Amarelo” were grown in polyethylene bags with a capacity of 0.5 dm³. The substrate used in the experiment was composed of soil, washed sand and tanned bovine manure in a 1: 1: 1 ratio. After the stabilization of the emergency, at 30 days after sowing (DAS), thinning was done, maintaining only one plant per container, and began the application of saline treatments and doses of calcium silicate, the latter being applied in three plots at 30, 45 and 60 days after sowing. At 90 days after sowing, when 70% of the seedlings presented the first tendril, the plants were collected and analyzed with respect to height, stem diameter, leaf number, leaf area, shoot weight, root and total dry mass. The use of well saline water of 1.7 dS m⁻¹ was not restricted to the production of yellow passion fruit cv. “BRS Gigante Amarelo”. The use of water with salinity of 4.0 dS m⁻¹ restricted the growth and accumulation of biomass of passion fruit seedlings, with root dry matter being the most affected variable. The application of calcium silicate doses increases the growth and biomass accumulation of yellow passion fruit seedlings independent of water salinity. Plants irrigated with low salinity water respond linearly to increased calcium silicate doses. The application of calcium silicate in the average dose of 3.5 g per plant mitigates the saline stress on the growth and accumulation of biomass of passion fruit seedlings irrigations with salinity up to 4.0 dS m⁻¹.

Keywords: *Passiflora edulis*. Salinity. Silicon. Biomass accumulation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Tabela 1. Características químicas do solo e do esterco bovino usado no experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	19
Tabela 2.	Resumo da análise de variância (Quadrados médios) da altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) de plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina sob diferentes doses de silício. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	26

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Representação gráfica do comprimento do lóbulo central (CLC), maior largura do lóbulo central (LLC) e maior largura da folha (LF) de uma folha do maracujazeiro amarelo (*P. edulis*). Mossoró-RN, UFERSA, 2018..... 21
- Figura 2.** Altura de planta, AP (A) e diâmetro do caule, DC (B) de plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina sob diferentes doses de silício. Mossoró-RN, UFERSA, 2018..... 27
- Figura 3.** Número de folhas, NF (A) e área foliar, AF (B) de plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina sob diferentes doses de silício. Mossoró-RN, UFERSA, 2018..... 28
- Figura 4.** Massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) de plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina sob diferentes doses de silício. Mossoró-RN, UFERSA, 2018..... 30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 ASPECTOS GERAIS DO MARACUJAZEIRO AMARELO	14
2.2 SALINIDADE NO MARACUJAZEIRO	15
2.3 ADUBAÇÃO SILICATADA NO SOLO	17
2.4 ADUBAÇÃO SILICATADA NA PLANTA	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE	19
3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	19
3.3 VARIÁVEIS ANALISADAS	21
3.3 ESTATÍSTICA	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis*) está entre as frutíferas de maior expressão econômica no Brasil, verificando cultivos comerciais praticamente em todo o território nacional, porém, apesar de sua expressividade social e econômica, o rendimento nacional ainda é baixo.

Os fatores responsáveis pelos baixos índices de rendimentos são verificados na prática, com manejo que nem sempre é adequado à cultura em termos de pragas e doenças, ausência de uso de material biológico de qualidade idônea como sementes e mudas, adubação e irrigação sem acompanhamento técnico. No aspecto da irrigação, especialmente a microrregião de Irecê-Ba, a maior parte da água é proveniente de poços artesianos, a qual contém altos teores de sais, o que pode comprometer o desenvolvimento das plantas.

Para Cavalcante et al. (2006), no nordeste brasileiro, além de variabilidade espaço-temporal das chuvas, a qualidade da água frequentemente limita a capacidade produtiva de muitas culturas, inclusive a do maracujazeiro amarelo, principalmente quando o solo não possui condições físicas para lixiviação e aeração suficiente à expansão radicular.

Neste sentido, a busca por tecnologias que atenuem os efeitos da salinidade é constante, tendo como meta explorar áreas irrigadas com restrições à salinidade e/ou ao uso de água salina na agricultura e produzir de forma economicamente viável, mesmo em locais com elevado conteúdo iônico (SÁ et al., 2015).

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). Especialmente quando plantas são cultivadas em ambientes salinos, o silício induz à redução da absorção de íons tóxicos, como o Na⁺, e promove o aumento na captação de K⁺ (ASHRAF et al., 2010), o que é atribuído ao seu papel estimulador de atividades metabólicas, fisiológicas e estruturais dos vegetais (SHEN et al., 2010).

Há grande quantidade de pesquisas relacionadas à salinidade sob o maracujazeiro (DIAS et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015; NUNES, 2016; BEZERRA et al., 2016) e o uso de silício como atenuador de salinidade nas culturas do arroz (ALI, et al., 2013), alface (KIM et al., 2014) e *Brachiaria brizantha* (SILVA, 2015) em que, sob nutrição com esse elemento, as plantas mostraram aumentos na atividade das enzimas antioxidantes correlacionadas com o mecanismo de defesa vegetal.

De maneira geral, em frutíferas o uso de silício é escasso, porém alguns autores relatam benefícios promovidos pelo Si em morangueiro (WANG; GALLETTA, 199), melancia (SANTOS et al., 2010), videira e ameixeira (FERREIRA, 2012). No maracujazeiro amarelo em particular, Prado; Natale (2004), Medeiros; Peruch (2012) e Souza (2015) descrevem o incremento de caracteres de interesse agrônômicos promovidos pelo Si, no entanto, estudos com maracujazeiro correlacionando silício e salinidade ainda são incipientes.

Assim, o uso do silício constitui uma alternativa para aumentar a capacidade das espécies vegetais para sobreviver em áreas comprometidas pelo excesso de sais na água de irrigação. Com isso, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação silicatada e da irrigação com água salina sobre os parâmetros de desenvolvimento inicial de mudas de maracujazeiro amarelo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DO MARACUJAZEIRO AMARELO

A família Passifloraceae está dividida em duas tribos, *Paropsieae* e *Passiflorieae* (CERVI, 2006), possuindo aproximadamente 650 espécies e 20 gêneros (NUNES; QUEIROZ, 2007). Dentre estes, o gênero *Passiflora* L. (tribo *Passiflorieae*) possui aproximadamente 520 espécies, distribuídas principalmente em regiões tropicais e subtropicais, sendo cerca de 150 espécies do Brasil (CERVI, 2005).

Das espécies já descritas, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (maracujá-amarelo ou maracujá-azedo), *P. edulis* fo. *edulis* Sims (maracujá-roxo), *Passiflora alata* Curtis (maracujá-doce), *Passiflora ligularis* Juss. e *Passiflora quadrangulares* L., são as mais difundidas e cultivadas comercialmente (MELETTI, 2011). Destas, a espécie mais cultivada em toda a América Tropical é a *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (CATEN, 2013).

Apesar de terem origem nos trópicos, as espécies comerciais de maracujazeiro desenvolvem-se em condições climáticas distintas, variando das regiões quentes dos trópicos (0° de latitude) até as de clima subtropical (35° latitude sul). A produtividade é fortemente afetada pela radiação solar, temperatura, número de horas de brilho solar e umidade do solo. A cultura desenvolve-se bem em regiões com altitudes entre 100 e 1.000 metros, com temperatura média anual entre 20 e 32°C e precipitação pluviométrica entre 1.200 mm e 1.900 mm. Sabe-se que a precipitação acima desse limite, durante o florescimento, prejudica a produção, por afetar o processo de polinização inviabilizando o grão de pólen. Desta forma, o fornecimento de água regular permite floração e frutificação quase contínua, desde que não existam outros fatores limitantes (BRASIL, 2010).

Apesar de ser uma fruta do século XVII, o maracujazeiro amarelo adquiriu importância no Brasil a partir dos anos de 70 (CATEN, 2013). Este fato pode estar relacionado ao crescimento da fruticultura nacional, que surge como um dos investimentos mais atrativos da agricultura brasileira, devido às condições de clima favoráveis do país, que permite a produção de frutas durante o ano inteiro, gerando renda em áreas relativamente pequenas (NASCIMENTO, 2003). Mudanças nos padrões de demanda da sociedade, acompanhadas por inovações tecnológicas, têm permitido o crescimento do mercado de frutas e derivados, a taxas superiores às dos demais produtos agrícolas (ANDRADE; RIBEIRO; JUNGHANS, 2010).

Dentro deste cenário, a cultura do maracujá tem ocupado uma posição de destaque, mesmo quando comparado a outras frutas tropicais com maior tradição de consumo (MELETTI; OLIVEIRA; RUGGIERO, 2010). No ano de 2017, foram produzidas 554.598 toneladas em uma área de 41.090 ha e rendimento médio de 13,49 t ha⁻¹, rendendo cerca de R\$ 870 mil (IBGE, 2017).

Com participação ativa na fruticultura nacional, o município de Mossoró-RN em 2015 foi o 7º maior em valor de produção de produtos colhidos, com cerca de R\$191 milhões, sofrendo variação positiva de 6,9% em relação ao ano anterior, contribuindo com 0,7% do total do valor da produção nacional, grande parte alavancada pela produção de melão. No entanto, sua produção de maracujá é baixa, com cerca de 38 toneladas e rendimento médio de 9,5 t ha⁻¹, bem abaixo da média nacional de 13,6 t ha⁻¹ (IBGE, 2017).

Segundo Souza (2015), apesar do investimento inicial elevado (principalmente com a estrutura de tutoramento “espadeira ou latada” e aquisição de mudas), o pequeno produtor encontra na cultura do maracujazeiro uma base de sustentação para a sua família e sua propriedade, além de uma opção técnica economicamente viável, o que o leva a contar com produção o ano inteiro. Foi assim que a cultura se desenvolveu; até hoje a agricultura familiar tem sido responsável pela expansão dos pomares comerciais (MELETTI, 2011).

Apesar da importância econômica e social para o país, o cultivo do maracujazeiro ainda é prejudicado por uma série de problemas, principalmente em virtude de os tratamentos culturais serem constantes, tornando a atividade exigente em mão de obra, notadamente nas fases de plantio, floração (polinização) e colheita (NOGUEIRA et al., 2003; SILVA, 2012; SOUZA, 2015), o que, somado ao manejo nutricional inadequado, provoca redução da produção.

2.2 SALINIDADE NO MARACUJAZEIRO

A problemática da salinidade da água e do solo é frequente, constituindo, em muitas regiões de áreas áridas e semiáridas, empecilho à obtenção de produção satisfatória no sistema agrícola. Esse problema é relacionado às alterações dos atributos físicos e químicos dos solos, como pela ação dos íons específicos sobre a germinação, o crescimento, a produção e a nutrição de plantas (CAVALCANTE et al., 2010; BEZERRA et al., 2016). Essas alterações são intensificadas pelo manejo inadequado da água salina na agricultura, contribuindo para o aumento da concentração de sais e sódio no solo, elevando a condutividade elétrica e, gradualmente, a porcentagem de sódio trocável (HOLANDA FILHO et al., 2011).

Os efeitos da salinidade sobre as plantas referem-se às alterações no potencial osmótico, o desequilíbrio iônico, nutricional e hormonal, provocando alterações na arquitetura, na fisiologia e no metabolismo das plantas, trazendo sérios prejuízos à atividade agrícola (SOUSA et al., 2008; AHMED; MONTANI, 2010; OLIVEIRA et al., 2015).

O maracujazeiro amarelo, de acordo com Ayers; Westcot (1999), é classificado como sensível à salinidade, apresentando reduções no crescimento e produção quando submetido a salinidades do extrato de saturação do solo superiores a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. No que diz respeito à água de irrigação, Araújo et al. (2013), avaliando a produção de mudas de maracujazeiro amarelo, constataram que o crescimento foi afetado a partir da CEa de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$.

O maracujazeiro amarelo é sensível a altos níveis de salinidade da água e do solo. No entanto, Casierra-Posada et al. (2011) caracterizam a cultura na fase de germinação como tolerante à salinidade e como moderadamente tolerante à salinidade nas demais fases de crescimento. Em geral, a fase de crescimento inicial das plantas, inclusive do maracujazeiro amarelo, é sensível ao excesso de sais, afetando a fase de produção de mudas, ressaltando-se que a resposta à salinidade é dependente da espécie, do genótipo, do estágio fenológico e do período de exposição das plantas aos sais (DIAS; BLANCO, 2010; MOURA et al., 2016).

Estudando os efeitos da salinidade da água de irrigação nas taxas de crescimento absoluto e relativo de diferentes espécies de maracujá na fase de mudas, Moura et al. (2016) verificaram que o crescimento das espécies de maracujazeiro é afetado pela salinidade da água de irrigação, além de constatar que é possível utilizar água de até $1,87 \text{ dS m}^{-1}$ para irrigar as mudas de *Passiflora gibertii*, de $2,14 \text{ dS m}^{-1}$ para o *P. edulis* (var. BRS Gigante Amarelo) e de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ para o *P. cincinnata* visando à obtenção de crescimento satisfatório das mudas, sendo o *P. cincinnata* o mais sensível à salinidade.

Andrade et al. (2018), ao avaliar a germinação, emergência, fisiologia e crescimento de mudas de duas variedades de maracujazeiro, sob irrigação com água salina, observaram que a tolerância à salinidade em plântulas de maracujá muda entre as variedades. Os autores constataram que a germinação é inibida pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação e que a variedade BRS Gigante Amarelo apresenta índices e taxas de germinação superiores aos do BRS Rubi do Cerrado, sob condições salinas, o que repercute no crescimento e acúmulo de biomassa dessas plantas, na fase de muda.

Estudando os genótipos BRS Sol do Cerrado e BRS Redondo Amarelo submetidos a diferentes condutividades elétricas (CE) da água de irrigação, Bezerra et al. (2016) observaram, de modo geral, que a alta salinidade da água de irrigação promove redução do crescimento dos genótipos estudados e que a altura de mudas e os parâmetros de matéria seca

são as variáveis mais afetadas pela salinidade da água. Além disso, perceberam que o ‘BRS Sol do Cerrado’ sobressai quanto à taxa relativa de crescimento em comparação com a cultivar ‘Redondo Amarelo’, cuja taxa cai com o aumento da salinidade da água.

Em função das alterações fisiológicas e reduções no crescimento das plantas de maracujazeiro, alguns autores têm buscado estratégias para mitigar os efeitos da salinidade sobre essas plantas. Assim, Oliveira et al. (2015), avaliando a interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo, constataram que o substrato contendo solo + esterco ovino na proporção 2:1 (que tinha maior disponibilidade de nutrientes) promoveu maior crescimento inicial e acúmulo de matéria seca para as mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas.

Nesse mesmo contexto, Nascimento et al. (2017), avaliando a interação entre salinidade da água de irrigação e da adubação orgânica com biofertilizantes via solo, concluíram que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu o crescimento em diâmetro caulinar, o crescimento da haste principal, a emissão e expansão foliar e o acúmulo de biomassa. No entanto, a aplicação de biofertilizantes de esterco fresco de gado bovino pode atenuar os efeitos negativos do excesso de sais na germinação das sementes e crescimento inicial das plantas. Souza et al. (2018), avaliando os efeitos da salinidade da água de irrigação, biofertilizante bovino e potássio até a fase de produção do maracujazeiro amarelo cv. BRS Gigante Amarelo, concluíram que as plantas de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo, no início da floração, estavam deficientes em macronutrientes, exceto em nitrogênio e potássio, mas produziram frutos com massa adequada ao mercado consumidor.

Estudos avaliando adubação química ou aplicação de atenuadores de estresse em plantas de maracujazeiro amarelo ainda são escassos na literatura, principalmente no que diz respeito à adubação silicatada.

2.3 SILÍCIO NO SOLO

O Si é um elemento com propriedades elétricas e físicas de um semi-metal, desempenhando no reino mineral papel cuja importância pode ser comparável ao do carbono nos reinos vegetal e animal (LIMA FILHO et al., 1999). É o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre e compreende aproximadamente 28% da crosta terrestre, representando cerca de 30% em peso de todo o material dos solos (TISDALE et al., 1985). Ocorre principalmente no mineral inerte das areias, augita, quartzo, mica, caulinita, montmorilonita, illita, clorita, feldspatos alcalinos e os plagioclásios (RAIJ, 1991).

Uma pequena fração do silício total está presente na solução do solo, como ácido monossilícico (H_4SiO_4) desprovido de carga elétrica, e o restante encontra-se na forma não dissociada, nas frações do solo. A solubilidade do elemento ocorre na faixa de pH entre 4 a 9, sendo controlada principalmente pelo pH dependente das reações de adsorção dos sesquióxidos (FERREIRA, 2008).

O Si pode reduzir a biodisponibilidade dos metais presentes na solução do solo. Segundo Paim et al. (2006), o ácido silícico pode estar na solução do solo, como ácido monossilícico [$\text{Si}(\text{OH})_4$], polímeros e ácido polissilícico. Para Dietzel (2000), os polímeros de silício consistem de tetraedros, que são ligados via ligações do tipo Si-O-Si, podendo formar sílica dimérica [$\text{Si}_2\text{O}_3(\text{OH})_4^{2-}$], trimérica [$\text{Si}_3\text{O}_5(\text{OH})_5^{3-}$], tetramérica [$\text{Si}_4\text{O}_8(\text{OH})_4^{4-}$] e assim sucessivamente. Segundo estes autores, a aplicação de doses superiores a 100 mg dm^{-3} de Si no solo promove a mudança da coordenação do Si de quatro para seis, sendo esse o ponto de partida para sua polimerização e conseqüente formação de complexos insolúveis Si-metal no solo.

As principais formas de Si presentes no solo são: a) Si solúvel (H_4SiO_4 – ácido monossilícico) prontamente absorvido pelas plantas, que é desprovido de carga elétrica; b) Si adsorvido ou precipitado com óxidos de Fe e Al; c) minerais silicatados (cristalinos e amorfos); d) Si polimerizado; e) silício orgânico e f) Si na forma de fitólitos (QUEIROZ, 2006).

Segundo Alcarde (1992), os silicatos possuem efeito corretivo, ou seja, têm a capacidade de neutralizar a acidez do solo e produzir o ácido monossilícico, principal forma de Si absorvida pelas plantas. Com a sua aplicação no solo, o pH aumenta, os teores de Al^{+3} diminuem, a Saturação por Bases aumenta e a Saturação por Al diminui. Isto acontece porque os silicatos promovem a reação dos ânions SiO_3^{-2} com os prótons de H^+ na solução do solo (KORNDÖRFER, 2007).

2.4 ADUBAÇÃO SILICATADA NA PLANTA

O interesse pela adubação silicatada está aumentando bastante no Brasil, principalmente graças à maior disponibilidade de fontes comerciais, reflexo da aprovação do Decreto de Nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, com a inserção do silício como micronutriente.

De fato, a essencialidade do silício já foi comprovada para algumas espécies vegetais, porém ainda não foi descrito seu mecanismo de ação, o que faz com que a maioria dos autores

o considere apenas como um elemento benéfico (LIMA FILHO, 2005). Segundo Gomes et al. (2008), do ponto de vista fisiológico, esse elemento tem demonstrado efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas.

O silício é absorvido pelas raízes das plantas na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4), juntamente com a água, por fluxo de massa, se acumulando principalmente nas partes aéreas de máxima transpiração como ácido silícico polimerizado por transporte passivo e ativo (MA et al., 2006). Segundo Yoshida (1975), a maior parte do silício é depositada nas folhas (71% do total), seguidas pelo caule (13%), pelas raízes (10%) e pelo colmo (6%). O processo de absorção do ácido monossilícico, que possui carga neutra, ocorre na membrana das células epidérmicas, de um local de alta concentração para outro de baixa concentração, pela dissolução através da membrana, podendo ocorrer por apoplasto e simplasto (CONCEIÇÃO, 2010).

Plantas que crescem em ambiente rico em silício diferem daquelas presentes em condições de deficiência principalmente quanto à composição química, à resistência mecânica das células, às características da superfície foliar e à tolerância a vários tipos de estresses abióticos e ao ataque de pragas e patógenos (RODRIGUES, 2010).

O efeito benéfico do silício (Si) no acúmulo de fitomassa em plantas cultivadas está associado a alterações na estrutura das plantas, permitindo, por exemplo, a melhor captação de energia solar e redução do acamamento. Embora ainda seja desconhecida a função do Si no metabolismo vegetal (EPSTEIN; BLOOM, 2006), postula-se que esse elemento solubilizado na planta exerce papel na síntese de moléculas de defesa em plantas (MA; YAMAJI, 2008; RODRIGUES et al., 2004). Desse modo, o silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal indiretamente, causando aumento no teor de clorofila nos tecidos foliares, alterando a arquitetura das plantas, tornando-as mais eretas e evitando o autossombreamento excessivo, atrasando a senescência, aumentando a rigidez estrutural dos tecidos, protegendo as plantas de agentes bióticos e abióticos (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MA; YAMAJI, 2008).

O aumento de sua disponibilidade tem ainda resultado em incrementos no crescimento e na produtividade das culturas, uma vez que esse elemento pode atuar de forma indireta sobre alguns aspectos fisiológicos e bioquímicos, especialmente quando as plantas estão submetidas a algum tipo de estresse, de natureza biótica ou abiótica (MA; YAMAJI, 2006; DALLAGNOL et al., 2009; ABDALLA, 2011).

Não existe ainda definição para a quantidade máxima de silício a ser utilizada pela planta, não se constatando, portanto, efeito tóxico. Tudo indica que os efeitos são diretamente proporcionais à quantidade de silício ela absorvida. O limite acontece se for considerado o

efeito corretivo dos silicatos, isto é, quando a dose de silicatos provocar aumentos de pH e de saturação por bases acima dos valores desejados (CATEN, 2013). Neste caso, podem acontecer desequilíbrios nutricionais, principalmente de micronutrientes catiônicos (cobre, ferro, zinco e manganês) e de fósforo, devido aos processos de insolubilização (KORNDÖRFER et al., 2004).

Segundo Gomes et al. (2008), o silício pode interferir na arquitetura das plantas, ao proporcionar folhas mais eretas, o que significa maior eficiência fotossintética.

Prado; Natale (2004), analisando o desenvolvimento de mudas de maracujazeiro em função da aplicação do silicato de cálcio em Argissolo Vermelho, verificaram que a aplicação do silicato promoveu incremento quadrático na altura, no diâmetro do caule e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. Segundo os autores, o maior desenvolvimento das mudas esteve associado à melhoria na fertilidade do solo (saturação por bases = 57%; Ca = 20mmolc dm⁻³) e no estado nutricional das plantas (Ca - parte aérea = 7,4g kg⁻¹).

Em estudo avaliando o efeito de silicato e tensões de água no solo no crescimento do maracujazeiro amarelo, Caten (2013) verificou que a aplicação de escória de aciaria não afeta o crescimento do maracujazeiro amarelo na faixa de pH estudado (5,8).

Pozza (2004), analisando o silício em mudas de cafeeiro quanto ao efeito na nutrição mineral e na susceptibilidade de três variedades de cafeeiro (Catuaí - IAC99; Mundo novo - IAC379/19 e Icatu - IAC2942) à cercosporiose, constatou que as plantas da variedade Catuaí tratadas com silício sofreram redução de 63,2% nas folhas lesionadas e de 43% no total de lesões por planta, na comparação com a testemunha. Segundo este autor, o silício alterou a eficiência de absorção, de utilização e de translocação de nutrientes nas mudas de cafeeiro, principalmente nas variedades Icatu e Mundo novo.

Utilizando silício na nutrição e no controle do Mal-do-panamá na cultura da bananeira, Conceição (2010) constatou a elevação dos valores do pH, aumento dos teores de Si, Ca e Mg trocáveis do solo, além de ter aumentado a disponibilidade do P no solo. Além disso, observou-se que a bananeira neste estudo comportou-se como planta acumuladora intermediária de Si, o que favoreceu no incremento da produção da matéria seca da raiz e da parte aérea, na absorção dos macronutrientes como Ca, K e Mg, além de ter contribuído na redução da severidade do Mal-do-Panamá.

Ferreira (2012), avaliando o uso de Si aplicado via foliar no controle de pragas e doenças, bem como no desenvolvimento de plantas de videira e ameixeira, além dos efeitos da calda bordalesa como tratamento padrão nas videiras, verificou que as doses de Si testadas reduziram a severidade da bacteriose em ameixeiras cv. Pluma 7, tendo a maior a dose (8 g L⁻¹

¹⁾ de Si proporcionado o melhor controle da doença. Na videira cv. Syrah, as doses de Si testadas não reduziram a severidade do míldio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

O experimento foi instalado na Fazenda Favela, Km 334, BA 052, em uma área destinada à produção de mudas, localizada no município de João Dourado-BA, cidade pertencente à microrregião de Irecê-BA.

3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, considerando como unidade experimental cinco plantas. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 4 x 3, referente a quatro concentrações (Si0 = 0; Si1 = 2,22; Si2 = 4,44 e Si3 = 6,66 g planta⁻¹) de silicato de cálcio e três níveis de salinidade da água de irrigação – Cea (S1 = 0,5; S2 = 1,7 e S3 = 4,0 dS m⁻¹).

Para a obtenção das plantas, foram semeadas três sementes da cultivar Gigante Amarelo na profundidade de 1 cm em sacos de polietileno com capacidade para 0,5 dm³. O solo utilizado para confecção do substrato apresentava as seguintes características químicas: pH= 7 (H₂O); P= 6 mg/dm³; K= 1 cmol/dm³; Ca= 5 cmol/dm³; Mg= 1,8 cmol/dm³; Na= 0,02cmol/dm³; SB= 7,52; T= 7,52 e CEa= 0,35 (Ext.Saturação). O substrato utilizado no experimento foi composto de solo, areia lavada e esterco bovino curtido, na proporção 1:1:1 (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas do substrato ao termino do experimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Amostras	pH água	CE 1:2,5 dS/m	Mat. Org. g/kg	P mg/dm ³	K ⁺cmolc/dm ³	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	Si mg/Kg	V %	T cmolc/dm ³	PST %
S1Si0	7,48	0,01	3,48	147,27	1,60	0,56	7,56	4,68	0,0	14,4	133,10	100	14,4	3,89
S2Si0	7,47	0,01	3,48	64,01	1,28	0,99	7,88	5,17	0,0	15,32	136,60	100	15,32	6,46
S3Si0	7,50	0,01	3,47	133,01	1,12	2,02	6,52	6,69	0,0	16,35	145,10	100	16,35	12,35
S1Si1	7,41	0,01	3,48	85,11	1,44	0,82	7,67	5,97	0,0	15,9	153,90	100	15,9	5,16
S2Si1	7,35	0,01	3,46	98,79	1,18	1,25	8,37	6,73	0,0	17,53	172,80	100	17,53	7,13
S3Si1	7,42	0,01	3,48	59,44	1,44	2,62	7,57	6,43	0,0	18,06	148,70	100	18,06	14,51
S1Si2	7,53	0,01	9,23	70,28	1,23	0,73	9,05	5,27	0,0	16,28	125,15	100	16,28	4,48
S2Si2	7,47	0,01	9,21	139,28	1,28	0,91	8,59	5,24	0,0	16,02	191,80	100	16,02	5,68
S3Si2	7,49	0,01	9,27	80,54	0,80	1,50	7,28	5,54	0,0	15,12	139,10	100	15,12	9,92
S1Si3	7,62	0,01	7,21	57,73	0,96	0,73	7,18	5,25	0,0	14,12	132,10	100	14,12	5,17
S2Si3	7,45	0,01	8,81	92,52	0,75	0,65	7,05	6,09	0,0	14,54	161,05	100	14,54	4,47
S3Si3	7,49	0,01	6,05	73,13	1,23	2,10	8,04	5,51	0,0	16,88	169,40	100	16,88	12,44

P, K⁺, Na⁺: extrator Mehlich 1; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; CE: Condutividade elétrica; SB: Soma de base; T: Capacidade de troca de cátions; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST: Percentagem de sódio trocável. S1 = 0,5; S2 = 1,7 e S3 = 4,0 dS m⁻¹. Si0 = 0; Si1 = 2,22; Si2 = 4,44 e Si3 = 6,66 g planta⁻¹.

Após a estabilização da emergência, aos 30 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por recipiente. Nesse período, iniciou-se a adubação com silicato de cálcio. O silicato de cálcio puro para análise (CaSiO₃) apresenta características químicas de 22,00% de cálcio, 36,49% de silício e 41,51% de oxigênio. As aplicações do silicato de cálcio foram realizadas ao redor do caule das plantas (*drench*), sendo as doses divididas em três parcelas, aplicadas aos 30, 45 e 60 dias após a semeadura.

As irrigações foram realizadas 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). 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), como indicado na equação 1:

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

As irrigações com água salina foram iniciadas aos 30 dias após a semeadura, sendo que até esse período as plantas foram irrigadas com água de baixa condutividade elétrica (CEa = 0,5 dS m⁻¹), proveniente da água de abastecimento local. Para aplicação dos níveis salinos, a água com CEa de 1,7 dS m⁻¹ foi proveniente de um poço artesiano, escavado na localidade da área experimental. A água de alta salinidade (CEa = 4,0 dS m⁻¹) foi obtida pela adição de sais de cloreto de sódio (NaCl) à água de poço existente no local (Ce_a = 1,7 dS m⁻¹), no qual o sódio e o cloreto compõem 70 % dos íons de sais em fontes de água utilizada para irrigação em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS et al., 2003). Para o preparo dessa água, foi considerada a relação entre a condutividade elétrica da água (CE_a) e concentração de sais (10*meq L⁻¹ = 1 dS m⁻¹ de CE_a), conforme sugerem Rhoades et al. (1992), que tem validade para CE_a variando de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹. Após o preparo da água com as respectivas condutividades elétricas, elas foram armazenadas em recipientes plásticos com capacidade de 60 L⁻¹, devidamente protegidas, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

3.3 VARIÁVEIS ANALISADAS

As plantas de maracujazeiro amarelo foram irrigadas com distintos níveis de salinidade durante 60 dias. Nesse período, aos 90 dias após a semeadura, com o surgimento das primeiras gavinhas em 70% do estande, as plantas foram analisadas quanto à sua arquitetura, sendo observados os seguintes caracteres:

- **Altura de plantas (cm):** Para determinar altura, foi utilizada régua graduada em centímetros, sendo que a mensuração foi efetuada a partir do colo da planta até a gema apical;
- **Diâmetro do caule (mm):** Foi determinado com auxílio de um paquímetro, na base do colo da planta (2 cm do solo);
- **Número de folhas:** Foi obtida pela contagem de todas as folhas totalmente expandidas na planta;
- **Área foliar (cm²):** Foi estimada a partir do modelo estatístico proposto por Schmildt et al. (2016), onde $AF = 0,5902(CLC \times LF)$. As medidas foram mensuradas de acordo com representação da Figura 3, com o auxílio de régua graduada.

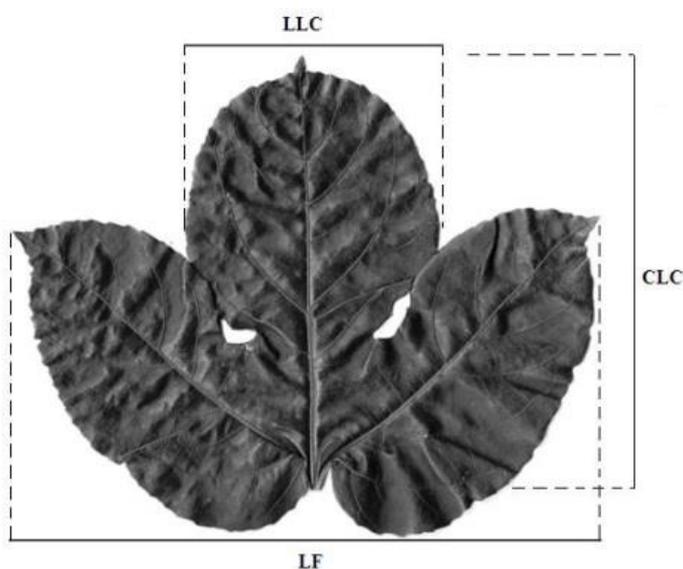


Figura 1. Representação gráfica do comprimento do lóbulo central (CLC), maior largura do lóbulo central (LLC) e maior largura da folha (LF) de uma folha do maracujazeiro amarelo (*P. edulis*). Mossoró-RN, UFERSA, 2018. Fonte: SCHMILDT et al. (2016).

- **Massa seca da parte aérea, da raiz e total (g):** O substrato do sistema radicular foi removido com auxílio de lavagem com água corrente. Em seguida, houve a coleta da raiz e da parte aérea das plantas, que foram submetidas à secagem em estufa com circulação

forçada de ar, à temperatura de 65°C, durante 72 horas, até atingirem pesos constantes para proceder à mensuração das massas secas da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST= MSPA+MSR).

3.3 ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F. Para os efeitos significativos, foi aplicado o teste de comparação de médias Tukey ($p \leq 0,05$) para fonte de níveis de salinidade e análise de regressão polinomial para fontes de variação dose de silício e interação doses de silício e níveis de salinidade, utilizando o *software* SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os níveis de salinidade e as doses de silicato de cálcio foi significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) (Tabela 2). Para o número de folhas (NF), a interação foi significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Esses resultados indicam que a adubação com silicato de cálcio influenciou nas respostas do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina, na fase de produção de mudas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância (Quadrados médios) da altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) de plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina sob diferentes doses de silício. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Fonte de variação	Quadrados médios							
	GL	AP ¹	DC	NF	AF ¹	MSPA ¹	MSR ¹	MST ¹
Bloco	3	0,97*	0,55**	0,71 ^{NS}	5,60*	0,17**	0,148**	0,27**
Salinidade (SAL)	2	6,27**	0,54**	3,42*	31,28**	0,27**	0,098**	0,36**
Dose de Si (Si)	3	3,58**	0,61**	3,85*	20,95**	0,21**	0,034**	0,22**
SAL x Si	6	2,49**	0,37**	1,82*	14,39**	0,12**	0,023**	0,12**
Erro	33	0,33	0,04	0,40	1,81	0,02	0,005	0,02
CV (%)		13,72	7,54	7,83	9,48	12,14	9,21	10,72
Média geral		4,24	2,66	8,11	14,23	1,28	0,79	1,51

**Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo pelo teste F; ¹ dados transformados para \sqrt{X} .

Na altura das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de baixa salinidade ($S_1 = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$), observou-se comportamento linear crescente, em função do aumento das doses de silício, com incrementos de 10,86 cm para cada aumento de 1g na dose de silício (Figura 2A). Comportamento semelhante foi observado para plantas irrigadas com água de salinidade intermediária ($S_2 = 1,7 \text{ dS m}^{-1}$), que responderam linearmente ao aumento da dose de silício, com incrementos unitários de 5,77 cm (Figura 2A). O aumento da salinidade da água de 0,5 para $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, apesar de não ter restringido o crescimento das plantas, reduziu a resposta do crescimento em altura em 46,86%, ao incremento unitário da doses de Si (Figura 2 A).

Houve comportamento quadrático para altura das plantas de maracujazeiro irrigadas com água de alta salinidade ($S_2 = 4,0 \text{ dS m}^{-1}$), sendo a maior altura 15,8 cm, obtida com a dose estimada de 2,82 g de silicato de cálcio por planta. É importante salientar 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 (Figura 2 A).

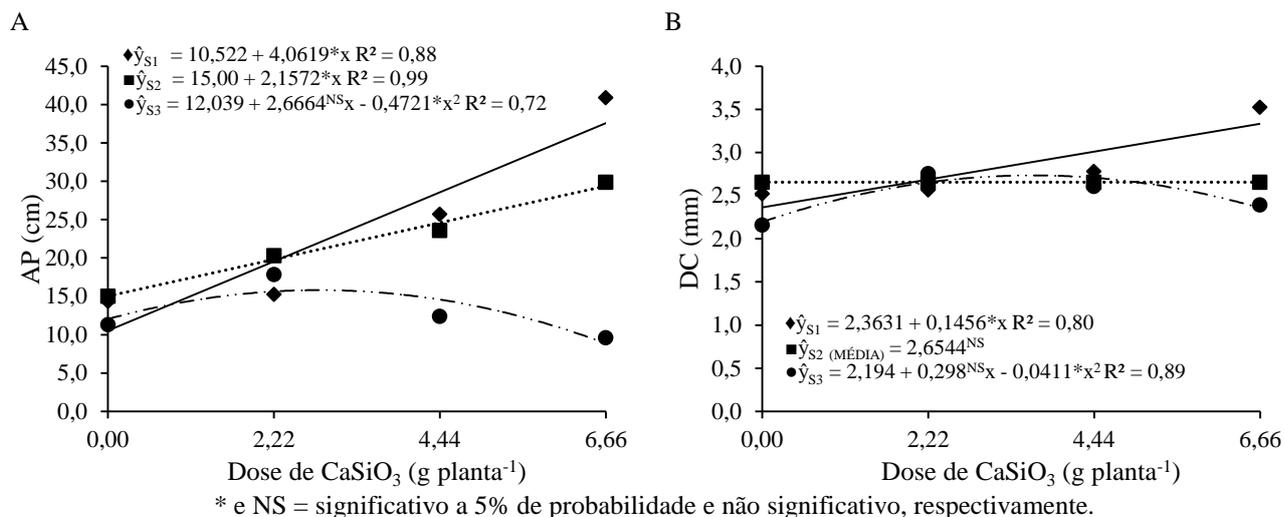


Figura 2. Altura de planta, AP (A) e diâmetro do caule, DC (B) de plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina sob diferentes doses de silício. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

O diâmetro do caule das mudas irrigadas com água de baixa salinidade ($S_1 = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$) respondeu linearmente às doses de silicato de cálcio, com incrementos de 0,39 mm para cada aumento de 1g na dose de silício (Figura 2B). No entanto, não houve ajuste significativo das doses de silicato de cálcio para o diâmetro do caule das mudas irrigadas com água de salinidade intermediária ($S_2 = 1,7 \text{ dS m}^{-1}$), constatando diâmetro médio de 2,55 mm (Figura 2B). Nas mudas irrigadas com água de alta salinidade ($S_2 = 4,0 \text{ dS m}^{-1}$), o comportamento do crescimento em diâmetro foi quadrático, sendo o maior diâmetro 2,73 mm, obtido com a dose estimada de 3,63 g de silicato de cálcio por planta. Observa-se ainda que a adubação com até 6,66 g de silicato de cálcio proporcionou diâmetro do caule superior aos obtidos na dose zero, na maior salinidade. Além disso, a adubação de até 4,44 g de CaSiO_3 por planta manteve o diâmetro do caule com tamanho semelhante aos das mudas irrigadas com água de salinidade baixa e intermediária (Figura 2B). Tais resultados reforçam a ação mitigadora do CaSiO_3 no maracujazeiro irrigado com água salina.

O número de folhas do maracujazeiro irrigado com águas de 0,5 e 1,7 dS m^{-1} respondeu de forma linear crescente ao aumento das doses de silicato de cálcio, sendo verificados incrementos 28,37 e 19,25%, ao comparar as plantas das doses 0 e 6,66 g de CaSiO_3 por planta, respectivamente (Figura 3A). Para as plantas irrigadas com água de alta salinidade, foi constatado comportamento quadrático, tendo a dose de 3,53 g proporcionado o maior número de folhas, 8,26 folhas por planta em média (Figura 3A).

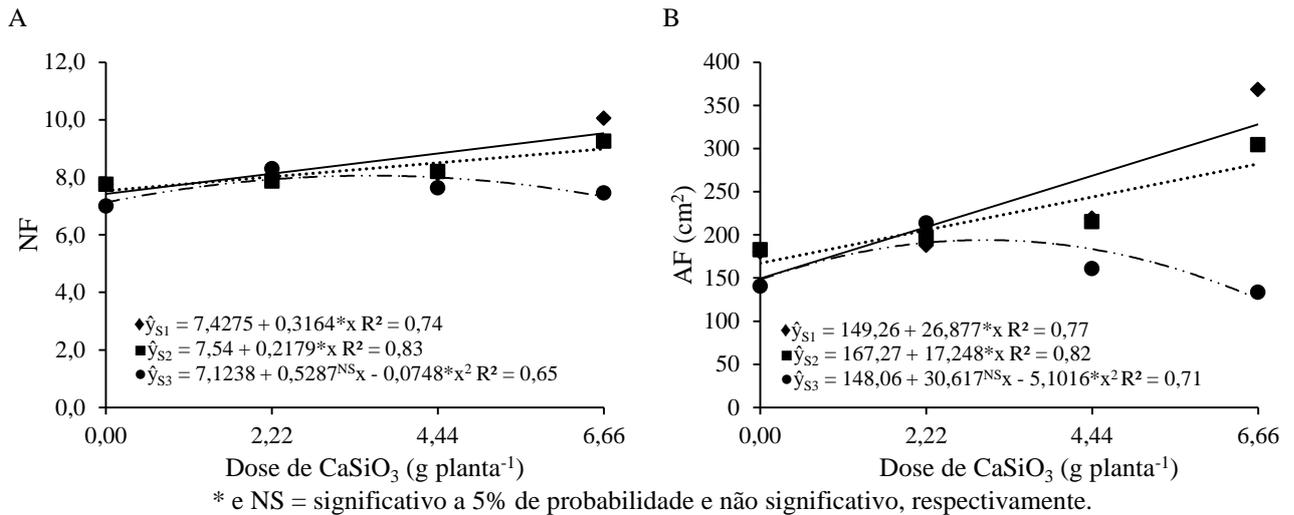


Figura 3. Número de folhas, NF (A) e área foliar, AF (B) de plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina sob diferentes doses de silício. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Para a área foliar, foi constatado comportamento semelhante ao número de folhas, com respostas lineares crescentes das mudas irrigadas com águas de 0,5 e 1,7 dS m⁻¹, observando-se incrementos de 120,0 e 68,67% na área foliar em detrimento do aumento da doses de silicato de cálcio de 0 para 6,66 g por planta, respectivamente (Figura 3B). Entretanto, nas plantas irrigadas com água de 4,0 dS m⁻¹ o comportamento observado foi quadrático, tendo a dose de 3,0 g proporcionado a maior área foliar, 194,0 cm² por planta em média (Figura 3B).

Estudos realizados por Moura et al. (2016), avaliando os efeitos da salinidade da água de irrigação no crescimento de diferentes espécies de maracujá na fase de mudas, *Passiflora gibertii*, *P. edulis* (var. BRS Gigante Amarelo) e *P. cincinnata*, constataram que o crescimento das espécies de maracujazeiro é afetado pela salinidade da água de irrigação, sendo que o crescimento do *P. edulis* (var. BRS Gigante Amarelo) é drasticamente afetado, quando irrigado com águas de salinidade acima de 2,14 dS m⁻¹. Bezerra et al. (2016), estudando os genótipos BRS Sol do Cerrado e BRS Redondo Amarelo submetidos a diferentes condutividades elétricas (CE) da água de irrigação, observaram que a alta salinidade da água de irrigação promove redução do crescimento dos genótipos estudados e que a altura de mudas e os parâmetros de matéria seca são as variáveis mais afetadas pela salinidade da água. Andrade et al. (2018), avaliando o desenvolvimento inicial de duas variedades de maracujazeiro (BRS Gigante Amarelo e BRS Rubi do Cerrado) sob irrigação com água salina, observaram que a germinação, o crescimento e o acúmulo de massa seca das mudas diminuem com o aumento da salinidade da água, sendo que a tolerância à salinidade

em plântulas de maracujá mudou de acordo com a variedades, apontando o BRS Gigante Amarelo como mais tolerante na fase de mudas.

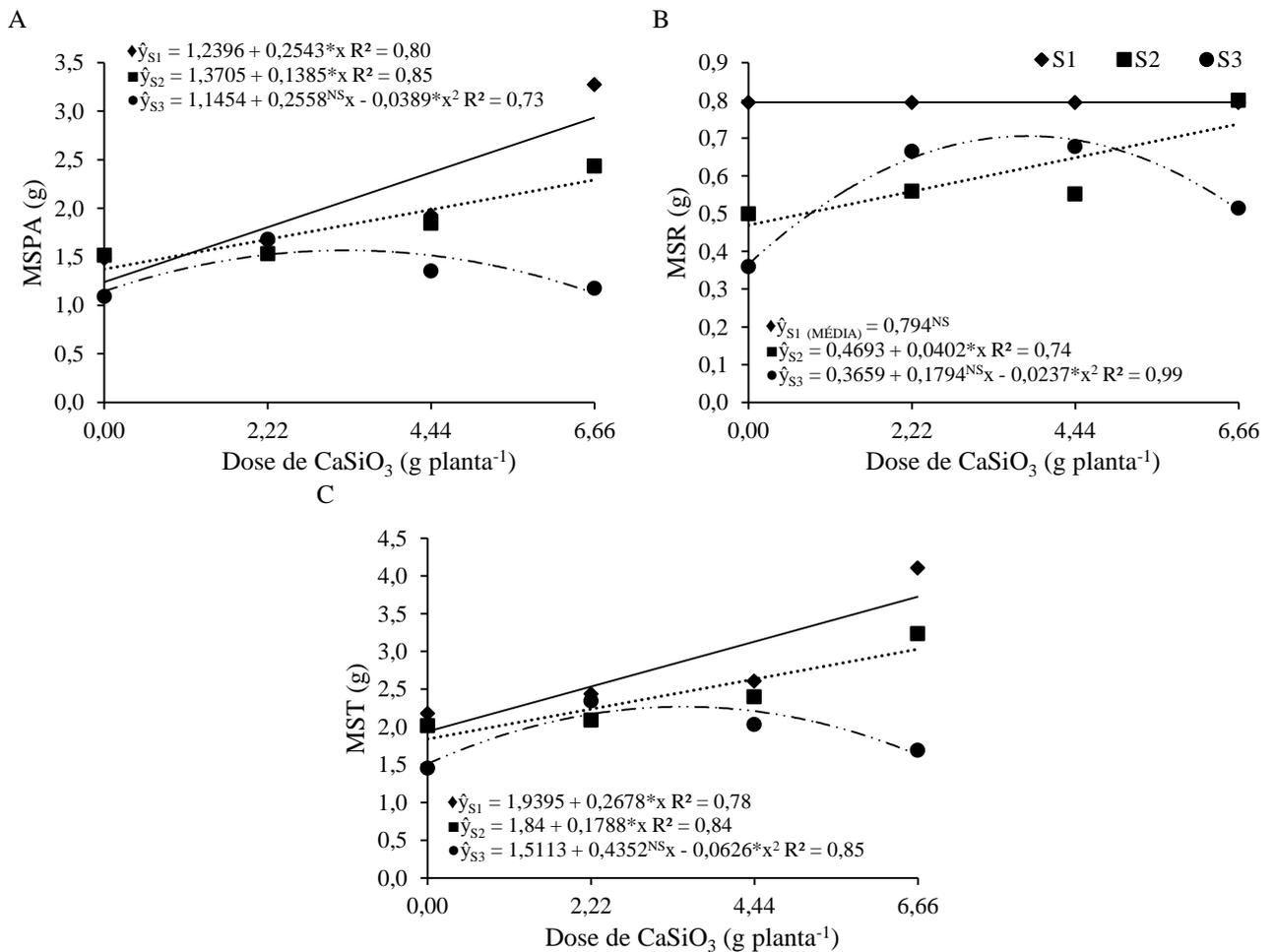
A restrição no crescimento das plantas de maracujazeiro em função do aumento da salinidade está relacionada à redução do potencial osmótico do substrato, ocasionada pelo acúmulo de sais no substrato (SÁ et al., 2015). Tal fato compromete a absorção de água e, conseqüentemente, diversos processos metabólicos, como: síntese de proteínas, metabolismo de lipídios e a fotossíntese, afetando, com isso, a divisão e alongamento celular (ESTEVEZ; SUZUKI, 2008). Essas alterações são responsáveis pelas reduções do crescimento e redução da expansão da superfície foliar, assim como observado nos trabalhos de Bezerra et al. (2016), Moura et al. (2016) e Andrade et al. (2018), avaliando a produção de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina.

No presente trabalho, houve pequenas restrições do efeito da irrigação com água salina, mesmo com a irrigação de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ na ausência de adubação silicatada. Esse fato está relacionado à maior tolerância da variedade BRS Gigante Amarelo utilizado no presente estudo, assim como é relatado por Moura et al. (2016) e Andrade et al. (2018). Essa tolerância foi intensificada com aplicação do silicato de cálcio, permitindo a produção de mudas com crescimento adequado mesmo com a irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, nível de salinidade apontado pelos autores supracitados como extremamente crítico para o desenvolvimento do maracujazeiro.

Apesar de o Si não ser considerado elemento essencial, verifica-se que a adubação silicatada otimiza alguns processos fisiológicos nas plantas, aumentando significativamente o rendimento de espécies cultivadas, notadamente pelo acúmulo e polimerização de silicatos em células epidérmicas (GIONGO; BOHNEN, 2011). De acordo com Peixoto et al. (2011), esse mecanismo atua formando uma camada dupla de cutícula-silício, que reduz substancialmente a transpiração, melhorando o consumo e eficiência do uso da água, melhorando, portanto, a tolerância à escassez de água, devido ao efeito osmótico causado pela salinidade. Além disso, o Si tem funções fisiológicas que aumentam o metabolismo antioxidante, reduzindo o estresse oxidativo nas plantas (SHI et al., 2013).

Assim como observado para o crescimento, o acúmulo de massa seca na parte aérea das mudas irrigadas com água de $0,5$ e $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ teve comportamento linear crescente em função das doses de silicato de cálcio, com acréscimos de $0,25$ e $0,14 \text{ g}$ de massa seca para cada aumento de 1 g na dose de silicato de cálcio (Figura 4A). No nível de salinidade de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, não houve ajuste significativo para o acúmulo de massa seca nas raízes, sendo averiguada a média de $0,794 \text{ g}$ por planta (Figura 4B). Entretanto, houve comportamento

linear crescente em função das doses de silicato de cálcio na massa seca das raízes das mudas irrigada com água de 1,7 dS m⁻¹, com incrementos unitários de 0,04g em detrimento das doses crescentes de silicato de cálcio (Figura 4B). Na massa seca total, que se dá em função da massa seca da parte aérea e raiz, o comportamento linear crescente em detrimento das doses crescentes de silicato de cálcio persiste nas mudas irrigadas com água de 0,5 e 1,7 dS m⁻¹, verificando-se aumento 92,0 e 64,7%, ao comparar os resultados das doses 0,0 e 6,66 g de CaSiO₃, respectivamente (Figura 4C).



* e NS = significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Figura 4. Massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) de plantas de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina sob diferentes doses de silício. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Nas plantas irrigadas com água de alta salinidade (4,0 dS m⁻¹), o comportamento do acúmulo de massa seca da parte aérea, raiz e total foi quadrático, tendo as doses de 3,29, 3,78 e 3,48 g de CaSiO₃ proporcionado os maiores acúmulos de massa secam, 1,57, 0,71 e 2,27 g por planta, respectivamente (Figuras 4A, B e C). É importante salientar que a adubação

silicatada em todas as doses promoveu acúmulo de massa seca superior à dose zero. Entretanto, a massa seca da raiz foi a mais incrementada pela aplicação das doses de silicato de cálcio.

A redução do acúmulo de biomassa em mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com água salina foram observadas por Oliveira et al. (2015), avaliando a interação salinidade da água de irrigação e substratos, bem como por Nascimento et al. (2017), avaliando a interação entre salinidade da água de irrigação e da adubação orgânica com biofertilizantes via solo. Os autores observaram drásticas reduções no acúmulo de biomassa das mudas irrigadas com água de salinidade superior a $2,0 \text{ dS m}^{-1}$. As reduções no acúmulo de biomassa foram atribuídas ao acúmulo de sais no solo, ocasionando sua absorção e o efeito iônico, que ocasiona toxicidade por íons específicos, em especial os íons de Cl^- e Na^+ , além de que o acúmulo desses íons no solo ocasiona o desbalanço nutricional devido ao efeito de competição iônica, do Na^+ com K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , afetando os processos metabólicos e o acúmulo de biomassa (ESTEVEZ; SUZUKI, 2008; SYVERTSEN; GARCIA-SANCHEZ, 2014; OLIVEIRA et al., 2015).

No presente trabalho, apesar de terem ocorrido reduções no acúmulo de biomassa das plantas comparando a salinidade de $0,5$ e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ na dose zero de silicato de cálcio, principalmente nas raízes, o incremento das doses silicatadas influenciou positivamente na mitigação do estresse salino referente ao acúmulo de biomassa das mudas de maracujazeiro, haja vista que a irrigação com água de alta salinidade elevou a PST do solo de aproximadamente $4,67$ para $12,30\%$, ao comparar com o menor nível de salinidade (Tabela 1). De acordo com Shi et al. (2013), o Si diminui a concentração de sais na planta devido à diminuição da transpiração por acumulação do elemento nas folhas, como também diminui o transporte de Na^+ nas raízes. Avaliando genótipos de cana-de-açúcar sob estresse salino, Ashraf et al. (2010) relatam que a tolerância ao sal induzido por Si em genótipos de cana de açúcar está associada à diminuição da concentração de Na^+ e ao aumento da concentração de K^+ , particularmente na parte aérea, com melhoria na relação K^+/Na^+ da parte aérea de ambos os genótipos. Tuna et al. (2008), avaliando a interação entre silício e estresse salino em plantas de trigo, constataram que o silício aplicado nas plantas de trigo submetidas a estresse salino diminuiu a permeabilidade da membrana plasmática ao sódio, mantendo-a para o potássio e cálcio, aliviando o estresse causado pelo sal. Além disso, os autores constataram que o transporte de sódio dentro das raízes foi moderadamente reduzido pela adição de silício em condições de estresse salino.

Tais resultados confirmam que aplicação do silicato de cálcio não só mitiga, como ampliou o desenvolvimento das mudas de maracujazeiro irrigadas com água salina de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, que está acima da salinidade limiar da água para a cultura, $2,1 \text{ dS m}^{-1}$, encontrada por Araújo et al. (2013) e Moura et al. (2016), na fase de mudas. Esses autores verificaram que águas salinas acima do limiar da cultura do maracujazeiro reduzem drasticamente seu crescimento e acúmulo de biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo e silvestres. Com isso, a adubação com $3,5 \text{ g}$ de silicato de cálcio por planta é uma estratégia que viabiliza a produção de mudas de maracujazeiro irrigado com água de altas salinidades ($4,0 \text{ dSm}^{-1}$).

5. CONCLUSÕES

A utilização de água salina de poço de até $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ não apresenta restrição para produção de mudas de maracujazeiro amarelo cv. BRS Gigante Amarelo.

A utilização de água com salinidade de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ restringiu o desenvolvimento inicial e o acúmulo de biomassa das mudas de maracujazeiro, sendo a massa seca da raiz a variável mais afetada.

A aplicação do silicato de cálcio na dose média de $3,5 \text{ g}$ por planta mitiga o estresse salino sobre o desenvolvimento inicial e acúmulo de biomassa de mudas de maracujazeiro irrigas com salinidade de até $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, M. M. Beneficial effects of diatomite on growth, the biochemical contents and polymorphic DNA in *Lupinus albus* plants grown under water stress. **Agriculture and Biology Journal of North America**, Milford, v. 2, n. 2, p. 207-220, 2011.
- AHMED, B. A. E.; MORITANI, I. S. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, n. 1, p. 165-170, 2010.
- ALCARDE, J. C. **Corretivo de acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 26p. (Boletim Técnico, 6).
- ANDRADE, J. R. et al. Germination and morphophysiology of passion fruit seedlings under salt water irrigation. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 3, p. 229-236, 2018.
- ANDRADE, S. R. M. et al. **Limpeza clonal de maracujá para eliminação do vírus do endurecimento do fruto**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.
- ARAÚJO, W. L. et al. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo irrigadas com água salina. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 15-19, 2013.
- ASHRAF, M. et al. Alleviation of detrimental effects of NaCl by silicon nutrition in salt-sensitive and salt-tolerant genotypes of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Plant and Soil**, Crawley, v. 326, n. 1, p. 381-391, 2010.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999.153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.
- BEZERRA, J. D. et al. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 4, p. 502-508, 2016.

BRASIL, E. C.; NASCIMENTO, E. V. S. Influência de calcário e fósforo no desenvolvimento e produção de variedades de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 892-902, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.º 289/10. **Aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de maracujá no Estado da Bahia**, 2010.

CASIERRA-POSADA, F. C. et al. Growth of banana passion fruit seedlings (*Passiflora tripartite* var. Mollissima (kunth) I. H. Bailey) under saline stress. **Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica**, Bogotá, v. 14, n. 1, p. 31-38, 2011.

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, L. F. et al. Maracujá-amarelo e salinidade. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (org.). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 91-114.

CAVALCANTE, L. F. et al. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.

CERVI, A. C. Espécies de *Passiflora* L. (Passifloriaceae) publicadas e descritas nos últimos 55 anos (1950-2005) na América do Sul e principais publicações brasileiras. **Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 27, n. 61, p. 19-24, 2005.

CERVI, A. C. O gênero *Passiflora* (Passifloraceae) no Brasil, espécies descritas após o ano de 1950. **Adumbrationes ad Summae Editionem**, Madrid, v. 16, n. 4, p. 1-5, 2006.

CONCEIÇÃO, E. G. J. **Uso do silício na nutrição da bananeira e no controle do Mal-do-Panamá**. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

DALLAGNOL, L. J. et al. Defective active silicon uptake affects some components of rice resistance to brown spot. **Phytopathology**, Sant Paul, v. 99, n. 1, p. 116-121, 2009.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LARCERDA, C. F. (org.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 129-141.

DIAS, T. J. et al. Atributos químicos do solo irrigado com águas salinas e uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. **Revista Principia**, João Pessoa, v. 1, n. 27, p. 19-29, 2015.

DIETZEL, M. Dissolution of silicates and the stability of polysilicic acid. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Gottingen, v. 64, n. 19, p. 3275-3281, 2000.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. Londrina: Planta, 2006.

ESTEVEZ, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.

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, S. G. M. **Desenvolvimento e fitossanidade de videiras e ameixeiras tratadas com silício em sistema orgânico**. 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.

FERREIRA, S. M. **O efeito do silício na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.): aspectos bioquímicos, qualidade da fibra e produtividade**. 2008. 67f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

GIONGO, V.; BOHNEN, H. Relação entre alumínio e silício em genótipos de milho resistente e sensível a toxidez de alumínio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 348-356, 2011.

GOMES, F. B. et al. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1209-1213, 2008.

GUILHERME, E. A. et al. Desenvolvimento de plantas adultas de cajueiro anão precoce irrigadas com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, suplemento, p. 253-257, 2005.

HOLANDA FILHO, R.S.F.et al. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.1, p.60-66, 2011.

IBGE- **Levant. Sistem. Prod. Agríc.** Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 1-81, 2017.

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

KIM, Y. H. et al. Silicon application to rice root zone influenced the phytohormonal and antioxidant responses under salinity stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, Melbourne, v. 33, n. 2, p. 137-149, 2014.

KORNDÖRFER, G. H. Otimização da Produção. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v., n. 117, p. 1-3, 2007.

KORNDÖRFER, G. H. et al. **Análise de silício**: solo, planta e fertilizante. Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, 2004. 34 p. (Boletim Técnico, 2).

LIMA FILHO, O. F. O silício é um fortificante e antiestressante natural das plantas. **Revista Campo e Negócios**, Uberlândia, n. 1, p. 67-70, 2005.

LIMA FILHO, O. F. et al. O silício na agricultura. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 87, p. 1-7, 1999. (Encarte técnico)

MA, J. F. et al. Silicon transporter in rice. **Nature**, New York, v. 440, n. 7084, p. 688- 691, 2006.

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.

MEDEIROS, A. M.; PERUCH, L. A. M. Fungicidas e argila silicatada no controle da antracnose do maracujá amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n.5, p. 1803-1808, 2012.

MEDEIROS, J. F. et al. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do Maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, suplemento, p. 83-91, 2011.

MELETTI, L.M.M. et al. **Maracujá**. Série Frutas Nativas (6). Jaboticabal, SP: Funep, 2010. 55p.

MOURA, R. S. et al. Tolerance of passion fruit species under salt stress. **International Journal of Current Research**, Veeranam, v. 8, n. 9, p. 37689-37695, 2016.

NASCIMENTO, A. C. **Produtividade, incidência e severidade de doenças em nove genótipos de maracujazeiro azedo sob três níveis de adubação potássica no Distrito Federal**. 2003. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

NASCIMENTO, E. S. et al. Formação de mudas de maracujazeiro amarelo irrigadas com águas salinas e biofertilizantes de esterco bovino. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2017.

NOGUEIRA, E. A. et al. **Produção integrada de frutas**: a inserção do maracujá paulista. 2003. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=892>>. Acesso em 31 mai. 2017.

NUNES, J. C. et al. Seedlings of yellow passion fruit in soils degraded by salts treated with bovine biofertilizer. **Científica**, Jaboticabal, v. 44, n. 1, p. 91-101, 2016.

NUNES, T. S.; QUEIROZ, L. P. Uma nova espécie de *Passiflora* L. (*Passifloraceae*) para o Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 499-502, 2007.

OLIVEIRA, F. A. et al. Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 4, p. 471-478, 2015.

PEIXOTO, M. L. et al. Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biotipo b (genn.) (*hemiptera: aleyrodidae*) em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 478-481, 2011.

POZZA, A. A. A. **Silício em mudas de cafeeiro**: Efeito na nutrição mineral e na susceptibilidade à cercosporiose em três variedades. 2004. 130f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

PRADO, R. M.; NATALE, W. Aplicação do silicato de cálcio em Argissolo Vermelho no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 26, no. 4, p. 387-393, 2004.

QUEIROZ, A. A. **Interação do silicato de cálcio e magnésio granulado em mistura com adubos fosfatados solúveis**. 2006. 135p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

RAIJ, B. VAN; **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.

RHOADES, J. D. et al. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO (Irrigation and Drainage Paper, 48) 133p, 1992.

RODRIGUES, F. A. **Silício na agricultura**. 5. ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 111-134.

RODRIGUES, F. A. et al. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: A potential mechanism for blast resistance. **Phytopathology**, Sant Paul, v. 94, n. 2, p. 177-183, 2004.

SÁ, F. V. S. et al. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 544-556, 2015.

SANTOS, G. R. et al. Fontes e doses de silício na severidade do cretamento gomoso e produtividade da melancia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 266-272, 2010.

SCHMILDT, E. R. et al. Equações para estimar área foliar de maracujá amarelo. **Nucleus**, Ituverava, v. 13, n. 1, p. 97-104, 2016.

SHEN, X. et al. Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 167, n. 15, p. 1248–1252, 2010.

SHI, Y. et al. Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 170, n. 9, p. 847-853, 2013.

SILVA, M. I. L. **Silício como atenuante do estresse salino sobre o crescimento e composição químico-bromatológica da *Brachiaria Brizantha* cv. mg5**. 2015. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Garanhuns, 2015.

SILVA, R. M. **Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo com diferentes tipos de enxertia e uso da câmara úmida.** 2012. 59f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2012.

SOUSA, G. B. et al. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 172-180, 2008.

SOUZA, B. N. **Silício no desenvolvimento morfofisiológico de mudas de maracujazeiro amarelo.** 2015. 79f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia/Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SOUZA, J. T. A. et al. Effects of water salinity and organomineral fertilization on leaf composition and production in *Passiflora edulis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 8, p. 535-540, 2018.

SYVERTSEN, J. P.; GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 103, n. 4, p. 128-137, 2014.

TISDALE, S. L. et al. **Soil fertility and fertilizers: micronutrients and other beneficial elements in soil and fertilizers.** 4.ed., 1985.

TUNA, A. L. et al. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 62, n. 1, p. 10-16, 2008.

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