



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BÁRBARA OLIVEIRA SILVA

ÁCIDO SILÍCICO NA MORFOLOGIA DE MUDAS DE BATATA-DOCE *IN VITRO*

FORTALEZA

2022

BÁRBARA OLIVEIRA SILVA

ÁCIDO SILÍCICO NA MORFOLOGIA DE MUDAS DE BATATA-DOCE *IN VITRO*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

Coorientadora: Ms. Laila Sabrina Queiroz Nazareno.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S578Á Silva, Bárbara Oliveira.
Ácido silfícico na morfologia de mudas de batata-doce in vitro / Bárbara Oliveira Silva. – 2022.
28 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

Coorientação: Profa. Ma. Laila Sabrina Queiroz Nazareno.

1. Ipomoea batatas (L.) Lam.. 2. Micropropagação. 3. Silício. I. Título.

CDD 630

BÁRBARA OLIVEIRA SILVA

ÁCIDO SILÍCICO NA MORFOLOGIA DE MUDAS DE BATATA-DOCE *IN VITRO*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 22/11/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ms. Lailla Sabrina Queiroz Nazareno (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Gabrielen De Maria Gomes Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ms. Caris dos Santos Viana
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus.

A minha mãe, meu esposo e irmãos.

Aos professores e colegas pelo incentivo no decorrer do curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir concluir este curso. À minha mãe, Maria Danúbia de Oliveira pelo apoio financeiro e compreensão no decorrer destes anos. Aos meus irmãos Tainá e Natan Oliveira pelo incentivo e a meu esposo, Ismannye Honorato por não me deixar desistir e me motivar constantemente.

Ao professor Marcelo Guimarães pela oportunidade da orientação deste trabalho de conclusão de curso no Laboratório de Cultura de Tecidos e por me permitir estagiar na Horta Didática da UFC.

A Lailla Nazareno pela coorientação e dedicação na elaboração do meu experimento, junto ao Jorge Braga. Seu esforço e empenho em ajudar na idealização, elaboração e finalização deste trabalho foi essencial para realização desta monografia e minha formação.

A todos os colegas que participaram ativamente da minha vida acadêmica com estudos compartilhados, trabalhos executados, conselhos, motivação, conversas e gargalhadas jogadas fora durante os intervalos das aulas e os aborrecimentos que nos fazem evoluir.

Obrigada a todos!

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores;
senão houver flores, valeu a sombra das folhas;
se não houver folhas, valeu a intenção da
semente.” (HENFIL).

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma hortaliça que possui grande importância socioeconômica para o país. No entanto, sua propagação ainda apresenta entraves devido à facilidade com que problemas fitossanitários se disseminam. Uma das formas encontradas para reduzir este problema foi a adoção da técnica de cultura de tecidos de plantas. De forma geral, essa técnica permitiu a expansão da produção de mudas de diferentes culturas, sendo possível a produção em larga escala, curto espaço de tempo e a obtenção de plantas com boas condições fitossanitárias. Além disso, outros estudos também já mostraram que o uso de elementos benéficos no meio de cultura, podem contribuir contra doenças e pragas. O silício, por exemplo, é um desses elementos. Esse mineral proporciona maior resistência às paredes celulares, reduzindo a perda de água e problemas com patógenos. Com base nisso, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento de mudas de batata-doce *in vitro*, var. Italiana branca, acrescidas de diferentes concentrações de ácido silícico ($\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, dividido em 6 tratamentos com 15 repetições e 2 explantes por frasco. Os frascos com meio de cultura MS foram acrescidos de ácido silícico de acordo com cada tratamento (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 g L⁻¹). Aos 30 dias, foram avaliados o comprimento da parte aérea (cm), número de folhas, folhas senescentes e massa fresca e seca da parte aérea e da raiz (g). Com base nos dados obtidos verificou-se efeito significativo para o número de folhas e massa seca da parte aérea. Também foi observada uma redução no número de folhas senescentes nos tratamentos com 0,6 e 0,8 g L⁻¹ de ácido silícico no meio de cultura. Conclui-se que o ácido silícico contribui para o desenvolvimento das mudas e diminui a senescência das folhas de mudas de batata-doce cultivadas *in vitro*.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam.; micropropagação; silício.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) is a vegetable that has great socioeconomic importance for the country. However, its propagation still presents obstacles due to the ease with which phytosanitary problems spread. One of the ways found to reduce this problem was the adoption of the plant tissue culture technique. In general, this technique allowed the expansion of the production of seedlings of different cultures, making it possible to produce on a large scale, in a short period of time and to obtain plants with good phytosanitary conditions. In addition, other studies have also shown that the use of beneficial elements in the culture medium can also contribute against diseases and pests. Silicon, for example, is one such element. This mineral element provides greater resistance to cell walls, reducing water loss and problems with pathogens. Based on this, the objective of this work was to evaluate the development of *in vitro* sweet potato seedlings var. Italian white added with different concentrations of silicic acid ($\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). The experiment was set up in a completely randomized design, divided into 6 treatments with 15 replications and 2 explants per flask. Flasks with MS culture medium were added with silicic acid according to each treatment (0.0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0 g L^{-1}). At 30 days, shoot length (cm), number of leaves, senesced leaves, and fresh and dry mass of shoots and roots (g) were evaluated. Based on the data obtained, there was a significant effect for the number of leaves and dry mass of the aerial part. A reduction in the number of senescent leaves was also verified in the treatments with 0.6 and 0.8 g L^{-1} of silicic acid in the culture medium. It is concluded that silicic acid contributes to seedling development and decreases leaf senescence in sweet potato seedlings grown *in vitro*.

Keywords: *Ipomoea batatas* (L.) Lam.; micropropagation; silicon.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	Batata-doce	11
2.2	Cultura de tecidos de plantas.....	12
2.3	Silício (Si)	12
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5	CONCLUSÃO	20
	REFERÊNCIAS	21
	APÊNDICE A – IMAGENS DO EXPERIMENTO	28

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma hortaliça que possui alto valor nutricional e baixo índice glicêmico, apresentando propriedades antidiabética, anti-inflamatória e vasodilatadora (RAMOS; GONÇALVES; ABREU, 2021). É considerada uma ótima fonte de carboidratos, aminoácidos, fibras e vitaminas, além de conter ação antioxidante (JESUS *et al.*, 2018).

O cultivo da batata-doce tem grande importância econômica para o país, principalmente para a região Nordeste, que no ano de 2021 registrou uma produção em torno de 104 mil toneladas. O estado do Ceará é o maior destaque na região, ocupando o terceiro lugar no ranking de maiores produtores no Brasil (IBGE, 2021).

O aumento pelo consumo da batata-doce traz a necessidade em se expandir a produtividade, no entanto, apesar de ser uma cultura que apresenta baixos requisitos para seu cultivo, exigindo pouca entrada de insumos, sua propagação ainda apresenta dificuldades, devido aos altos índices de disseminação de doenças. De forma geral, a batata-doce serve de hospedeiro para diversas espécies fitopatogênicas, como fungos, bactérias e nematóides, causando danos severos e irreversíveis a produção de suas túberas (MELLO, 2019; LIMA, 2022). Tal condição, requerer a adoção de novas técnicas que possam não só reduzir a contaminação das plantas, mas, também, que possa ser eficiente para uma produção em larga escala.

Diversas pesquisas, com outras espécies, têm apresentado resultados positivos para esses entraves ao adotarem a cultura de tecidos de plantas para a obtenção de mudas saudáveis e uniformes, em um curto período de tempo (VIGANÓ *et al.*, 2019). Para a batata-doce, o uso dessa técnica também não é recente. Nos últimos anos tem se buscado atualizar seu protocolo de cultura *in vitro*, principalmente, alterando-se a composição do meio de cultura (CARMARGO; MENEGUZZI; RUFATO, 2020), com o objetivo de se melhorar as respostas ao crescimento das plantas. A adição de nutrientes, vitaminas e fontes de energia tem demonstrado bons efeitos em pesquisas que foquem no maior crescimento de plantas *in vitro* (LAZZARINI *et al.*, 2020). Além desses, diversos trabalhos têm relatado efeitos positivos à diversas espécies vegetais crescidas em meios acrescidos de elementos benéficos, como o Silício (Si) (DIAS *et al.*, 2017; ASSIS *et al.*, 2018; LAZZARINI *et al.*, 2020; MOREIRA, 2022).

O Si se deposita na parede celular das células das plantas. De forma geral, atua elevando a hemicelulose e a lignina, proporcionando uma maior resistência dessa parede, promovendo a

diminuição da perda de água e reduzindo a incidência de doenças e pragas nos vegetais (COSTA *et al.*, 2018; REZENDE *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar com este trabalho o desenvolvimento de mudas de batata-doce *in vitro*, submetidas a meio de cultura acrescido de diferentes concentrações de ácido silícico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Batata-doce

A *Ipomoea batatas* L. (Lam.), ou batata-doce como é popularmente conhecida, é a principal cultura de caráter econômico da família Convolvulaceae, sendo uma das hortaliças mais consumidas e produzidas no Brasil (MARTINS FILHO, 2021). A batata-doce é amplamente utilizada na alimentação humana e animal, além de ser alvo de estudos para a produção de biocombustíveis (MASIERO, 2017; FRANCO; FRANCO, 2021).

Essa espécie é fonte de carboidratos, sais minerais e vitaminas, além de possuir elevado valor nutricional. Ressalta-se sua facilidade de plantio e baixo custo de produção, tornando-a uma cultura importante aos produtores, pois pode gerar fonte de renda e reduzir o êxodo rural (NOGARA, 2018; TRONI, 2019; DEWIR *et al.*, 2020).

No Brasil, a produção de batata doce se destaca nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste (MASIERO, 2017). De acordo com os dados de Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), o Ceará assumiu a terceira posição em volume de produção, passando de, aproximadamente, 72 mil toneladas em 2018, para um pouco mais de 104 mil toneladas em 2021, ficando atrás apenas do Rio Grande do Sul e de São Paulo.

A propagação dessa hortaliça ocorre através do plantio de ramas-sementes (secções de ramas) ou de raízes (túberas). Seu cultivo é classificado como rústico, por possuir baixo valor empregado na produção, ciclo curto e adaptação a diferentes ambientes (OLIVEIRA, 2018; LIMA, 2022). Apesar de parecer simples e economicamente viável, tais vantagens são minimizadas, devido a quantidade de doenças que podem se disseminar a partir desse tipo de propagação.

Doenças fúngicas, bacterianas e, principalmente, viróticas, acometem a cultura da batata-doce o que influencia no desenvolvimento de suas plantas e raízes, além de causar baixa uniformidade e produtividade nos plantios (MASIERO, 2017). De forma geral, as doenças são de difícil controle e podem levar a perda de toda a produção, já que afetam as plantas de forma irreversível, diminuindo sua qualidade e, conseqüentemente, reduzindo seu valor comercial. Além disso, pode ocorrer a degenerescência genética, o que pode ser disseminado de uma geração a outra, através da propagação de seu material vegetativo, o que reduz sua produção a cada ciclo (AMARO *et al.*, 2019; MELLO, 2019; CRUZ *et al.*, 2022).

2.2 Cultura de tecidos de plantas

A cultura de tecidos de plantas é uma técnica biotecnológica que permite a utilização de pequenos fragmentos de tecidos ou órgãos vegetais, denominados explantes, com a finalidade de se produzir novas plantas (RODRIGUES *et al.*, 2022). Dentre as várias técnicas de se utilizar a cultura de tecidos, a micropropagação é uma das principais, sendo muito utilizada para obtenção de espécies de difícil propagação, produzindo mudas em larga escala, curto espaço de tempo, pequeno espaço físico, além de proporcionar mudas em boas condições fitossanitárias e de alto padrão (VIGANÓ *et al.*, 2019; SINGH; SINGH, 2021).

Na micropropagação, os explantes são cultivados em meio de cultura no qual as plantas se regenerarão pela sua capacidade de totipotência, o que consiste na diferenciação celular, formando tecidos diferentes e gerando uma nova planta (MASIERO, 2017). Um dos principais fatores que garantem o sucesso da micropropagação é o processo de assepsia e estabelecimento dos explantes *in vitro*, sendo importante que ocorra em ambiente controlado, totalmente higienizado e livre de patógenos (SANTOS *et al.*, 2021).

A composição do meio de cultura desempenha papel fundamental nas respostas de crescimento celular, podendo influenciar na produção, uma vez que a formulação do meio precisa atender às necessidades nutricionais do explante, requerendo meios nutritivos compostos por minerais, vitaminas e fontes de energia (VIGANÓ *et al.*, 2019, CAMARGO; MENEGUZZI; RUFATO, 2020).

Muitos estudos com micropropagação de plantas já vêm sendo desenvolvidos com algumas culturas alimentares, como é o caso da bananeira, morangueiro, abacaxizeiro e batateira (PARANATINGA *et al.*, 2018, PASQUAL *et al.*, 2018, PINHEIRO; CARVALHO; MARTINS, 2018, PEREIRA *et al.*, 2020, CAMARGO; MENEGUZZI; RUFATO, 2020; VIEIRA *et al.*, 2021). No entanto, é necessário o desenvolvimento de novas pesquisas que, além de contribuir para o estabelecimento e produção de outras espécies, como a batata-doce, também possam auxiliar no desenvolvimento de outros aspectos fisiológicos e ou nutricionais, a partir da adição de novos componentes ao meio de cultura.

2.3 Silício (Si)

O Si é considerado um elemento químico benéfico às plantas. Ele encontra-se no solo adsorvido nos colóides, nos minerais silicatados ou disponíveis a partir da decomposição de resíduos culturais. Suas perdas se dão por lixiviação e adsorção em óxidos e hidróxidos de Fe

e Al (SANTOS *et al.*, 2021). Sua aplicação é considerada benéfica para diferentes culturas de interesse econômico, como a batata-doce, abacaxi e arroz, já que proporcionam a produção de respostas que melhoram seu desenvolvimento e crescimento diante de estresses edafoclimáticos que possam vir a sofrer (SANTOS *et al.*, 2021). Alguns trabalhos já realizados citam o benefício do uso do silício em diferentes espécies de plantas como a diminuição da ocorrência de uma espécie de percevejo na cultura do arroz (COUTINHO, 2022); melhoramento da estrutura das plântulas (*in vitro*) de physalis (*Physalis peruviana*) (LAZZARINI *et al.*, 2020); e, diminuição da ferrugem asiática em soja (GUAZINA *et al.*, 2019).

A planta absorve o silício na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4), sendo transportado pelo xilema para sua parte aérea (BATISTA, 2021). Em seguida, ele é depositado na parede celular promovendo, na planta, uma barreira física contra a infecção e ou infestação em seu caule e folhas. Isso ocorre porque os insetos não conseguem perfurar a parede celular para alimentar-se, além de dificultar a digestão dos herbívoros (COUTINHO, 2022).

Sua assimilação contribui para ativar mecanismos de defesa, quando estas sofrem ataques de patógenos. Neste caso, o Si atua como um sinalizador bioquímico para a síntese e acúmulo de compostos fenólicos e enzimas, que tornam as plantas mais resistentes às pragas. Além disso, o silício induz o aumento de lignina, o que enrijece os tecidos da parede celular, dificultando a entrada de patógenos (GUAZINA; THEODORO, 2017).

As principais fontes de Si, comercializadas, apresentam-se na forma de silicatos de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em pó ou granulado e silicato de (potássio) K na forma líquida, sendo este último usado em aplicações foliares. Tais produtos também são empregados para utilização na correção do solo (SANTOS *et al.*, 2021) e, atualmente, tem sido utilizado na formulação de meios de cultura de mudas *in vitro* (DIAS *et al.*, 2017).

O ácido silícico também é uma fonte de Si amplamente utilizada por ser mais estável e capaz de formar ácido ortossilícico que, quando diluído, possibilita o aumento da absorção do silício pelas plantas (CRUSCIOL *et al.*, 2013). Desta forma, não há necessidade de se utilizar altas concentrações, visto que, o silício já fica prontamente disponível para ser absorvido por elas (OLIVEIRA, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Culturas de Tecidos Vegetais, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Utilizou-se mudas de batata-doce var. Italiana branca, cultivadas *in vitro* em meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), adquiridas junto a empresa Bioclone[®].

Explantos com dois nós e uma folha foram inoculados em frascos com 40 mL de meio de cultura MS, 30 g L⁻¹ de sacarose, acrescidos de diferentes concentrações de ácido silícico (SiO₂.xH₂O) de acordo com cada tratamento (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 g L⁻¹) e solidificado com 5,8 g L⁻¹ de ágar (Marca HIMEDIA[®]). O pH do meio de cultura foi ajustado para 5,8 ± 0,2, e os frascos contendo os tratamentos foram autoclavados a 121 °C por 15 min a 1,2 atm.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 15 repetições, sendo cada repetição composta por 2 segmentos/frasco, totalizando 30 explantes/tratamento. Após a inoculação dos explantes, os tratamentos foram mantidos em sala de crescimento sob temperatura de 25 ± 2 °C, em fotoperíodo de 16 horas de luz e com intensidade luminosa de 52,5 μmol m⁻² s⁻¹.

Aos 30 dias após a inoculação, foram avaliados o comprimento da parte aérea (CPA) (com auxílio de uma régua graduada em mm), número de folhas (NF), folhas senescentes (NFS), presença de brotos (PB), massas frescas da parte aérea (MFPA, g) e da raiz (MFR, g), essas duas últimas com auxílio de uma balança de precisão. Os materiais frescos foram então submetidos a secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura constante em 65 °C, por 72 horas, sendo então obtidos os resultados de massa seca da parte aérea (MSPA, g) e da raiz (MSR, g).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), empregando-se o teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do Software R Core Team (2022) e, quando verificado efeito significativo, realizou-se análise de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados submetidos à análise de variância (ANOVA) demonstraram que o efeito foi significativo ($p < 0,05$) para as variáveis: número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA). Para as demais variáveis, não houve diferença significativa entre os tratamentos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para os caracteres fitotécnicos avaliados em mudas de batata-doce var. Italiana branca submetidas a diferentes concentrações de ácido silícico *in vitro*, aos 30 dias. UFC, Fortaleza, CE, 2022.

Fontes de variação	QUADRADO MÉDIO						
	GL ¹	CPA	NF	MFPA	MFR	MSPA	MSR
Tratamentos	5	0,56 ^{ns}	39,06*	0,16 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,01*	0,01 ^{ns}
Resíduo	66	0,57	9,68	0,09	0,10	0,00	0,00
Total	71	-	-	-	-	-	-
CV (%)		22,58	22,68	26,39	29,66	25,74	29,42

Fonte: Própria autora.

1. Grau de liberdade (GL). Comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR). *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$).

Com relação aos dados obtidos pelo teste de comparação de médias, os tratamentos com ácido silícico foram os que apresentaram os maiores valores, não tendo se diferenciado entre si, mas do controle, tanto para o NF, como para a MSPA (Tabela 2), para as concentrações de $0,6 \text{ g L}^{-1}$ e $1,0 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 2 - Comparação de médias para os caracteres fitotécnicos, aos avaliados em mudas de batata-doce var. Italiana branca submetidas a diferentes concentrações de ácido silícico *in vitro*, aos 30 dias. UFC, Fortaleza, CE, 2022.

(continua)

Concentração de Si (g L^{-1})	CPA (cm)	NF	MFPA (g)	MFR (g)	MSPA (g)	MSR (g)
0	3,62a	10,83b	0,94a	1,08a	0,06b	0,06a
0,2	3,60a	12,50ab	1,18a	1,16a	0,07ab	0,06a
0,4	3,17a	13,75ab	1,08a	0,91a	0,07ab	0,05a

Tabela 2 - Comparação de médias para os caracteres fitotécnicos, aos avaliados em mudas de batata-doce var. Italiana branca submetidas a diferentes concentrações de ácido silícico *in vitro*, aos 30 dias

(conclusão)

Concentração de Si (g L ⁻¹)	CPA (cm)	NF	MFPA (g)	MFR (g)	MSPA (g)	MSR (g)
0,6	3,23a	15,33a	1,14a	1,06a	0,07ab	0,06a
0,8	3,24a	14,33ab	1,17a	1,05a	0,07ab	0,06a
1,0	3,14a	15,58a	1,30a	1,20a	0,08a	0,07a

Fonte: Própria autora.

Nota: Comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR). *Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os resultados obtidos neste trabalho diferem parcialmente do estudo realizado por Lazzarini *et al.* (2020) que ao trabalharem com physális e ácido silícico, verificaram que o comprimento de parte aérea e o número de folhas entre os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

Quanto ao NF, Ferreira *et al.* (2019) também observaram que tratamentos com Si proporcionaram a produção de maiores valores em batata-silvestre (*Solanum commersonii*). Neste trabalho, foi verificado que a concentração de 1,0 g L⁻¹ de Si foi a que possibilitou a obtenção do maior número por mudas de batata-doce.

Quanto a MSPA, respostas similares foram observadas no trabalho realizado por Asmar *et al.* (2011) com bananeira ‘maçã’. Segundo os pesquisadores, os tratamentos com Si promoveram a obtenção de plantas com maior peso de massa seca quando comparado ao tratamento controle, sem uso de silício. Da mesma forma, Batista (2021), trabalhando com mudas de orquídea (*Cattleya amethystoglossa*), observaram que maiores concentrações de ácido monossilícico proporcionaram maiores médias de massa seca de parte aérea.

De forma geral, alguns estudos têm mostrado que, após absorvido, o Si é assimilado pelos tecidos do caule e da folha, acumulando-se nas paredes celulares. Quando este acúmulo ocorre em paredes de órgãos de transpiração, como nos estômatos das folhas, forma-se uma camada protetora que diminui a taxa de transpiração da planta (SANTOS *et al.*, 2021).

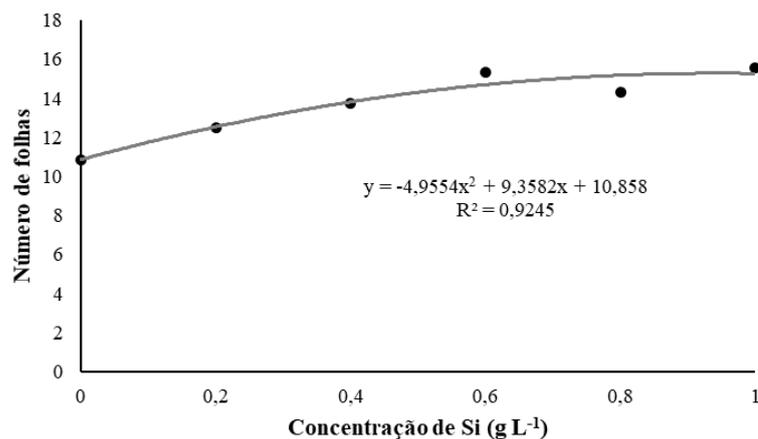
Dias *et al.* (2014), observou em seu trabalho *in vitro* com *Anthurium adreaenum* cv. Rubi que, a presença de silicato de cálcio, aumentava a deposição de cera na superfície da folha

o que reduzia a sua temperatura e taxa de transpiração aumentando sua tolerância o estresse hídrico, característica desejável para condições *ex vitro*, já que favorece sua aclimatação.

Com essa proteção nas folhas, as plantas tendem a ficar com seus estômatos abertos por mais tempo, o que pode permitir maior influxo de CO₂ e, conseqüentemente, maiores taxas fotossintéticas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Tal condição ajuda a explicar o fato de as plantas aumentarem seu tamanho mais rapidamente e produzirem maior quantidade de folhas para aumentar a captação de luz.

Analisando o gráfico de regressão do número de folhas, percebe-se que houve incremento no número conforme o aumento na concentração de silício (FIGURA 1).

Figura 1 – Gráficos de regressão do número de folhas, avaliado em mudas de batata-doce var. Italiana branca, submetidas a diferentes concentrações de ácido silícico *in vitro*, aos 30 dias.



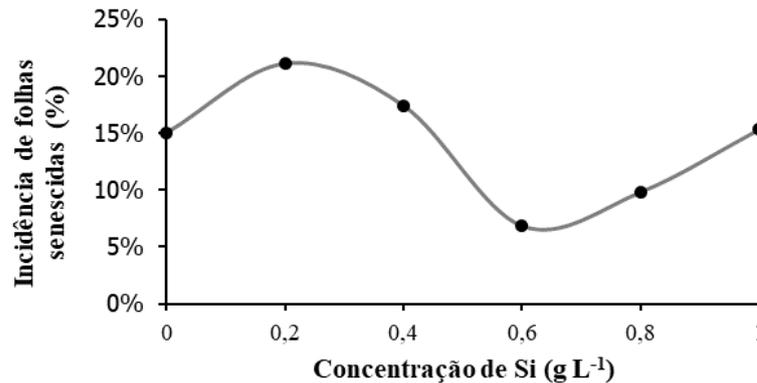
Fonte: Elaborado pela própria autora (2022).

Em um trabalho de Dias *et al.* (2017) com o uso de silicato de sódio em *Anthurium adreaenum* cv. Rubi, observou-se comportamento semelhante, para a qual foi verificada a presença de um pico da função (0,7 mg L⁻¹ de Si), a partir da qual observou-se redução no número de folhas.

Quanto a presença de brotos, observou-se que as mudas, independentemente do tratamento realizado, sempre apresentaram brotações ao longo do tempo, sendo que ao final do experimento todas as repetições apresentaram brotos. Em trabalhos futuros sugere-se a quantificação dos mesmos de forma individualizada por tratamento. Isso porque, quanto maior o número de brotos produzidos, maior é a quantidade de segmentos nodais e internodais que poderão ser utilizados como propágulos para produção de mudas em larga escala (FERREIRA *et al.*, 2019).

Para avaliação de folhas senescentes, observa-se na Figura 2 uma aparente redução para a concentração de $0,6 \text{ g L}^{-1}$, com posterior acréscimo a partir de $0,8 \text{ g L}^{-1}$ de ácido silícico adicionado ao meio de cultura.

Figura 2 - Incidência de folhas senescentes (NFS) em mudas de batata-doce var. Italiana branca submetidas a diferentes concentrações de ácido silícico *in vitro*.



Fonte: Elaborado pela própria autora (2022).

Moraes *et al.* (2011) trabalhando com cana-de-açúcar em diferentes concentrações de silício, verificou aumento da área foliar para os tratamentos com este mineral. Segundo o pesquisador, a maior alocação de assimilados para síntese e crescimento da folha, faz com que ela intercepte mais luz e, conseqüentemente, produza mais fotoassimilados, o que pode ser a causa do aumento na vida útil da folha. No entanto, segundo o pesquisador, a quantidade de silício a ser fornecida não deve extrapolar um determinado limite, já que pode causar fitotoxidez ou desbalanço nutricional prejudicando o crescimento das plantas.

A redução na senescência das folhas ao acrescentar $0,6 \text{ g L}^{-1}$ de Si ao meio de cultura pode estar relacionado ao fato de que há um aumento no acúmulo de silício nesses órgãos, conforme seus tecidos envelheçam. Tal condição, explicaria o fato do silício retardar a senescência das folhas, uma vez que folhas mais velhas tendem a consumir mais água e, conseqüentemente, assimilar mais silício em seus tecidos, o que os tornaria mais resistentes com o decorrer do tempo (COE *et al.*, 2020).

Diferente disso, na concentração $0,8 \text{ g L}^{-1}$ houve um aumento na senescência das folhas, o que pode estar atribuído há um aumento na síntese de etileno em decorrência das maiores concentrações de silício. Machado (2018) trabalhando com a morte programada de células em raízes de arroz, observou que concentrações maiores de silício aceleraram a quantidade de aerênquimas causando a morte celular programada. O autor ainda explica que plantas tratadas

com silício tiveram aumento marcante nas concentrações de produção de etileno, em consonância com o aumento de expressão de genes relacionados à codificação de duas enzimas-chave: ACC sintase, a enzima responsável por converter S-adenosil metionina em ACC, e ACC oxidase, a enzima que converte ACC em etileno.

Apesar do estudo de Machado (2018) não terem sido realizadas avaliações de folhas, com base nos resultados obtidos por ele e observados neste trabalho, sugere-se uma possível relação do aumento da síntese de etileno com o aumento das concentrações de silício, já que o etileno é um hormônio relacionado à senescência de folhas e abscisão foliar (TAIZ *et al.*, 2017).

5 CONCLUSÃO

Os dados apresentados permitem afirmar que o ácido silícico, adicionado ao meio de cultura, interferiu positivamente na produção e retenção de folhas e acúmulo de biomassa de mudas de batata-doce var. Italiana branca *in vitro*.

REFERÊNCIAS

- AMARO, Geovani Bernardo; TALAMINI, Viviane; FERNANDES, Fernanda Rausch; SILVA, Giovani Olegário da; MADEIRA, Nuno Rodrigo. Desempenho de cultivares de batata-doce para rendimento e qualidade de raízes em Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 14, n. 1, e5628, p. 1-6, 2019. DOI:10.5039/agraria.v14i1a5628. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196896/1/4776-15941-2-PB.pdf>. Acesso em: 29 set. 2022.
- ASMAR, Simone Abreu; PASQUAL, Moacir; RODRIGUES, Filipe Almendagna; ARAÚJO, Aparecida Gomes de; PIO, Leila Aparecida Salles; SILVA, Sebastião de Oliveira e. Fontes de silício no desenvolvimento de plântulas de bananeira ‘Maçã’ micropropagadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1127-1131, jul. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/HBrVqdyGFLf8X4kdCjSXxBg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 out. 2022.
- ASSIS, Franscinely Aparecida de; SOUZA, Genaina Aparecida de; DIAS, Gabrielen de Maria Gomes; ASSIS, Gleice Aparecida de; RODRIGUES, Filipe Almendagna; PASQUAL, Moacir; COSTA, Bárbara Nogueira Souza; CARVALHO, Fabio Janoni. Silicon and agar on *in vitro* development of cockscomb (Amaranthaceae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 53, n. 1, p. 30-41, jan.2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000100004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/vJmQcm4L7yvxbqyvB84HKy/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 23 nov. 2022.
- BATISTA, João Eliézer de Souza. **Silício no crescimento e desenvolvimento *in vitro* e na aclimatização de mudas de *Cattleya amethystoglossa* (Orchidaceae)**. 2021. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/214264/batista_jes_tcc_jabo.pdf?sequence=7&isAllowed=y. Acesso em: 31 out. 2022.
- CAMARGO, Samila Silva; MENEGUZZI, Aline; RUFATO, Leo. Cultivo *in vitro* do cultivar italiano de morangueiro Pircinque. **Acta Biológica Catarinense**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 57-74, jan.-mar. 2020. Disponível em: <http://periodicos.univille.br/index.php/ABC/article/view/161/134>. Acesso em: 01 out. 2022.
- COE, Heloisa Helena Gomes; DIAS, Raphaella Rodrigues; RASBOLD, Giliane Gessica; RICARDO, Sarah Domingues Fricks; LEPSCH, Igo Fernando. Mudanças na morfologia dos silicofitólitos de acordo com a senescência das folhas da espécie *Brachiaria decumbens* Wild. In: FRANCISCO, André Luiz Oliveira de (org.). **Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. cap. 4, p. 35-49. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/mudancas-na-morfologia-dos-silicofitolitos-de-acordo-com-a-senescencia-das-folhas-da-especie-brachiaria-decumbens-wild>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- COSTA, Bárbara Nogueira Souza; COSTA, Irton de Jesus Silva; DIAS, Gabrielen de Maria Gomes; ASSIS, Franscinely Aparecida de; PIO, Leila Aparecida Salles; SOARES, Joyce Dória Rodrigues; PASQUAL, Moacir. Morpho-anatomical and physiological alterations of

passion fruit fertilized with silicon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 53, n. 2, p. 163-171, fev. 2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000200004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/P3WrMzXcSDLgcSmsTHNsWyP/?lang=en/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

COSTA, Bárbara Nogueira Souza; RÚBIO NETO, Aurélio; CHAGAS, Edvan Alves; CHAGAS, Pollyana Cardoso; PASQUAL, Moacir; VENDRAME, Wagner Aparecido. Influence of silicon and *in vitro* culture systems on the micropropagation and acclimatization of “Dwarf Cavendish” banana. **Acta Scientiarum Agronomy**, [s.l.], v. 43, e47490, p. 01-06, 2021. ISSN on-line: 1807-8621. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/4RgtVkvWkHDC8sFWr99MkTp/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

COUTINHO, Walter Baida Garcia. **Plantas de arroz fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de *Glypheapomisspinosa* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2022. 42 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2627/1/Versao%20Dissertacao%20%28p%3%b3s%20defesa%29%20-%20Walter%20Baida.pdf>. Acesso em: 06 out. 2022.

CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa; SORATTO, Rogério Peres; CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral; FERRARI NETO, Jayme; COSTA, Claudio Hideo Martins da. Aplicação foliar de ácido silícico nas culturas do arroz e milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2803-2808, nov./dez. 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n6p2803. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94918/1/CPAF-AP-Leaf-application-of-silic.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2022.

CRUZ, Leonor; CRUZ, Joana; DUARTE, Lídia; DIOGO, Eugénio; SÁNCHEZ, Claudia; RUSINQUE, Leidy; INÁCIO, Maria Lurdes; SANTOS, Margarida Teixeira; SOUSA, Esmeraldina; FERREIRA, Maria Elvira. Boas práticas para o controlo de doenças na cultura da batata-doce. **Vida Rural**, [s. l.], p. 62-67, jun. 2022. Seção Hortofruticultura. Disponível em: https://www.inia.pt/images/publicacoes/2022/Boas_praticas_para_o_controlo_de_doencas_n_a_cultura_da_batata-doce_62-67.pdf. Acesso em: 29 set. 2022.

DEWIR, Yaser Hassan; ALDUBAI, Abdulhakim A.; KHER, Mafatlal M.; ALSADON, Abdullah A.; EL-HENDAWY, Salah; AL-SUHAIBANI, Nasser A. Optimization of media formulation for axillary shoot multiplication of the red-peeled sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam.) ‘Abees’. **Chilean Journal of Agricultural Research**, [s. l.], v. 80, n. 1, jan.-mar. 2020. Disponível em: <http://www.bioline.org.br/pdf?cj20001>. Acesso em: 07 out. 2022.

DIAS, Gabrielen de Maria Gomes; SOARES, Joyce Dória Rodrigues; PASQUAL, Moacir; SILVA, Renata Alves Lara; RODRIGUES, Luiz Carlos de Almeida; PEREIRA, Fabrício José; CASTRO, Evaristo Mauro de. Photosynthesis and leaf anatomy of *Anthurium* cv. Rubi plantlets cultured *in vitro* under diferente silicon (Si) concentrations. **Australian Journal of Crop Science**, [s. l.], v. 8, n. 8, p. 1160-1167, 2014. ISSN:1835-2707. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/298344484_Photosynthesis_and_leaf_anatomy_of_Anthurium_cv_Rubi_plantlets_cultured_in_vitro_under_different_silicon_Si_concentrationsP_hotosynthesis_and_leaf_anatomy_of_Anthurium_cv_Rubi_plantlets_cultured_in_vit. Acesso em: 23 nov. 2022.

DIAS, Gabrielen de Maria Gomes; SOARES, Joyce Dória Rodrigues; RIBEIRO, Suelen Francisca; MARTINS, Adalvan Daniel; PASQUAL, Moacir; AVES, Eduardo. Morphological and physiological characteristics *in vitro* anthurium plantlets exposed to silicon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 18-24, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/7XqzHHt7nvb4C83MVfybtHK/?lang=en>. Acesso em: 23 nov. 2022.

FERREIRA, Mônica Zanetti; TANIGUCHI, Marisa; DORNELES, Athos Odin Severo; FERNANDO, Juliana Aparecida; HEIDEN, Gustavo; DUTRA, Leonardo Ferreira. **Silício no cultivo *in vitro* de batata-silvestre (*Solanum*, *Solanaceae*)**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 28.; SEMANA INTEGRADA DE INOVAÇÃO, ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 5., 2019, Pelotas. **Anais [...]** Pelotas: UFPEL, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210179/1/CA-02074.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2022.

FRANCO, Antonio Carlos; FRANCO, Luciane Silva. Tecnologias na produção de etanol de batata-doce: estudos de processos entre Brasil e China. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Francisco Beltrão, v. 15, n. 2, p. 3724-3748, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/13969>. Acesso em: 13 out. 2022.

GUAZINA, Renato Anastácio; THEODORO, Gustavo de Faria. Ação *in vitro* de fontes de silício sobre isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* sp. *Flaccumfaciens*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 43, n. 4, p. 310-315, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/KgxZ3YBvHSKr3TFVYYcgqtL/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.

GUAZINA, Renato Anastácio; THEODORO, Gustavo de Faria; MUCHALAK, Sofia Michele; PESSOA, Luis Gustavo Amorim. Aplicação foliar de silício na produtividade e sanidade de cultivares de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 2, p. 187-193, 2019. DOI: 10.5965/223811711812019187. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/10139/pdf>. Acesso em: 03 out. 2022.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 25 set. 2022.

JESUS, Monalisa; GUERRA, José Guilherme; ESPINDOLA, José Antônio; PACHECO, Sidney; BORGUINI, Renata Galhardo; GODOY, Ronoel Luiz de Oliveira. Teor de carotenoides de três variedades de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) cultivadas sob sistemas de produção orgânico e convencional. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília, DF, v. 13, n. 1, jul. 2018. Trabalho apresentado no 6º Congresso Latino-americano de Agroecologia; 10º Congresso Brasileiro de Agroecologia; 5º Seminário de Agroecologia do DF e Entorno, 2017, Brasília, DF. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184500/1/Teor-de-carotenoides-de-tres-variedades-de-batata-doce.pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.

LAZZARINI, Luiz Eduardo Santos; DIAS, Gabrielen de Maria Gomes; SILVA, Samia Torres; ARAÚJO, Neilton Antônio Fiusa; DÓRIA, Joyce; PASQUAL, Moacir. Silício no desenvolvimento *in vitro* de *Fisalis*. **Revista Agrária Acadêmica**, [s. l.], v. 3, n. 5, p. 36-43, set./out. 2020. DOI: 10.32406/v3n5/2020/36-43/agrariacad. Disponível em:

<https://agrariacad.com/wp-content/uploads/2020/09/Rev-Agr-Acad-v3-n5-2020-p36-43-Silicio-no-desenvolvimento-in-vitro-de-Fisalis-Silicon-in-Physalis-in-vitro-development.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.

LIMA, Carmen Lícia Rios Fontenele. **Crescimento e desenvolvimento de batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. 2022. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/3675/1/Carmen%20L%20Rios%20Fontenele%20Lima.pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.

MACHADO, Kleiton Lima de Godoy. **Possível papel do silício, mediado pelo etileno, na formação do aerênquima em raízes de arroz**. 2018. 55 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/27565/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.

MARTINS FILHO, José Bonifácio. **Aspectos técnicos, econômicos e sociais da produção de batata doce**. 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61904/5/2021_dis_jbmartinsfilho.pdf. Acesso em: 29 set. 2022.

MASIERO, Daniele de Souza. **Cultivo *in vitro* de batata-doce**. 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1089392/1/LeonardoDissertacaofinal.pdf>. Acesso em: 29 set. 2022.

MELLO, Juliana Ferreira de. **Taxonomia, filogenia e patogenicidade de espécies de Botryosphaeriaceae associadas com a podridão de raízes e ramos de batata-doce (*Ipomoea batatas*) no Brasil**. 2019. 64 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) – Departamento de Micologia, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/36802/1/DISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20Juliana%20Ferreira%20de%20Mello.pdf>. Acesso em: 29 set. 2022.

MORAES, Wanderson B.; JESUS JUNIOR, Waldir C. de; MORAES, Willian B.; ARAUJO, Gláucio L.; SOUZA, Antonio F. de; SILVA, Márcia V. da. Aplicação de silicato de potássio no crescimento foliar da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 59-64, jan.-mar. 2011. ISSN 1981-0997 versão *online*. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/72275/2-s2.0-80052397648.pdf?sequence=1#:~:text=A%20dose%20de%20silicato%20de%20pot%20C3%A1ssio%20para%20obten%20C3%A7%C3%A3o%20do%20m%20C3%A1ximo,da%20cana%20D%20de%20Da%20C3%A7%C3%BAcar>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MOREIRA, Domingos Sávio Santos. **Silício melhora a qualidade de mudas de batata-doce *in vitro***. 2022. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/69247/3/2022_tcc_dssmoreira.pdf. Acesso em: 23 nov. 2022.

MURASHIGE, Toshio; SKOOG, Folke. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.15, n. 3, p. 473-497, jul. 1962. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08051>. Acesso em: 25 set. 2022.

NOGARA, Joana Camargo. **Produtividade e qualidade comercial de batata-doce (*Ipomoea batatas* L. (Lam))**. 2018. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Departamento de Estudos Agrários, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2018. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/6376/Joana%20Camargo%20Nogara.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 set. 2022.

OLIVEIRA, Celso Pereira de. **Avaliação do rendimento da produtividade e qualidade de raízes de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) plantadas em Rondônia**. 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado em Olericultura) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Goiano, Morrinhos, GO, 2018. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/964/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_OLERICULTURA__CELSOOLIVEIRA.pdf. Acesso em: 28 set. 2022.

OLIVEIRA, Raimundo Leonardo Lima de. **Aplicação de silício na fisiologia, na produção e na mitigação de estresse causado pela deficiência de manganês em plantas de sorgo granífero**. 2017. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151146/oliveira_rll_me_jabo_int.pdf?sequence=6. Acesso em: 16 nov. 2022.

PARANATINGA, Iasmin Laís Damasceno; COSTA, Tanara Pletsch Dalla; PEREIRA, Rômulo Jorge Batista; GALÚCIO, João Marcos Pereira; SIA, Eliandra de Freitas. Estabelecimento *in vitro* de gemas axilares de abacaxizeiro em função da variação da concentração de 6-benzilaminopurina. **Agrossistemas**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 82-93, 2018. ISSN 2318-0188 versão *online*. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/5133/5076>. Acesso em: 17 out. 2022.

PASQUAL, Moacir; REZENDE, Renata Alves Lara Silva; RODRIGUES, Filipe Almendagna; ASMAR, Simone Abreu; SOARES, Joyce Dória Rodrigues. Produção de plantas em laboratório. *In*: MAGNONI JÚNIOR, Lourenço; STEVENS, David; PURINI, Sérgio Roberto de Moura; MAGNONI, Maria da Graça Mello; VALE, José Misael Ferreira do; BRANCO JÚNIOR, Guido Aparecido; ADORNO FILHO, Ecidir Ferreira; SILVA, Wilson Tadeu Lopes da; FIGUEIREDO, Wellington dos Santos (orgs.). **Programa educativo e social JC na escola: ciência alimentando o Brasil**. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2018. p. 527-537. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Alimentando2ed/pdf/Alimentando2ed-Completo.pdf>. Acesso em: 09 out. 2022.

PEREIRA, Wellington José; ISSA, Carla Geovanna Caixeta; PINTO, Ana Flávia de; LEMOS, Dalilla Cristina Socorro; BARBOSA, Adriano Martins; PEREIRA, Kerly Cristina; PAULA, Mariana Silva Pereira de; VIEIRA, Muza do Carmo. Estabelecimento *in vitro* de bananeiras em diferentes meios de cultura submetidas a agentes antioxidantes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 4973-4984, jan. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6524/5757>. Acesso em: 09 out. 2022.

PINHEIRO, Marcos Vinícius Marques; CARVALHO, Ana Cristina Portugal Pinto de; MARTINS, Fabrina Bolzan. Modificações no meio de cultura, fotoperíodo e tempo de cultivo afetam o alongamento e enraizamento *in vitro* de bananeira cv. Pacovan. **Nativa**, Sinop, v. 6, n. 1, p. 27-32, jan./fev. 2018. DOI: 10.31413/nativa.v6i1.4731. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190216/1/ART18081.pdf>. Acesso em: 03 out. 2022.

RAMOS, Ana Cristina; GONÇALVES, Elsa M.; ABREU, Marta. Valorização de batata-doce: qualidade e aptidão de uso diferenciadas. **Vida Rural**, [s. l.], p. 68-72, jun. 2021. Seção Hortícolas. Disponível em: https://www.inia.pt/images/publicacoes/2021/Valorizacao_de_batata-doce.pdf. Acesso em: 16 out. 2022.

REZENDE, Renata Alves Lara Silva; RODRIGUES, Filipe Almendaga; SOARES, Joyce Dória Rodrigues; SILVEIRA, Helbert Rezende de Oliveira; PASQUAL, Moacir; DIAS, Gabrielen de Maria Gomes. Salt stress and exogenous silicon influence physiological and anatomical features of *in vitro*-grown cape gooseberry. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 1, e20170176, p. 01-09, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/rr7bdVdZx9Qzht8Nwh94ZBp/?lang=en>. Acesso em: 23 nov. 2022.

RODRIGUES, Filipe Almendagna; CAVALCANTI, Vytória Piscitelli; DÓRIA, Joyce; PASQUAL, Moacir. Curva de crescimento de calos de *Enterolobium contortisiliquum* induzidos *in vitro*. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 1, e24911124550, p. 1-5, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24550/21842>. Acesso em: 19 out. 2022.

SANTOS, Leônidas Canuto dos; SILVA, Guilherme Augusto Mendes da; ABRANCHES, Mikaela de Oliveira; ROCHA, Josinaldo Lopes Araújo; SILVA, Smyth Trotsk de Araújo; RIBEIRO, Michel Douglas Santos; GOMES, Valeria Ribeiro; SEVERO, Pedro Jorge da Silva; BRILHANTE, Cledinildo Lopes; SOUSA, Flaubert Queiroga de. O papel do silício nas plantas. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 7, e3810716247, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16247/14508>. Acesso em: 02 out. 2022.

SANTOS, Milena Áurea Santana dos; ARAÚJO, Carolina Costa; OTANI, Fabrizia Sayuri; OLIVEIRA, Elaine Cristina Pacheco de; FONSECA JÚNIOR, Élcio Meira da. Aplicações da cultura de tecidos vegetais em plantas medicinais da Amazônia: uma revisão. *In*: BALDOINO, Mariana; SADALA, Klaudia (orgs.). **Ciências Ambientais na Amazônia**. Manaus: Editora Amazônia Et. Al., 2021. cap. 6, p. 64-79. Disponível em: <https://publicacoes.even3.com.br/book/ciencias-ambientais-na-amazonia-462735>. Acesso em: 03 out. 2022.

SINGH, Puthem Robindro; SINGH, Luwangshangbam James. *In vitro* propagation for improvement of medicinal plants: a review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 1484-1489, 2021. Disponível em: <https://www.phytojournal.com/archives/2021/vol10issue1/PartU/10-1-16-385.pdf>. Acesso em: 03 out. 2022.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MOLLER, Ian Max; MURPHY, Angus. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TRONI, Larissa Mayara. **Produção, produtividade e características físico-químicas de duas cultivares de batata-doce em sistema de cultivo orgânico**. 2019. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/3739/1/TRONI.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

VIEIRA, Michael Raphael Soares; SILVESTRIM, Eneida Guerra; LIMA FILHO, Arlindo Almeida de; LOPES, Aixa Braga; SILVESTRIM, Fernanda Guerra. Métodos de assepsia na multiplicação *in vitro* da bananeira ‘Pacovan’ (*Musa* spp.). **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 16, e291101623765, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23765/20947>. Acesso em: 10 out. 2022.

VIGANÓ, Joselaine; VIGANÓ, Josenéia Aparecida; LUZ, Cristiana Leonardi da; LUZ, Cristiane; STEFANELLO, Suzana; VIGANÓ, Jeison Paulo. Efeito do 2,4-D e da sacarose na regeneração *in vitro* de cotilédones de *Solanum sessiliflorum* Dunal. **Revista Integração Universitária**, Palmas, v. 13, n. 20, p. 25-36, jul. 2019. Disponível em: <https://to.catolica.edu.br/revistas/index.php?journal=riu&page=article&op=view&path%5B%5D=505&path%5B%5D=262>. Acesso em: 29 set.2022.

APÊNDICE A - COMPARATIVO DO DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* DE BATATA-DOCE NO 5º DIA (A) E AOS 30 DIAS (B) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO SILÍCICO COMO FONTE DE SILÍCIO. (Barra = 3cm).

