

**SILÍCIO NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO *IN VITRO*
E NA ACILMATIZAÇÃO DE MUDAS DE *Cattleya amethystoglossa*
(Orchidaceae).**

João Eliézer de Souza Batista

Jaboticabal – SP

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

SILÍCIO NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO *IN VITRO*
E NA ACILMATIZAÇÃO DE MUDAS DE *Cattleya amethystoglossa*
(Orchidaceae).

JOÃO ELIÉZER DE SOUZA BATISTA

Orientadora: Prof. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, para graduação em
ENGENHARIA AGRONÔMICA.

Jaboticabal – SP

2021

B333s

Batista, João Eliézer de Souza

Silício no crescimento e desenvolvimento in vitro e na aclimatização de mudas de *Cattleya amethystoglossa* (Orchidaceae). / João Eliézer de Souza Batista. -- , 2021

24 p. : tabs.

Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,

Orientadora: Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Coorientadora: Cibele Mantovani

1. Engenharia Agrônômica. 2. Orchidaceae. 3. Orquídea cultivo. 4. Plantas ornamentais. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: CIÊNCIAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

CERTIFICADO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Silício no crescimento e desenvolvimento *in vitro* e na aclimatização de mudas de *Cattleya amethystoglossa* (Orchidaceae)

Acadêmico: João Eliézer De Souza Batista

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADORA: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

COORIENTADORAS: Dra. Cibele Mantovani e Ms. Kássia Barros Ferreira

PERÍODO Mês/Ano a Mês/Ano:
Agosto/2018 Março/2021

APROVADO

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO. Sim Não

BANCA EXAMINADORA:

	(Assinaturas)
Presidente: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta	<i>Kathia Pivetta</i>
Membro: Eng. Agr. Guilherme Rodrigues Vieira	<i>Guilherme Rodrigues Vieira</i>
Membro: Eng. Agr. Ms. Antonio Maricélio Borges de Souza	<i>Antonio Maricélio B. de Souza</i>

Jaboticabal 07 / 04 / 2021.

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 22 / 04 / 2021



 Chefe do Departamento

DEDICO

Dedico este trabalho a Deus, o maior orientador da minha vida. Ele nunca me abandonou nos momentos de necessidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela provisão.

Agradeço a existência de todas as pessoas amadas, quer elas tenham me auxiliado diretamente neste trabalho, ou não.

Agradeço aos meus pais, João e Maria, pelo amor e pela vara; pela instrução e pelo exemplo. Agradeço à minha família, de sangue e de fé, pelo amor fraternal.

Sou grato aos meus colegas de turma, amigos maravilhosos que passaram em minha vida; em especial agradeço à Stefania Fernandes, por sua menção honrosa e amizade eterna. Sou grato à Pauliana Motta, dentre todos os presentes divinos, o mais singelo.

Agradeço à professora Kathia F. L. Pivetta, por me aceitar como seu orientado e me introduzir à pesquisa científica; à doutora Cibele Mantovani por me instruir diretamente nos trabalhos acadêmicos. Agradeço aos meus colegas de departamento, pois nunca foram omissos em ajudar; à instituição CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa (processo n. - 53696/2018-4) e fomento à pesquisa no país. E à UNESP, por me formar profissional.

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	8
2. SUMMARY.....	9
3. INTRODUÇÃO.....	10
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
a. Classificação botânica.....	11
b. Ecomorfologia da espécie.....	12
c. Cultivo <i>in vitro</i>	13
d. Silício nas orquidáceas.....	13
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
7. CONCLUSÃO.....	19
8. LITERATURA CITADA.....	20
9. APÊNDICE.....	23

Silício no crescimento e desenvolvimento *in vitro* e na aclimatização de mudas de *Cattleya amethystoglossa* (Orchidaceae).¹

RESUMO

O cultivo *in vitro* tem auxiliado na preservação de várias espécies vegetais, entre elas as orquídeas. Tal processo resulta em maiores percentuais de germinação em comparação a condições naturais. Ao serem transferidas para o ambiente *ex vitro*, a principal causa de mortalidade das plantas durante esse processo é a perda de água. O silício (Si) quando absorvido, tende a acumular-se nas folhas, formando uma barreira protetora e regulando a perda de água por transpiração, auxiliando no processo de aclimatização das plantas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo estudar a interferência do silício, fornecido através da suplementação com ácido monossilícico no meio de cultivo, no crescimento e desenvolvimento *in vitro* e na aclimatização de mudas da orquídea *Cattleya amethystoglossa*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Foram cinco tratamentos (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mmol de ácido monossilícico por litro de meio de cultivo e ausência do ácido monossilícico - controle), quatro repetições e 22 plantas por parcela. Após seis meses, foram avaliadas características biométricas e, após 90 dias em casa de vegetação, avaliada a sobrevivência das mudas. A suplementação de Si na concentração de 4 mmol de ácido monossilícico no meio de cultivo, durante a fase *in vitro*, resultou em alterações nas plantas proporcionando maior taxa de sobrevivência na fase de aclimatização.

Palavras chave: orquídea, ácido monossilícico, sobrevivência.

Silicon in growth and development in vitro and acclimatiation of seedlings of *Cattleya amethystoglossa* (Orchidaceae).

SUMMARY

In vitro cultivation has helped to preserve several plant species, including orchids. Such a process results in higher germination percentages compared to natural conditions. When they are transferred to the ex vitro environment, the main cause of seedling mortality during this process is due to the loss of water and silicon, when absorbed by the plant, tends to accumulate in the leaves, forming a protective barrier and regulating the loss of plant water by transpiration, helping in the process of acclimating the plants. Thus, this study aimed to study the effects of supplementing the culture medium with monosilicic acid, in vitro growth and development and in acclimatization of *Cattleya amethystoglossa* orchid seedlings. The experimental design used was completely randomized. There were five treatments (1,0; 2,0; 3,0 and 4,0 mmol de Si per liter of culture medium and absence of monosilicic acid – control), four replications and 22 seedlings per plot. After six months, biometric characteristics were evaluated and after 90 days in the greenhouse, seedlings survival was evaluated. The supplementation of Si at a dose of 4 mmol in the culture medium, during the in vitro phase, resulted in changes in the seedlings providing a higher survival rate in the acclimatization phase.

Key words: orchid, acid monosilicic, survival

INTRODUÇÃO

A humanidade cultiva plantas para atender as suas diversas necessidades. Para além da providência de alimento, as plantas ornamentais são cultivadas para satisfazer a alma. Elas são reconhecidamente capazes de proporcionar bem-estar e prazer àqueles que as contempla; e dentre elas, as orquídeas se destacam no cenário da floricultura mundial, tornando-se muito requisitadas pela beleza, ou excentricidade, das suas flores - justificativa para o posto de flores mais colecionáveis e com maior valor comercial agregado (FARIA et al., 2010).

As orquídeas são sensíveis a ações humanas em seus habitats, além disso, passam por longo período vegetativo antes de atingir a fase reprodutiva, aumentando o risco de extinção, tendo grande impacto em algumas orquídeas do gênero *Cattleya* (JURAS et al., 2019). Na natureza, as orquídeas sobrevivem em razão às associações com fungos micorrízicos para o desenvolvimento do embrião e da germinação; o cultivo *in vitro* é uma prática que visa suprir suas exigências nutricionais na ausência de tais microrganismos, para produção em larga escala e em curto espaço de tempo (PEREIRA et al., 2011; CORBELLINI et al., 2020). Após as mudas se desenvolverem *in vitro*, devem passar por um processo de aclimatização, onde ocorre modificações morfológicas, como espessamento da folha e desenvolvimento de cutícula, para que estas consigam alcançar a estabilização do seu potencial hídrico e desenvolver características adaptativas de resistência para suportarem estresse abiótico e biótico das condições *ex vitro* (FARIA et al., 2012).

Durante a transferência para o ambiente *ex vitro*, a principal causa de mortalidade das plantas é devido a perda de água, pela baixa funcionalidade dos estômatos e

camada delgada de cera cuticular (LINS et al., 2002). O silício, considerado um elemento benéfico quando absorvido pelo vegetal, tende a acumular-se na parede celular das folhas, formando uma barreira protetora e regulando a perda de água por transpiração, auxiliando no processo de aclimatização das plantas provenientes da propagação *in vitro* (ASMAR et al., 2013). A aplicação de silício tem sido reportada por aumentar o crescimento e o desenvolvimento de várias espécies sendo, portanto, interessante sua inclusão em meio de cultura, por sua vez, auxiliando na sobrevivência das mudas no período de transição das condições *in vitro* para ambientais, em casa de vegetação (SIVANESAN & PARK, 2014).

Baseado no exposto, este trabalho teve como objetivo estudar a interferência do silício, fornecido através da suplementação com ácido monossilícico no meio de cultivo, no crescimento e desenvolvimento *in vitro* e na aclimatização de mudas da orquídea *Cattleya amethystoglossa* Linden & Rchb.f.

REVISÃO DE LITERATURA

Classificação botânica

A família Orchidaceae é, provavelmente, a maior do grupo das angiospermas; composta por 899 gêneros e 27.801 espécies (ORCHIDACEAE, 2020) e mais de 120.000 híbridos, obtidos mediante cruzamentos naturais ou artificiais. No Brasil, já foram catalogados cerca de 200 gêneros e mais de 2.300 espécies (FARIA et al., 2010).

Cattleya é um gênero da família Orchidaceae, de flores grandes e vistosas, que exercem enorme apelo ornamental e grande importância no cenário da floricultura brasileira devido sua capacidade de recombinação genética, beleza, forma, tamanho

e durabilidade de suas flores (STULZER et al., 2019; ZANENGA-GODOY e COSTA, 2003). As espécies do gênero possuem crescimento simpodial, frequentemente são epífitas e estão distribuídas pelas florestas tropicais da América Latina (FLORA DO BRASIL, 2020).

A *Cattleya amethystoglossa* Linden & Rchb.f. é uma orquídea nativa, endêmica do Brasil, com ampla adaptação a diferentes habitats, ocorrendo em Floresta Atlântica e na Caatinga (BERKA et al., 2014).

Ecomorfologia da espécie

Cattleya amethystoglossa Linden & Rchb.f. ocorre com maior frequência no estado da Bahia, mas também no Espírito Santo e Minas Gerais. A espécie parece ter uma tolerância ampla a habitats bastante distintos, ocorrendo em Floresta Atlântica no sul da Bahia e Espírito Santo, mas também sendo muito comum na Caatinga, tanto em florestas semidecíduas e decíduas, ou até em áreas bastante degradadas como epífita sobre licurizeiros (*Syagrus coronata*). Ocorre ainda em áreas altas na Chapada Diamantina até 1000 m de altitude, como epífita e, também, sob vegetação rala crescendo em substratos arenosos. Vegetativamente é uma das maiores espécies, com pseudobulbos muito robustos e folhas grandes. As flores são de coloração rósea ou creme, pintalgadas de magenta, com labelo róseo e lobo terminal róseo escuro. O número de flores varia com o tamanho do indivíduo, porém em plantas robustas as inflorescências tem muitas flores em relação ao restante do gênero. A floração é predominantemente de agosto até dezembro, com pico de floração em setembro e outubro (CATTLEYA, 2019).

Cultivo *in vitro*

Dentre as formas de multiplicação comercial das orquídeas, encontram-se a micropropagação e a semeadura *in vitro* onde as plântulas se desenvolvem num meio nutritivo artificial, em condições assépticas e com controle dos fatores do ambiente (SOARES et al., 2011).

O cultivo *in vitro* tem auxiliado na preservação de várias espécies vegetais dentre elas as orquídeas. Esta técnica possibilita o manuseio de grande número de indivíduos em espaço reduzido e sob condições assépticas, estimulando o crescimento, e assim adquirindo o controle sobre o cultivo dessas espécies. Estudos que tenham como finalidade dominar os processos de propagação das orquídeas tornam-se extremamente importantes para que seja possível viabilizar a sua multiplicação em coleções vivas e possibilitar tanto a reintrodução na natureza como também a conservação daquelas espécies ameaçadas de extinção (FERREIRA e SUZUKI, 2008).

Silício em orquidáceas

A absorção do silício ocorre pelas raízes das plantas na forma neutra, como ácido monossilícico (H_4SiO_4) por processo passivo ou ativo, através de transportadores de membrana específicos para este fim e é transportado via xilema podendo ser regulado pela transpiração ou por processo passivo (DATNOFF et al., 2001).

A deposição de cera epicuticular foi visualizada por Pasqual et al. (2011) nas duas epidermes das folhas da orquídea *Brassavola perrine* e do híbrido *Laelia cattleya Culminant "Tuilerie" x Laelia cattleya Sons Atout Rotunda x Brassolaelia cattleya Startifire Moon Beach* submetidos ao tratamento com diferentes concentrações de

silício *in vitro*, em relação ao tratamento controle (ausência de silicato de cálcio); essa deposição evita a perda de água pelas células da epiderme e aumenta a capacidade de aclimatização das plântulas.

A fonte e concentração ótima de silício na planta varia entre espécies e também entre genótipos. Pasqual et al. (2011) verificaram que a inclusão de silicato de cálcio a 0,5 e 2,0 mg L⁻¹ no meio MS estimulou o crescimento de *Brassavola perrinii* e do híbrido Lc 'Culminant Tuilerie' x Lc. 'Sons Atout Rotunda' x Blc. 'Startifire Moon Beach', respectivamente. Já Soares et al. (2011) relataram que a adição de 5,0 mg L⁻¹ silicato de potássio e 20,0 mg L⁻¹ silicato de sódio ao meio Knudson C modificado aumentou o número de raízes e o comprimento da parte aérea e da raiz em mudas de *Cattleya loddigesii*. Mantovani et al. (2018) estudando aplicação foliar de três fontes de silício (ácido monossilícico, silicato de potássio e silicato de potássio com silicato de sódio) nas orquídeas *Phalaenopsis* sp. 'Golden Peoker' e *Dendrobium* sp. 'Valentin' verificaram que a aplicação de 27 mmol L⁻¹ de silicato de potássio e 16 mmol L⁻¹ de ácido monossilícico resultou nos maiores valores para os parâmetros biométricos avaliados para *Phalaenopsis* sp. e *Dendrobium* sp., respectivamente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas Ornamentais da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo (Latitude: 21° 15' 19" S; Longitude: 48° 19' 21" O). A fase de

aclimatização foi conduzida na cidade de Itápolis, São Paulo, no orquidário Mantovani (Latitude: 21° 35' 45" S; Longitude: 48° 48' 46" O).

Plântulas, com 5 ± 1 cm de altura, foram transplantadas para frascos de vidro contendo meio de cultivo MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) com 30 g L^{-1} de sacarose, 2 g L^{-1} de carvão ativado, 6 g L^{-1} de ágar e diferentes concentrações de ácido monossilícico (ácido monossilícico - Zumsil®, densidade = 1,25 e Si = $79,3 \text{ g L}^{-1}$), de acordo com o tratamento; com pH ajustado para 5,8.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Foram cinco tratamentos (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mmol de ácido monossilícico por litro de meio de cultivo e ausência do ácido monossilícico - controle), quatro repetições e 22 plantas por parcela.

Após seis meses foram avaliadas, em três mudas por parcela, as características: altura da muda; número de brotos; número de folhas; área foliar, determinada pelo medidor LICOR®, modelo 3100; teor de clorofila, com auxílio de um aparelho ClorofiLOG (FALKER®, modelo CFL1030); número de raízes e massa seca da parte aérea e das raízes, onde as mudas foram retiradas dos frascos (*in vitro*) e separadas em parte aérea e sistema radicular, embaladas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar forçada, a 65 °C até atingirem massa constante, sendo os resultados para massa seca expresso em gramas.

Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial a fim de verificar o comportamento das variáveis em função do aumento da concentração de ácido monossilícico, empregando o software estatístico AgroEstat® (BARBOSA & MALDONADO JÚNIOR, 2015).

A partir das plantas restantes, foram escolhidas aleatoriamente 10 plantas por parcela, que foram aclimatizadas em casa de vegetação, equipada com tela de

sombreamento 70% e irrigação automatizada por microaspersão, durante 90 dias. Houve alto índice de mortalidade nos tratamentos. Os resultados para análise de sobrevivência foram expressos em porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura das plantas, massa seca de parte aérea, área foliar, teor de clorofila, número de raízes e massa seca de raízes foram influenciadas pelo Si, sendo observado, para estas características, que a concentração de 4,0 mmol de ácido monossilícico L⁻¹ apresentou as maiores médias em relação aos outros tratamentos (Figura 1). Não houve interferência do Si no número de folhas e de brotos, não havendo ajuste de regressão para estas características.

Resultados semelhantes quanto ao efeito positivo do Si, também foram observados por SOARES et al. (2011), que relataram que a adição de 5,0 mg L⁻¹ de silicato de potássio e 20,0 mg L⁻¹ de silicato de sódio ao meio Knudson C modificado aumentaram a altura das plantas, o número e o comprimento das raízes em plantas da orquídea *Cattleya loddigesii* e por SOARES et al. (2012), que verificaram estímulo do crescimento de mudas das orquídeas *Brassavolva perrinii* e do híbrido ((*Laeliacattleya* Culminant “Tuilerie” x *Laeliacattleya* Sons Atout Rotunda) x *Brassolaeliacattleya* Startifire Moon Beach), quando adicionaram silicato de cálcio, respectivamente, nas concentrações de 0,5 e 2,0 mg L⁻¹ ao meio MS e, também, por MANTOVANI et al. (2020), que observaram que a incorporação de silicato de potássio e silicato de sódio resultou em maior área foliar, respectivamente para *Cymbidium atropurpureo* e *Dendrobium secundum*.

As concentrações de ácido monossilícico testadas neste estudo foram adequadas e benéficas ao crescimento e desenvolvimento *in vitro* de *Cattleya amethystoglossa*,

podendo ser evidenciado pelo aumento do teor de clorofila nas doses de 3 e 4 mmol de ácido monossilícico L⁻¹ pois, a clorofila constitui um fator indicativo de estresse, podendo ocorrer redução desse teor quando ocorre fitotoxicidade, como demonstrado por MANTOVANI et al. (2020) em *Cymbidium atropurpureo*, quando utilizaram concentrações elevadas de Si; essa espécie de orquídea, portanto, se mostrou sensível a toxicidade de Si e essa diminuição da produção de clorofila ocorreu para as concentrações estudadas (14,15 a 56,6 mmol L⁻¹) e pelo tempo de fornecimento do elemento durante o cultivo; já *Dendrobium secundum* foi tolerante ao excesso de Si e apenas a fonte ácido monossilícico prejudicou a síntese de clorofila.

Semelhante ao observado em *Cattleya amethystoglossa*, em outros estudos onde também foram testadas concentrações de Si inferiores houve incremento da clorofila verificado no cultivo *in vitro* de plantas comerciais como morangueiro (BRAGA et al., 2009), antúrio (DIAS et al., 2017) e bromélia (MARTINS et al., 2019).

Os resultados obtidos neste estudo mostram que o Si favoreceu o crescimento e desenvolvimento *in vitro* de *Cattleya amethystoglossa* conforme preconizam SIVANESAN & PARK (2014). Estes resultados, juntamente com os de MANTOVANI et al. (2018; 2020) mostram que o Si no cultivo *in vitro* de orquídeas pode favorecer o crescimento ou provocar toxicidade dependendo da fonte, concentração do elemento no meio de cultivo e da espécie, concordando com HAGHIGHI & PESSARAKLI (2013) e SIVANESAN & PARK (2014) que comentam que, a capacidade de absorção e acúmulo de Si pelas plantas é variável de acordo com a forma e disponibilidade do elemento, bem como, a espécie.

Após aclimatização por 90 dias, a taxa de sobrevivência foi de 60% na concentração de 4,0 mmol de ácido monossilícico L⁻¹, enquanto para as demais concentrações a sobrevivência foi inferior a 15,2% (Figura 2).

A absorção do Si *in vitro*, na concentração de 4,0 mmol de ácido monossilícico L⁻¹, influenciou na sobrevivência das plântulas de *Cattleya amethystoglossa*, pois o Si tem efeito benéfico em condições de estresse abiótico e biótico, que pode ocorrer nessa fase de aclimatização das mudas (FARIA et al., 2012). O Si se deposita abaixo da camada de cutícula nas folhas, causando diminuição na taxa de transpiração; portanto, mantém alto teor relativo de água nas folhas, o que faz com que a planta não consuma mais água sob alto potencial osmótico (SANGSTER et al., 2001). Esse efeito benéfico do Si na aclimatização, ocorreu também para plântulas de bromélias *Billbergia zebrina* que foram cultivadas *in vitro* com a adição de silicato ao meio de cultura e tiveram taxas de sobrevivência superiores em relação àquelas cultivadas no tratamento controle, sem Si (MARTINS et al., 2019).

A suplementação de Si na dose de 4,0 mmol de ácido monossilícico L⁻¹ no meio de cultivo, durante a fase *in vitro* para *Cattleya amethystoglossa*, proporcionou resultados positivos de sobrevivência durante a fase de aclimatização, mostrando, mais uma vez que as doses testadas foram adequadas já que MANTOVANI et al. (2018) verificaram que a aplicação via foliar de 39 e 18 mmol L⁻¹ Si na forma de ácido monossilícico no cultivo de híbridos de orquídeas *Phalaenopsis* e *Dendrobium*, respectivamente, causaram prejuízos e diminuiu a sobrevivência das plantas e, também MANTOVANI et al. (2020), observaram fitotoxicidade nas orquídeas *Cymbidium atropurpureo* e *Dendrobium secundum*, quando testaram doses mais elevadas (14,15; 28,30; 42,45 e 56,6 mmol L⁻¹ Si) utilizando três fontes de Si (nanossílica, mistura de silicato de potássio e silicato de sódio e ácido monossilícico) sendo o ácido monossilícico a fonte mais tóxica pois provocou danos fisiológicos em concentrações maiores do que 14,1 e 11,2 mmol L⁻¹ de Si para *Cymbidium atropurpureo* e *Dendrobium secundum*, respectivamente, interferindo no sucesso da sobrevivência das mudas destas orquídeas.

CONCLUSÃO

A suplementação de Si na concentração de 4,0 mmol de ácido monossilícico no meio de cultivo, durante a fase *in vitro*, resultou em alterações nas mudas proporcionando maior taxa de sobrevivência na fase de aclimatização.

LITERATURA CITADA

ASMAR, S. A. et al. Changes in leaf anatomy and photosynthesis of micropropagated banana plantlets under different silicon sources. **Scientia Horticulturae**, v. 161, p. 325-332, 2013. Available from: <<https://doi.org/10.1016/j.scientia.2013.07.021>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1016/j.scientia.2013.07.02.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, R.W. AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Unesp, 2015. 396p.

BERKA, M.G. et al. Development of *Cattleya amethystoglossa* x *nobilior* - Orchidaceae in simplified culture media. **Acta Scientiarum**, v.36, n. 4, p. 425-428, 2014. Available from: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v36i4.15492>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi:10.4025/actasciagron.v36i4.15492.

BRAGA, F. T. et al. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n.2, p. 128-132, 2009. Available from: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000200003>>. Accessed: Dez 28, 2020. Doi:10.1590/S0100-204X2009000200003.

CORBELLINI, J. R. et al. Effect of microalgae *Messastrum gracile* and *Chlorella vulgaris* on the *in vitro* propagation of orchid *Cattleya labiata*. **Journal of Applied Phycology**, v. 32, n. 6, p. 4013-4027, 2020. Available from: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-020-02251-9>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1007/s10811-020-02251-9.

DIAS, G. D. M. G. et al. Morphological and physiological characteristics *in vitro* anthurium plantlets exposed to silicon. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p. 18-24, 2017. Available from: < <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n1a3> >. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1590/1984-70332017v17n1a3.

FARIA, R. T. et al. P. Produção de orquídeas em laboratório. Londrina: Mecenas, 2012, 124p.

HAGHIGHI, M.; PESSARAKLI, M. Influence of silicon and nano-silicon on salinity tolerance of cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) at early growth stage. **Scientia Horticulturae**, v. 161, p. 111-117, 2013. Available from: < <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.06.034> >. Accessed: Dez 28, 2020. doi:10.1016/j.scienta.2013.06.034.

JURAS, M. C. R. et al. *In vitro* culture and acclimatization of *Cattleya xanthina* (Orchidaceae), an endangered orchid of the Brazilian Atlantic Rainforest. **Rodriguésia**, v. 70, e01422017, 2019. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602019000100214&lng=en&nrm=iso>. Accessed: Dez 28, 2020. Doi: 10.1590/2175-7860201970014.

LINS, U. et al. Structure, morphology, and composition of silicon biocomposites in the palm tree *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. *Protoplasma*, v. 220, n. 1-2, p. 0089-0096, 2002. Available from: < <https://doi.org/10.1007/s00709-002-0036-5> >. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1007/s00709-002-0036-5.

MANTOVANI, C. et al. Silicon foliar application on nutrition and growth of *Phalaenopsis* and *Dendrobium* orchids. **Scientia Horticulturae**, v.241, p.83-92. 2018. Available from: < <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.088> >. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1016/j.scienta.2018.06.088.

MANTOVANI, C. et al. Silicon toxicity induced by different concentrations and sources added to *in vitro* culture of epiphytic orchids. **Scientia Horticulturae**, v.265, 2020. Available from: <<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109272>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1016/j.scienta.2020.109272.

MARTINS, J. P. R. et al. Sources and concentrations of silicon modulate the physiological and anatomical responses of *Aechmea blanchetiana* (Bromeliaceae) during *in vitro* culture. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 137, p. 397-410, 2019. Available from: <<https://doi.org/10.1007/s11240-019-01579-6>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1007/s11240-019-01579-6.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for a rapid growth and biossays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, n.3, p.473-497, 1962. Available from: <<http://files.florestal81.webnode.com/20000004003153040fe/07%20Artigo%20MS%201962.pdf>>. Accessed: Dez 28, 2020.

PEREIRA, G. H. A. et al. Germinação de sementes e desenvolvimento de protocormos de *Epidendrum secundum* Jacq. (Orchidaceae) em associação com fungos micorrízicos do gênero *Epulorhiza*. **Acta Botânica Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 534-541, 2011. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000300004>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1590/S0102-33062011000300004.

RIBEIRO, J. P. O. et al. Morfoanatomia de órgãos vegetativos de duas espécies de *Cattleya* (Orchidaceae) nativas do Brasil. **Rodriguésia**, v. 71, 2020. Available from: <<https://doi.org/10.1590/2175-7860202071034>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1590/2175-7860202071034.

SANGSTER, A. G. et al. Chapter 5 Silicon deposition in higher plants. **Scientia Horticulturae**, v. 8, p. 85-113, 2001. Available from: <[https://doi.org/10.1016/S0928-3420\(01\)80009-4](https://doi.org/10.1016/S0928-3420(01)80009-4)>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1016/S0928-3420(01)80009-4.

SIVANESAN, I.; PARK, S. The role of silicon in plant tissue culture. **Frontiers in plant science**, v. 5, p. 571, 2014. Available from: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00571>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi:10.3389/fpls.2014.00571.

STULZER, G. C. G. et al. Primary hybrid of *Cattleya forbesii* x *Cattleya loddigesii*, a new brazilian orchid. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 364-367, 2019. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1984-70332019v19n3c50>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.1590/1984-70332019v19n3c50.

SOARES, J. D. R. et al. Silicon sources in the micropropagation of the *Cattleya* group orchid. **Acta Scientiarum**, v.33, p. 503-507, 2011. Available from: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i3.6281>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi:10.4025/actasciagron.v33i3.6281.

SOARES, J. D. R. et al. Leaf anatomy of orchids micropropagated with different silicon concentrations. **Acta Scientiarum**, v. 34, p. 413-421, 2012. Available from: <<<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v34i4.15062>>. Accessed: Dez 28, 2020. doi: 10.4025/actasciagron.v34i4.15062.

APÊNDICE

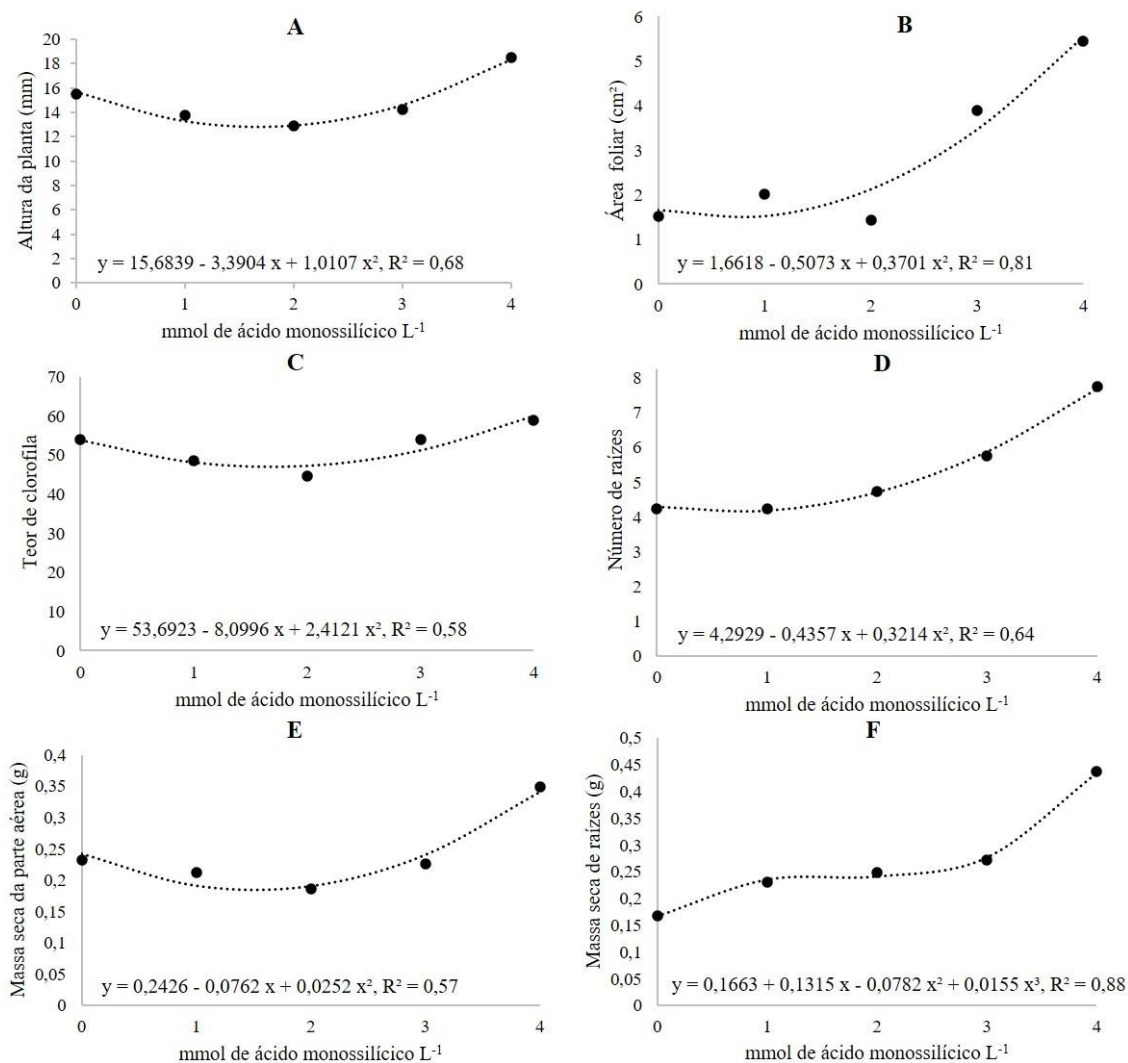


Figura 1. Altura da planta (A), Massa seca da parte aérea (B), Área foliar (C), Teor de clorofila (D), Número de raízes (E), e Massa seca das raízes (F) de *Cattleya amethystoglossa* em função do aumento de doses de silício (ácido monossilícico). Jaboticabal, SP, 2020.

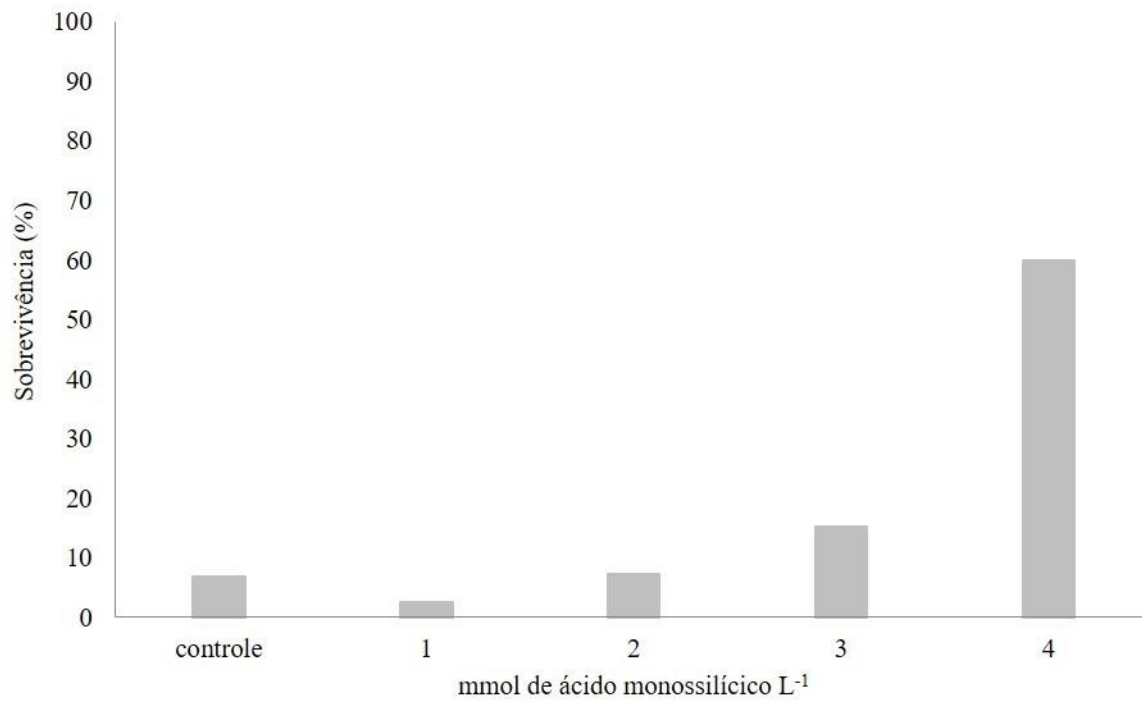


Figura 2. Sobrevivência de plantas de *Cattleya amethystoglossa* tratadas com diferentes doses e ausência de silício (ácido monossilícico) após três meses de aclimatização. Jaboticabal, SP, 2020.