

Ecofisiologia e Nutrição de Espécies Frutíferas e Arbóreas

Cleberton Correia Santos
Silvana de Paula Quintão Scalon
Organizadores



2020

Cleberton Correia Santos
Silvana de Paula Quintão Scalon
Organizadores

ECOFISIOLOGIA E NUTRIÇÃO DE
ESPÉCIES FRUTÍFERAS E ARBÓREAS



Pantanal Editora

2020

Copyright© Pantanal Editora
Copyright do Texto© 2020 Os Autores
Copyright da Edição© 2020 Pantanal Editora
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora. Imagens de capa e contra-capa: Canva.com

Revisão: Os autor(es), organizador(es) e a editora

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI

- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Esp. Camila Alves Pereira
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E19	<p>Ecofisiologia e nutrição de espécies frutíferas e arbóreas [recurso eletrônico / Organizadores Cleberton Correia Santos, Silvana de Paula Quintão Scalon. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2020. 150p.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-88319-31-4 DOI https://doi.org/10.46420/9786588319314</p> <p>1. Adubação fosfatada. 2. Ecofisiologia vegetal. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Santos, Cleberton Correia. II. Scalon, Silvana de Paula Quintão. CDD 581.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores da Pantanal Editora.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
 Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro “Ecofisiologia e Nutrição de Espécies Frutíferas e Arbóreas” apresenta, em seus dez capítulos, informações provenientes de revisão de literatura e trabalhos técnicos científicos com intuito de fortalecer o conhecimento sobre as respostas morfofisiológicas de espécies de interesse da cadeia produtiva da fruticultura e silvicultura.

O padrão da biodiversidade em diferentes fitofisionomias em áreas florestais, especialmente nativas, tem reduzido em função de diversas práticas desordenadas, as quais são provenientes da ação antrópica realizada de maneira intensiva sobre os recursos naturais renováveis. Além disso, a exploração dos recursos fitogenéticos de maneira extrativista, não amigável, é um agravante que pode implicar na extinção de muitas espécies, que além dos serviços ecossistêmicos gerados, também possuem propriedades medicinais e alimentícias promissoras para sua agregação de valor em bioprocessos.

Em função das alterações na ecologia da paisagem e de práticas inadequadas nos agroecossistemas, mudanças ambientais tem ocorrido constantemente no Mundo, refletindo em aumento pronunciado da temperatura, irregularidade de precipitações ou inundações temporárias em algumas regiões, podendo afetar drasticamente tanto as fruteiras de interesse comercial tradicionalmente cultivadas, bem como das espécies nativas e essências florestais.

Portanto, o conhecimento acerca das respostas ecofisiológicas e de crescimento em função dos fatores abióticos, tal como água, luz, e da nutrição mineral de plantas, bem como às tecnologias biológicas no solo e de mitigação do estresse são imprescindíveis para obtenção de mudas de elevada qualidade, as quais podem ser inseridas em áreas em processo de recuperação ambiental, enriquecimento de matas nativas ou sistemas integrados de produção e pomares comerciais.

Assim, os capítulos apresentados são constituídos de resultados de pesquisa de trabalhos sobre os efeitos do déficit hídrico, alagamento, luminosidade, toxicidade de alumínio, polímeros hidrorretentores, uso de fertilizantes minerais e fungos micorrízicos arbusculares para produção de mudas frutíferas e florestais, a fim de assegurar as cadeias produtivas e a conservação da biodiversidade florística.

Os agradecimentos dos organizadores aos autores pela dedicação e empenho na produção dos materiais de qualidade, os quais serão bases norteadoras para o estabelecimento de práticas no setor da fruticultura e da silvicultura, visando o fortalecimento do desenvolvimento sustentável.

Esperamos por meio desta obra difundir informações técnicas que possam contribuir para obtenção de mudas de elevada qualidade para conservação da flora, bem como sua exploração sustentável.

Ótima leitura!!!

Cleberton Correia Santos
Silvana de Paula Quintão Scalon

SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I	6
Fisiologia e crescimento de fruteiras em resposta ao déficit hídrico.....	6
Capítulo II	19
Respostas fisiológicas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi submetidas a toxicidade do alumínio na presença de silício e selênio	19
Capítulo III	30
Tecnologias para mitigar o déficit hídrico em <i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.....	30
Capítulo IV	48
Resposta de condutância estomática em plantas jovens de <i>Attalea phalerata</i> Mart. em diferentes condições ambientais	48
Capítulo V	60
Influência do alagamento no crescimento de mudas de <i>Dipteryx alata</i> e a determinação de recuperação ao estresse no pós-alagamento.....	60
Capítulo VI	70
Propagação <i>in vitro</i> da canafístula (<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.).....	70
Capítulo VII	88
Crescimento inicial e qualidade de mudas de <i>Dipteryx alata</i> inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares sob adubação fosfatada	88
Capítulo VIII	102
Fertilização fosfatada e fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de <i>Peltophorum dubium</i>	102
Capítulo IX	113
Crescimento e produção de biomassa de mudas de <i>Pterogyne nitens</i> Tull. inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.....	113
Capítulo X	126
Mudas de canafístula (<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.) com fungos micorrízicos arbusculares	126
Índice Remissivo	149

Tecnologias para mitigar o déficit hídrico em *Eugenia myrcianthes* Nied.

 10.46420/9786588319314cap3

Silvana de Paula Quintão Scalon¹ 

Andressa Caroline Foresti¹ 

Lucas Coutinho Reis¹ 

Suzilellen Santiago Nazzi¹ 

Isabely Mosso Conti¹ 

Juliana Milene Silverio¹ 

Cleberton Correia Santos¹ 

INTRODUÇÃO

Eugenia myrcianthes Nied, conhecida popularmente como pessegueiro-do-mato, possui porte de arvoreta com aproximadamente 4-6 metros de altura. As flores ficam reunidas em pequenos racemos axilares de 2-5 flores pediceladas e sua incidência se dá nos meses de agosto a outubro, frutos subglobosos, velutinos, com polpa suculenta de sabor doce-acidulado, normalmente ocorrem de outubro a dezembro (Keller, 2017). A espécie apresenta importância alimentícia, silvicultural, paisagística e medicinal (Record; Hess, 1949; Marchiori; Sobral, 1997; Oliveira, 2007), destacando-se pelos frutos atrativos e relativamente grandes, se comparados a outros frutos da família, sendo muito consumidos pela fauna. Por essas características é muito versátil em usos para recuperação de áreas degradadas ou de preservação permanente principalmente por ser planta rústica, pioneira (Lorenzi, 2009) ou secundária inicial (Fernandes et al., 2013). A espécie é fonte de exploração e renda para agricultores familiares por meio de sistemas agroflorestais biodiversos. Embora com grande importância ecológica e alimentar, pouco se conhece sobre suas necessidades hídricas e luminosas.

Esta espécie tem sido pouco estudada e o conhecimento sobre seu comportamento diante de déficit hídrico é escasso bem como suas repostas ao sombreamento e à aplicação de silício e polímeros hidroretentores e como esses elementos atuam na mitigação dos efeitos do déficit hídrico.

¹ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

* Autor para correspondência: silvanascalon@ufgd.edu.br

Considerando o fato que o déficit hídrico é um fator limitante ao desenvolvimento das espécies arbóreas na fase de crescimento inicial, o estabelecimento de práticas que possam atenuar seus efeitos negativos torna-se necessário.

Os efeitos interativos da disponibilidade de luz com os estresses ambientais na fotossíntese e crescimento de plantas têm sido estudados para várias espécies arbóreas. O sombreamento artificial feito com telas tipo sombrite[®] é muito utilizado em estudos das necessidades luminosas das diferentes espécies em condições de viveiro, sendo uma técnica benéfica quando se considera a ação danosa dos raios solares, especialmente em períodos com alta disponibilidade energética, bem como contribui igualmente para amenizar a temperatura da planta (Caron et al., 2010).

O crescimento e desenvolvimento das plantas superiores é influenciado pelas condições hídricas e a sensibilidade é maior em situação de carência hídrica, comparando-se a qualquer outro fator ambiental capaz de estabelecer situação de estresse. Algumas plantas, para assegurar a resistência ao estresse hídrico, passam por alterações morfofisiológicas, como a redução da condutância com fechamento estomático, diminuição da área foliar, redução do potencial hídrico foliar, desenvolvimento de sistemas radiculares extensos, maiores índices de raiz/parte aérea, além de mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares que incluem a expressão de genes e acúmulo de proteínas e estas respostas diferem entre as espécies (Chakraborty et al., 2015).

Trabalhos relacionando silício e déficit hídrico na literatura tratam principalmente da adubação via solo e em gramíneas, sendo poucos os estudos relacionando o efeito da adubação foliar com silício na tolerância das plantas à seca. A acumulação de Si nas folhas provoca a formação de uma dupla camada de sílica cuticular, a qual, pelo aumento da espessura, promove uma redução da transpiração, diminuindo a abertura dos estômatos e limitando a perda de água das plantas (Faria, 2000). Assim, em ambiente enriquecido com Si, as plantas diferem das cultivadas com deficiência do elemento, principalmente, quanto a composição química, resistência mecânica das células, características de superfície foliar, tolerância ao estresse abiótico e a ocorrência de pragas e doenças (Malavolta, 1980). Sob tais condições, a planta bem nutrida com silício tolera por um período maior a falta de água, pois usa melhor a água absorvida e perde numa velocidade menor em relação à planta com baixo teor de silício (Marafon; Endres, 2011). A fertilização com Si pode elevar o volume e massa das raízes em 20-200%, o que, em última análise melhora, significativamente a resistência à seca em plantas cultivadas (Ahmed et al., 2011).

Os polímeros hidroretentores funcionam como uma alternativa para situações em que haja déficit hídrico no solo ou em longos períodos de estiagem (Azevedo et al., 2002). Seus efeitos estão associados por oferecer retenção de água no solo, reduzir a lixiviação de nutrientes, melhorando a capacidade de troca catiônica e na maior disponibilidade de água para as plantas, contribuindo na qualidade das mudas (Marques; Bastos, 2010). O hidrogel é um pó que aumenta em até 400 vezes sua massa e pode ser usado

diretamente no solo, tanto na sua forma seca quanto na sua forma hidratada. Os grânulos do pó formam uma massa de gel transparente onde as raízes se desenvolvem, atravessando-os, aumentando o número de pelos radiculares e, conseqüentemente, a superfície de contato. O gel hidratado libera água conforme a necessidade da cultura, o que favorece a diminuição do número de irrigações (Lopes et al., 2010).

A utilização desses polímeros é comum na área de silvicultura e a cada ano sua aplicação vem aumentando em cultivos de hortaliças, frutíferas, espécies ornamentais e na produção de mudas (Oliveira et al., 2004; Moreira et al., 2011; Bernardi et al., 2012; Mews et al., 2015).

SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *E. MYRCIANTHES*

Avaliando o crescimento de mudas de *E. myrcianthes* cultivadas sob pleno sol, 30 e 70% de sombreamento e recebendo irrigação diária ou sob suspensão da irrigação até que a taxa fotossintética se aproxime de zero (F0), observamos que o diâmetro de colo é maior nas mudas irrigadas sob 30% de sombreamento e menor naquelas sob restrição hídrica e 70% de sombreamento, entretanto, independente da condição de sombreamento, as mudas aumentam o diâmetro na fase de recuperação após a retomada da irrigação (Figura 1A e 1B).

A altura das mudas reduz com a restrição hídrica sendo menor sob pleno sol e 30% de sombreamento. Entretanto, com a retomada da irrigação a altura aumenta independente das condições de sombreamento (Figura 1B e 1C).

O comprimento de raiz não é afetado pelas condições de cultivos durante o período avaliado mas aumenta com o tempo (Figura 1C), o que é um resultado esperado pois as mudas estão mais velhas e com maior crescimento. Esses resultados sugerem também que o tempo em que as mudas dessa espécie foram submetidos à restrição hídrica, não é suficiente para desencadear respostas hormonais que induzissem maior crescimento radicular.

Ressaltamos que a maior altura nas mudas irrigadas sob 30% não sugere condição de estiolamento uma vez que as mudas também apresentam maior diâmetro de colo. Entretanto, nas mudas sob restrição hídrica e 70% de sombreamento, a maior altura é acompanhada de menor diâmetro e menor taxa fotossintética, sugerindo uma condição de cultivo desfavorável para esta espécie.

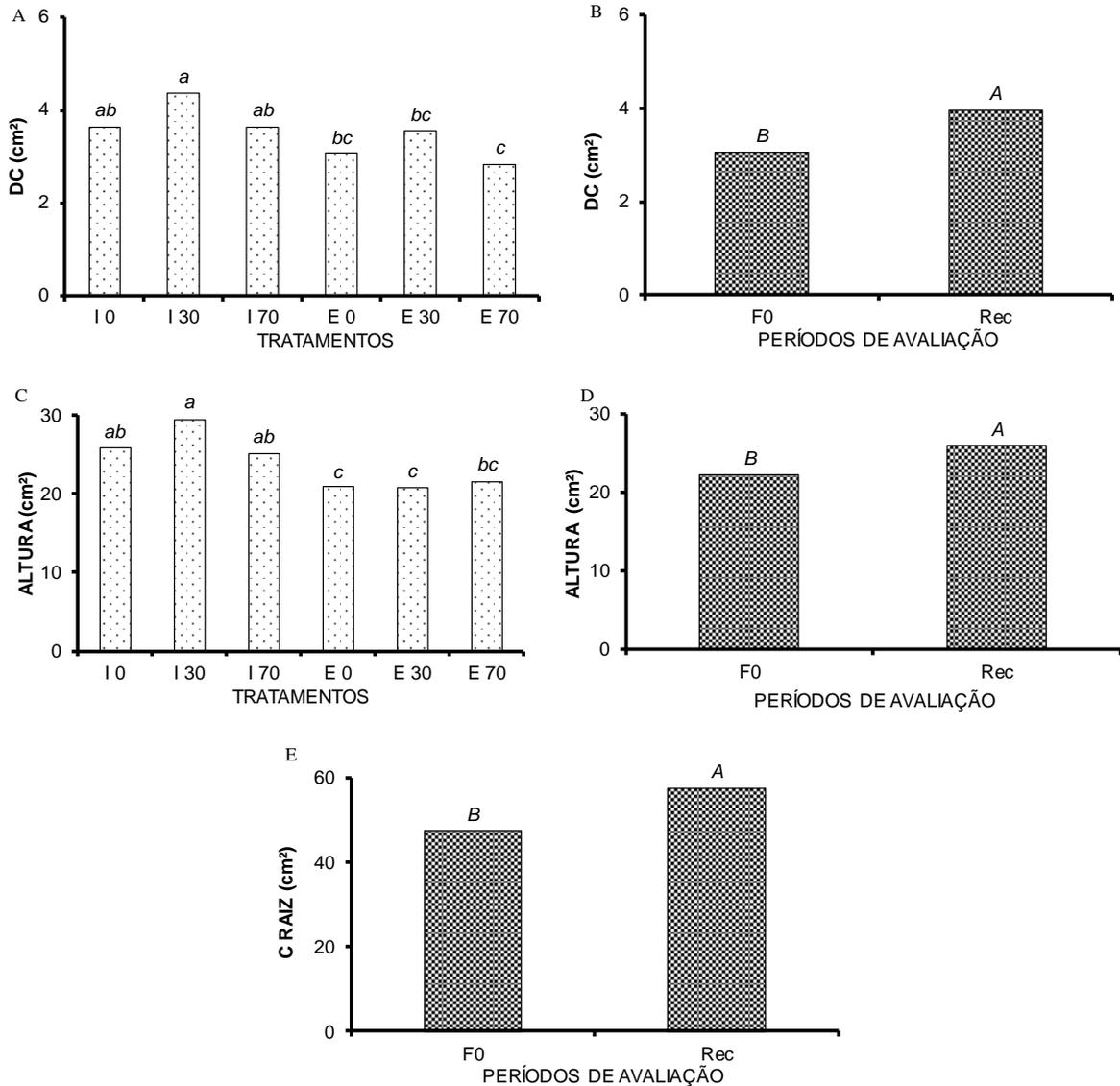


Figura 1. Diâmetro do coleto – DC (A e B), Altura (C e D) e Comprimento da raiz- CRAIZ (E), em mudas de *E. myrcianthes* sob diferentes regimes hídricos (Irrigado - I e Estressado - E) + sombreamentos (0% - 0, 30% -30 e 70% -70) e nos diferentes períodos de avaliação (fotossíntese zero - F0 e recuperação - Rec). Letras minúsculas em itálico comparam diferentes tratamentos, letras maiúsculas em itálico as comparam diferentes períodos de avaliação. Médias dos tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey ($p < 0,05$) e médias dos períodos de avaliação seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo t de Bonferroni ($p < 0,05$).

A área foliar (AF) das mudas é maior quando irrigadas e cultivadas sob 30% de sombreamento e menor nas mudas sob restrição hídrica mantidas a pleno sol. A AF reduz quando a taxa fotossintética se aproxima de zero mas aumenta após a retomada da irrigação, independente das condições de sombreamento (Figuras 2A e 2B).

O índice de clorofila é maior nas mudas irrigadas sob 30 e 70% de sombreamento e nas mudas sob restrição hídrica e 70% de sombreamento e, de maneira semelhante à área foliar, é menor nas mudas estressadas a pleno sol (Figura 2C).

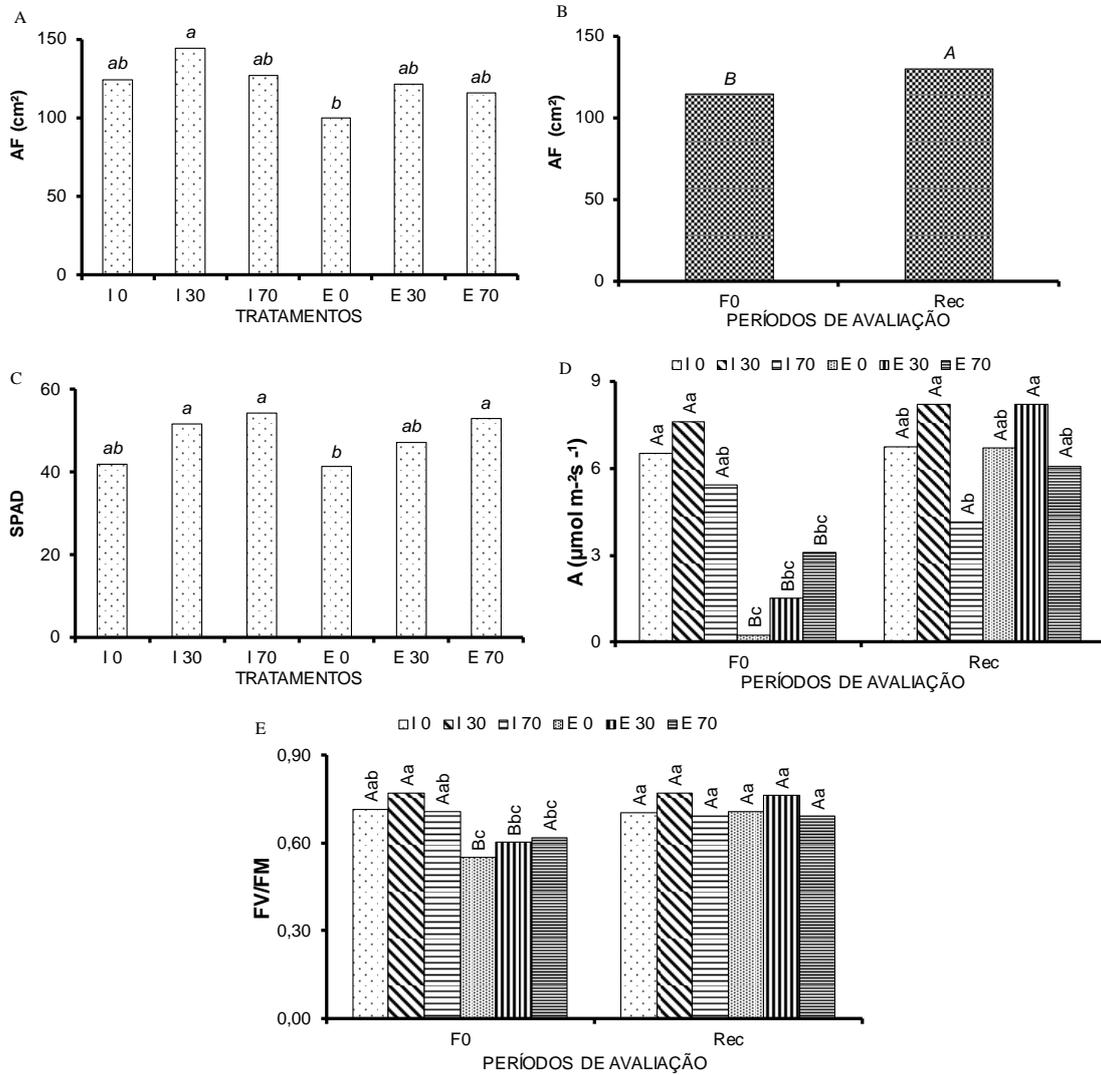


Figura 2. Área foliar – AF (A e B), Índice de clorofila - SPAD (C) e Taxa fotossintética – A (D) e Eficiência quântica do fotossistema II - F_v/F_m (E), em mudas de *E. myrcianthes* sob diferentes regimes hídricos (Irigado - I e Estressado - E) + sombreamentos (0% - 0, 30% -30 e 70% -70) e nos diferentes períodos de avaliação (fotossíntese zero - F0 e recuperação - Rec). Letras minúsculas em itálico comparam diferentes tratamentos e letras maiúsculas em itálico as comparam diferentes períodos de avaliação. Letras maiúsculas comparam o mesmo tratamento, nos diferentes períodos de avaliação e minúsculas comparam os diferentes tratamentos no mesmo período de avaliação. Médias dos tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey ($p < 0,05$) e Médias dos períodos de avaliação seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo t de Bonferroni ($p < 0,05$).

A taxa fotossintética reduz nas mudas sob restrição hídrica e se aproximou de zero apenas nas mudas a pleno sol (Figura 2D). Independente das condições de irrigação, as mudas recuperam os valores da taxa fotossintética, entretanto, aquelas sob 30% de sombreamento mantêm maior valor. As mudas

cultivadas sob irrigação diária e 70% de sombreamento apresentam taxa fotossintética significativamente menor.

A eficiência quântica potencial do fotossistema II (F_v/F_m) reduz nas mudas sob restrição hídrica sendo menor nas mudas a pleno sol (Figura 2E). Entretanto, essas mudas se recuperam com a retomada da irrigação, independente das condições de sombreamento semelhante ao observado para a AF. Ressaltamos que os valores de F_v/F_m observados nas mudas sob restrição hídrica são sugestivos de condição estressante, pois são inferiores aos valores de referência considerados bons para plantas sob condição favorável (0,75 a 0,85) conforme relatado por Baker e Rosenqvist (2004). Com a retomada da irrigação, observamos que não houve diferença significativa para a eficiência quântica potencial do fotossistema II entre os tratamentos, sugerindo assim, que mesmo sob restrição hídrica com valores de F_v/F_m sugestivos de condição estressante, com a reirrigação houve recuperação desses valores, sugerindo que o estresse causado pela restrição hídrica não causou danos irreparáveis ao fotossistema II.

Nossas observações corroboram informações da literatura as quais sugerem que *E. myrcianthes* é classificada como secundária inicial (Fernandes et al., 2013), assim, sugerimos que um sombreamento moderado de 30% é favorável ao seu metabolismo fotossintético e que o sombreamento mais intenso de 70% representa condição estressante para a espécie.

EFEITO DO SILÍCIO NA ATENUAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO

O crescimento de mudas de *E. myrcianthes* cultivadas sob diferentes regimes hídricos (Irigado - I e Estressado - E) associados a aplicação foliar de silício na forma de K_2SiO_3 (0 - 0), 2,0 μM - 2 e 4,0 μM -4) e nos diferentes períodos de avaliação (fotossíntese zero - F0 e recuperação - Rec) foi avaliado. Observamos que a presença do silício no substrato estimula o crescimento de raiz e o diâmetro de caule das mudas pois os valores aumentam tanto nas mudas irrigadas quanto não irrigadas (Figura 3A e 3C). A retomada da irrigação mantém o crescimento da raiz, independe da presença do silício ou do regime hídrico (Figura 3B). O incremento dos indicadores de crescimento em diferentes plantas tratadas com Si tem sido verificado, demonstrando seus efeitos mitigadores sobre os distúrbios do estresse abiótico, indicando que pode aumentar a tolerância das plantas a estresses (Melo-Filho et al., 2019; Silva et al., 2019).

Entretanto, a altura das mudas não apresenta efeito significativo do regime de irrigação e nem da aplicação de silício mas aumenta com o tempo de avaliação, sendo maior na fase de recuperação após a retomada da irrigação - Rec (Figura 3D).

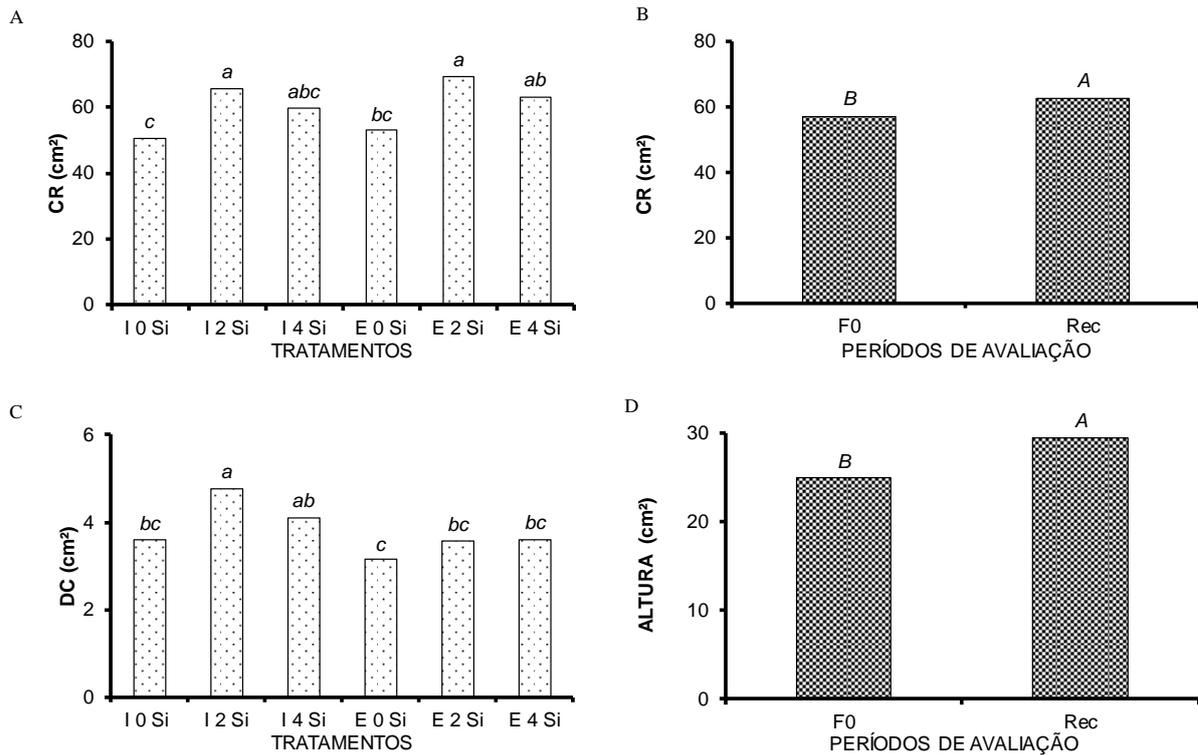


Figura 3. Comprimento da raiz- CRAIZ (A e B), Diâmetro do coleto – DC (C) Comprimento da parte aérea- ALTURA (D), em mudas de *Eugenia myrcianthes* Nied. sob diferentes regimes hídricos (Irrigado - I e Estressado - E) associados a aplicação foliar de silício (0 - 0), 2,0 μ M - 2 e 4,0 μ M -4) e nos diferentes períodos de avaliação (fotossíntese zero - F0 e recuperação - Rec). Letras minúsculas em itálico comparam diferentes tratamentos, letras maiúsculas em itálico comparam diferentes períodos de avaliação. Médias dos tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si pelos Testes de Tukey ($p < 0,05$) e t de Bonferroni ($p < 0,05$).

A área foliar é maior nas mudas irrigadas e tratadas com 2Si e reduz significativamente com o déficit hídrico sendo menor nas mudas sem adição de silício (0Si) e com a maior dose de silício (4Si) (Figura 4A). Entretanto, com a retomada da irrigação, as mudas se recuperam e aumentam a AF independente do regime de irrigação e dose de silício (Figura 4B).

O índice de clorofila e a taxa fotossintética também são maiores nas mudas irrigadas e com 2Si e reduzem significativamente nas mudas sob déficit hídrico (Figuras 4C e 4D). No período F0 a redução da taxa de assimilação de CO_2 é mais pronunciada do que o índice de clorofila sob déficit hídrico, entretanto esse é significativamente menor nas mudas que não receberam silício e a taxa fotossintética não varia entre as doses de silício. Tanto o índice de clorofila quanto a taxa fotossintética, se recuperam com a retomada da irrigação, independente da aplicação de silício. Ressaltamos que na Rec os valores da taxa fotossintética das mudas previamente estressadas pelo déficit hídrico superam os valores das mudas irrigadas.

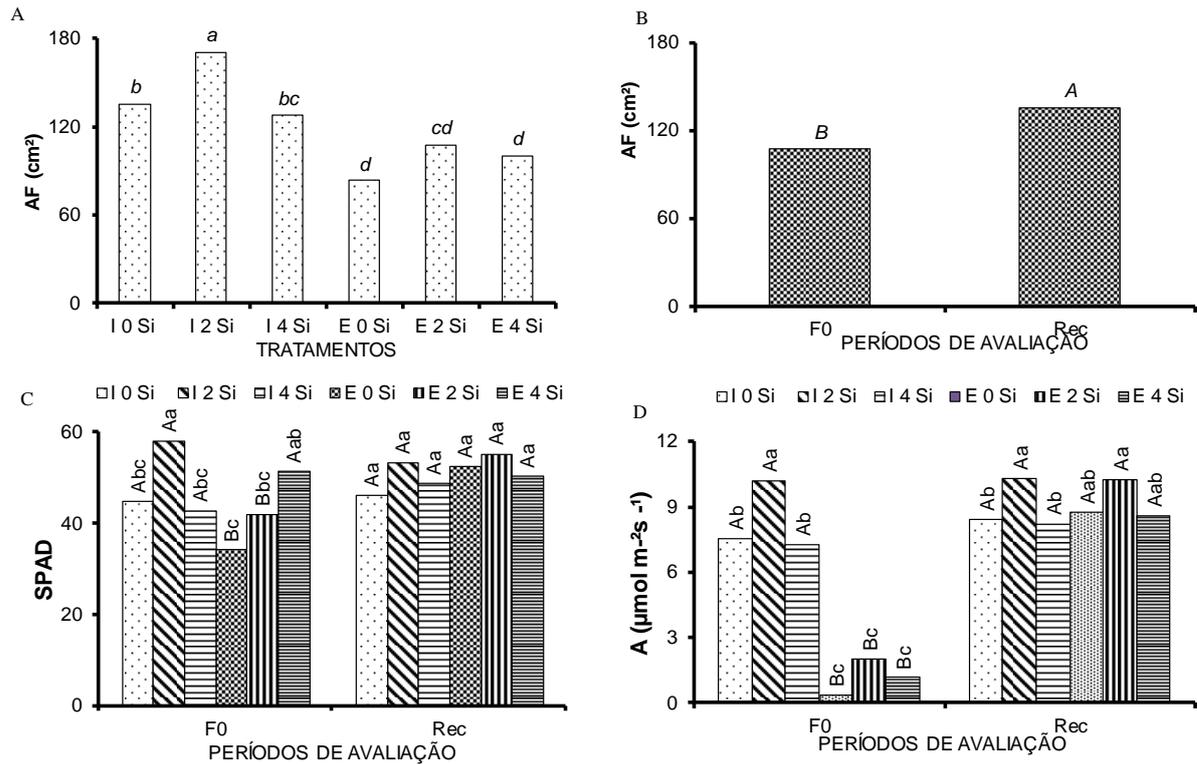


Figura 4. Área foliar – AF (A e B), Índice de clorofila - SPAD (C) e Taxa de assimilação de CO₂ –A (D), em mudas de *Eugenia myrcianthes* Nied. sob diferentes regimes hídricos (Irigado - I e Estressado - E) associados a aplicação foliar de silício (0 - 0), 2,0 µM - 2 e 4,0 µM - 4) e nos diferentes períodos de avaliação (fotossíntese zero - F0 e recuperação - Rec). Letras maiúsculas comparam o mesmo tratamento, nos diferentes períodos de avaliação e minúsculas comparam os diferentes tratamentos no mesmo período de avaliação. Letras maiúsculas em itálico comparam diferentes períodos de avaliação e letras minúsculas em itálico comparam diferentes tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si pelos Testes de Tukey ($p < 0,05$) t de Bonferroni ($p < 0,05$).

É interessante notar que a redução da taxa fotossintética é muito pronunciada na F0 e que essa redução não é significativa para o índice de clorofila, assim, sugerimos que outros fatores estão contribuindo para reduzir a fotossíntese como por exemplo a eficiência de carboxilação da Rubisco ou a condutância estomática, entretanto esses fatores não foram avaliados neste relato.

A recuperação da taxa fotossintética das mudas tratadas com Si deve-se ao fato desse elemento contribuir na proteção do aparato fotossintético proporcionado pela adição do Si nas folhas, isto é, favorece a atividade de enzimas antioxidantes que atuam no reparo dos danos celulares pela desintoxicação das espécies reativas ao oxigênio (EROs), aumentando a funcionalidade da ultraestrutura do cloroplasto e síntese de pigmentos fotossintéticos (Etesami; Jeong, 2018), estabilizando os processos metabólicos. Entretanto, doses elevadas desse elemento podem promover uma deposição excessiva sobre os poros estomáticos, ocasionando depleção das trocas gasosas e limitações estomáticas, nossos resultados sugerem inclusive que prejudica a síntese de clorofila.

A massa seca da parte aérea apresenta comportamento semelhante ao do comprimento da raiz e do diâmetro de colo, sendo maior nas mudas com silício não variando entre os regimes de irrigação (Figura 5A).

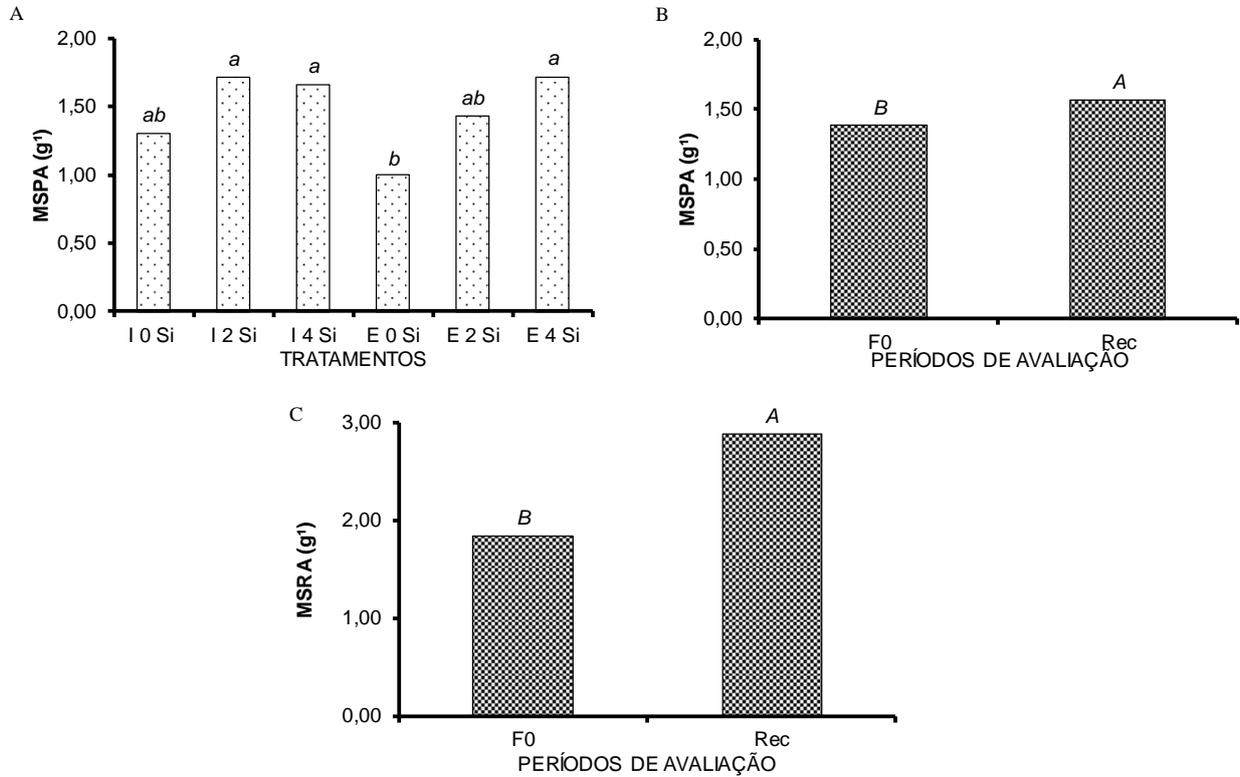


Figura 5. Massa seca da parte aérea MSPA- (A e B) e Massa seca das raízes- MSR (C) em mudas de *Eugenia myrcianthes* Nied. sob diferentes regimes hídricos (Irigado - I e Estressado - E) associados a aplicação foliar de silício (0 - 0), 2,0 μ M - 2 e 4,0 μ M -4) e nos diferentes períodos de avaliação (fotossíntese zero - F0 e recuperação - Rec). Letras minúsculas em itálico comparam diferentes tratamentos, letras maiúsculas em itálico as comparam diferentes períodos de avaliação. Médias dos tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si pelos Testes de Tukey ($p < 0,05$) e t de Bonferroni ($p < 0,05$).

Após a retomada da irrigação, as mudas retomam o acúmulo de massa seca da parte aérea independente da aplicação de silício e do regime de irrigação (Figura 5B). A massa seca da raiz varia somente em função do período de avaliação, sendo maior na Rec, independente do regime de irrigação e aplicação de silício (Figura 5C).

A redução da massa seca da parte aérea nas mudas estressadas é decorrência da redução da área foliar e diâmetro de colo e todas são menos pronunciadas nas mudas tratadas com silício embora com comportamento dependente da dose. Ressaltamos que o comportamento dessas características se relaciona com o da taxa fotossintética e que a recuperação de MSPA independentemente do tempo de avaliação pode ser atribuída à elevada recuperação da taxa de assimilação do CO₂.

Nossos resultados mostram a sensibilidade da *E. myrcianthes* ao déficit hídrico, entretanto sugerem que essa espécie possui potencial de se ajustar a essa condição mesmo independente da adição de sílicio. Ressaltamos que o estresse causado pelo déficit hídrico não causa danos irreversíveis às mudas uma vez que, com a retomada da irrigação elas recuperaram a taxa fotossintética, o índice de clorofila e crescimento em altura, raiz e massa seca da parte aérea e raiz.

EFEITO DO POLÍMERO HIDRORETENTOR NA ATENUAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO

Para avaliar o potencial do polímero hidroretentor em mitigar o efeito estressante do déficit hídrico sobre o crescimento de mudas de *E. myrcianthes*, as mudas foram cultivadas sob três regimes hídricos (irrigação diária - controle, suspensão da irrigação - estresse e estresse+hidrogel) e três épocas de avaliação (tempo zero – T0, fotossíntese zero – F0 e recuperação – REC). O polímero hidroretentor utilizado foi o hidrogel e foi adicionado próximo a raiz no momento de transplântio das mudas.

Observamos que a altura das mudas aumenta durante os períodos de avaliação como esperado, entretanto, as mudas que sofreram a restrição hídrica mantiveram-se com menor altura (Figura 6A). No período F0, onde houve maior restrição hídrica, as mudas do tratamento de estresse+hidrogel apresentam altura semelhante ao das plantas controle, enquanto as mudas estressadas sem hidrogel apresentam menor altura. No período de REC, as plantas apresentam o mesmo padrão de crescimento da F0, e a altura das mudas previamente estressadas, com a retomada da irrigação, mesmo crescendo mantém-se menor quando comparada com os demais tratamentos.

O comprimento de raiz não é influenciado pelos tratamentos, variando apenas em função das épocas (Figura 6B). Na fase de REC as plantas têm o maior comprimento de raiz, comparado às outras fases e não variam das mudas no T0.

Na época de maior restrição hídrica (F0) o comprimento de raiz das mudas é menor e também não varia da época T0. Ressaltamos que o hidrogel ou estresse hídrico não alteram essa característica. É interessante observar também que, o maior crescimento de raiz das mudas sob restrição hídrica é um resultado normal pois, a literatura comenta a tendência das plantas, sob deficiência hídrica, apresentar um sistema radicular mais comprido (Taiz et al., 2017).

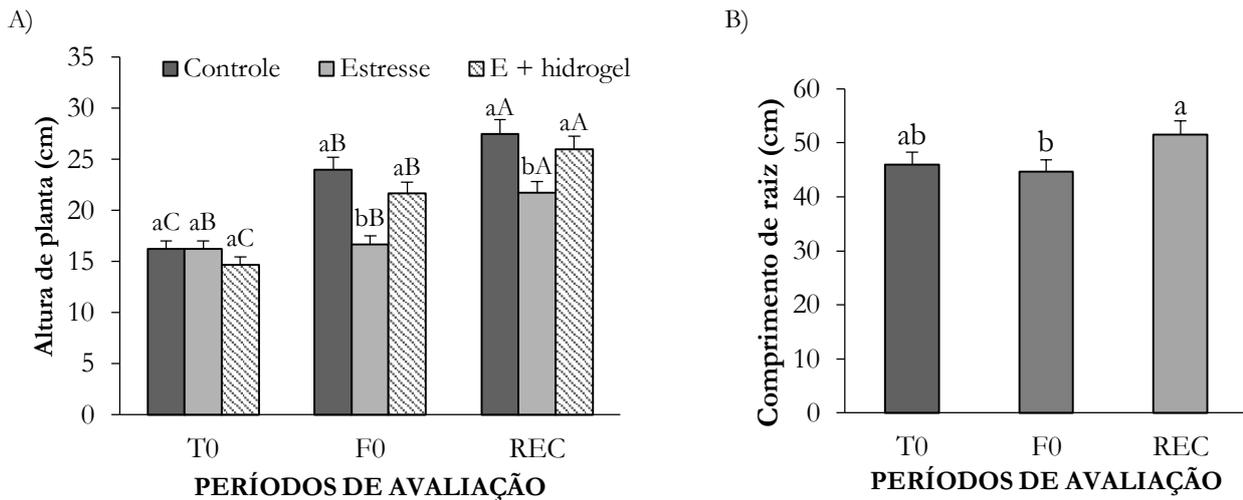


Figura 6. Altura (A), comprimento de raiz (B), de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (controle, estresse e estresse+hidrogel) e três épocas de avaliação (tempo zero – T0, fotossíntese zero – F0 e recuperação – REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Dourados, UFGD, 2020.

Semelhante ao observado para comprimento de raiz, o diâmetro de colo apresenta efeito isolado dos tratamentos. As mudas do tratamento estresse+hidrogel apresentam maior DC em relação aos outros tratamentos (Figura 7A). Entretanto, os resultados do tratamento de Estresse comparado ao tratamento Controle não variam, sugerindo que as mudas estressadas não apresentam respostas de crescimento ao longo do tempo em função da restrição hídrica. As mudas não se devolvem significativamente em relação ao diâmetro de coleto ao longo das avaliações, mesmo com a retomada da irrigação, o que causou menor média do DC na época REC (Figura 7B).

A área foliar das mudas dos tratamentos de Estresse+hidrogel e Estresse na F0, mostrou resultados que comparados com o tratamento Controle, são menores (Figura 8A). Ou seja, mesmo com o hidrogel presente, o déficit hídrico reduz a área foliar, embora tenha sido 22% maior que nas plantas de Estresse+hidrogel. Entretanto, na fase de REC, após a reirrigação das mudas, os valores das plantas do tratamento de Estresse+hidrogel são maiores que os valores das plantas do tratamento de Estresse e são estatisticamente iguais ao das plantas do tratamento Controle. Sendo assim, a presença do hidrogel favorece a recuperação da área foliar nesta fase.

As mudas do tratamento de Estresse+hidrogel apresentam aumento gradativo do índice SPAD em cada época de avaliação (Figura 8B). Porém, as mudas estressadas sem hidrogel mostram redução do índice SPAD e não recuperam o teor mesmo com a reirrigação. Estes resultados sugerem que a adição do polímero possivelmente diminua a perda de nutrientes por lixiviação, proporcionando assim maior taxa

fotossintética devido a maiores teores de nitrogênio, sendo que este nutriente está diretamente ligado à síntese de clorofila e assim, consequentemente à maior taxa fotossintética da planta.

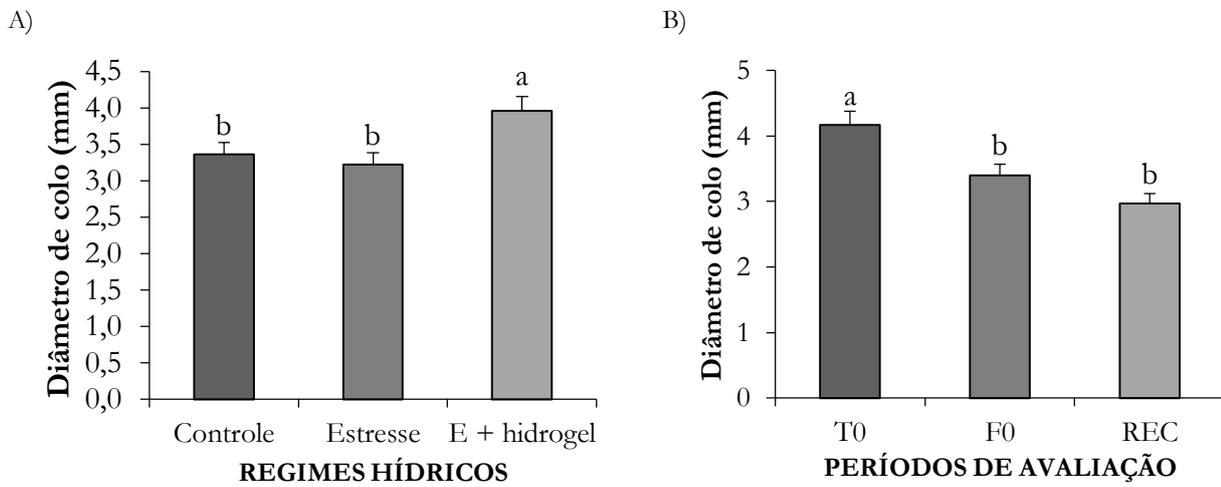


Figura 7. Diâmetro de colo de *Eugenia myrcianthes* em função de três épocas de avaliação (tempo zero – T0, fotossíntese zero – F0 e recuperação – REC) (A) e três épocas de avaliação (tempo zero – T0, fotossíntese zero – F0 e recuperação – REC) (B). Médias seguidas de mesma letra não variam entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Dourados, UFGD, 2020.

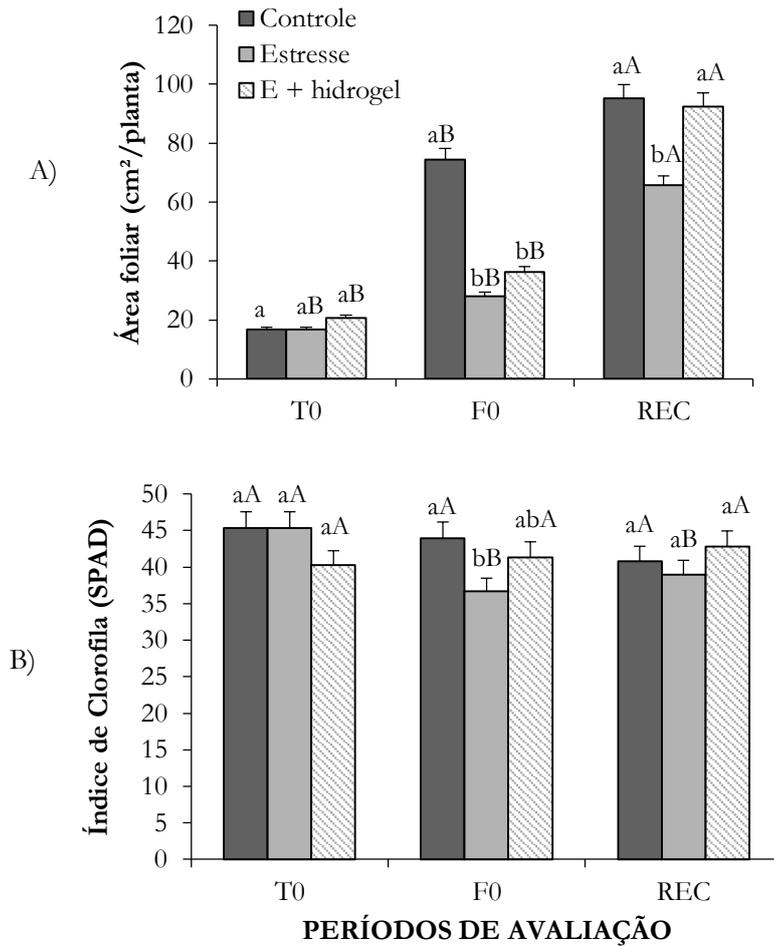


Figura 8. Área foliar (A), índice de clorofila – SPAD (B) de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (controle, estresse e estresse+hidrogel) e três épocas de avaliação (tempo zero – T0, fotossíntese zero – F0 e recuperação – REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Dourados, UFGD, 2020.

A massa seca da parte aérea na época F0 em mudas estressadas é menor com valores que não variam entre si em função da presença ou ausência de hidrogel (Figura 9A). Na época REC, podemos observar que no tratamento Controle a MSPA é maior em relação aos outros tratamentos, tornando evidente que o estresse hídrico retardou o ganho de massa. No tratamento de Estresse+hidrogel, mesmo que as mudas tenham sofrido déficit hídrico, elas conseguem se recuperar na reirrigação e os valores obtidos são maiores que no tratamento de Estresse sem hidrogel, ou seja, há maior ganho de massa.

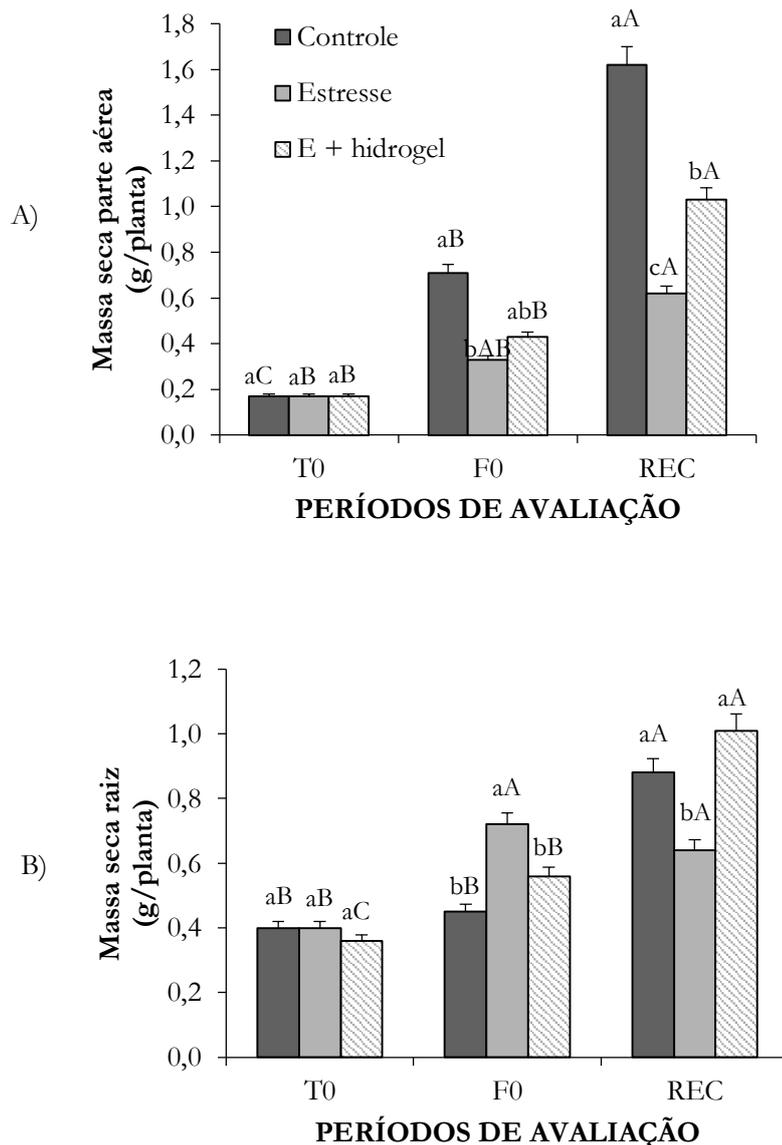


Figura 9. Massa seca da parte aérea (A), massa seca de raiz (B) de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (controle, estresse e estresse+hidrogel) e três épocas de avaliação (tempo zero – T0, fotossíntese zero – F0 e recuperação – REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Dourados, UFGD, 2020.

Na época F0 a MSR é maior nas plantas estressadas, resposta atípica uma vez que a literatura comenta que a tendência das plantas sob deficiência hídrica é de apresentar um sistema radicular mais comprido, porém mais fino, logo com menor massa (Taiz et al., 2017). Uma explicação para este comportamento do sistema radicular das mudas de *E. myrcianthes* seria o fato dela ser uma espécie adaptada ao solo do Cerrado onde ocorre veranicos com longos períodos de falta de água, assim, a planta já está adaptada a essa condição. Entretanto, novos estudos deveriam ser conduzidos para investigar melhor esta resposta.

As mudas do tratamento de Estresse+hidrogel apresentam maior massa seca de raiz na fase de REC mostrando assim boa resposta ao uso do hidrogel, comparado aos outros tratamentos. Essa variável apresenta expressiva importância no desenvolvimento das plantas, pois quando estão bem enraizadas, elas apresentam maior capacidade de crescimento e maior potencial de sobrevivência em campo (Eloy et al., 2013).

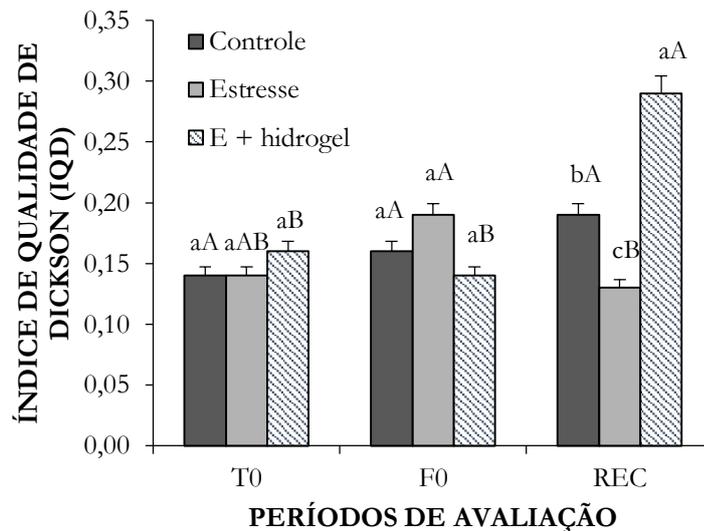


Figura 10. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Eugenia myrcianthes* em função de três regimes hídricos (controle, estresse e estresse+hidrogel) e três épocas de avaliação (tempo zero – T0, fotossíntese zero – F0 e recuperação – REC). Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro do mesmo período de avaliação e as letras maiúsculas comparam os mesmos tratamentos em períodos diferentes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Dourados, UFGD, 2020.

As mudas com hidrogel apresentaram maior qualidade baseada no índice de qualidade de Dickson de 0,29 já as mudas do tratamento de estresse diminuem, em média, 55% (Figura 10). Hunt (1990) aponta que o IQD ideal mínimo recomendado é de 0,2 para avaliação da qualidade das mudas, entretanto, apenas no tratamento com hidrogel, é encontrado valor maior. O Índice de Dickson é um parâmetro indicador de qualidade de mudas, buscando analisá-las utilizando diversos indicadores morfológicos que consiste em relacionar fatores, como a robustez até a relação da biomassa de sua parte aérea e sistema radicular (Fonseca et al., 2002). O IQD é indicado para avaliação da qualidade de mudas, pois contempla a distribuição do crescimento entre as partes da planta, além disso, quanto maior o índice, maiores as chances de sobrevivência das mudas em campo (Binotto et al., 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O déficit hídrico reduz o crescimento da parte aérea das mudas de *E. myrcianthes* especialmente quando expostas ao pleno sol, entretanto o sombreamento de 30% mitiga os efeitos do estresse hídrico sobre a taxa fotossintética e favorece o crescimento independente das condições de irrigação. As mudas recuperam o metabolismo fotossintético e as características de crescimento após a reirrigação independente do sombreamento.

O déficit hídrico reduz as características de crescimento e a taxa fotossintética das mudas de *E. myrcianthes*, entretanto, a aplicação de silício mitiga o efeito estressante do déficit hídrico sobre a área foliar, índice de clorofila, comprimento de raiz e massa seca da parte aérea. As mudas recuperaram todas as características avaliadas independente da presença do silício.

O uso do hidrogel permite a mitigação do déficit hídrico no crescimento inicial e na qualidade das mudas de *Eugenia myrcianthes*, proporcionando aumento da capacidade de retenção de água no solo. Entretanto, nas avaliações de diâmetro de coleto apresenta menores resultados mesmo com o uso do polímero.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à CAPES, pelas bolsas concedidas, e à FUNDECT, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed M, Hassen F, Khurshid Y (2011) Does silicon and irrigation have impact on drought tolerance mechanism of sorghum? *Agricultural Water Management*, 98(12): 1808-1812.
- Azevedo TLF, Bertonha A, Gonçalves ACA (2002) Uso de hidrogel na agricultura. *Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais*, 1(1): 23-31.
- Baker NR, Rosenqvist E (2004) Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, 55: 1607-1621.
- Bernardi MR, Sperotto MS Jr, Daniel O, Vitorino ACT (2012) Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. *Cerne*, 18(1): 67-74.
- Binotto AF, Lúcio AD, Lopes SJ (2010) Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. *Cerne*, 16(4): 457-464.
- Caron BO, Souza VQ, Cantarelli EB, Manfron PA, Behling A, Eloy E (2010) Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. *Ciência Florestal*, 20(4): 683-689.

- Chakraborty K, Singh AL, Kalariya KA, Goswami N, Zala PV (2015) Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to water deficit stress: status of oxidative stress and antioxidant enzyme activities. *Acta Botanica Croatica*, 74(1): 123-142.
- Eloy E, Caron BO, Schmidt D, Behling A, Schwers L, Elli EF (2013) Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. *Revista Floresta*, 43(3): 373-384.
- Etesami H, Jeong BR (2018) Silicon (Si): Review and future prospects on the action mechanisms in alleviating biotic and abiotic stresses in plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 147: 881-896.
- Faria R (2000) *Efeito da acumulação de silício e a tolerância das plantas de arroz do sequeiro ao déficit hídrico do solo*. 2000. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras. Viçosa.
- Fernandes SSL, Pereira ZV, Lobtchenko G, Gomes CF, Gomes MES (2013) Estrutura e similaridade florística de dois componentes arbóreos de florestas estacionais semidecíduais do parque estadual das várzeas do Rio Ivinhema-MS. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 17(6): 63-78.
- Fonseca EP, Valéri SV, Miglioranza E, Fonseca NAN, Couto L (2002) Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, 26(4): 515-523.
- Hunt R (1990) *Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners*. Unwin Hyman, 112p.
- Keller WMT (2017) *Biologia Floral, Reprodutiva, Polinizadores e Viabilidade do Pólen de Eugenia myrcianthes Nied.* 36 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos- PR.
- Lopes JLW et al. (2010) Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. *Ciência Florestal*, 20(2): 217-224.
- Lorenzi H (2009) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa ed. v.2, 384p.
- Malavolta E (1980) *Elementos de nutrição mineral das plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres.
- Marchiori JNC, Sobral M (1997) *Dendrologia das Angiospermas Myrtales*. Santa Maria: Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, 304 p.
- Marafon AC, Endres L (2011) *Adubação silicatada em cana-de-açúcar*. Documentos 165. Embrapa ISSN 1517-1329. Aracaju, SE, Dezembro.
- Marques PAA, Bastos RO (2010) Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 3(2): 53-57.
- Melo-Filho JS, Silva TI, Golçalves AC De M, Sousa LV, Vêras MLM, Dias TJ (2019) Aplicación de agua salobre y silicio en el crecimiento, pigmentos cloroplásticos, fluorescencia de clorofila y producción de remolacha. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(3): 406-415.

- Mews CL, Sousa JRL, Azevedo GTOS, Souza AM (2015) Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. *Floresta e Ambiente*, **22**(1): 107-116.
- Moreira RA, Ramos JD, Cruz MCM, Villar L, Hafle OM (2011) Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. *Revista Agrarian*, **3**(8): 133-139.
- Oliveira F (2007) Aspectos da vegetação arbórea encontrada na orla da Praia da Alegria no município de Guaíba, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisa, série Biológica*, **19**: 6-17.
- Oliveira RA de et al. (2004) Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **8**(1): 160-163.
- Record SJ, Hess RW (1949) *Timbers of the New World*. New Haven: Yale University Press, 640 p.
- Silva DC, Melo AS, Melo YL, Andrade WL, Lima LM, Santos AR (2019) Silicon foliar application attenuates the effects of water suppression on cowpea cultivars. *Ciência e Agrotecnologia*, **43**: 1-10.
- Taiz LE, Zeiger IM, Moller MA (2017) *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6.ed. Artmed, 888 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

adubação, 31, 45, 48, 50, 88, 89, 93, 99, 100, 112, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 128, 134, 145, 146, 148, 149
amendoim do campo, 114, 122
arbóreas, 31, 46, 48, 56, 60, 77, 99, 100, 102, 109, 110, 111, 112, 124, 126, 127, 131, 139, 146, 149
Arecaceae, 48
aroeira, 20, 28

B

BAP, 71, 73, 82, 84
baru, 61, 99, 100
botânica, 14

C

canafistula, 70, 72, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 103, 108, 109, 111, 112, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147
cerrado, 43, 61, 96, 99, 100, 116, 123, 147

D

déficit hídrico, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 30, 31, 35, 36, 39, 40, 42, 45, 46, 53
desenvolvimento vegetal, 18, 60

E

espécies nativas, 4, 48, 70, 88, 97, 132, 147
esporulação micorrízica, 127
estresse hídrico, 12, 13, 31, 39, 42, 45, 49, 53, 57, 67, 96, 102
Eugenia myrcianthes, 30, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46
explante, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 85, 86

F

fósforo, 14, 21, 89, 90, 92, 93, 94, 96, 99, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 130, 131, 134, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 147, 148
fotossíntese zero, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
fruticultura tropical, 7, 17
fungos micorrízicos arbusculares, 4, 88, 89, 92, 93, 94, 96, 102, 103, 106, 107, 108, 110, 111, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 146, 147, 148

H

hipóxia, 60, 67

I

índice de qualidade de Dickson, 44, 91, 96, 98, 105, 122

L

leguminosa, 70, 103
luminosidade, 4, 53, 73

M

micropropagação, 71, 72, 83, 85, 87
mudanças climáticas, 7, 8, 15, 16, 18

N

nutrição, 4, 46, 89, 95, 98, 109, 147, 148

P

Pantanal, 2, 48, 49, 57, 58, 100, 149
polímero hidroretentor, 39
produção

de mudas, 4, 16, 32, 46, 47, 72, 94, 96, 97, 98,
100, 102, 103, 108, 109, 110, 111, 112, 113,
114, 116, 122, 123, 125, 127, 145, 146, 147,
148
vegetal, 8
Pterogyne nitens, 113, 114, 117, 118, 119, 121, 122,
123, 124

Q

qualidade de mudas, 44, 46, 88, 89, 103, 111,
112, 129, 140, 146, 149

R

radiação solar, 54, 55, 56
reflorestamento, 70, 88, 126
respostas fisiológicas, 7, 8, 143, 144

S

segmentos nodais, 74, 75, 76, 77, 78, 84, 87
selênio, 19, 22, 24, 26
sensível ao alumínio, 26
silício, 19, 22, 24, 25, 28, 30, 31, 35, 36, 37, 38,
39, 45, 46
simbiose, 95, 97, 98, 106, 108, 117, 127, 130,
137, 139, 140, 145, 146
sombreamento, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 45, 46, 50,
52, 53, 54, 55, 57, 58, 61, 62, 67, 128, 147, 148

T

toxicidade do alumínio, 19
transpiração, 7, 10, 12, 13, 31, 49, 55, 56, 57, 58

  **Cleberton Correia Santos**

Graduado em Agroecologia (UEMS). Mestre e Doutor em Agronomia - Produção Vegetal (UFGD). Atualmente é Pós-Doutorando (PNPD/CAPES) pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da UFGD. Professor Voluntário na Graduação e Pós-Graduação em Agronomia da UFGD. Tem experiência em Tecnologias para Produção de Mudas e Ecofisiologia, Nutrição e Metabolismo de Plantas. Contato: cleber_frs@yahoo.com.br.



  **Silvana de Paula Quintão Scalon**

Graduada em Ciências Biológicas (UFJF), Mestre em Agronomia - Fisiologia Vegetal e Doutora em Ciência dos Alimentos - Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças, ambas pela UFLA. Professora Titular da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Produtividade em Pesquisa do CNPq nível 1D. Tem experiência em Ecofisiologia de Mudas de Espécies Arbóreas e Frutíferas Nativas. Contato: silvanascalon@ufgd.edu.br.



ISBN 978-658831931-4



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br