



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

Crescimento e produção de biomassa de mudas de *Pterogyne nitens* Tull. inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada

 10.46420/9786588319314cap9

Bruna Duque Guirardi¹ 

Jolimar Antonio Schiavo^{2*} 

Gustavo Mattos Abreu¹ 

Tamara Izabel de Andrade Payá³ 

Phillipe Mattos Abreu² 

Gabrielly dos Santos Bobadilha⁴ 

Naelmo de Souza Oliveira² 

INTRODUÇÃO

O aumento populacional vem desencadeando diversas discussões sobre a segurança alimentar e sustentabilidade, tornando-se cada vez mais necessário produzir e ao mesmo tempo preservar áreas. Segundo Leles et al. (2006) esta preocupação ambiental demanda mais serviços de produtos florestais, como a produção de mudas para a recuperação de áreas degradadas, revegetação, reflorestamentos para fins econômicos, restauração de matas ciliares, arborização, entre outros fins. O autor ainda salienta a necessidade do desenvolvimento de pesquisas e técnicas que otimizem a produção de mudas, a baixo custo, atribuindo qualidade para mudas para se atender aos objetivos dos plantios finais.

Entre as técnicas estudadas para a produção de mudas destaca-se a utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). A associação mutualista entre plantas e os FMAs estende a área superficial da raiz, acarretando um aumento na capacidade de absorção de água e nutrientes do solo, proporcionando assim maior taxa de crescimento e sobrevivência (Nadeem et al., 2014).

A utilização desta associação mutualista entre os FMAs e planta é promissora devido aos benefícios causados nas plantas, principalmente na fase de viveiro, podendo antecipar o tempo de transplante para o campo, o que reduz o tempo de permanência das mudas no viveiro. Sendo assim, aumenta-se a rotatividade na ocupação da infraestrutura e otimização de mão-de-obra, conseqüentemente, ocorre uma

¹ Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG, Brasil

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Aquidauana, MS, Brasil

³ Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Irati, PR, Brasil

⁴ Mississippi State University, Mississippi State, MS, USA;

*Autor de correspondência: schiavo@uems.br

maior produtividade de mudas (Silveira et al., 2003). Esta associação mutualista também favorece a eficiência na utilização de nutrientes disponíveis, aumenta a tolerância aos estresses climáticos e edáficos, e aumenta a resistência das plantas a patógenos. Por conseguinte, diminui custos da produção de mudas sadias e mais precoces (Gomes; Silveira, 2007).

A *Pterogyne nitens* Tull. (amendoim do campo) é uma espécie arbórea, conhecida como “madeira nova” e “amendoim-do-campo”, apresenta rusticidade e altas taxas de crescimento. Esta espécie pertence à família Fabaceae, sub-família Caesalpinoideae. A mesma pode atingir cerca de 9-15 metros de altura, sua dispersão é de forma ampla e descontínua tanto na mata primária quanto em formações secundárias, e em vários estágios de sucessão ecológica. (Lorenzi, 1992; Filardi et al., 2009).

Carvalho (1994) descreveu sobre a madeira de *P. nitens*, como sendo elástica e resistente. A casca do caule desta espécie demonstrou-se promissora para a utilização para fins farmacêuticos (Lima et al., 2016). Já para fins energéticos a mesma é adequada para a produção de carvão vegetal com boa qualidade (Figueiredo et al. 2018). Marchesan et al. (2013) em estudo de algumas espécies para a fabricação de piso verificou que a de *P. nitens* obteve um maior rendimento na produção de lamelas. Para recuperação de áreas, essa espécie é recomendada para reposição de mata ciliar em locais com inundações periódicas e para revegetação em solos arenosos e degradados (Bomfim et al., 2009).

Diante do exposto, da múltipla utilização da espécie de *P. nitens* e da aplicação da técnica de inoculação como alternativa para produção de mudas com boa qualidade em menor tempo de crescimento, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e doses de fósforo (P) no crescimento e produção de massa nas mudas de *Pterogyne nitens* (amendoim do campo).

MATERIAL E MÉTODOS

A produção de mudas *P. nitens* foi conduzida em casa de vegetação, localizada na Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS), no Município de Aquidauana-MS. Geograficamente, a região localiza-se entre as coordenadas 20°27'20" de latitude S e 55°40'17" de longitude W. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região pertence ao tipo Aw, classificado como tropical-quente, sub-úmido, com precipitação pluviométrica anual variando de 1.200 a 1.400 mm. A temperatura média anual é de 24 °C, com máxima diária de 36 °C durante o verão e mínimas de 12 °C no inverno (Alvares et al., 2013).

O preparo do inóculo de FMAs foi feito em substrato constituído por uma mistura de solo e vermiculita na proporção de 1:2 (v/v). Foi realizada a esterilização do substrato em autoclave, na temperatura de 121°C, por uma hora. Posteriormente, o mesmo foi acondicionado em vasos plásticos de cultivo com capacidade de 5 dm³ e inoculado com uma mistura de solo, contendo esporos e raízes

colonizadas com os FMAs *Gigaspora margarita* e nativos. Para a semeadura utilizou-se a espécie *Brachiaria decumbens*. A multiplicação dos fungos para ser usados como inóculo, foi feita em um período de quatro meses em casa de vegetação.

O substrato utilizado no experimento foi composto por uma mistura de um horizonte sub-superficial de um solo Argissolo Vermelho distrófico e vermiculita média 1:1 v/v (Schiavo et al., 2010; Santos et al., 2018). Procedeu-se a análise química desse solo, o qual apresentou os seguintes resultados: pH = 4,8 (H₂O; 1:2,5); MO = 13,00 g.kg⁻¹ (oxidação pelo dicromato de potássio, em meio sulfúrico); P = 3,50 g.kg⁻¹ (Mehlich-1); K = 1,60 mmol_c dm⁻³ (Mehlich-1); Ca²⁺ = 10,00 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 7,00 mmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 4,00 mmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺ = 27,00 mmol_c dm⁻³ SB= 18,60 mmol_c dm⁻³; CTC= 45,60 mmol_c dm⁻³; v = 40,79%; m= 8,77%.

Para o preparo do substrato foi realizado a esterilização do solo em autoclave, na temperatura de 121°C, por uma hora. Posteriormente, o mesmo foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 5 dm³. Após este procedimento, realizou-se a calagem de acordo com a análise de solo, com o objetivo de se elevar a saturação por bases para 60 %, reagindo por um período de 30 dias. Adicionalmente foi realizada a aplicação das doses de fósforo (P) tendo como fonte o KH₂PO₄. Com a função de equilibrar os teores de potássio, foram adicionadas doses do mesmo sob fonte de KCl.

As sementes de *P. nitens* foram coletadas a partir de 3 plantas matrizes, localizadas no campus da UEMS em Aquidauana. A semeadura procedeu-se com a abertura de quatro orifícios no substrato por vaso. Nos tratamentos correspondentes à inoculação com FMAs, adicionaram-se 5 mL de inóculo por orifício. Em seguida, semeou-se uma semente germinada por orifício.

Aos vinte dias após a semeadura, foi realizado o desbaste das mudas, permanecendo apenas duas plantas por vaso. Estas foram avaliadas com medições periódicas de altura e diâmetro à altura do colo aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Para a avaliação da colonização micorrízica (CM), coletou-se o sistema radicular separado da parte aérea de cada planta. Em seguida, foi realizada a lavagem das raízes, e posteriormente, a coleta de subamostras de 2 cm de comprimento de raízes de cada planta. As subamostras foram conservadas em etanol a 50% para determinação da CM através do método da interseção em placa de Petri reticulada (Giovannetti; Mosse, 1980), após a coloração das raízes com azul de metila (Koske; Gemma, 1989).

A determinação da matéria seca total da planta foi realizada com a parte aérea e o sistema radicular, os quais foram levados para estufa a 65^oC por 72 horas e pesados o material, para determinação da matéria seca.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 3, sendo os fatores doses de P (0, 50, 100, 200 e 400 mg kg⁻¹), inoculação (*G. margarita* e FMAs nativo) e sem inoculação com FMAs, com quatro repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos de inoculação e doses de P à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% e análise de regressão ($p < 0,05$), respectivamente, utilizando-se o software SAE[®] (UFV, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colonização micorrízica nas raízes das mudas de *P. nitens* inoculadas com o fungo *G. margarita*, no geral obteve maior média, quando comparada com os demais tratamentos. Em comparação ao fungo nativo, foi maior 57, 15, 26, 3 e 22%, respectivamente, nas doses 0, 50, 100, 200 e 400 mg dm⁻³ de P (Tabela 1). Diniz et al. (2007) em estudo com a espécie *Enterolobium contortisiliquum* inoculada com fungos micorrízicos arbusculares na região do Cerrado, verificou que a colonização micorrízica nessa planta foi maior com o inóculo dos *G. etunicatum* e *G. margarita* quando comparados com o fungo nativo. Essa diferença entre a porcentagem de colonização entre as espécies de fungos, pode ser explicada pela variação nas proporções das hifas externas entre elas (Brito et al., 2017).

Foi observado que a aplicação de P influenciou significativamente na taxa de colonização micorrízica apenas no tratamento com a inoculação de fungos nativos. Houve uma tendência de maior taxa de colonização com a aplicação de P até a dose de 200 mg dm⁻³. Silva et al. (2017) trabalhando com a produção de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) também constataram que a porcentagem da colonização micorrízica foi influenciada significativamente pela adubação fosfatada.

Tabela 1. Colonização micorrízica de mudas de Amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tull.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares Nativo, *Gigaspora margarita*, e sem inoculação sob diferentes doses de fósforo.

FMAs	Doses de fósforo mg dm ⁻³					Regressão ¹	
	0	50	100	200	400	R ² (%)	Equação
	Colonização Micorrízica (%)						
C	22,50 c	25,00 b	27,50 b	17,50 b	80,00 b	-	-
N	52,50 b	65,00 a	67,50 a	77,50 a	67,50 a	Q, 0,96*	$\hat{y} = 53,42 + 0,202P - 0,000417P^2$
Gm	82,50 a	75,00 a	82,50 a	80,00 b	82,50 a	-	-
CV%						25,32	

FMAs = Fungos micorrízico arbuscular; C = Controle; N = nativo; Gm = *G. margarita*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada variável, não diferem entre os tratamentos de inoculação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Q: regressão quadrática; * significância a 1% de probabilidade pelo teste F.

Segundo Smith et al. (2010) o principal benefício da associação micorrízica com a planta é a maior absorção de fósforo (P) em situações de baixo suprimento. Os autores salientam que entre os fatores edáficos que mais controla a porcentagem de colonização e os efeitos da simbiose nas plantas é a disponibilidade de P, dependendo da sua quantidade disponível, a simbiose pode ser de natureza mutualística, neutralista ou parasitária.

O tratamento controle (sem inoculação) também apresentou colonização de FMAs, o que pode ter ocorrido foi a presença de propágulos de FMAs na água não esterilizada utilizada para a irrigação das mudas durante o período de condução do experimento.

Para a altura das plantas de *P. nitens* aos 30 dias após a semeadura não houve diferença significativa entre os tratamentos com e sem inoculação. Já para a aplicação de P, as doses foram significativas apenas no tratamento com a inoculação de fungos nativos, gerando ajuste de equação linear, ou seja, quando maior a dose aplicada maior foi o crescimento em altura das plantas (Tabela 2). Carneiro et al. (2004) concluíram em seu trabalho que a inoculação com FMAs e doses fosfatadas apresentam pouco efeito no crescimento em estágio inicial da planta de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). Este mesmo efeito também foi encontrado no presente estudo, onde os FMAs tiveram efeito significativo a partir dos 60 dias após a semeadura, somente nos tratamentos sem adubação de P e com aplicação de dose com 50 mg dm⁻³ de P.

Tabela 2. Altura de mudas de Amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tull.) aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares Nativo, *Gigaspora margarita*, e sem inoculação sob diferentes doses de fósforo.

FMAs	Doses de fósforo mg dm ⁻³					Regressão ¹	
	0	50	100	200	400	R ² (%)	Equação
H-30 DAS (cm)							
C	2,84 a	3,55 a	3,10 a	2,60 a	4,0 a	-	-
N	3,50 a	2,88 a	3,07 a	3,88 a	4,48 a	L, 0,73*	$\hat{y} = 3,04 + 0,0035 P$
Gm	3,58 a	3,41 a	3,51 a	4,51 a	4,08 a	-	-
CV(%)						17,02	
H-60 DAS (cm)							
C	3,90 b	5,00 c	7,38 a	6,50 a	8,38 a	L, 0,72*	$\hat{y} = 4,78 + 0,096 P$
N	5,07 b	7,38 a	7,07 a	7,12 a	6,21 a	-	-
Gm	8,63 a	7,62 a	7,51 a	6,62 a	8,00 a	Q, 0,95*	$\hat{y} = 13,72 - 0,03675 P + 0,0007605 P^2$
CV(%)						24,20	
H-90 DAS (cm)							
C	5,52 b	5,88 b	11,12 a	10,38 a	11,38 a	Q, 0,78*	$\hat{y} = 5,32 + 0,044 P - 0,000075 P^2$
N	7,75 b	9,75 ab	9,93 a	11,00 a	9,12 a	Q, 0,94*	$\hat{y} = 8,0 + 0,028 P - 0,0000626 P^2$
Gm	14,38 a	11,31 a	10,38 a	10,07a	11,07 a	Q, 0,86*	$\hat{y} = 13,72 - 0,03675 P + 0,0007605 P^2$
CV(%)						27,71	
H-120 DAS (cm)							
C	6,31 b	6,69 b	12,88 a	11,57 a	12,69 a	-	-
N	8,75 b	13,93 a	11,19 a	12,31 a	9,68 a	-	-
Gm	15,31 a	12,93 a	12,00 a	10,62 a	13,57 a	Q, 0,91*	$\hat{y} = 13,68 - 0,02617 P + 0,0006420 P^2$
CV(%)						22,48	

FMAs = Fungos micorrízico arbuscular; C = Controle; N = nativo; Gm = *G. margarita*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada variável, não diferem entre os tratamentos de inoculação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Q: regressão quadrática e L: regressão linear; * significância a 1% de probabilidade pelo teste F.

A altura com a inoculação de fungos *G. margarita*, no geral foi significativamente maior quando comparada com os demais tratamentos, nas doses 0 e 50 mg dm⁻³ de P, aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura nas mudas de *P. nitens*. Moreira et al. (2019) observaram um maior efeito dos FMAs no incremento em altura das plantas *Coffea arabica* L no tratamento sem adição de adubação fosfatada. Este

fato demonstra que o crescimento em alturas de mudas em associação com os FMAs não é efetivo em conjunto com altas concentrações de P.

No tratamento sem inoculação aos 60 dias após a semeadura houve efeito significativo para a aplicação de doses de P, quanto maior foi a quantidade de P usada maior foi o crescimento em altura das mudas de *P. nitens*. Corrêa et al. (2002) verificaram que para a variável altura de mudas de acerola (*Malpighia glabra* L.) houve influência pela aplicação de fósforo, observando-se uma resposta linear positiva. Esses autores ainda salientam a importância do fósforo para o crescimento das mudas, o qual participa da formação da parede celular e vários processos metabólicos, que são vitais ao desenvolvimento da planta.

A altura das mudas *P. nitens* no tratamento com a inoculação do fungo *G. margarita*, foi influenciada significativamente pela adubação fosfatada, aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura, observando-se uma regressão quadrática. De forma semelhante Abreu et al. (2018) também observaram uma regressão quadrática para as doses de P com a inoculação do fungo *G. margarita*. Este fato indica que a aplicação de P em plantas inoculadas com essa espécie de fungo é benéfica até uma determinada dose, a partir desta ocorre um decréscimo no crescimento em altura das plantas. No incremento em altura nas mudas de *P. nitens* não houve diferença significativa entre os tratamentos controle, inoculação com o fungo nativo e o *G. margarita*, nas doses aplicadas de 100, 200 e 400 mg dm⁻³ de P.

Tabela 3. Diâmetro à altura do colo (DC) das mudas de Amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tull) aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares Nativo, *Gigaspora margarita*, e sem inoculação sob diferentes doses de fósforo.

FMAs	Doses de fósforo mg dm ⁻³					Regressão ¹	
	0	50	100	200	400	R ² (%)	Equação
DC-30 DAS (mm)							
C	1,30 a	1,43 a	1,19 a	1,31 a	1,32 a	-	-
N	1,30 a	1,30 a	1,39 a	1,37 a	1,57 a	L, 0,89*	$\hat{y} = 1,28 + 0,000644 P$
Gm	1,58 a	1,61 a	1,31 a	1,47 a	1,58 a	-	-
CV(%)						13,21	
DC -60 DAS (mm)							
C	1,88 b	2,08 a	2,47 a	2,71 a	2,81 a	Q, 0,98*	$\hat{y} = 1,85 + 0,0064 P - 0,000010 P^2$
N	1,91 b	2,28 a	2,62 a	2,80 a	2,48 a	Q, 0,98*	$\hat{y} = 1,93 + 0,00783 P - 0,0000162 P^2$
Gm	3,02 a	3,00 a	2,62 a	2,11 a	3,01 a	Q, 0,84*	$\hat{y} = 3,18 - 0,000866 P + 0,00002036 P^2$
CV(%)						21,70	

Ecofisiologia e nutrição de espécies frutíferas e arbóreas

DC -90 DAS (mm)							
C	2,53 b	2,50 b	3,25 a	3,57 a	3,61 a	Q, 0,90*	$\hat{y} = 2,4 + 0,0084 P - 0,000013 P^2$
N	3,07 b	3,37 ab	3,81 a	4,02 a	3,43 a	Q, 0,98*	$\hat{y} = 3,04 + 0,00904 P - 0,00002015 P^2$
Gm	4,81 a	4,43 a	3,52 a	2,92 a	3,97 a	Q, 0,96*	$\hat{y} = 4,95 - 0,01719 P + 0,00003672 P^2$
CV(%)							22,34
DC -120 DAS (mm)							
C	2,81 b	2,87 b	4,31 a	4,07a	4,19 a	Q, 0,74*	$\hat{y} = 2,75 + 0,012 P - 0,000021 P^2$
N	3,43 b	4,00 ab	4,38 a	4,60 a	3,43 a	Q, 0,99*	$\hat{y} = 3,46 + 0,0117 P - 0,0000296 P^2$
Gm	4,88 a	4,45 a	4,00 a	3,50 a	4,47 a	Q, 0,99*	$\hat{y} = 4,93 - 0,01254 P + 0,00002836 P^2$
CV(%)							20,08

FMA = Fungos micorrízico arbuscular; C = Controle; N = nativo; Gm = *G. margarita*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada variável, não diferem entre os tratamentos de inoculação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Q: regressão quadrática e L: regressão linear; * significância a 1% de probabilidade pelo teste F.

O diâmetro à altura do colo das mudas de *P. nitens*, aos 60 dias após a semeadura, sem aplicação da adubação fosfatada foi influenciada significativamente pelo tipo de inoculação. O maior valor encontrado foi na inoculação com o fungo *G. margarita*, sendo maior 60 e 58%, respectivamente, quando comparada ao controle e inoculada com o fungo nativo (Tabela 3). Resultado similar foi encontrado por Samarão et al. (2011), os autores avaliaram o desempenho das mudas de gravioleira (*Annona muricata* L.) com fungos micorrízicos em diferentes doses de fósforo. Foi observado um maior incremento diâmetro à altura do colo nas mudas com a inoculação do fungo *G. margarita*, em comparação com o inoculo nativo e sem inoculação, nos tratamentos sem a adição de P.

Tabela 4. Matéria seca de Amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tull.) da parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e matéria seca total (MST), com inoculação com fungos micorrízicos arbusculares Nativo, *Gigaspora margarita*, e sem inoculação sob diferentes doses de fósforo.

FMA	Doses de fósforo mg dm ⁻³					Regressão ¹	
	0	50	100	200	400	R ² (%)	Equação
MSPA (g planta ⁻¹)							
C	3,30 b	4,05 b	8,87 a	8,28 a	10,1 ab	Q, 0,83*	$\hat{y} = 3,26 + 0,043 P - 0,000065 P^2$
N	6,32 b	9,79 a	9,31 a	9,40 a	7,57 b	-	-
Gm	11,48 a	11,61 a	10,45 a	7,60 a	13,05 a	Q, 0,78*	$\hat{y} = 12,39 - 0,038428 P + 0,00009893 P^2$
CV(%)						23,84	
MSR (g planta ⁻¹)							
C	1,84 b	3,04 a	6,90 a	7,20 a	7,41 a	Q, 0,95*	$\hat{y} = 1,2 + 0,064 P - 0,00012 P^2$
N	3,84 ab	5,54 a	5,98 a	8,52 a	6,21 a	Q, 0,94*	$\hat{y} = 3,69 + 0,0374 P - 0,0000774 P^2$
Gm	6,39 a	6,99 a	7,30 a	9,49 a	7,52 a	-	-
CV(%)						38,09	
MST (g planta ⁻¹)							
C	5,15 b	7,10 b	15,67 a	17,75 a	17,52ab	Q, 0,92*	$\hat{y} = 4,5 + 0,11 P - 0,00018 P^2$
N	10,18 b	15,32 a	15,30 a	17,94 a	13,78 b	Q, 0,89*	$\hat{y} = 10,92 + 0,0648 P - 0,000144 P^2$
Gm	17,85 a	18,60 a	17,75 a	21,01 a	20,58 a	-	-
CV(%)						25,68	

FMA = Fungo micorrízico arbuscular; C = Controle; N = nativo; Gm = *G. margarita*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada variável, não diferem entre os tratamentos de inoculação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Q: regressão quadrática e L: regressão linear; * significância a 1% de probabilidade pelo teste F.

A adubação fosfatada foi significativa nos tratamentos sem e com inoculação (*G. margarita* e nativos), aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura, apresentando uma equação quadrática. Aguiar et al. (2004) em pesquisa com a espécie algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC), verificaram um incremento no diâmetro do colo, em resposta a inoculação, até a dose de 50 mg dm⁻³ de P no solo. O P influencia no desenvolvimento da planta por fazer parte de vários processos metabólicos, doses reduzidas de P proporcionaram menor desenvolvimento das mudas e as doses muito elevadas podem ser maléficas as mesmas (Rocha et al., 2013).

A massa seca da parte área (MSPA) das mudas de *P. nitens* foi influenciada significativamente pela inoculação nas doses 0, 50 e 400 mg dm⁻³ de P, sendo o FMA *G. margarita* o que proporcionou os maiores

valores de MSPA nas citadas doses (Tabela 4). Resultado similar foi encontrado por Samarão et al. (2011), com a inoculação do fungo *Gigaspora margarita* em comparação ao tratamento sem inoculação na produção de mudas de gravioleira.

A inoculação com os FMAs não influenciou significativamente na massa seca da raiz (MSR) nos tratamentos com adubação fosfatada. Observou-se diferença significativa na MSR sem a aplicação de P, sendo maior 247% a inoculação com o fungo *G. margarita* em comparação com o tratamento sem inoculação.

A adubação fosfata foi significativa na MSR no tratamento sem inoculação, a equação observada foi a quadrática mostrando que o P aumenta a produção de raiz até uma determinada dose. Leite et al. (2017) encontraram para MSR, um ponto máximo de incremento em torno da dose de 100 mg kg⁻¹ de P, com 45% de aumento em relação às plantas que não receberam adubação. Os autores explicam este fato, pela planta inicialmente necessitar do nutriente para a formação de massa radicular, e partir do excesso de P a planta já não necessita buscar o nutriente, sendo assim não ocorre o crescimento em raiz.

Geralmente em condições experimentais, em doses mais elevadas de fósforo a planta prioriza o desenvolvimento da parte aérea. Este fato pode melhorar determinados índices, a exemplo o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Tadeu et al., 2018). Esse índice indica eficiência na predição da qualidade das plantas, por considerar a robustez e o equilíbrio de partição de massa entre os diferentes órgãos da planta (Gomes; Paiva, 2012). No geral foi observado no presente estudo maiores média de MSPA quando se compara a MSR, com e sem adubação fosfatada.

A massa seca total (MST) teve influência significada pelos FMAs, nos tratamentos com as doses 0, 50 e 400 mg dm⁻³ de P. No tratamento sem adubação fosfatada o *G. margarita* a MST foi maior 247 e 75%, respectivamente, quando comparado com o controle e fungos nativos. Este fato demonstra que para a produção de mudas de *P. nitens* entre os FMAs estudado, o mais indicado é o *G. margarita*. Cruz et al. (2010) concluem que é desejável encontrar o valor máximo para essa variável, visto que mudas com elevada MST são mais vigorosas, rustificadas (endurecidas) e possuem alta capacidade fotossintética, conseqüentemente promove um melhor desenvolvimento da planta.

CONCLUSÃO

O fungo micorrízico arbuscular da espécie *Gigaspora margarita* foi o que se demonstrou mais promissor para o desenvolvimento das mudas de amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tull.), principalmente nas doses mais baixas de fósforo.

De maneira geral, nas variáveis estudadas, mudas sem inoculação com os fungos micorrízicos arbusculares, apresentaram ajuste quadrático em função das doses de P, com ponto de máximo próximo a dose de 200 mg dm⁻³ de P.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu GM, Schiavo JA, Abreu PM., Bobadilha GS, Rosset JS (2018). Crescimento inicial e absorção de fósforo e nitrogênio de *Enterolobium contortisiliquum* inoculada com fungos micorrízicos arbusculares. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(1): 156-164.
- Aguiar RLF, Maia LC, Salcedo IH, Sampaio EVSB (2004). Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e fósforo no desenvolvimento da Algaroba [*Prosopis juliflora* (SW) DC]. *Revista Árvore*, 28(4): 589-598.
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711–728.
- Bomfim AA, Novaes AB, José ARS, Grisi FA (2009). Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogyne nitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. *Floresta*, 39(1): 33-40.
- Brito VN, Tellechea FRF, Heitor LC, Freitas MSM, Martins, MA (2017). Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. *Ciência Florestal*, 27(2): 485-497.
- Carneiro MAC., Siqueira JO, Davide AC (2004). Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 34(3): 119-125.
- Carvalho, PER (1994). *Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Editora: Colombo. 640 p.
- Corrêa FDO, Souza CAS, Carvalho JD, Mendonça, V. (2002). Fósforo e zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. *Revista brasileira de fruticultura*, 24(3): 793-796.
- Cruz CAF, Paiva HN, Neves JCL, Cunha ACMCM (2010). Resposta de mudas de *Senna macranthera* (dc. Ex collad.) Hs Irwin & barnaby (fedegoso) cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico a macronutrientes. *Revista Árvore*, 34(1): 13-24.
- Diniz LG, Collier LS, Sugai MAA (2007). Desenvolvimento do *Enterolobium contortisiliquum* Inoculado com Fungos Micorrízicos Arbusculares na Região do Cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo – CBCS 2007, Gramado-RS. *Anais...* Gramado-RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- Figueiredo MEO, Longue Júnior D, Pereira AKS, Carneiro ACO, SILVA CMS (2018) Potencial da madeira de *Pterogyne nitens* Tull. (madeira-nova) para produção de carvão vegetal. *Ciência Florestal*, 28(1): 420-431.
- Filardi FLR, Garcia FCP, Okano RMC (2009) Caesalpinioideae (leguminosae) lenhosas na estação ambiental de volta grande, Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore*, 33(6): 1071-1084.

- Giovannetti M, Mosse B (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, 84(4): 489-500.
- Gomes JM e Paiva HN (2012). *Viveiros florestais: propagação sexuada*. Editora: UFV, Viçosa. 116p.
- Gomes VFF e Silveira APD (2007) Micorrizas em Plantas Frutíferas Tropicais. In: Silveira APD e Freitas SS (Eds.). *Microbiota do solo e qualidade ambiental*. Campinas: Instituto Agrônomo, 312p.
- Koske RE, Gemma JN (1989). A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycology Research*, 92(4): 486-488.
- Leite TS, Dombroski JLD, Freitas RMO, Leite MS, Rodrigues MRO (2017). Produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* e partição de assimilados em resposta à adubação fosfatada e inoculação com fungos micorrízicos. *Ciência Florestal*, 27(4): 1157-1166.
- Leles PSS, Lisboa AC, Neto SNO, Grugiki MA, Ferreira MA (2006). Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. *Floresta e Ambiente*, 13(1): 69-78.
- Lima CS, Polaquini CR, Santos MB, Gullo FP, Leite FS, Scorzoni L,..., Regasini LO (2016) Anti-Candida and anti-Cryptococcus evaluation of 15 non-alkaloidal compounds from *Pterogyne nitens*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(10): 841-845.
- Lorenzi H (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Editora: Nova Odessa: Plantarum. 368p.
- Marchesan R, Kasprzak LFF, Schirigatti EL, Klitzke RJ, Rocha MP (2013) Produção de lamelas em serra de fita horizontal múltipla para fabricação de piso engenheirado de madeira. *Floresta e Ambiente*, 20(1): 124-134.
- Moreira SD, França AC, Graziotti PH, Leal FDS, Silva EB (2019). Fungos micorrízicos arbusculares e doses de fósforo no crescimento do cafeeiro em solo não esterilizado. *Revista Caatinga*, 32(1): 72-80.
- Nadeem SM, Ahmad M, Zahir, ZA, Javaid, A, Ashraf M (2014). The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology advances*, 32(2): 429-448.
- Rocha JHT, Pietro MR, Borelli K, Backes C, Neves MB (2013). Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. *Cerne*, 19(4): 535-543.
- Samarão SS, Rodrigues LA, Martins MA, Manhães TN, Alvim LAM (2011). Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33(1): 81-88.
- Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumberras JF, Coelho MR, Almeida JA, Cunha TJF, Oliveira JB (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Editora: Embrapa, Brasília. 590p.

- Schiavo JA, Silva CA, Rosset JS, Secretti ML, Sousa RAC, Cappi N (2010). Composto orgânico e inoculação micorrízica na produção de mudas de pinhão manso. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 40(3): 322-329.
- Silva EP, Ferreira PAA, Furtini-Neto AE, Soares CRFS (2017). Micorrizas arbusculares e fosfato no desenvolvimento de mudas de cedro-australiano. *Ciência Florestal*, 27(4): 1269-1281.
- Silveira APD, Silva LR, Azevedo IC, Oliveira E, Meletti LMM (2003). Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. *Bragantia*, 62(1): 89-99.
- Smith SE, Facelli E, Pope S, Smith FA (2010). Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant and Soil*, 326: 3-20.
- Tadeu HC, Carneiro MAC, Miranda MR, Alho LC, Araújo Neto PI, Viana ÁL (2018). Influence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Phosphorus Doses in the Production of *Parkia nitida* (Miquel) in Seedling Nursery in the South of Amazonas. *Journal of Experimental Agriculture International*, 28(4): 1-10.
- Universidade Federal de Viçosa – UFV (1997). *SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, MG : Manual do usuário. 150p.

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