



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 canafistula (<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 canafistula (<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.) com fungos micorrízicos arbusculares	126
Índice Remissivo	149

Fertilização fosfatada e fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de *Peltophorum dubium*

 10.46420/9786588319314cap8

Gustavo Mattos Abreu¹ 

Jolimar Antonio Schiavo^{2*} 

Bruna Duque Guirardi¹ 

Tamara Izabel de Andrade Payá³ 

Phillipe Mattos Abreu² 

Gabrielly dos Santos Bobadilha⁴ 

Naelmo de Souza Oliveira² 

INTRODUÇÃO

A supressão da vegetação nativa realizada de maneira intensiva, com o intuito de abrir novas áreas para a instalação de empreendimentos, como atividades de mineração, exploração agrícola, florestal ou pecuária são grandes causadores da poluição e redução da qualidade ambiental. Esse fato coloca em risco diversas áreas de relevante interesse ecológico, devido ao aumento da exposição do solo, redução da regeneração vegetal e biodiversidade, o que promove a degradação de grandes áreas (Araújo Filho et al., 2007).

Soares e Carneiro (2010) apontam que para se recuperar essas áreas, em muitos casos, faz-se necessária a realização de plantios de espécies arbóreas nativas, as quais devem apresentar certas características, como rápido crescimento e capacidade de suportar situações adversas, como baixa oferta de nutrientes e estresse hídrico. Além disso, os autores complementam que essas espécies devem promover melhorias na qualidade do solo, sejam elas químicas, físicas ou biológicas.

A inserção de espécies leguminosas com capacidade de fixar N atmosférico em projetos de recuperação é interessante devido a capacidade dessas em crescer de modo satisfatório em solos com baixa fertilidade. Além disso, essas espécies promovem maior sustentabilidade ao ambiente, devido à incorporação de N e aumento da matéria orgânica do solo (MOS) (Franco; Faria, 1997). Sabendo-se da relevância do incremento de MOS, manutenção da reserva de nutrientes e da atividade biológica do solo, faz-se importante a implantação de espécies que, além de reduzir os efeitos da degradação do solo, dão continuidade ao processo de sucessão vegetal (Balieiro et al., 2004).

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.

⁴Mississippi State University, Mississippi State, MS, USA.

*Autor de correspondência: schiavo@uems.br

Diante disso, a canafístula (*Peltophorum dubium*) Taub. surge como espécie com elevado potencial de inserção em programas de recuperação, devido atender vários desses requisitos. A espécie é uma leguminosa arbórea da família Fabaceae com ampla ocorrência no Brasil, podendo atingir 15-25 m de altura na fase adulta. A espécie é heliófita, pioneira, rústica e de rápido crescimento, sendo encontrada normalmente colonizando áreas de pastagem, clareiras e bordas de mata. Ela é indicada para fins paisagísticos, reflorestamentos, sistemas agrosilvipastoris e recuperação de áreas degradadas (Lorenzi, 2002; Carvalho, 1994).

Ao se recuperar uma área degradada, o uso de espécies que apresentam capacidade de se associar com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) é algo interessante (Siqueira et al., 2010). O plantio de mudas produzidas em associação com FMAs pode promover redução dos custos de recuperação, em função da menor necessidade de fertilizações e menores taxas de mortalidade das mudas (Carneiro et al., 2004). Esses fungos alteram a dinâmica de crescimento das plantas por meio de diversos processos, dentre eles a maior aquisição de nutrientes, em especial o fósforo (P), o qual apresenta baixos teores na maior parte dos solos de áreas tropicais (Flores-Aylas et al., 2003).

No entanto, de modo geral, os substratos utilizados na produção de mudas são isentos desses microrganismos benéficos ao crescimento das plantas. Esse fato ocorre devido a necessidade de desinfestação desses materiais, visando eliminar possíveis patógenos, o que conseqüentemente elimina os FMAs (Goetten et al., 2016). Desse modo, a aplicação de inoculante contendo microrganismos como os FMAs no substrato de produção das mudas são imprescindíveis para se garantir a presença desses no campo, dado que a maneira mais prática de se realizar a inoculação é durante a produção das mudas no viveiro.

Diante o exposto, foi avaliado o efeito da aplicação de doses de P e da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no crescimento, produção de massa de matéria seca e qualidade de mudas de *Peltophorum dubium*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação na Unidade Universitária de Aquidauana da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UUA-UEMS) localizada entre as coordenadas 20°27'20" de latitude S e 55°40'17" de longitude W. Segundo 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 (Alvares et al., 2014). A temperatura média anual é de 24 °C, com máxima diária de 36 °C durante o verão e mínimas de 12 °C no inverno.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, sendo avaliadas cinco doses de fósforo (0, 50, 100, 200 e 400 mg dm⁻³) e três tratamentos microbiológicos

(inoculado com *Rizophagus clarus*, *Gigaspora margarita* e um Controle sem inoculação), com quatro repetições, totalizando 60 vasos. A parcela experimental foi composta por um vaso contendo duas plantas.

Para a multiplicação do inóculo de FMA foi utilizado substrato constituído por uma mistura de Argissolo Vermelho Amarelo distrófico e areia na proporção de 1:2 (v:v). Esse substrato foi esterilizado em autoclave, por uma vez, a 121 °C, por uma hora. Após a esterilização o substrato foi colocado em vasos de cultivo com capacidade de 5 dm³ e infectado com uma mistura de solo contendo esporos e raízes colonizadas com os FMAs, proveniente da coleção do laboratório de Matéria Orgânica e Microbiologia do Solo da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (LAMOMIS – UEMS).

Como plantas hospedeiras foram semeadas sementes de *Urochloa brizantha* cv. xaraés. As sementes de *U. brizantha* tiveram a superfície esterilizada com solução a 0,5% de hipoclorito de sódio, durante 15 minutos. Após a embebição, as sementes foram lavadas com água esterilizada. Os vasos foram mantidos em estufa pelo período de quatro meses para a multiplicação dos FMAs, os quais foram utilizados como fonte de inóculo.

O substrato utilizado no experimento foi constituído por uma mistura 1:2 (v:v) de vermiculita média e o horizonte sub-superficial de um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. O substrato foi esterilizado em autoclave, por uma vez, a 121 °C, por uma hora. Foi realizada análise química do solo utilizado na formulação do substrato, o qual apresentou as seguintes características: pH (H₂O - Razão 1:2.5) = 4,8; Matéria orgânica (C. org. x 1,724 - Método Walkley-Black) = 13,00 g dm⁻³; P disponível (extraído com solução de Mehlich-1 e determinado por colorimetria) = 3,50 mg dm⁻³; K⁺ (extraído por Mehlich-1 e determinado por espectrofotometria de chama) = 1,6 mmol_c dm⁻³; Ca⁺² e Mg⁺² (extraídos com KCL 1 mol L⁻¹ e determinados por compleximetria) = 10,00 e 7,00 mmol_cdm⁻³, respectivamente; Al⁺³ (extraído com solução de KCL 1 mol L⁻¹ e determinado por titulação) = 4,00 mmol_c dm⁻³, H⁺ + Al⁺³ (extraídos com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e determinados por titulação) = 27,00 mmol_c dm⁻³, Soma de bases = 18,60 mmol_c dm⁻³, Capacidade de troca catiônica = 45,6 mmol_c dm⁻³, Saturação por bases = 40,79% e Saturação por Al = 8,7%.

Para corrigir o solo para uma saturação por bases de 60%, foi realizada a calagem de acordo com a análise de solo, aplicando-se calcário do tipo filler com PRNT de 100%, reagindo por um período de 30 dias. Posteriormente, o substrato foi alocado em vasos plásticos com 5 dm³ de capacidade, onde foram adicionadas as doses de P, por meio da aplicação de KH₂PO₄. Devido a presença de potássio (K) no fertilizante utilizado como fonte de P, adicionou-se KCl ao substrato de cultivo das plantas, pretendendo-se equilibrar a quantidade de K aplicada via KH₂PO₄.

As sementes de *P. dubium* foram coletadas de plantas matrizes situadas na UEMS, campus Aquidauana, as quais tiveram sua superfície esterilizada por meio de imersão em hipoclorito de sódio 2% por um período de 5 minutos. Decorrido este período, as mesmas foram lavadas em água corrente e,

posteriormente, em água destilada e deionizada. Para a germinação das sementes, placas de Petri foram preenchidas com algodão embebido em água destilada, dispostas em capela de fluxo laminar e submetida à luz ultravioleta durante 10 minutos para esterilização. Em seguida, as placas contendo as sementes foram levadas à câmara BOD à temperatura de 30°C, até a emissão das radículas.

A inoculação com FMAs foi efetuada no momento da sementeira, tendo como inóculo 10 mL de uma mistura de solo, raízes colonizadas e esporos de FMAs, o qual foi adicionado ao orifício onde se inseriu as sementes. Aos dez dias após a sementeira, foi realizado o desbaste, permanecendo apenas duas plantas por vaso, as quais foram selecionadas. A irrigação do substrato de cultivo foi realizada mediante monitoramento diário, a qual foi feita de modo que as plantas não atingissem o ponto de murcha.

O crescimento das mudas *P. dubium* foi avaliado aos 90 dias após a sementeira (DAS), onde foram mensurados a altura total das plantas (H) e o diâmetro do coleto (DC). A H das mudas foi medida do nível acima do solo até o ponto de inserção da última folha, utilizando-se régua (graduada em cm), enquanto o DC foi mensurado ao nível acima do solo, por meio de paquímetro (graduado em mm). Após a mensuração das mudas aos 90 DAS, as mesmas foram coletadas, onde o sistema radicular foi separado da parte aérea. Para determinação da massa de matéria seca das plantas, a parte aérea e o sistema radicular foram acondicionados em estufa a 65°C por 72 horas. Em seguida, o material foi pesado em balança analítica com precisão de 0,01g.

Por meio dos dados de altura total da parte aérea (H), diâmetro a altura do colo (DC), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e total (MST) das plantas, calculou-se o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Dickson et al., 1960) (1).

$$IQD = MST / [(H / DC) + (MSPA / MSR)] \quad (1)$$

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 SAEG® (UFV, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas (H) aos 90 dias após a sementeira (DAS) não sofreu efeito da inoculação com FMAs, exceto nas plantas fertilizadas com 200 mg dm⁻³ de P, cuja inoculação com *G. margarita* promoveu maior incremento em comparação ao controle. Foi verificado que a altura das plantas submetidas à dose 0 mg dm⁻³ de P, com ou sem inoculação com FMAs, possuíam valores inferiores em relação às demais doses de P, o que também foi observado para o diâmetro do coleto (DC). Comparando-se as doses 0 e 50 mg dm⁻³ de P, é possível notar incrementos de, aproximadamente, 128, 65 e 106% na H e 123, 51 e 68%

no DC nos tratamentos controle, *R. clarus* e *G. margarita*, respectivamente, o que indica que a espécie apresenta elevada responsividade à aplicação de fósforo para as citadas variáveis.

As variáveis H e DC das mudas inoculadas com FMAs demonstraram comportamento quadrático em função da aplicação de doses de P (Tabela 1). Tal fato é comum, dado que em elevadas concentrações de nutrientes no substrato, principalmente o P, pode ocorrer redução do benefício gerado pelos fungos, onde, a partir de um certo limite, a associação torna-se desvantajosa para a planta. Desse modo, em condições onde os FMAs promovam redução do crescimento das plantas, ao invés de se obter uma simbiose, há o estabelecimento de uma relação parasítica (Smith; Read, 2008; Schiavo et al., 2010). A relação H/DC não sofreu influência de nenhum dos fatores avaliados, o que confronta os resultados obtidos por Cruz et al. (2011), os quais encontraram efeito linear da variável em resposta à aplicação de P até 600 mg dm⁻³.

Tabela 1. Altura total das plantas (H), diâmetro à altura do coleto (DC) e relação H/DC de mudas de *Peltophorum dubium* aos 90 dias após a semeadura em função de doses de P e da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

FMA	Doses de fósforo mg dm ⁻³					Regressão ¹		Equação	CV%	p-valor
	0	50	100	200	400	R ² (%)				
H (cm)										
Ctl	11,1 a	25,3 a	30,5 a	21,6 b	29,0 a	-		-	22,04	0,0007
Rc	13,1 a	21,6 a	25,8 a	25,8 ab	25,6 a	Q, 85,38	$\hat{y} = 15,092308^{**} + 0,105148^{*} P - 0,000200^{*} P^2$		27,83	0,0488
Gm	12,5 a	25,8 a	28,1 a	31,5 a	26,3 a	Q, 88,46	$\hat{y} = 15,084615^{**} + 0,157336^{**} P - 0,000326^{**} P^2$		20,44	0,0011
CV%			23,41			-		-	-	-
DC (mm)										
Ctl	2,38 a	5,31 a	4,67 a	4,00 a	4,55 a	-		-	30,17	0,0342
Rc	2,51 a	3,80 b	4,35 a	4,33 a	4,50 a	Q, 83,64	$\hat{y} = 2,830962^{**} + 0,014659^{**} P - 0,000027^{*} P^2$		20,48	0,0177
Gm	2,53 a	4,25 ab	4,50 a	4,50 a	4,33 a	Q, 74,28	$\hat{y} = 2,971538^{**} + 0,016235^{**} P - 0,000033^{**} P^2$		19,93	0,0146
CV%			18,94			-		-	-	-
Relação H/DC (cm mm ⁻¹)										
Ctl	4,73 a	4,76 a	6,06 a	5,42 a	6,25 a	-		-	32,16	0,6518
Rc	5,21 a	5,51 a	5,87 a	5,92 a	5,76 a	-		-	17,00	0,8289
Gm	4,95 a	5,94 a	6,43 a	7,10 a	6,13 a	-		-	18,62	0,1627
CV%			17,58			-		-	-	-

FMA = Fungo micorrízico arbuscular; Ctl = Controle; Rc = *R. clarus*; 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. CV% = Coeficiente de variação. Q = regressão quadrática; * e ** indicam, respectivamente, significância do parâmetro a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

Os valores de MSPA e MST (Tabela 2) apresentaram diferença entre os tratamentos microbiológicos apenas na dose 50 mg dm⁻³ de P, onde o controle superou a produção de massa das mudas inoculadas com o FMA *R. clarus*. Plantas inoculadas com *R. clarus* não responderam à aplicação de P na produção de MSPA, MSR e MST. Por mais que não se observou efeito significativo ($p > 0,05$) das doses de P na produção de MSPA em mudas inoculadas com *R. clarus*, houve elevado incremento dessa variável na dose 50 mg dm⁻³, a qual apresentou acréscimo aproximadamente 9 vezes maior quando comparada às plantas não fertilizadas (0 mg dm⁻³ de P). Comparando-se as mesmas doses, é possível notar que houveram incrementos semelhantes nos tratamentos controle e *G. margarita*.

Tabela 2. Massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) de mudas de *Peltoporum dubium* aos 90 dias após a semeadura em função de doses de P e da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

FMA	Doses de fósforo mg dm ⁻³					Regressão ¹			
	0	50	100	200	400	R ² (%)	Equação	CV%	p-valor
Massa seca parte aérea (g vaso ⁻¹)									
Ctl	0,378 a	7,153 a	5,540 a	1,618 a	2,905 a	-	-	47,77	0,0002
Rc	0,305 a	3,045 b	3,103 a	2,620 a	2,798 a	-	-	62,06	0,0837
Gm	0,398 a	3,703 b	4,233 a	2,965 a	2,893 a	-	-	54,82	0,0306
CV%			54,03			-	-	-	-
Massa seca raiz (g vaso ⁻¹)									
Ctl	0,148 a	1,528 a	1,448 a	0,523 a	0,928 a	-	-	51,23	0,0033
Rc	0,218 a	0,765 a	0,883 a	1,130 a	0,685 a	-	-	61,19	0,1167
Gm	0,315 a	1,508 a	1,410 a	1,253 a	0,833 a	-	-	75,84	0,2560
CV%			66,11			-	-	-	-
Massa seca total (g vaso ⁻¹)									
Ctl	0,525 a	8,680 a	6,988 a	2,140 a	3,833 a	-	-	45,93	0,0002
Rc	0,523 a	3,810 b	3,985 a	3,750 a	3,483 a	-	-	57,99	0,0774
Gm	0,713 a	5,210 ab	5,643 a	4,218 a	3,725 a	-	-	57,85	0,0552
CV%			53,49			-	-	-	-

FMA = Fungo micorrízico arbuscular; Ctl = Controle; Rc = *R. clarus*; 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. CV% = Coeficiente de variação.

Não foi observada diferença significativa na MSR das plantas em nenhum dos tratamentos microbiológicos, enquanto apenas no controle houve efeito significativo ($p < 0,01$) da fertilização fosfatada na produção de raízes. Resultados semelhantes foram observados na MST, contudo, houve efeito da inoculação com FMAs apenas na dose 50 mg dm⁻³, onde mudas do tratamento controle produziram maior quantidade de massa seca. De modo geral, espera-se que espécies pioneiras como a canafístula sejam mais susceptíveis à simbiose e respondam bem à presença de FMAs (Zangaro et al., 2002). Contudo, os

citados autores também não encontraram efeitos positivos da simbiose com FMAs na produção de mudas de *P. dubium*.

Além da produção de massa seca, as relações H/MSPA e MSPA/MSR e o IQD das plantas de canafistula aos 90 DAS não demonstraram ajuste de regressão em função das doses de P. A falta de ajustamento pode ter ocorrido em função da elevada variabilidade dos dados, o que é demonstrado pelo elevado coeficiente de variação (CV%) dessas variáveis em função da aplicação de P (Tabela 3).

Tabela 3. Relações H/MSPA e MSPA/MSR e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Peltophorum dubium* aos 90 dias após a semeadura em função de doses de P e da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

FMA	Doses de fósforo mg dm ⁻³					Regressão ¹				
	0	50	100	200	400	R ² (%)	Equação	CV%	p-valor	
Relação H/MSPA (cm g ⁻¹)										
Ctl	29,40 b	3,86 a	5,78 a	14,53 a	11,39 a	-	-	24,77	0,0000	
Rc	43,41 a	10,95 a	9,35 a	12,26 a	10,23 a	-	-	40,07	0,0000	
Gm	36,14 ab	8,80 a	7,84 a	13,47 a	10,05 a	-	-	63,91	0,0046	
CV%			47,12			-	-	-	-	
Relação MSPA/MSR										
Ctl	3,38 a	4,74 a	4,15 a	3,05 a	3,71 a	-	-	41,71	0,6017	
Rc	1,46 a	3,46 a	3,38 a	2,65 a	4,41 a	-	-	40,42	0,0475	
Gm	1,32 a	2,43 a	3,62 a	3,18 a	3,59 a	-	-	43,18	0,0829	
CV%			42,06			-	-	-	-	
Índice de qualidade de Dickson – IQD										
Ctl	0,07 a	0,92 a	0,71 a	0,25 a	0,40 a	-	-	63,34	0,0062	
Rc	0,08 a	0,38 b	0,42 a	0,45 a	0,36 a	-	-	55,60	0,0865	
Gm	0,11 a	0,60 ab	0,63 a	0,45 a	0,38 a	-	-	69,26	0,1627	
CV%			58,6			-	-	-	-	

FMA = Fungo micorrízico arbuscular; Ctl = Controle; Rc = *R. clarus*; 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. CV% = Coeficiente de variação.

Apenas na dose 0 mg dm⁻³ de P houve efeito do tratamento microbiológico na relação H/MSPA, onde o maior valor foi observado em mudas inoculadas com *R. clarus*, enquanto o menor valor ocorreu no controle. Mudas associadas ou não aos FMAs sofreram forte efeito ($p < 0,01$) da fertilização fosfatada na citada variável, havendo redução da H/MSPA em função da aplicação de P. Resultados contrários foram observados por Abreu (2018), o qual encontrou redução significativa da relação em função da inoculação com FMAs e acréscimo em resposta do aumento da oferta de P no substrato.

A redução da H/MSPA é um ponto satisfatório, dado que quanto menor a relação, para um mesmo valor de H, mais lenhificada e de melhor qualidade será a muda (Gomes; Paiva, 2012). Contudo, os citados

autores indicam que essa característica é pouco avaliada em pesquisas sobre produção de mudas. Essa relação apresenta informação importante para a silvicultura, dada sua capacidade de inferir sobre a capacidade de sobrevivência das mudas após o plantio (Gomes; Paiva, 2012).

A relação MSPA/MSR das mudas de *P. dubium* presentes nos tratamentos controle e inoculadas com o FMA *G. margarita* não foi influenciada pela aplicação de P ($p > 0,05$), havendo influência apenas em plantas inoculadas com *R. clarus* ($p = 0,0475$). Também não foram encontradas diferenças significativas na variável em função da inoculação em nenhuma das doses. Contudo, de maneira geral, a associação das plantas com os FMAs proporcionou redução dessa relação, o que é positivo segundo Navarro et al. (2006). Os citados autores consideram essa variável como uma das mais importantes para se definir a qualidade de uma muda para plantio a campo, devido essas, geralmente, apresentarem baixos índices de mortalidade em função de variações ambientais, como períodos de estiagem prolongados.

A qualidade das mudas de canafístula, avaliadas pelo IQD, sofreu influência da inoculação com FMAs apenas na dose 50 mg dm^{-3} , onde o tratamento controle produziu mudas de melhor qualidade. A fertilização com P promoveu efeito significativo no IQD apenas em mudas do tratamento controle. No entanto, a aplicação de fósforo proporcionou aumentos nos valores do IQD de mudas micorrizadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (2013), os quais avaliaram a produção de mudas de *P. dubium* em resposta à fertilização nitrogenada e fosfatada, constatando que a aplicação de N e P influenciou a qualidade das mudas, sendo o efeito do P mais pronunciado que o do N.

Esse comportamento de responsividade à aplicação de P em espécies pioneiras, caso do *P. dubium*, foi observado por Resende et al. (1999). Os autores notaram, ao estudar o efeito da fertilização fosfatada no crescimento inicial de mudas de arbóreas nativas de diferentes estágios sucessionais, que a resposta das plantas ao fornecimento de P era diferente entre espécies clímax e pioneiras, as quais eram, respectivamente, pouco e muito responsivas à fertilização.

Venturin et al. (1999) observaram redução drástica da H, DC, MSPA e MSR de mudas de *P. dubium* produzidas sob omissão de P, o que levou os autores a definir o nutriente como o mais limitante ao crescimento da espécie. Souza et al. (2012), avaliando a eficiência da nutrição de mudas de *P. dubium*, constataram que o P foi o macronutriente quantificado com menor conteúdo nas plantas, sendo a ordem de acumulo $N > Ca > K > Mg > P$. Contudo, o nutriente foi o mais eficaz em produzir massa seca das plantas, o que demonstra a importância do mesmo para a produção de mudas da espécie.

Melhorias na nutrição das plantas, devido ao maior aporte de nutrientes no substrato ou ao uso de tecnologias que facilitem a aquisição de minerais pelas raízes, como a utilização de FMAs, são importantes para a obtenção de mudas de qualidade. Tucci et al. (2009) indicam que o aumento da oferta desses nutrientes para as plantas, em especial N, P e K, apresentam correlação direta com a qualidade e crescimento de mudas após o plantio no campo.

O plantio de mudas com baixa qualidade, seja ela fisiológica ou morfológica, pode inviabilizar projetos florestais com fins diversos, devido ao menor índice de sobrevivência e maior necessidade de replantio e tratos silviculturais. Desse modo, pesquisas que colaborem para a melhor compreensão de fatores que permitam a produção de mudas de espécies arbóreas nativas com qualidade é um aspecto primordial para o sucesso desses empreendimentos.

CONCLUSÕES

A fertilização fosfatada proporcionou incrementos na altura total da parte aérea e diâmetro à altura do coleto das mudas de *P. dubium*. Não houve efeito da inoculação nas citadas variáveis, contudo, melhores resultados foram obtidos em mudas associadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs).

Plantas não inoculadas com FMAs apresentaram aumento da produção de massa seca em função da aplicação de P. Nas doses 50 e 100 mg dm⁻³ a inoculação com FMAs, em especial *R. clarus*, proporcionou redução da produção de massa seca das mudas.

A aplicação de 50 e 100 mg dm⁻³ de P promoveu a obtenção de mudas de qualidade superior de *P. dubium*.

Mudas não fertilizadas (0 mg dm⁻³ de P) e inoculadas com os FMAs *R. clarus* e *G. margarita* possuíram maior relação H/MSPA.

AGRADECIMENTOS

À FUNDECT; ao CNPq/CAPES pelo apoio financeiro via projetos: “casadinho” processo 620029/20080 e “casadinho/Procad processo 552377/2011-2; e a CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu GM (2018). *Adubação fosfatada e microrganismos simbiotes na produção de mudas de mangaba e mama-cadela*. Dissertação (Mestrado em Ciência florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 84p.
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- Araujo Filho JA, Sousa FB, Silva NL, Bezerra TS (2007). Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e povoamentos em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(2):1592-1595.
- Balheiro FC, Dias LE, Franco AA, Campello EFC, Faria SM (2004). Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. *Ciência Florestal*, 14(1): 59-65.
- 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*. COLOMBO: EMBRAPA/CNPQ. 640p.
- Cruz CAF, Cunha ACMCM, Paiva HN, Neves JCL (2011). Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e qualidade de mudas de canafistula cultivadas em Latossolo vermelho-amarelo distrófico. *Revista Árvore*, 35(5): 983-995.
- Flores-Aylas WW, Saggin-Júnior OJ, Siqueira JO, Davide AC (2003). Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(2): 257-266.
- Franco AA, Faria SM (1997). The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. *Soil Biology and Biochemistry*, 29: 897-903.
- Goetten LC, Moretto G, Stürmer SL (2016). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi inoculum produced on-farm and phosphorus on growth and nutrition native Woody plant species from Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 30(1): 9-16.
- Gomes JM e Paiva HN (2012). Viveiros florestais: propagação sexuada. Editora: UFV, Viçosa. 116p.
- Lorenzi H (2002) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Editora: Plantarum, Nova Odessa. 382p.
- Navarro RM, Villar-Salvador P, Del Campo A (2006) Morfologia y establecimiento de los plantones. In: Cortina J, Peñu Elas JL, Puértolas J, Savé J, Vilagrosa A (Eds.). *Calidad de plantaciones florestais para la restauración em degradados ambientes mediterráneos: Estado actual de conocimientos*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales:Madrid, p. 67 - 88.

- Resende ÁV, Furtini Neto AE, Muniz JA, Curi N, Faquin V (1999). Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(11): 2071-2081.
- 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.
- Siqueira JO, Souza FA, Cardoso EJBN, Tsai SM (2010). *Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil*. Editora: UFLA, Lavras. 716p.
- Smith SE, Read DJ (2008). *Mycorrhizal symbiosis*. 3 ed. Editora: Academic Press, New York. 800p.
- Soares CRFS, Carneiro MAC (2010). Micorrizas arbusculares na recuperação de áreas degradadas. In: Siqueira JO, Souza FA, Cardoso EJBN, Tsai SM (Eds.) *Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil*. Lavras: UFLA, 441-474.
- Souza NH, Marchetti ME, Carnevali TO, Ramos DD, Scalon SPQ, Silva EF (2013). Estudo nutricional da canafístula (I): crescimento e qualidade de mudas em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. *Revista Árvore*, 37(4): 717-724.
- Souza NH, Marchetti ME, Carnevali TO, Ramos DD, Scalon SPQ, Silva EF (2012). Estudo nutricional da canafístula (II): eficiência nutricional em função da adubação com nitrogênio e fósforo. *Revista Árvore*, 36(5): 803-812.
- Tucci CAF, Lima HN, Lessa JF. (2009). Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). *Acta Amazonica*, 39(2): 289-293.
- Universidade Federal de Viçosa – UFV (1997). SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, MG: Manual do usuário. 150p.
- Venturin N, Duboc E, Vale FR, Davide AC (1999). Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(3): 441-448.
- Zangaro W, Nisizaki SMA, Domingos JCB, Nakano EM (2002). Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi, Paraná. *Cerne*, 8(1): 77-87.

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