

Natalia Maria Martinazzo Angelo

**EFEITOS DA INOCULAÇÃO COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES
NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS**

Curitibanos

2019

Natalia Maria Martinazzo Angelo

**EFEITOS DA INOCULAÇÃO COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES
NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sonia Purin da Cruz

Curitibanos

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Angelo, Natalia Maria Martinazzo
EFEITOS DA INOCULAÇÃO COM FUNGOS MICORRÍZICOS
ARBUSCULARES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TRÊS ESPÉCIES
ARBÓREAS NATIVAS / Natalia Maria Martinazzo Angelo ;
orientador, Sonia Purin da Cruz, 2019.
43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

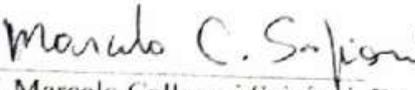
1. Engenharia Florestal. 2. FMA. 3. Psidium
cattleianum. 4. Handroanthus avellanadae. 5. Handroanthus
albus. I. Cruz, Sonia Purin da. II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III.
Título.

Natalia Maria Martinazzo Angelo

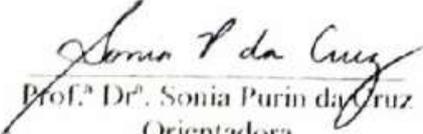
**EFEITOS DA INOCULAÇÃO COM FUNGOS MICORRÍZICOS
ARBUSCULARES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TRÊS ESPÉCIES
ARBÓREAS NATIVAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de "Bacharel em Engenharia Florestal" e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora

Curitiba, 14 de junho de 2019.

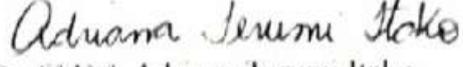

Prof. Marcelo Callegari Scipioni, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:


Prof.ª Dr.ª Sonia Purin da Cruz
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina


Msc. Gilvani Carla Mallmann,
Universidade do Estado de Santa Catarina


Sr. Alair Paulo Primon
Viveiro Primon Mudas Florestais


Prof.ª Dr.ª Adriana Terumi Itako
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à memória de meu amigo-irmão Eduardo Vicentini, e a todos que, de alguma forma, me ajudaram a chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

A todas oportunidades que o universo tem me proporcionado e pela vida.

À minha família, pela compreensão e todo apoio. Principalmente à minha mãe, Cecília, ao meu irmão João e às minhas tias Beth e Marta, que sempre me incentivaram a seguir sempre em frente, um dia de cada vez.

Aos meus amigos, aqueles que estiveram comigo ao longo desta caminhada, especialmente ao Rafael e Yanka, que me auxiliaram nas etapas de execução deste trabalho, compartilhando conhecimento, amizade e boas risadas.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Sonia Purin da Cruz, pela paciência e orientação. Agradeço pela motivação, ensinamentos, puxões de orelha e por compartilhar seu tempo comigo. Profissional que admiro muito e tenho como exemplo.

A Edegold Schäffer, presidente da APREMAVI, pela doação de sementes.

À Universidade do Estado de Santa Catarina, pelo fornecimento dos inoculantes fúngicos.

Ao viveiro Primon Mudas Florestais, por ceder toda sua instalação e condições oferecidas para a condução inicial deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos e todos seus colaboradores, pela oportunidade de aprendizado, crescimento pessoal e profissional.

Meus Agradecimentos!

“Paciência e perseverança tem o efeito mágico de fazer as dificuldades desaparecerem e os obstáculos sumirem.”

John Quincy Adams

RESUMO

Existem poucos estudos quanto a germinação e desenvolvimento de mudas de espécies florestais nativas, principalmente considerando a inoculação com microrganismos como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) no substrato de produção de mudas. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos dos FMAs *Gigaspora albida*, *Rhizophagus clarus* e inóculo misto (*G. albida* e *R. clarus*) em três espécies nativas: araçá-vermelho (*Psidium cattleianum*), ipê-amarelo (*Handroanthus albus*) e ipê-roxo (*Handroanthus avellanadae*). O experimento foi conduzido no município de Curitibanos, Santa Catarina, em condições de viveiro, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), contendo 4 tratamentos: T1 – testemunha, T2 – inoculação com *Rhizophagus clarus*, T3 – inoculação com *Gigaspora albida* e T4 – coinoculação *R. clarus* e *G. albida*. As avaliações de altura e diâmetro foram realizadas aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS), enquanto o volume radicular e as massas de parte aérea e radicular, frescas e secas, foram avaliadas aos 120 DAS. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram separadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A espécie *P. cattleianum* se desenvolveu melhor em função da coinoculação. Quanto a espécie *H. albus*, para altura, diâmetro e massa de parte aérea seca, aos 120 DAS, pôde-se considerar que o T3 foi o tratamento mais eficiente. Para *H. avellanadae*, os maiores valores de crescimento e massas foram observados na inoculação com *G. albida*. Os resultados revelam que a inoculação tem potencial de uso como prática silvicultural no desenvolvimento dessas espécies.

Palavras-chave: FMA, *Psidium cattleianum*, *Handroanthus avellanadae*, *Handroanthus albus*.

ABSTRACT

There are few studies on the germination and development of seedlings of native forest species, especially considering the inoculation with microorganisms such as arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on the substrate of seedling production. The objective of this work was to evaluate the effects of the AMF *Gigaspora albida*, *Rhizophagus clarus* and mixed inoculum (*G. albida* and *R. clarus*) on three native species: *Psidium cattleianum*, *Handroanthus albus*, *Handroanthus avellanadae*. The experiment was carried out in Curitibanos, Santa Catarina, under nursery conditions, in a completely randomized design (CRD) with 4 treatments: T1 - control, T2 - inoculation with *Rhizophagus clarus*, T3 - inoculation with *Gigaspora albida* and T4 - coinoculation *R. claus* and *G. albida*. Height and stem diameter evaluations were performed at 60, 90 and 120 days after sowing (DAS), while root volume, shoot and root fresh and dry mass were evaluated at 120 DAS. Results were submitted to analysis of variance (ANOVA), and means were separated by Tukey test at a probability level of 5%. *P. cattleianum* developed better when coinoculated. Regarding *H. albus*, T3 was the most efficient treatment improving height, stem diameter and shoot dry mass at 120 DAS. For *H. avellanadae*, the highest growth and mass values were observed when plants were inoculated with *G. albida*. Results show that inoculation has potential to be used as a silvicultural practice in the development of these three native species.

Keywords: AMF, *Psidium cattleianum*, *Handroanthus avellanadae*, *Handroanthus albus*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Homogeneização do substrato e fertilizante.	23
Figura 2 – Adição do inoculante de fungos micorrízicos arbusculares ao substrato.....	23
Figura 3 – Bandeja contendo 96 tubetes, com as sementes de ipê-amarelo devidamente semeadas.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias de altura de mudas de <i>Psidium cattleianum</i> (araçá-vermelho) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 12 repetições.	26
Tabela 2 - Médias do diâmetro do caule de mudas de <i>Psidium cattleianum</i> (araçá-vermelho) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS) Médias de 12 repetições.	27
Tabela 3 - Valores médios de volume radicular das mudas de <i>Psidium cattleianum</i> (araçá-vermelho) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 12 repetições.	28
Tabela 4 - Médias das massas de parte aérea fresca (MPAF), radicular fresca (MRF), parte aérea seca (MPAS) e radicular seca (MRS) de <i>Psidium cattleianum</i> (araçá-vermelho). Médias com 12 repetições.	29
Tabela 5 - Índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de <i>Psidium cattleianum</i> (araçá-vermelho) aos 120 dias após a semeadura (IQD).	30
Tabela 6 - Médias de altura de mudas de <i>Handroanthus albus</i> (ipê-amarelo) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 9 repetições.	30
Tabela 7 - Médias do diâmetro do caule de <i>Handroanthus albus</i> (ipê-amarelo) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 9 repetições.	32
Tabela 8 - Valores médios de volume radicular das mudas de <i>Handroanthus albus</i> (ipê-amarelo) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 9 repetições.	32
Tabela 9 - Médias das massas de parte aérea fresca (MPAF), radicular fresca (MRF), parte aérea seca (MPAS) e radicular seca (MRS) de <i>Handroanthus albus</i> (ipê-amarelo) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 9 repetições.	33
Tabela 10 - Índice de qualidade de Dickson das mudas de <i>Handroanthus albus</i> (ipê-amarelo) aos 120 dias após a semeadura (DAS).	34
Tabela 11 - Médias de altura de mudas de <i>Handroanthus avellanadae</i> (ipê-roxo) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 13 repetições.	34
Tabela 12 - Médias de diâmetro de mudas de <i>Handroanthus avellanadae</i> (ipê-roxo) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 13 repetições.	35
Tabela 13 - Médias de volume radicular das mudas de <i>Handroanthus avellanadae</i> (ipê-roxo) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 13 repetições.	36
Tabela 14 - Médias das massas de parte aérea fresca (MPAF), radicular fresca (MRF), parte aérea seca (MPAS) e radicular seca (MRS) de <i>Handroanthus avellanadae</i> (ipê-roxo) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 13 repetições.	37

Tabela 15 - Índice de qualidade de Dickson das mudas de <i>Handroanthus avellanae</i> (ipê-roxo) aos 120 dias após a semeadura (DAS).	38
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES.....	16
2.2	BENEFÍCIOS DA INOCULAÇÃO COM FMAs PARA ESPÉCIES ARBÓREAS	17
2.3	ESPÉCIES FLORESTAIS DE IMPORTÂNCIA AMBIENTAL NA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS E FLORESTAS NATIVAS.....	18
2.3.1	Ipê-roxo	19
2.3.2	Ipê-amarelo	20
2.3.3	Araçá-vermelho	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	ARAÇÁ-VERMELHO	26
4.2	IPÊ-AMARELO.....	30
4.3	IPÊ-ROXO	34
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) realizam associação simbiótica com as raízes da maioria das espécies vegetais. É considerada uma relação mutualística pela coexistência dos organismos no mesmo contexto físico de solo e raiz ao longo de mais de 450 milhões de anos (SANTOS et al., 2008; SMITH; READ, 2008). Nela, a planta supre o fungo energeticamente, por meio de produtos fotossintéticos para manutenção e crescimento, ao passo em que o fungo contribui para a nutrição da planta com nutrientes como fósforo, proporcionando maiores taxas de metabolismo e desenvolvimento vegetal, bem como o aumento na eficiência da ciclagem de nutrientes (SMITH; READ, 2008). Esta associação também favorece a recuperação da estrutura do solo, fator essencial para restauração de áreas degradadas (SANTOS et al., 2008).

A contribuição dos FMAs com o fósforo, nutriente de baixa mobilidade no solo, é essencial pois este elemento é o principal regulador das atividades celulares das plantas (DUFF et al., 1989). A quantidade de P inorgânico que é transportado e absorvido pelas raízes é considerada maior que a difusão ocorrente no solo, gerando uma zona de depleção do P na rizosfera (BERBARA et al., 2006). Os FMAs promovem na planta um aumento significativo na absorção de P, sendo que este valor pode ser de até 80% (MOREIRA et al., 2013; BRITO et al., 2017; BRUNETTO et al., 2019).

A atividade dos FMAs vai além de promover nutrição das plantas, uma vez que eles também participam da estruturação de comunidades vegetais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Sendo assim, integram papel crucial na sobrevivência de várias espécies arbóreas (BERBARA et al., 2006), tido como de maior importância para as florestais (ANDREZZA et al., 2008). No contexto destas espécies, as arbóreas nativas possuem menor desenvolvimento quando comparadas com espécies exóticas. Em vista disso, as espécies nativas não são frequentemente utilizadas em reflorestamentos, pois apresentam dificuldades como enraizamento e crescimento tanto na fase de viveiro como a campo (SIMÕES, 1987; ANDREZZA et al., 2008; SCABORA et al., 2010; BRITO et al., 2017).

Existem certos métodos silviculturais para melhorar o desenvolvimento das espécies florestais nativas que já foram desenvolvidos no Brasil e no mundo (ALVES; FREIRE, 2017; JACKSON et al., 2018). Porém, aspectos de técnicas de inoculação permanecem pouco explorados como componentes da produção de mudas (ZANGARO et al., 2002; ANDREZZA et al., 2008; BRITO et al., 2017). A inoculação com FMAs é uma prática silvicultural

promissora, mas existem poucos trabalhos publicados, principalmente abordando coinoculação, seja na fase de viveiro, ou posteriormente a campo.

Foram delineadas três hipóteses para o presente trabalho: 1) Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) influenciarão de maneira positiva no desenvolvimento inicial das mudas de *Psidium cattleianum*, *Handroanthus albus* e *Handroanthus avellanadae*; 2) O ipê-roxo (*H. avellanadae*), terá melhor resposta a inoculação em relação ao ipê-amarelo (*H. albus*) e araçá-vermelho (*P. cattleianum*); 3) Dentre todos os tratamentos, o de coinoculação irá sobressair-se aos demais de inoculação simples.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos dos fungos micorrízicos arbusculares *Gigaspora albida* e *Rhizophagus clarus* sobre o desenvolvimento inicial das espécies florestais *Psidium cattleianum*, *Handroanthus albus* e *Handroanthus avellanadae* nativas do Planalto Catarinense.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito das inoculações simples e coinoculação sobre a altura das mudas;
- Avaliar o diâmetro do caule em resposta a inoculação;
- Aferir as massas seca de parte aérea e radicular e volume de raízes nos tratamentos avaliados;
- Calcular o índice de qualidade de Dickson (IQD) em resposta aos efeitos de inoculação e coinoculação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Em quase todos ecossistemas terrestres, são conhecidas 250 espécies e 38 gêneros de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), pertencentes ao Filo Glomeromycota (IBG, 2016). Esses fungos coexistem com vegetais no mesmo meio físico, raiz e solo, de maneira simbiótica mediram a capacidade de absorção de nutrientes, fazendo com que ambos sejam beneficiados pela associação (BERBARA et al., 2006; INVAM, 2016). Eles são biotróficos obrigatórios, ou seja, só realizam propagação quando estão associados a um vegetal vivo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Em seu ciclo de vida, uma vez no solo, os fungos produzem esporos, que são propágulos reprodutivos (PFENNING, 2013). Os esporos germinam no solo e em seguida colonizam as raízes dos vegetais hospedeiros, instituindo-se no córtex radicular (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Depois que o córtex é colonizado, inter e intracelularmente, os arbúsculos são formados a partir da ramificação das hifas (BERBARA et al., 2006; MOREIRA; SIQUEIRA, 2013). Essas estruturas vegetativas são finas, alongadas e muito ramificadas, sendo peculiares aos FMAs (BERBARA, et al., 2006; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; PFENNING, 2013). Possuem função “chave” no desenvolvimento da simbiose entre fungo-planta, pois são os sítios responsáveis pela troca e absorção de nutrientes entre simbiontes (BERBARA et al., 2006, PFENNING, 20113).

Os FMAs possuem estruturas morfológicas que os diferenciam dos demais fungos, como as vesículas, que apresentam função de reservatório, ricas em lipídios (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; STÜRMER; SIQUEIRA, 2013). De acordo com Moreira e Siqueira (2006) as vesículas podem também, atuar como propágulos no solo. As vesículas são produzidas pelas células auxiliares, essas que são mais numerosas durante o período de esporulação do fungo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Os arbúsculos, juntamente com as vesículas, são fundamentais para diferenciar os gêneros *Gigaspora*, possuindo arbúsculos de base grossa e ramificação abrupta, do gênero *Rhizophagus*, de arbúsculos de base fina, ramificação gradual e formação de vesículas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; REDECKER et al., 2013).

2.2 BENEFÍCIOS DA INOCULAÇÃO COM FMAs PARA ESPÉCIES ARBÓREAS

Após os FMAs colonizarem as raízes e a relação simbiótica ser formada, são concedidos para a planta hospedeira efeitos indiretos e diretos. Estes efeitos podem ser nutricionais, bioprotetores e fisiológicos, entretanto, o mais substancial e de importância na maior parte das circunstâncias de crescimento das plantas, é o nutricional (BERBARA et al., 2006; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; SILVA et al., 2018).

A área radicular é ampliada, aumentando a eficácia das plantas de absorverem nutrientes e água. A maior absorção de P é dada como benefício fundamental fornecido pelos FMAs (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; MOREIRA et al., 2013). Em geral, plantas micorrizadas retratam teores elevados de alguns nutrientes, especialmente aqueles de mobilidade reduzida em solos tropicais, como P, Zn, Ca e Cu (STÜRMER; SIQUEIRA, 2013). Os FMAs proporcionam não só melhor nutrição, mas também favorecem o crescimento e qualidade das plantas, enquanto as plantas fornecem energia com compostos de C para a manutenção e crescimento do fungo (BERBARA et al., 2006).

No Brasil, um dos primeiros trabalhos de inoculação de FMAs com espécies florestais foi executado por Caldeira et al. (1997). Os autores avaliaram o desenvolvimento espécies arbóreas florestais inoculadas com FMAs. Neste trabalho, os autores constataram um aumento de 76% na taxa de sobrevivência em mudas de *Dimorphandra macrostachya* inoculadas com *Gigaspora margarita*. Já no trabalho de Brito et al. (2017) foram analisadas mudas de *Schizolobium parahyba* (paricá), com inoculação de FMAs. Neste estudo foi observado que as mudas colonizadas por *Rhizophagus clarus* e coinoculadas com *R. clarus* e *Gigaspora margarita* tiveram um aumento na produção de matéria da parte aérea seca de 25 e 37%, respectivamente. Quando os autores analisaram o desenvolvimento em diâmetro das mudas em resposta a inoculação com *R. clarus*, observaram um acréscimo de 80% para esse parâmetro. Assim, os trabalhos suportam o potencial de uso dos FMAs na inoculação de espécies florestais principalmente em situações ambientais adversas, tais como baixa fertilidade e desestruturação do solo, condições geralmente encontradas em áreas a serem recuperadas.

Quando se utiliza dois ou mais FMAs em uma mesma inoculação, está prática é denominada de coinoculação. A coinoculação é dada pelo efeito sinérgico de diferentes espécies de microrganismos, proporcionando benefícios, em conjunto, para o desenvolvimento vegetal. Cada FMA tende a suprir necessidades diferentes nas plantas, indo de acordo com a afinidade exercida sobre determinada espécie arbórea (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Entretanto, esta prática silvicultural, ainda é pouco explorada para o desenvolvimento inicial de mudas arbóreas, principalmente nativas, em fase de viveiro.

2.3 ESPÉCIES FLORESTAIS DE IMPORTÂNCIA AMBIENTAL NA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS E FLORESTAS NATIVAS

No ano de 2012, o “Novo Código Florestal” (Lei 12.727), foi aprovado, o que ocasionou uma expansão na demanda por mudas e sementes de espécies florestais nativas para recomposição e/ou recuperação de Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP). Em relação às espécies florestais nativas, existem poucos estudos quanto a germinação e resistência das mudas na implantação a campo (LEÃO et al., 2015). Desta forma, existe uma significativa necessidade da contribuição de estudos científicos que promovam produção de mudas de qualidade e em numerosa quantidade originárias do bioma Mata Atlântica (ANDREZZA et al., 2008).

O estado de Santa Catarina já possuiu praticamente toda sua área territorial coberta por florestas, porém, atualmente a extensão de mata nativa cobre aproximadamente 29%. Dada cobertura é diferente em seus três diferentes tipos de floresta, sendo que das áreas originais ainda restam: 40% da Florestal Ombrófila Densa, 24% da Floresta Ombrófila Mista (Planalto Catarinense), e seguida pela Floresta Estacional Decidual com apenas 16% da extensão. Ou seja, já desapareceram 70% das florestas em Santa Catarina (VIBRANS et al., 2015).

Dentro da Floresta Ombrófila Mista, há uma variedade muito ampla de espécies florestais, algumas de maior importância econômica, como por exemplo, a araucária (*Araucaria angustifolia*), o angico (*Anadenanthera* sp.), cedro (*Cedrus* sp.) e as diversas espécies de ipês e araçás, entre muitas outras (MARTO et al., 2005). O ipê-roxo apresenta-se em reflorestamentos e florestamentos com a qualidade da madeira considerada muito boa (MARTO et al., 2005; MARTINS et al., 2012), tornando-se indicada reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (MARTO et al., 2005). Já o ipê-amarelo, de acordo com Marto et al. (2006), é indicado para restauração de matas ciliares, pelo fato de povoar beiras de rios e, para repovoamento das florestas nativas que sofreram com a degradação. O araçazeiro é de baixa exigência, adequa-se em ampla diversidade de solos e climas, situa-se em larga distribuição em todas as regiões do Brasil (CARVALHO, 2003). Além dos frutos serem bastante apreciados pela avifauna, por conseguinte, o araçá e suas variações

são consideradas grandes potenciais na recomposição da flora em áreas degradadas (CARVALHO, 2003; SILVA et al., 2011).

2.3.1 Ipê-roxo

Espécie pertencente à família Bignoniaceae, o ipê (*Handroanthus avellanedae* (Lorentz ex Griseb.) Mattos) é conhecido por ser uma espécie secundária tardia, passando a clímax. Compõe parte do extrato superior das florestas e alta taxa de longevidade (MARTO et al., 2005).

É de ocorrência natural brasileira nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo e sul e oeste baianos (MARTO et al., 2005). Ocorre em localidades de regimes pluviométricos uniformes, contudo, suporta déficit hídricos moderados. No entanto, possui característica de distribuição irregular e descontínua, quanto aos aspectos ecológicos.

As sementes emergem, aproximadamente, aos 15 dias após semeadura, Lorenzi (1992) descreve que as mudas de ipê-roxo de rápido desenvolvimento inicial. Quando adulta, possui crescimento de lento a moderado, alcançando alturas de 10 a 30 metros, e tronco podendo medir até 90 cm de diâmetro (MARTO et al., 2005). Porém, quando em comparação as demais espécies arbóreas nativas, o ipê-roxo possui crescimento parcialmente rápido (LONGHI, 1995).

São conhecidos poucos relatos sobre o crescimento do ipê-roxo em resposta a FMAs. No estudo de Moratelli et al. (2007) foram analisadas influências de luz (4%, 30%, 50% e 70%) e da colonização de FMAs (*Rhizophagus clarus* e *Claroideoglossum etunicatum*) no desenvolvimento de mudas de *H. avellanedae*. As plantas colonizadas por micorrizas e expostas a baixa intensidade luminosa (4%) obtiveram a biomassa radicular, parte aérea significativamente menor, quando comparadas com as demais intensidades de luz (30%, 50% e 70%). Quando houve ausência da colonização de FMAs nas mudas de *H. avellanedae* em intensidade luminosa semelhante ao de um sub-bosque, as mudas apresentaram limitação na taxa fotossintética.

Contudo, existe a necessidade de estudos que avaliem o quão pode ser benéfica as associações de fungo-planta.

2.3.2 Ipê-amarelo

O *Handroanthus albus* (Chamisso) Sandwith, pertencente à família Bignoniaceae (MARTO et al., 2006), é uma espécie caducifólia que mede até 10 m de comprimento e possui altura bastante variável, de 3 até 30 m. Essa variedade de ipê ocorre naturalmente no Cerrado e nas Florestas Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual (BENTES-GAMA et al., 2008). É uma espécie heliófita, ou seja, adaptada ao crescimento em ambiente aberto, exposto à luz, que pertence ao grupo das arbóreas secundárias iniciais. Quando em reflorestamento misto, se dispõe a crescer de maneira reta sem bifurcações, visto que a espécie é monopodial (MARTO et al., 2006).

As sementes do ipê-amarelo são do tipo ortodoxas, mantém viabilidade natural em até 3 meses após serem colhidas (MARTO et al., 2006). Após realizar a semeadura, a germinação pode ocorrer em até aos 40 dias após semeadura, a taxa de germinativa normalmente é acima dos 80%. Já as mudas, possuem crescimento considerado lento, mas em ambiente à campo se desenvolvem rapidamente, podendo atingir aproximadamente 4 m em 2 anos (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003)

A literatura atual não possui registros de trabalhos com inoculação de FMAs na espécie *H. albus*. Porém, Souza et al. (2012) trabalharam com uma espécie semelhante (*Handroanthus roseoalbus*, ipê-branco) inoculada com *Acaulospora* sp. e FMAs nativos e adubação com esterco bovino (10%). O estudo mostrou que as mudas de ipê-branco, quando cultivadas em solo não adubado e inoculadas com FMAs, aumentaram os teores da biomassa e de Ca e N em 10%.

No estudo de Scabora et al. (2010), os autores utilizaram mudas da espécie *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo) inoculadas com FMAs autóctones (não identificados) na avaliação do desenvolvimento inicial em altura e massa seca da parte aérea. As mudas de *H. chrysotrichus* com inoculação micorrízica, obtiveram maiores médias quanto ao desenvolvimento da massa da parte aérea seca (1,59 g) e de altura (7,07 cm), quando comparadas as mudas não inoculadas (0,10 g e 4,60 cm, para massa da parte aérea e altura, respectivamente). Os autores ressaltaram a importância de mais trabalhos nesta linha de pesquisa, para que seja possível estabelecer conclusões definitivas do desenvolvimento inicial de espécies arbóreas nativas inoculadas com FMAs.

2.3.3 Araçá-vermelho

A espécie *Psidium cattleianum* Afzel. Ex Sabine pertence à família Myrtaceae e ocorre em duas variações, sendo denominadas pela coloração do fruto, que são araçá-vermelho e araçá-amarelo. Ocorrente no Bioma Mata Atlântica, do Rio Grande do Sul à Bahia. Os araçás são árvores consideradas pioneiras, apesar de Gandolfi (1991), ter classificado como secundárias iniciais. Possuem altura variando entre 3 e 6 metros (SANTOS et al., 2007).

Após semeadura, a emergência ocorre em até 40 dias, sua germinação é considerada alta (LORENZI, 1992). As mudas de araçá-vermelho possuem crescimento de lento a moderado. Quando adultas, o tronco pode medir de 15 a 25 cm de diâmetro (LORENZI, 1992; APREMAVI, 2009).

Há poucos estudos com inoculação de FMAs em *Psidium guajava*. No experimento de Schiavo e Martins (2002) foi analisada a produção de mudas de *Psidium guajava* com inoculação com *Rhizophagus clarus* em substrato agroindustrial. Quando as mudas foram inoculadas com o FMA, observou-se aumentos em mais de 80% na produção de matéria da parte aérea seca e nos conteúdos de P e N da parte aérea.

Scabora et al. (2010) avaliaram mudas de goiabeira (*Psidium guajava*) com inoculação de FMAs nativos (não identificados), quanto a altura e massa da parte aérea seca. As mudas de goiabeira inoculadas exibiram maiores médias no desenvolvimento em altura (24 cm) e massa da parte aérea seca (4,21 g), quando comparadas as mudas não inoculadas (9,21 cm e 0,33 g, para altura e massa seca da parte aérea, respectivamente). Para que haja resultados mais conclusivos quanto a inoculação de FMAs para o desenvolvimento de espécies arbóreas nativas, em fase de viveiro, há necessidade de mais estudos seguindo esta linha de pesquisa, assim como sugerem os autores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Curitibanos, Santa Catarina (Latitude: 27° 16' 60'' Sul, Longitude: 50° 35' 7'' Oeste), no viveiro Primon Mudas Florestais. Foram estudadas três espécies arbóreas nativas: ipê-roxo (*Handroanthus avellanadae* Lorentz ex Griseb), ipê-amarelo (*Handroanthus albus* (Chamisso) Sandwith) e araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). As sementes foram fornecidas por doação da Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida (APREMAVI), localizada no município de Atalanta, SC. Foram também utilizadas duas espécies de fungos micorrízicos arbusculares: *Gigaspora albida* (isolado SCT200A) e *Rhizophagus clarus* (isolado RJN120A), fornecidos pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

Os inóculos foram coletados no solo, mais especificamente na planta hospedeira, posteriormente, armazenados em sacos plásticos devidamente identificados e conservados em geladeira, o que garantiu a viabilidade de uso. Dessa maneira os inoculantes podem ser armazenados durante alguns anos.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 tratamentos compreendendo: T1: controle, T2: inoculação com *R. clarus*, T3: inoculação com *G. albida* e T4: coinoculação com *R. clarus* e *G. albida*. Foram estabelecidas 24 repetições.

O substrato utilizado foi o Carolina Soil® (CSC) misturado com fertilizante Fertipar® (Figura 1) na fórmula 2-30-15. A dosagem de fertilizante foi de 300 g para cada 45 L de substrato.

No tratamento controle, as sementes não foram submetidas a inoculação.

Para a inoculação (Figura 2) das 24 unidades experimentais do T2, foi adicionado 20 mL do inóculo de *R. clarus* e 5 L de substrato. Desta maneira, cada tubete conteve 20 esporos.

Para a inoculação dos tubetes do T3, 20 mL de inóculo do fungo *Gigaspora albida* foram adicionados a 5 L de substrato. Assim, cada tubete recebeu 20 esporos.

Na inoculação dos tubetes do T4, adicionou-se 5 L de substrato, 10 mL de inóculo de *R. clarus* e 10 mL de inóculo de *G. albida*. Cada unidade experimental recebeu 10 esporos de cada espécie, totalizando 20 esporos por tubete.

Para a preparação dos tratamentos teste realizou-se uma mistura homogênea com inoculantes e substrato, realizada em bandeja plástica.

As mudas foram cultivadas em tubetes plásticos com capacidade para volume 110 cm³, em bandejas com capacidade para 96 células. A semeadura foi realizada em 24 de novembro

de 2017, colocando-se 3 sementes por tubete a 3 cm de profundidade e cobertas com substrato até a borda dos tubetes (Figura 3). Após a germinação foi feito o raleio, deixando-se apenas uma planta por tubete. Os tubetes foram regados quando necessário durante todo período de experimento.

Figura 1 – Homogeneização do substrato e fertilizante.



Fonte: O Autor (2017).

Figura 2 – Adição do inoculante de fungos micorrízicos arbusculares ao substrato.



Fonte: O Autor (2017).

Figura 3 – Bandeja contendo 96 tubetes, com as sementes de ipê-amarelo devidamente semeadas.



Fonte: O Autor (2017).

Foram realizadas três avaliações de altura e diâmetro do caule, sendo aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura. Para avaliação da altura, foi tomado como referência a borda do tubete até o ápice das mudas, utilizando-se uma régua graduada posicionada à lateral das plantas. Já a medição do diâmetro foi realizada com auxílio de um paquímetro digital, o qual foi posicionado junto ao caule, e utilizado também como referência o nível do tubete.

Aos 120 DAS foi avaliado o volume radicular, e posteriormente foram estimadas as massas da parte aérea e das raízes secas.

O volume radicular foi feito de acordo com o método de deslocamento de água em uma proveta graduada, como realizado por Rossiello et al. (1995).

Para determinação das massas, as plantas foram previamente retiradas dos tubetes, separando-se a parte aérea da radicular, por um corte realizado com o auxílio de uma tesoura. Em seguida, as raízes foram lavadas em água corrente, retirando-se o substrato. Posteriormente, as partes foram pesadas, uma a uma, em balança analítica.

Na avaliação da massa de raízes secas (MRS) e de parte aérea (MPAS), as mudas foram postas em sacos de papel Kraft e levadas para estufa de circulação forçada de ar, mantidas a

uma temperatura regulada de 65°C, durante 48 horas, e subsequentemente foram pesadas em balança analítica ($\pm 0,01$ g), assim como demonstrado pelas Figuras 4 e 5.

A massa total da planta seca (MTS) foi obtida pela somatória das massas citadas (MRS e MPAS).

Posteriormente, apenas aos 120 DAS, as avaliações foram complementadas pelo cálculo de índice de qualidade de Dickson (IQD). Este foi determinado a partir dos dados de altura, diâmetro do caule, massa da parte aérea seca, massa radicular seca, segundo Dickson et al. (1960).

Porém, o número final de repetições avaliadas foi de: 12 repetições para *P. cattleianum*, 13 para *H. avellanadae* e 9 repetições para *H. albus*, devido a morte de algumas mudas, devido à alta pluviosidade durante a condução do experimento. Foram avaliadas as mesmas mudas no decorrer do experimento.

Na realização das análises estatísticas, foi utilizado o software R®, aplicando-se análise de variância simples (ANOVA) seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$) (R CORE TEAM, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ARAÇÁ-VERMELHO

A altura das mudas de *Psidium cattleianum* aos 90 dias após semeadura (DAS) não foi influenciada pelos FMAs. Ao completar-se 120 DAS a coinoculação com *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora albida* mostrou-se mais eficaz para o desenvolvimento inicial em altura do araçá-vermelho (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias de altura de mudas de *Psidium cattleianum* (araçá-vermelho) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 12 repetições.

Tratamentos	Altura (cm)		
	60 DAS	90 DAS	120 DAS
Testemunha	1,56 ^{ns}	1,83 ^{ns}	2,24b*
<i>Rhizophagus clarus</i>	1,73	1,76	2,49ab
<i>Gigaspora albida</i>	1,68	1,74	2,02b
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	1,90	2,25	2,92a
CV %	18,15	33,50	26,50

^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. *Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação.

Fonte: O Autor (2018).

Existem poucos trabalhos na literatura atual quanto a inoculação com FMAs em *Psidium cattleianum*. Porém, Carneiro et al. (1996) realizaram um experimento avaliando a altura das mudas de jambolão (*Syzygium jambolanum*, pertencente a mesma família) aos 120 dias após a repicagem, inoculadas com os FMAs *Claroideoglossum etunicatum* e *Gigaspora margarita*. O estudo demonstrou que as mudas de *S. jambolanum* que foram tratadas com inoculação de FMAs (25,1 cm) e inoculação e superfosfato (26,2 cm) se destacaram positivamente no desenvolvimento em altura, quando comparadas as mudas do tratamento controle (7,2 cm).

Scabora et al. (2010) realizaram um estudo onde avaliaram o desenvolvimento inicial da altura em mudas de goiabeira (*Psidium guajava*) inoculadas com FMAs nativos (não identificados). As plantas de *P. guajava* inoculadas tiveram médias maiores em altura ao serem comparadas as mudas não inoculadas (24 cm e 9,21 cm, respectivamente). Para que as

conclusões sejam consideradas definitivas, os autores citam a necessidade de mais trabalhos relacionados ao desenvolvimento de arbóreas nativas com inoculações de FMAs.

No presente estudo, as mudas de araçá-vermelho aos 120 dias após a semeadura (DAS) tiveram 2,92 cm em altura, quando coinoculadas com *R. clarus* e *G. albida* (Tabela 1), valores relativamente menores que os encontrados por outros autores.

Pode-se observar na Tabela 2 que aos 60 dias após a semeadura (DAS) o tratamento de coinoculação com *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora albida* apresentou maior média entre os demais tratamentos quanto ao diâmetro do caule das mudas de araçá-vermelho. Entretanto, aos 90 e 120 DAS as diferenças entre médias de desenvolvimento do diâmetro do caule não foram significativas.

Tabela 2 - Médias do diâmetro do caule de mudas de *Psidium cattleianum* (araçá-vermelho) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS) Médias de 12 repetições.

Tratamentos	Diâmetro (mm)		
	60 DAS	90 DAS	120 DAS
Testemunha	0,85b*	0,79 ^{ns}	0,82 ^{ns}
<i>Rhizophagus clarus</i>	0,97ab	0,92	0,84
<i>Gigaspora albida</i>	0,95ab	0,90	0,98
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	1,03a	0,93	0,92
CV %	13,62	25,05	21,26

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação. Fonte: O Autor (2018).

Na literatura atual, não constam trabalhos que envolvam inoculação com FMAs em araçá-vermelho. Dessa maneira, comparações com este estudo são dificultadas, havendo necessidade de experimentos que abordem o desenvolvimento inicial de mudas de araçá-vermelho com inoculação de FMAs. Existem estudos a respeito de outras espécies da família Myrtaceae.

Carneiro et al. (1996) avaliaram inoculação com FMAs (*Claroideoglossum etunicatum* e *Gigaspora margarita*) na espécie *Syzygium jambolanum* (jambolão), pertencente à família Myrtaceae, quanto ao desenvolvimento inicial do diâmetro do caule. Os autores observaram que, aos 120 dias após repicagem das mudas, a inoculação com os fungos MA, mostrou-se significativa para o desenvolvimento em diâmetro do caule. O valor foi de 4,91 mm quando comparado ao tratamento controle (1,53 mm).

Por outro lado, Dalanhol (2013) analisou a espécie *Eugenia uniflora* inoculada com uma mistura de FMAs (*Glomus brasilianum*, *G. clarum*, *G. deserticola*, *G. intraradices*, *G. margarita*, *G. monosporu* e *G. mosseae*). Aos 180 dias, não houve diferença entre as mudas testemunhas e inoculadas, apresentando valores médios de 2,75 mm e 2,80 mm, respectivamente. Esses dados confirmam as observações do presente trabalho, não havendo efeito no diâmetro das mudas.

A inoculação com FMAs influencia positivamente o desenvolvimento inicial de mudas da família Myrtaceae em fase de viveiro, como demonstrado também por este estudo, onde a coinoculação (*G. albida* e *R. clarus*) influenciou de forma positiva em 1,03 mm no desenvolvimento do diâmetro do caule das mudas de araçá-vermelho (Tabela 2).

Em relação ao volume radicular, como demonstrado pela Tabela 3, as médias dos tratamentos aos 120 dias após a semeadura (DAS) não foram significativas a ANOVA, ou seja, os FMAs não expressaram efeitos sobre mudas de araçá-vermelho, os tratamentos apresentaram deslocamento de: 0,04 mL (testemunha), 0,13 mL (*R. clarus*), 0,50 mL (*G. albida*) e 0,22 mL (*R. clarus* e *G. albida*). O deslocamento de água, possui relação com o desenvolvimento radicular, quanto maior deslocamento da água (mL), maior será o volume radicular, conseqüentemente, as mudas possuirão maiores chances de sobrevivência a campo.

Tabela 3 - Valores médios de volume radicular das mudas de *Psidium cattleianum* (araçá-vermelho) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 12 repetições.

Tratamentos	Volume radicular (mL)
Testemunha	0,04 ^{ns}
<i>Rhizophagus clarus</i>	0,13
<i>Gigaspora albida</i>	0,50
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	0,22
CV%	14,07

^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação. Fonte: O Autor (2018).

Na Tabela 4, nota-se que a massa de parte aérea fresca (MPAF), a massa radicular fresca (MRF) e a massa radicular seca (MRS) não apresentaram diferenças significativas segundo a ANOVA. Já para a massa de parte aérea seca (MPAS), o tratamento com coinoculação de *R. clarus* e *G. albida* foi tido como o melhor para o desenvolvimento inicial para as mudas de *P. cattleianum*.

Tabela 4 - Médias das massas de parte aérea fresca (MPAF), radicular fresca (MRF), parte aérea seca (MPAS) e radicular seca (MRS) de *Psidium cattleianum* (araçá-vermelho). Médias com 12 repetições.

Tratamentos	MPAF (g)	MRF (g)	MPAS (g)	MRS (g)
Testemunha	0,1425 ^{ns}	0,1146 ^{ns}	0,0162b*	0,0090 ^{ns}
<i>Rhizophagus clarus</i>	0,1458	0,1184	0,0217ab	0,0110
<i>Gigaspora albida</i>	0,1400	0,1323	0,0242ab	0,0150
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	0,2516	0,2307	0,0579a	0,0191
CV%	67,47	95,1	126,96	87,12

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação. Fonte: O Autor (2018).

Devido ao fato de não existir trabalhos na literatura atual quanto ao crescimento da espécie arbórea nativa *P. cattleianum* inoculada com os FMAs *R. clarus* e *G. albida* no desenvolvimento inicial das massas de parte aérea e radicular frescas e secas, não se pode realizar comparações diretas entre trabalhos.

Carneiro et al. (1996) constataram incremento da massa radicular seca no desenvolvimento de mudas de jabolão (*Syzygium jambolanum*, Myrtaceae) inoculadas com *C. etunicatum* e *Gigaspora margarita* (FMAs). Os resultados demonstraram que aos 120 dias após repicagem, as mudas inoculadas com FMAs tiveram 1,87 g, ou seja, 1,65 g a mais que o tratamento controle (0,22 g).

Schiavo e Martins (2002) avaliaram inoculação com *R. clarus* no desenvolvimento de mudas de goiabeira (*Psidium guajava*) cultivadas em bloco prensados e em tubetes, quanto as quantidades de P e N na parte aérea e massa da parte aérea seca. O trabalho mostrou que o fungo associado ao cultivo de bloco prensado promoveu eficiência no crescimento inicial de mudas de *P. guajava*. Os teores da massa da parte aérea seca, conteúdos N e P na parte aérea, apresentaram aumento de 64%, 45% e 57%, respectivamente.

Ao verificar-se o índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *P. cattleianum*, pode-se notar que as médias não foram significativas a ANOVA (Tabela 5). O IQD refere-se a um indicador da qualidade que uma muda possui, devido à realização de cálculos incluindo características morfológicas: altura, diâmetro, massas de parte aérea e radicular frescas e secas. Este índice varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, significa que as mudas possuem melhor qualidade.

Tabela 5 - Índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Psidium cattleianum* (araçá-vermelho) aos 120 dias após a semeadura (IQD).

Tratamento	IQD
Testemunha	0,005 ^{ns}
<i>Rhizophagus clarus</i>	0,007
<i>Gigaspora albida</i>	0,010
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	0,011
CV%	78,16

^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação. Fonte: O Autor (2018).

4.2 IPÊ-AMARELO

Para esta espécie, são apresentados apenas os dados de três tratamentos, devido a morte de muitas mudas do tratamento de inoculação com *R. clarus*, devido a alta pluviosidade durante a condução do experimento.

De acordo com a Tabela 6, a altura das mudas de *H. albus* aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS) foi influenciada positivamente pela inoculação com FMAs. Dentre os tratamentos, observa-se que tanto a inoculação (*G. albida*) e coinoculação (*R. clarus* e *G. albida*) como os melhores tratamentos para o desenvolvimento inicial em altura do ipê-amarelo em viveiro.

Tabela 6 - Médias de altura de mudas de *Handroanthus albus* (ipê-amarelo) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 9 repetições.

Tratamentos	Altura (cm)		
	60 DAS	90 DAS	120 DAS
Testemunha	1,52b*	1,21b	1,28b
<i>Gigaspora albida</i>	2,99a	3,27a	3,46a
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	2,70a	2,43a	3,12a
CV %	37,62	35,39	27,73

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação. Fonte: O Autor (2018).

Há poucos trabalhos publicados na atual literatura em relação a inoculação e coinoculação com FMAs em *H. albus*, o que dificulta a comparação deste trabalho em relação aos parâmetros analisados para as mudas de ipê-amarelo.

Carneiro et al. (1996) observaram a influência da inoculação micorrízica (*C. etunicatum* e *G. margarita*) em mudas de ipê-mirim (*Stenolobium stans*) da família Bignoniaceae, quanto ao desenvolvimento em altura aos 120 dias após a inoculação. Foi visto que as mudas inoculadas com FMAs (18,9 cm) e FMAs com superfosfato (23,8 cm) foram consideradas mais eficazes quanto a incremento em altura para as mudas de ipê-mirim, comparadas ao controle (2,8 cm).

Souza et al. (2012) retrataram aspectos na utilização de esterco como fertilizante e FMAs (isolados em cultura ou nativos) na recuperação de dunas no nordeste brasileiro utilizando *Handroanthus roseoalbus* (ipê-branco). O trabalho mostrou resultados significativos para o incremento na biomassa da parte aérea em 70%, dos conteúdos de N em 0,4% e dos teores de P da parte aérea em 0,43% da parte aérea. Os autores concluíram que a inoculação com FMA associada a mistura com 10% de esterco é um método benéfico para o crescimento inicial de mudas de *H. roseoalbus*.

Abreu et al. (2017) avaliaram diferentes proporções volumétricas de bio sólido (BIO) e substrato comercial (SC) em mudas de *H. heptaphyllus* (ipê-roxo) aos 134 dias após semeadura, quanto ao desenvolvimento da altura. O tratamento com proporção volumétrica de 50% BIO e 50% SC resultou sendo a melhor para o desenvolvimento em altura (21,7 cm) para as mudas de ipê-roxo em fase de viveiro, quando comparada ao tratamento com 100% SC (8,3 cm).

Neste trabalho as mudas de ipê-amarelo aos 120 dias após a semeadura (DAS) apresentaram altura de 3,46 cm quando inoculadas com *G. albida* e 3,12 cm quando coinoculadas com *R. clarus* e *G. albida* (Tabela 5), valores relativamente menores do que os observados em outros estudos.

Observa-se na Tabela 7 que o tratamento com inoculação de *G. albida* se destacou, mostrando-se o melhor para o desenvolvimento inicial em 2,41 mm de diâmetro do caule para mudas de ipê-amarelo em fase de viveiro.

Tabela 7 - Médias do diâmetro do caule de *Handroanthus albus* (ipê-amarelo) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 9 repetições.

Tratamentos	Diâmetro (mm)		
	60 DAS	90 DAS	120 DAS
Testemunha	1,17b*	1,28b	1,43b
<i>Gigaspora lbida</i>	1,78a	2,39a	2,41a
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	1,48ab	1,87a	1,94ab
CV %	26,68	26,30	31,06

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação.

Fonte: Autor (2018).

No estudo de Carneiro et al. (1996), os autores inocularam *C. etunicatum* e *G. margarita* em mudas de *S. stans* (ipê-mirim; família Bignoniaceae) e avaliaram o desenvolvimento inicial em diâmetro do caule. Aos 120 dias após a inoculação das mudas, os autores notaram que as mudas inoculadas foram mais eficazes para o crescimento em diâmetro, sendo de 2,96 mm. Ao serem inoculadas com fungos MA contendo adição de superfosfato simples, as mudas de ipê-mirim obtiveram diâmetro de 3,30 mm.

Quanto ao volume radicular das mudas de *H. albus*, aos 120 dias após a semeadura (DAS), como observa-se na Tabela 8, os FMAs não expressaram efeitos nas mudas de ipê-amarelo.

Tabela 8 - Valores médios de volume radicular das mudas de *Handroanthus albus* (ipê-amarelo) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 9 repetições.

Tratamentos	Volume radicular (mL)
Testemunha	0,88 ^{ns}
<i>Gigaspora albida</i>	0,77
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	0,66
CV%	0,89

^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação. Fonte: Autor (2018).

Outros trabalhos relatam avaliações referentes ao desenvolvimento radicular. Andrezza et al. (2013) avaliaram a espécie arbórea *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo) com incorporação de três distintas misturas de substrato composto por vermicomposto e solo arenoso

(0% vermicomposto: 100% solo e de 25% vermicomposto: 75%) em diferentes dosagens. Os autores avaliaram as mudas aos 153 dias de crescimento. Em dosagem de vermicomposto em 25%, as mudas de ipê-roxo apresentaram comprimento radicular médio de 612,7 cm e parte aérea superficial específica de 141,3 cm², já as mudas com dosagem de 100% solo, apresentaram 314,3 cm e 59,7 cm² para comprimento radicular e parte aérea superficial específica, respectivamente. Os resultados dos autores mostraram que a dosagem de 25% vermicomposto foi significativa tanto para o comprimento de raízes (CR) como para a área superficial específica radicular em mudas de ipê-amarelo.

Conforme a Tabela 9, nota-se que apenas a massa de parte aérea seca (MPAS) foi significativa a ANOVA, onde a inoculação com *G. albida* sobressaiu-se entre os demais tratamentos.

Carneiro et al. (1996) inocularam FMAs (*C. etunicatum* e *G. margarita*) em mudas de ipê-mirim (*S. stans*, Bignoniaceae). Os autores observaram que o tratamento de superfosfato com inoculação de FMAs foi o mais eficaz para o desenvolvimento inicial para massa radicular seca em mudas de ipê-mirim, quando comparado ao tratamento controle. Os valores observados foram de 0,35 e 0,01 g, respectivamente.

Tabela 9 - Médias das massas de parte aérea fresca (MPAF), radicular fresca (MRF), parte aérea seca (MPAS) e radicular seca (MRS) de *Handroanthus albus* (ipê-amarelo) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 9 repetições.

Tratamentos	MPAF (g)	MRF (g)	MPAS (g)	MRS (g)
Testemunha	0,6644 ^{ns}	0,4377 ^{ns}	0,0702b*	0,0353 ^{ns}
<i>Gigaspora albida</i>	0,8888	0,6188	0,2037a	0,0848
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	0,5877	0,4277	0,1239ab	0,0438
CV%	58,95	77,87	71,14	99,23

^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. *Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação.

Fonte: Autor (2018).

Andrezza et al. (2013) avaliaram mudas de ipê-amarelo (*H. chrysotrichus*) com introdução de três distintas misturas de substrato composto por vermicomposto e solo arenoso (0% vermicomposto: 100% solo; 25% vermicomposto: 75% solo) em três dosagens (0, 25 e 50%). Aos 153 dias de crescimento na dosagem de 25% de vermicomposto, os autores observaram os seguintes valores: 6,11 g para massa de parte aérea fresca, 1,44 g para parte aérea

seca, 2,56 g para raízes secas. Em dosagem de 100% solo foi visto: 1,11 g, 0,11 g e 0,78 g para massas de parte aérea fresca, parte aérea seca e raízes frescas, respectivamente.

Nota-se na Tabela 10 que, não houve diferença estatística significativa para os valores do índice de qualidade de Dickson (IQD).

Tabela 10 - Índice de qualidade de Dickson das mudas de *Handroanthus albus* (ipê-amarelo) aos 120 dias após a semeadura (DAS).

Tratamento	IQD
Testemunha	0,032 ^{ns}
<i>Gigaspora albida</i>	0,076
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	0,040
CV%	101,32

^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação. Fonte: O Autor (2018).

4.3 IPÊ-ROXO

As médias para altura das mudas de *H. avellanadae* aos 60 dias após a semeadura (DAS) foram diferentes em função dos tratamentos. A inoculação com *R. clarus* mostrou-se mais eficaz no desenvolvimento inicial em altura de ipê-roxo. A partir dos 90 DAS os tratamentos mostraram-se iguais perante o teste de variância (Tabela 11).

Tabela 11 - Médias de altura de mudas de *Handroanthus avellanadae* (ipê-roxo) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 13 repetições.

Tratamentos	Altura (cm)		
	60 DAS	90 DAS	120 DAS
Testemunha	2,99b*	3,95 ^{ns}	3,46 ^{ns}
<i>Rhizophagus clarus</i>	3,93a	4,25	4,49
<i>Gigaspora albida</i>	3,74ab	4,66	4,02
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	3,33ab	4,35	4,20
CV (%)	25,67	26,63	31,64

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

^{ns}: Não significativo a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação.

Fonte: O Autor (2018).

Na literatura atual não há trabalhos que relacionam o desenvolvimento inicial dos parâmetros analisados neste trabalho com mudas de *H. avellanadae* e inoculação com FMAs.

Porém, Carneiro et al. (1996) avaliaram o crescimento em altura da espécie arbórea nativa *Jacaranda mimosaeifolia* (jacarandá mimoso), que pertence à família Bignoniaceae, quanto a tratamentos envolvendo inoculação de FMAs (*C. etunicatum* e *G. margarita*). Os resultados mostraram que quando é realizada inoculação micorrízica há um incremento significativo para as mudas de *J. mimosaedolia* aos 120 dias após repicagem, visto que as mudas inoculadas com FMAs (12,6 cm) foram 8,9 cm mais altas que as plantas controle (3,7 cm).

Xavier (2014) avaliou dosagens de níquel no desenvolvimento inicial em altura para *H. avellanadae* aos 306 dias após o transplante. A autora observou que a dosagem de 80 mg.L⁻¹ de níquel resultou em 21,51 cm de altura nas mudas de ipê-roxo. Alves e Freire (2017) analisaram a influência de sete tratamentos distintos de substratos em mudas de *H. impetiginosus* (ipê-roxo) aos 210 dias após emergência (DAE). Os autores observaram altura das mudas de *H. impetiginosus* de 8,32 cm, quando utilizado substrato contendo 100% Plantimax®. Esses valores mostram-se relativamente menores que os observados no presente estudo.

Nota-se na Tabela 12 as médias de diâmetro das mudas de ipê-roxo, onde apenas aos 120 dias após a semeadura (DAS) observou-se diferença significativa no teste de variância (ANOVA). A coinoculação com *R. clarus* e *G. albida* proporcionou maior eficiência no desenvolvimento inicial em diâmetro.

Tabela 12 - Médias de diâmetro de mudas de *Handroanthus avellanadae* (ipê-roxo) aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 13 repetições.

Tratamentos	Diâmetro (mm)		
	60 DAS	90 DAS	120 DAS
Testemunha	1,48 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,34b*
<i>Rhizophagus clarus</i>	1,61	1,69	1,51ab
<i>Gigaspora albida</i>	1,60	1,58	1,59ab
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	1,54	1,62	1,61a
CV (%)	13,34	18,07	18,22

^{ns}: Não significativo na ANOVA com 5% de probabilidade de erro. *Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação.

Fonte: O Autor (2018).

Carneiro et al. (1996) realizaram um estudo analisando o desenvolvimento inicial em diâmetro do caule de mudas de jacarandá mimoso (*J. mimosaeifolia*) inoculadas com FMAs (*G. margarita* e *C. etunicatum*). Os autores observaram que a inoculação com os fungos proporcionou incremento para o parâmetro avaliado. Para as mudas com FMAs, o diâmetro médio foi de 3,32 mm, e no tratamento controle de 2,03 mm. Assim, pode-se considerar um aumento de 1,89 mm no diâmetro do caule das mudas de jacarandá mimoso aos 120 dias após a inoculação.

Abreu et al. (2017) avaliaram doses de biossólido (BIO) e substrato comercial (SC) em mudas de *H. heptaphyllus* (ipê-roxo) aos 134 dias após sementeira, quanto ao desenvolvimento em diâmetro. A composição com 50% BIO e 50% SC mostrou 4,01 mm de diâmetro do caule para as mudas de ipê-roxo, e na composição de 100% SC resultou em diâmetro de 1,84 mm. Esses valores são semelhantes ao encontrados no presente experimento.

A Tabela 13 mostra que, para o desenvolvimento inicial de volume radicular, os tratamentos com inoculações simples (*R. clarus* e de *G. albida*) e coinoculação (*R. clarus* e *G. albida*) são igualmente eficientes para as mudas de ipê-roxo em fase de viveiro, aos 120 dias após a sementeira (DAS).

Tabela 13 - Médias de volume radicular das mudas de *Handroanthus avellanadae* (ipê-roxo) aos 120 dias após a sementeira (DAS). Médias de 13 repetições.

Tratamentos	Volume radicular (mL)
Testemunha	0,46b*
<i>Rhizophagus clarus</i>	1,00a
<i>Gigaspora albida</i>	0,96a
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	1,00a
CV%	0,74

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação.

Fonte: O Autor (2018).

De acordo com a Tabela 14, nota-se que apenas a massa radicular seca (MRS) sofreu efeito dos tratamentos. A coinoculação com *R. clarus* e *G. albida* sobressaiu-se entre os demais tratamentos, mostrando-se como o mais eficiente para incremento na massa radicular seca para as mudas de *H. avellanadae* aos 120 dias após a sementeira (DAS).

Tabela 14 - Médias das massas de parte aérea fresca (MPAF), radicular fresca (MRF), parte aérea seca (MPAS) e radicular seca (MRS) de *Handroanthus avellanadae* (ipê-roxo) aos 120 dias após a semeadura (DAS). Médias de 13 repetições.

Tratamentos	MPAF (g)	MRF (g)	MPAS (g)	MRS (g)
Testemunha	1,3715 ^{ns}	0,3592 ^{ns}	0,0636 ^{ns}	0,0298b*
<i>Rhizophagus clarus</i>	0,4061	0,4838	0,0853	0,0448ab
<i>Gigaspora albida</i>	0,4623	0,5053	0,1007	0,0532ab
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	0,3830	0,5423	0,0980	0,0607a
CV%	291,26	47,34	53,78	60,06

^{ns}: Médias não significativas a ANOVA com 5% de probabilidade de erro. *Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação.

Fonte: O Autor (2018).

No estudo de Carneiro et al. (1996), foi avaliado o desenvolvimento inicial de mudas de *J. mimosaeifolia* (jacarandá mimoso) pertencente à família Bignoniaceae, quanto a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares no incremento em massa de raiz seca. Os resultados mostraram que mudas de *J. mimosaeifolia*, aos 120 dias após a inoculação, quando tratadas com inoculação de FMAs e superfosfato apresentam incremento da massa radicular seca (1,48 g em relação ao controle, com massa de 0,05 g).

Alves e Freire (2017) avaliaram a influência de dosagens de substratos em mudas de *H. impetiginosus* (ipê-roxo) aos 210 dias após a emergência (DAE). Os autores notaram que o tratamento contendo 100% do substrato Plantmax® foi o mais indicado para o desenvolvimento inicial das mudas de ipê-roxo em fase viveiro. A produção de massas de: parte aérea, folhas secas e raízes secas, foram de 4,62 g, 2,82 g e 11,17 g, respectivamente. Esses números são relativamente maiores que os do presente estudo.

Conforme representado pela Tabela 15, o tratamento de coinoculação (*R. clarus* e *G. albida*) mostrou-se o mais eficaz quando se trata da qualidade das mudas de *H. avellanadae* aos 120 dias após a semeadura.

Tabela 15 - Índice de qualidade de Dickson das mudas de *Handroanthus avellanadae* (ipê-roxo) aos 120 dias após a semeadura (DAS).

Tratamento	IQD
Testemunha	0,020b*
<i>Rhizophagus clarus</i>	0,026ab
<i>Gigaspora albida</i>	0,032ab
<i>Rhizophagus clarus</i> e <i>Gigaspora albida</i>	0,037a
CV%	55,35

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. CV%: coeficiente de variação. Fonte: O Autor (2018).

Observa-se na Tabela 15 que a coinoculação (*R. clarus* e *G. albida*) melhorou o valor de IQD para as mudas de *H. avellanadae*, em relação aos demais tratamentos.

Abreu et al. (2017) analisaram o índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *H. heptaphyllus* (ipê-roxo) aos 134 dias após a semeadura (DAS). Os autores notaram que as mudas testemunhas obtiveram IQD igual a 0,86, valor superior ao do presente estudo.

De maneira geral, percebe-se que o desenvolvimento das mudas foi lento e com valores baixos dos parâmetros avaliados. Isso pode estar relacionado a condições não ótimas (pluviosidade muito alta) de desenvolvimento das mudas de araquá-vermelho, ipê-amarelo e ipê-roxo, o que refletiu em altos coeficientes de variação. Segundo a classificação de Gomes (1990), o coeficiente de variação serve para idealizar a qualidade de precisão de um experimento. Valores considerados baixos são inferiores a 10%, médios entre 10 e 20%, altos entre 20 e 30% e muito altos se superiores a 30%. A maioria dos parâmetros do presente estudo teve coeficientes de variação entre altos e muito alto.

A discussão deste trabalho foi dificultada por não conter trabalhos semelhantes na literatura, tornando este experimento único ao abordar inoculação e coinoculação de FMAs no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas quanto aos aspectos de altura, diâmetro do caule, volume radicular, massas frescas e secas de parte área e raízes e índice de qualidade de Dickson (IQD). Havendo então, necessidade de experimentos que abordem os aspectos avaliados neste trabalho, principalmente, volume radicular e índice de qualidade de Dickson (IQD).

5 CONCLUSÃO

Para as mudas de araçá-vermelho e ipê-roxo, em ambos o tratamento recomendado para práticas silviculturais é a coinoculação com *Rhizophagus clarus* e *Gigaspora albida*. Pode-se também indicar a inoculação de *Gigaspora abida* para mudas de ipê-amarelo para melhorar o desenvolvimento desta espécie em condições de viveiro.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; OLIVEIRA, R. R.; FERREIRA, D. H. A. A. Caracterização e potencial de substratos formulados com biossólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1179-1190, out.-dez., 2017.
- ALVES, F. J. B.; FREIRE, A. L. O. Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 3, p. 195-202, jul.-set., 2017.
- ANDREZZA, R.; ANTONIOLLI, Z. I.; OLIVEIRA, V. L.; LEAL, L. T.; MORO JÚNIOR, C. A.; PIENIZ, S. Ocorrência de associação micorrízica em seis essências florestais nativas do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 339-346, jul.-set., 2008.
- APREMAVI, Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida. Araçá-vermelho: o fruto que tem olhos. fev., 2009. Disponível em: <<https://apremavi.org.br/araca-vermelho-o-fruto-que-tem-olhos/>>. Acesso em: 30 jun. 2019.
- BENTES-GAMA, M. M.; PEREIRA, N. S.; CAPELASSO, P. H. S.; SALMAN, A. K. D.; VIEIRA, A. H. **Espécies arbóreas nativas com potencial para recuperação de paisagens alteradas em Rondônia**. 1. Ed. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008. 29p. (Documentos Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865; nº 128).
- BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2006, Viçosa, **Anais....** Viçosa: CBCS, 2006. p.53-85.
- BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 out. 2012.
- BRITO, V. N.; TELLECHEA, F. R. F.; HEITOR, L. C.; FREITAS, M. S. M.; MARTINS, M. A. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 485-497, abr.-jun., 2017.
- BRUNETTO, G.; ROSA, D. J.; AMBHEINROSINI, V. G.; HEINZEN, J.; FERREIRA, P. A. A.; CERRETTA, C. A. et al. Use of phosphors fertilization and mycorrhization as strategies for reducing copper toxicity in young grapevines. **Scientia Horticulturae**, n. 428, p. 176-183, jan. 2019.
- CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, E. M. R.; FRANCO, A. A.; ZANON, M. L. B. Crescimento de leguminosas arbóreas em respostas a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 1-10, 1997.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C.; GOMES, L. J.; CURI, N.; VALE, F. R. Fungo micorrízico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. **Scientia Florestalis**, n. 50, p. 21-36, dez., 1996.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.

DALANHOL, S. J. **Efeito de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação no crescimento de mudas de *Eugenia uniflora* L. e *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg., produzidas em diferentes substratos**. 2013. 114 f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (Dissertação de Mestrado).

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DUFF, S. M. G.; MOORHEAD, G. B. G.; LEFEBVRE, D. D.; PLAXTON, W. C. Phosphate starvation inducible “by-passes” of adenylate and phosphate dependent glycolytic enzymes in *Brassica nigra* suspension cells. **Plant Physiology**, n. 90, p. 1275-1278, 1989.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do aeroporto internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP**. 1991. 232 f. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (Dissertação de Mestrado).

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 13. Ed. Piracicaba: São Paulo, Nobel 1990. 468p.

IBG, The International Bank for the Glomeromycota. Introduction: arbuscular mycorrhiza. aug., 2016. Disponível em: <<http://www.i-beg.eu>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

INVAM, International culture collection of (vesicular) arbuscular mycorrhizal fungi. West Virginia University. 2017. Disponível em: <<http://fungi.invam.wvu.edu/the-fungi/classification/glomaceae.html>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

JACKSON, P. C.; ANDRADE, J. L.; REYES-GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, O.; MCELROY, T.; US-SANTAMARÍA, R. et al. Physiological responses of species to microclimate help explain population dynamics along succession in a tropical dry forest of Yucatan, Mexico. **Forests**, v. 411, n. 9, p. 1-19, jul., 2018.

LEÃO, N. V. M.; FELIPE, S. H. S.; SHIMIZU, E. S. C.; SANTOS FILHO, B. G.; KATO, O. R.; BENCHIMOL, R. L. Biometria e diversidade de temperaturas e substratos para a viabilidade de sementes de ipê amarelo. **Informativo ABRATES**, Belém, v. 25, n. 1, p. 50-54, jun., 2015.

LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: L&M, 1995. 176p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum de Estudos da Flora, v. 1, 1992. 385p.

MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CÍCERO, S. M. Conservação de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 108-112, ago., 2012.

MARTO, G. B. T.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. H. *Tabebuia alba* (ipê-amarelo). **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, 2006. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/tabebuia.alba.asp>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

MARTO, G. B. T.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. H. *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo). **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/tabebuia.heptaphylla.asp>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

MORATELLI, E. M.; COSTA, M. D.; LOVATO, P. E.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Efeito da disponibilidade de água e de luz na colonização micorrízica e no crescimento de *Tabebuia avellanadae* Lorentz ex Griseb. (Bignoniaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 555-566, mar., 2007.

MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜMER, S. L. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Editora UFLA, 2013. 352 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. Ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

PAULILO, M. T. S.; MORATELLI, E. M.; COSTA, M. D.; LOVATO, P. E.; SANTOS, M. Morfologia de micorrizas arbusculares em *Tabebuia avellanadae* Lorentz ex Griseb. (Bignoniaceae). **Insula**, Florianópolis, n. 36, p. 21-25, 2007.

PFENNING, L. H. Fungos do solo. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜMER, S. L. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Editora UFLA, 2013. p. 273-283.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 2 abr. 2019.

REDECKER, D.; SCHÜBLER, A.; STOCKINGER, H.; STÜMER, S.; MORTON, J.; WALKER, C. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomeromycota*). **Mycorrhiza**, Berlin, v. 23, p. 515-513, apr., 2013.

ROSSIELLO, R. O. P.; ARAÚJO, A. P.; MANZATTO, C. V.; FERNANDES, M. S. Comparação dos métodos fotoelétrico e da intersecção na determinação da área, comprimento e raio médio radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 5, p. 633-638, mai., 1995.

SANTOS, J. G. D.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos de áreas de mineração de bauxita no crescimento inicial de espécies nativas. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, jan.-fev., p. 141-150, 2008.

SANTOS, M. S.; PETKOWICZ, C. L. O.; NETTO, A. B. P.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; CARNEIRO, E. B. B. Propriedades reológicas de doce em massa de araçá vermelho

(*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 104-116, 2007.

SCABORA, M. H.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Crescimento, fosfatase ácida e micorrização de espécies arbóreas, em solo de cerrado degradado. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 445-451, mar., 2010.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agro-industrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Joticabal, v. 24, n. 2, p. 519-523, ago., 2002.

SILVA, A.; PEREZ, S. C. J. G. A.; PAULA, R. C. Qualidade fisiológica de sementes de *Psidium cattleianum* Sabine acondicionadas e armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Sementes**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 197-206, mai., 2011.

SILVA, E. N.; TAVARES, A. T.; SILVA, C. P.; FERREIRA, T. A.; CARLINE, J. V. G.; NASCIMENTO, I. R. Fungos micorrízicos arbusculares e doses de fósforo no desenvolvimento de mudas de guanandi. **Nativa, Sinop**, v. 6, n. 3, p. 246-251, mai.-jun., 2018.

SIMÕES, J. W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais ESALQ/USP. 38p. 1987. (Série Técnica).

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. 3. Ed. Londres: Academic Press, 2008. 785p.

SOUZA, R. G.; SILVA, D. K. A.; OLIVEIRA, J. R. G.; GOTO, B. T.; SILVA, F. S. B. SAMPAIO, E. V. C. S. B. et al. Use of mycorrhizal seedlings on recovery of mined dunes in northeastern Brazil. **Pedobi – Inter Journal of Soil Biology**. n. 55, p. 303-309, nov., 2012.

STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Fungos micorrízicos. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Editora UFLA, 2013. p. 291-309.

VIBRANS, A. C.; GASPER, A. L.; MÜLLER, J. J. V.; MANTOVANI, A.; AGUIAR, M. D.; MARSCHALEK, R. **Inventário florístico de Santa Catarina: o que você deve saber sobre as florestas de Santa Catarina**. Blumenau: FURB, 2015. 20p.

XAVIER, E. G. **Avaliação do crescimento inicial das espécies *Handroanthus avellanadae* (Lorentz ex Griseb.) Mattos e *Handroanthus serratifolius* (Vahl.) S. Grose (Bignoniaceae - Lamiales) em diferentes dosagens de níquel**. 2014. 80 f. Programa de Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia (Dissertação de Mestrado).

ZANGARO, W.; NISIZAKI, S. M. A.; DOMINGOS, J. C. B.; NAKANO, E. M. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do Rio Tibagi, Paraná. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 77-87, jan., 2002.