

Câmpus
Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE JACARANDÁ-MIMOSO (*Jacaranda mimosifolia* D. Don) PELO EMPREGO DE *Trichoderma* spp.

NATÁLIA CÁSSIA DE FARIA FERREIRA

MESTRADO

**Ipameri-GO
2019**

NATÁLIA CÁSSIA DE FARIA FERREIRA

**PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE JACARANDÁ-MIMOSO
(*Jacaranda mimosifolia* D. Don) PELO EMPREGO DE *Trichoderma*
spp.**

Orientador Prof. Dr. Ednaldo Cândido Rocha
Coorientador Prof. Dr. Daniel Diego Costa Carvalho

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri
2019

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fp

Ferreira, Natália Cássia de Faria
PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE JACARANDÁ-MIMOSO
(Jacaranda mimosifolia D. Don) PELO EMPREGO DE *Trichoderma*
spp. / Natália Cássia de Faria Ferreira; orientador Ednaldo Cândido
Rocha; co-orientador Daniel Diego Costa Carvalho. -- Ipameri, 2019.
33 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
Acadêmico em Produção Vegetal) -- Câmpus-Ipameri, Universidade
Estadual de Goiás, 2019.

1. Produção florestal. 2. Agente biopromotor. 3. Desenvolvimento
vegetal. I. Cândido Rocha, Ednaldo, orient. II. Costa Carvalho, Daniel
Diego, co-orient. III. Título.

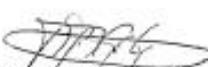
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

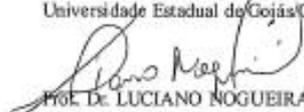
TÍTULO: "PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE JACARANDÁ-MIMOSO (*Jacaranda mimosifolia*, D. Don) PELO EMPREGO DE *Trichoderma* spp"

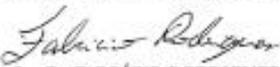
AUTOR(A): Natália Cássia de Faria Ferreira

ORIENTADOR(A): Ednaído Cândido Rocha

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:


Prof. Dr. DANIEL DIEGO COSTA CARVALHO (Co-Orientador)
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO


Prof. Dr. LUCIANO NOGUEIRA
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO


Prof. Dr. FABRÍCIO RODRIGUES
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO

Registro de Declaração

Número: 004

Livro: R-01 Folhas: 1

Data: 20/09/2019

Assinatura: 

Data da realização: 20 de Setembro de 2019



DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista

À Deus que me proporcionou forças, sabedoria e perseverança para conquistar meus objetivos;

À minha família, por todo amor e confiança depositados em mim.

AGRADECIMENTOS

Neste momento tão único, agradeço à Deus e Nossa Senhora pelas bênçãos, graças, discernimento e sabedoria durante toda essa trajetória.

À minha família: Robison Ferreira, Alzira Ferreira e Robson Júnior por toda confiança, incentivo e amor a mim destinados, agradeço imensamente por ter vocês sempre comigo e saibam que são a minha base e exemplo de vida. Meus presentes de Deus, amo vocês!

Aos meus amigos do mestrado: Maryelle Silva, Jéssica Mello, Cecília Leão, Leandro Damaso, Luís Batista e Rogério Lamim, os quais compartilhei excelentes momentos de aprendizado profissional e pessoal. Sou grata por todo o carinho e auxílio.

Ao meu namorado, Igor Carvalho, pela paciência, confiança e amor comigo, sempre incentivando o meu crescimento.

Ao meu orientador e coorientador: Ednaldo Rocha e Daniel Carvalho, pelo auxílio, dedicação, todo conhecimento e aprendizado disponibilizado.

À todo o corpo docente e demais funcionários do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Deixo aqui o meu muito obrigada, vocês foram e são essenciais!

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Características da espécie <i>Jacaranda mimosifolia</i>	2
1.2. Características, atuação e aplicações do fungo <i>Trichoderma</i> spp.	3
1.3. Promoção do crescimento de plantas por ação de <i>Trichoderma</i> spp.	4
2. OBJETIVO.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
4. RESULTADOS.....	10
4.1 Crescimento inicial de plântulas de <i>J. mimosifolia</i>	10
4.2 Desenvolvimento de mudas de <i>J. mimosifolia</i> em casa de vegetação	13
5. DISCUSSÃO.....	16
5.1 Crescimento inicial de plântulas de <i>J. mimosifolia</i>	16
5.2 Desenvolvimento de mudas de <i>J. mimosifolia</i> em casa de vegetação	17
6. CONCLUSÕES.....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

RESUMO

O baixo volume de informações relacionadas à interação dos fungos do gênero *Trichoderma* com sementes e mudas representa uma limitação à produção florestal, sendo importante realizar estudos com enfoque em seu efeito na germinabilidade e formação de plantas. O objetivo deste estudo foi avaliar produtos comerciais à base de *Trichoderma* spp. na promoção do crescimento de plântulas e no desenvolvimento de mudas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. As cepas comerciais avaliadas foram: *T. harzianum* IBLF 006 WP, *T. asperellum* URM 5911, *T. harzianum* T-22 WG, *T. harzianum* ESALQ 1306, *T. harzianum* SIMBI T5. Para a avaliação do crescimento inicial de plântulas, sementes de *J. mimosifolia* foram tratadas com 2 mL de suspensão de *Trichoderma* spp., dispostas em folhas de papel de germinação e acondicionadas em germinador à 25°C, durante 28 dias. Um tratamento sem inoculação com *Trichoderma* spp. foi incluído como testemunha. Aos 28 dias após o semeio (DAS) foram realizadas as avaliações: percentual de germinação (PG), comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MPFA), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (BIO). Para avaliar o desenvolvimento de mudas de *J. mimosifolia*, o experimento foi conduzido em casa de vegetação, onde o solo de cada vaso (10 L) foi tratado com 8 mL de suspensão de *Trichoderma* spp. ($4,0 \times 10^8$ conídios/vaso). Em seguida, as sementes de *J. mimosifolia* foram semeadas e as avaliações realizadas aos 120 DAS. As variáveis analisadas foram as mencionadas no experimento anterior acrescidas de: PG aos 100 DAS, altura da parte aérea (ALT), diâmetro do coleto (DC), e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Quanto ao crescimento inicial de plântulas, as cepas SIMBI T5, ESALQ1306 e T-22 WG destacaram-se em relação ao CR; enquanto as cepas ESALQ1306 e SIMBI T5 sobressaíram-se em relação ao CPA e CT. Em relação ao desenvolvimento de mudas, as cepas SIMBI T5 e ESALQ1306 apresentaram valores superiores de ALT, CR, DC, MFT. Enquanto, somente a cepa SIMBI T5 destacou-se quanto a MSPA, MSR, BIO e IQD. A cepa *T. harzianum* SIMBI T5 e *T. harzianum* ESALQ1306 promoveram acréscimos quanto ao desenvolvimento inicial de plântulas de *J. mimosifolia* via tratamento de sementes. Já em relação ao desenvolvimento de mudas de *J. mimosifolia*, a cepa *T. harzianum* SIMBI T5 proporcionou resultados superiores quanto as avaliações realizadas, de modo a maximizar a qualidade e a produção de mudas da espécie.

Palavras-chave: Produção florestal; Agente biopromotor; Desenvolvimento vegetal.

ABSTRACT

The low volume of information related to the interaction of *Trichoderma* fungi with seeds and seedlings represents a limitation to forest production, and it is important to carry out studies focusing on its effect on plant germinability and formation. The aim of this study was to evaluate commercial products based on *Trichoderma* spp. promoting seedling growth and seedling development of *Jacaranda mimosifolia* D. Don. The evaluated commercial strains were: *T. harzianum* IBLF 006 WP, *T. asperellum* URM 5911, *T. harzianum* T-22 WG, *T. harzianum* ESALQ 1306 *T. harzianum* SIMBI T5. For the initial seedling growth evaluation, *J. mimosifolia* seeds were treated with 2 mL of *Trichoderma* spp. Suspension, placed on germinating paper sheets and stored in a germinator at 25°C for 28 days. A treatment without inoculation with *Trichoderma* spp. was included as a witness. At 28 days after sowing (DAS) the following evaluations were performed: percentage germination (PG), root length (CR), shoot length (CPA), total length (CT), fresh root mass (MFR), shoot fresh mass (MPFA), total fresh mass (MFT), root dry mass (MSR), shoot dry mass (MSPA) and total dry mass (BIO). To evaluate the development of *J. mimosifolia* seedlings, the experiment was conducted in a greenhouse, where the soil of each pot (10 L) was treated with 8 mL of *Trichoderma* spp. (4.0×10^8 conidia / vessel). Then, *J. mimosifolia* seeds were sown and the evaluations performed at 120 DAS. The variables analyzed were those mentioned in the previous experiment plus: PG at 100 DAS, shoot height (ALT), stem diameter (DC), and Dickson quality index (IQD). Regarding initial seedling growth, the SIMBI T5, ESALQ1306 and T-22 WG strains stood out in relation to CR; while the ESALQ1306 and SIMBI T5 strains outperformed the CPA and CT. Regarding seedling development, the SIMBI T5 and ESALQ1306 strains presented higher values of ALT, CR, DC, MFT. Meanwhile, only the SIMBI T5 strain stood out for MSPA, MSR, BIO and IQD. The *T. harzianum* SIMBI T5 and *T. harzianum* ESALQ1306 strains promoted the initial development of *J. mimosifolia* seedlings via seed treatment. Regarding the development of seedlings of *J. mimosifolia*, the strain *T. harzianum* SIMBI T5 provided superior results in relation to the evaluations, in order to maximize the quality and yield of seedlings of the species.

Key-words: Forest Production; Biopromotor agent; Plant development.

1. INTRODUÇÃO

Diante das crescentes questões ambientais, nota-se considerável intensificação no cultivo de espécies florestais e neste cenário, recebe destaque o gênero *Jacaranda*, constituído por espécies com grande importância paisagística, econômica e na recuperação de ambientes degradados (SILVA et al., 2011). Dentre as espécies do gênero, ressalta-se *Jacaranda mimosifolia* D. Don, espécie exótica pertencente à família Bignoniaceae, conhecida popularmente como jacarandá-mimoso, com predominância em regiões de clima temperado e tropical, bem como Argentina, Bolívia, Paraguai e Brasil, sendo caracterizado pela coloração de suas flores vistosas (MACIEL et al., 2013; LORENZI, 1992). O principal meio de propagação ocorre via sementes, veiculadoras de agentes fitopatogênicos, os quais podem provocar inúmeros danos, desde a redução da qualidade até a capacidade de germinação, e também o vigor das plântulas, sendo fator limitante à produção de mudas de alta qualidade (FANTINEL et al., 2018; CARVALHO et al., 2011).

Os fungos *Trichoderma* spp. compreendem microrganismos filamentosos, de vida livre, simbiontes endofíticos de plantas, agentes bioprotetores no controle de doenças, além de apresentar ampla atuação no tratamento de sementes por meio da promoção do crescimento e produtividade das plantas (CHAGAS et al., 2016; MACHADO et al., 2013; MASTOURI et al., 2010). Dentre os principais mecanismos de ação dos microrganismos do gênero *Trichoderma*, ressalta-se a produção de metabólitos e enzimas com propriedades antifúngicas, tais como o hiperparasitismo e a competição por nutrientes, tornando-os antagonistas de fungos fitopatogênicos (LOUZADA et al., 2016). Além da ampla atuação no processo de decomposição de matéria orgânica, o fungo induz a produção de hormônios que maximizam o crescimento radicular e conseqüentemente favorecem a absorção de nutrientes pela planta, o que enfatiza seu grande potencial como agente biocontrolador e promotor do crescimento (MESQUITA et al., 2017; MACHADO et al., 2012).

No Brasil, pesquisas relacionadas ao emprego de *Trichoderma* spp. em espécies florestais são escassas, apesar do grande volume de trabalhos que verificam benefícios advindos pelo emprego do microrganismo em culturas anuais (FANTINEL et al., 2015; DONOSO et al., 2008). Deste modo, pesquisas voltadas à área em estudo tornam-se imprescindíveis, uma vez que muitas cepas de *Trichoderma* spp. têm sido testadas em culturas como cambará (*Gochnatia polymorpha* Less.), jacarandá-caroba (*Jacaranda micranta* Cham.) e eucalipto (*Eucalyptus* sp.), onde o fungo atua na produção de metabólitos que promovem a expansão celular, bem

como maximiza o sistema radicular, o que garante maior eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas (AMARAL et al., 2017; MACHADO et al., 2015). Estudos com *J. mimosifolia* revelam o potencial do emprego de *Trichoderma* no tratamento de sementes, os quais evidenciam a atuação benéfica do fungo a partir da redução da deterioração de sementes, o que garante maior longevidade, qualidade, vigor e germinação das mesmas (MISSIO et al., 2016).

A escassez de informações relacionadas à interação dos fungos do gênero *Trichoderma* com sementes e mudas, representa uma limitação à produção florestal, onde se faz necessário realizar estudos sobre a germinação, a velocidade de emergência das sementes, bem como na formação de plantas (JUNGES et al., 2016). O emprego de *Trichoderma* refere-se a uma alternativa viável, uma vez que, a interação entre planta-microrganismo promove benefícios ambientais, sociais e econômicos, pois minimiza a utilização de produtos químicos e a contaminação de solo e água, além de corroborar com a redução no tempo de formação de mudas e maximizar a qualidade da produção (AZEVEDO et al., 2017; LAZAROTTO et al., 2010).

1.1. Características da espécie *Jacaranda mimosifolia*

A família Bignoniaceae inclui 120 gêneros com aproximadamente 860 espécies, com predominância nas regiões tropicais e subtropicais, no Brasil existem cerca de 350 espécies e 50 gêneros distintos (OLIVEIRA et al., 2018). Dentre os gêneros de importância econômica destaca-se *Jacaranda*, neotropical, sendo amplamente utilizado no uso paisagístico e na recuperação de áreas degradadas, em função da sua grande capacidade de adaptação. A espécie *Jacaranda mimosifolia* D. Don, conhecida popularmente como jacarandá-mimoso, carobaguaçu ou jacarandá-azul, refere-se a uma planta exótica, nativa da Argentina, com predominância nas regiões tropicais e temperadas, a qual apresenta grande utilização paisagística urbana em função da delicadeza de suas folhas, coloração vistosa e abundância de suas flores, sendo também reconhecida por sua utilização farmacológica (RANA et al., 2013).

As espécies do gênero consistem em arbustos e árvores podendo atingir até 15 m de altura, apresentam folhas bipinadas opostas, inflorescência terminal, axilar ou cauliflora, paniculada (COSTA et al., 2011). As flores são tubulares, com quatro estames e um estaminódio desenvolvido e diferenciado, quando estão em antese apresentam coloração azul-roxeada e odor suave, característica chave da espécie. Os frutos são cápsulas achatadas oblongas com numerosas sementes aladas, hialinas ou acastanhadas (LORENZI, 1992). Em função da grande atração de seus recursos florais, a espécie de *J. mimosifolia* pode ser considerada como

polinizadora efetiva, com o processo de floração predominante nos meses de agosto a novembro (ALVES et al., 2010).

De acordo com as características de *J. mimosifolia* e seus diversos usos, desde o paisagismo urbano até a inserção na restauração de ambientes degradados, houve um acréscimo de pesquisas relacionadas às sementes e ao crescimento inicial de plântulas. Entretanto, conforme a maior demanda pela espécie, um dos fatores fundamentais a produção de mudas refere-se à obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica, considerado ponto chave à perpetuação de muitas espécies (MISSIO et al., 2016).

Com base nas exigências necessárias para o bom desenvolvimento da espécie, deve-se ressaltar sobre os métodos de propagação dos representantes do gênero, geralmente limitado por fatores bióticos e abióticos, os quais interferem diretamente na redução do crescimento das plantas (MISSIO, 2016). Assim, nota-se a necessidade de novos estudos que possam promover melhorias no desenvolvimento da espécie, e para sanar a lacuna em questão, destacam-se os microrganismos promotores de crescimento de plantas, os quais podem contribuir no sentido de qualificar a produção de mudas de *J. mimosifolia*, bem como de outras espécies florestais.

1.2. Características, atuação e aplicações do fungo *Trichoderma* spp.

O gênero *Trichoderma* refere-se à fase imperfeita de *Hypocrea*, pertence ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Sordariomycetes, Ordem Hypocreales e Família Hypocreaceae (WAGHUNDE et al., 2016). Este compreende um grande número de espécies de fungos filamentosos de vida livre, encontrados em múltiplos ecossistemas, desde as regiões tropicais até as temperadas, sendo caracterizados por seu crescimento acelerado. São considerados como espécies altamente ativas no solo, associadas a rizosfera vegetal e ao processo de decomposição de restos vegetais e madeira, sendo raramente associados a doenças de plantas (AZEVEDO et al., 2017).

São constituídos por conídios verdes brilhantes e um conidióforo repetidamente ramificado. Caracterizados como fungos simbioses de plantas oportunistas e avirulentos, apresentam reprodução assexuada por produção de conídios e clamidósporos, em habitats selvagens por ascósporos (KASHYAP et al., 2017). A espécie *Trichoderma harzianum* é agrupada com base em padrões de ramificação de conidióforos (ramificações laterais curtas) e fíalides curtas e infladas nas dimensões de 3,7 – 8,2 x 1,4 – 3,8 μm (5,5 x 2,3 μm), com relação comprimento/largura (C/L) de 2,1 – 2,4 μm , apresentam conídios subglobosos e ovais com medidas médias de 1,6 – 3,6 x 1,5 – 3,2 μm (2,6 x 2,1 μm) e relação C/L de 1,02 – 1,11 μm (GUIMARÃES et al., 2016).

A grande interação entre *Trichoderma* e planta constitui um processo dinâmico, que envolve mecanismos de secreção de compostos químicos pelos fungos, caracterizados pela sinalização molecular e a liberação de metabólitos inibitórios, enzimas e outros compostos, os quais são reconhecidos pelo vegetal (ORTUÑO et al., 2017). Diversas cepas do gênero *Trichoderma* são capazes de secretar cerca de 40 metabólitos distintos (SMs), incluindo o fitohormônio ácido indol-3-acético (IAA) e muitas enzimas envolvidas nos processos simbióticos, bem como na colonização de tecidos vegetais, que além de inibir o crescimento de outros microrganismos, promovem o desenvolvimento das raízes e crescimento de plantas (NIETO-JACOBO et al., 2017).

A versatilidade de *Trichoderma* spp. estende-se à sua adaptabilidade a distintos ambientes e a sua associação com diversas espécies vegetais, o que vêm sendo cada vez mais averiguado em diversos trabalhos, viabilizando a sua comercialização como ingredientes ativos de biofertilizantes, promotores de crescimento e estimulantes da resistência natural. As cepas de *Trichoderma* spp. são comercializadas mundialmente e destinadas a promoção de crescimento vegetal, neste processo, tais microrganismos podem ser incorporados em várias formulações como esporos puros ou suspensões de conídios, integrados com componentes inertes e então armazenados por um longo período de tempo sem que ocorra a perda de sua eficácia (WOO et al., 2014).

Estudos vêm destacando sobre a interação entre os fungos *Trichoderma* com as raízes ou outras partes das plantas, porém, inicialmente, a promoção de crescimento de plantas pela aplicação de *Trichoderma* foi relacionada ao controle dos microrganismos prejudiciais presentes no solo (MACHADO et al., 2012). Atualmente, sabe-se que a ação como estimulador do crescimento é complexa, sendo realizada através das interações com os fatores bioquímicos, a produção de diversas enzimas e compostos benéficos às plantas (CHAGAS et al., 2017).

1.3. Promoção do crescimento de plantas por ação de *Trichoderma* spp.

Os microrganismos apresentam ampla influência sobre o desenvolvimento das plantas, com destaque aos benefícios no processo de germinação de sementes, a emergência de plântulas, bem como o crescimento e produtividade (VINALE et al., 2008). Na atualidade, diante a necessidade de reduzir o uso de agroquímicos e priorizar a sustentabilidade agrícola, a adoção de microrganismos promotores de crescimento de plantas vem sendo maximizada e considerada como uma ferramenta de grande auxílio ao incremento da produção agrícola. Além de corroborar com acréscimos na produtividade, os promotores de crescimento garantem a obtenção de um produto mais competitivo e de menor custo ao produtor (CHAGAS et al.,

2017). Dentre os microrganismos mais comuns, estão os fungos do gênero *Trichoderma*, os quais produzem substâncias promotoras de crescimento que garantem melhorias no processo de germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da espécie (KHAN e MOHIDDIN, 2018).

O estreito relacionamento com as plantas, garante que os fungos *Trichoderma* ao colonizar o sistema radicular promova alterações no metabolismo vegetal, com efeito no crescimento e nutrição das plantas, no desenvolvimento radicular, na indução de resistência e ao biocontrole de patógenos (KASHYAP et al., 2017). A adoção de microrganismos vem evidenciando resultados promissores para a produção de mudas com alta qualidade (SOLDAN et al., 2018). O destaque do fungo *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento vegetal, se dá através de seus mecanismos de ação, bem como a liberação de substâncias, as quais são assimiladas pelo sistema radicular vegetal e na solubilização de micronutrientes insolúveis no solo, de modo a disponibilizá-los às plantas, o que garante maior absorção e translocação de minerais pouco disponíveis, e promove incrementos no desenvolvimento vegetal (SOUZA et al., 2018).

2. OBJETIVO

O objetivo foi avaliar diferentes cepas de *Trichoderma* spp. na promoção do crescimento inicial de plântulas de *Jacaranda mimosifolia* pelo tratamento de sementes e no desenvolvimento de mudas de *Jacaranda mimosifolia* em casa de vegetação pelo tratamento de solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção das sementes de *J. mimosifolia*

A coleta de sementes foi realizada em área de mata nativa localizada na fazenda experimental da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Câmpus Ipameri (17°43'7.09"S, 48°08'34.61"W, 793 m), sendo efetuada a partir de duas árvores matrizes adultas ao iniciar a deiscência das sementes. Após coletadas, as sementes foram encaminhadas ao laboratório de sementes da Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Câmpus Ipameri e armazenadas a seco, em temperatura de 5°C, de modo a preservar sua viabilidade (RAS, 2009).

3.2. Cepas de *Trichoderma* spp.

As cepas utilizadas foram: *Trichoderma asperellum* URM 5911; *Trichoderma harzianum* ESALQ 1306; *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP; *Trichoderma harzianum* SIMBI T5; *Trichoderma harzianum* T-22 WG.

3.3. Crescimento inicial de plântulas de *J. mimosifolia*

As sementes foram tratadas com 2 mL de suspensão de *Trichoderma* ($2,5 \times 10^8$ conídios mL⁻¹ para cada 100 g de sementes), conforme Carvalho et al. (2014). Cada tratamento foi composto por 200 sementes, estas divididas em quatro repetições de 50 sementes, onde um tratamento sem inoculação com *Trichoderma* foi incluído como testemunha. Após tratadas, houve a distribuição uniforme das sementes em duas folhas de papel de germinação, cobertas com uma terceira folha e, em seguida, foram acondicionadas em germinador (Logen Scientific®) no laboratório de sementes a 25°C, durante o período de 28 dias, conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS, 2009).

Aos 28 dias após o início, com o auxílio de uma fita métrica foram realizadas as seguintes avaliações: percentual de germinação (PG), obtido através da avaliação das plântulas normais (ausência de necrose e patógeno nas plântulas, raízes seminais e secundárias sem deformações e descontando-se as sementes mortas), comprimento da raiz (CR) (cm), comprimento da parte aérea (CPA) (cm), comprimento total (CT = CR + CPA) (cm), massa fresca da raiz (MFR) (mg), massa fresca da parte aérea (MPFA) (mg), massa fresca total (MFT = MFR + MPFA) (mg), massa seca da raiz (MSR) (mg), massa seca da parte aérea (MSPA) (mg), massa seca total (BIO = MSR + MSPA) (mg). Para obtenção da MSR e MSPA, as raízes e as partes aéreas foram destacadas e secadas, separadamente, em estufa a 72°C até atingir massa seca constante, em miligramas.

3.4. Desenvolvimento de mudas de *J. mimosifolia* em casa de vegetação

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UEG localizada no Câmpus Ipameri (17°42'59.60"S, 48°08'39.52"W, 797 m), durante o período de outubro de 2018 a fevereiro de 2019. Para a instalação do experimento, houve a correção do solo com calcário de acordo com Silva et al. (2007). Os vasos plásticos de 10 L foram preenchidos com Latossolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013). Em seguida, uma dose de 8 mL de suspensão de *Trichoderma* foi distribuída em cada vaso, com o auxílio de borrifador manual (550 mL), totalizando $4,0 \times 10^8$ conídios por vaso. Imediatamente após a pulverização, houve a semeadura manual das sementes (5 sementes por vaso, realizado o desbaste ao atingir 4-5 cm de altura, de modo a manter a planta mais vigorosa). O experimento foi disposto no delineamento inteiramente casualizado (DIC) com oito repetições (vasos) para cada tratamento (cepa de *Trichoderma* spp.). Para efeito comparativo, inclui-se um tratamento sem inoculação de *Trichoderma* como controle.

O percentual de germinação (PG) foi verificado aos 100 dias após o semeio, estimando-se o número de plantas emergidas por vaso. Foi realizada a coleta das plantas formadas emergentes em cada vaso, e com o auxílio de uma fita métrica e paquímetro digital foram avaliados os seguintes parâmetros: altura da parte aérea (ALT) (cm), comprimento da raiz (CR) (cm), diâmetro do coleto (DC) (mm), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA, respectivamente) (mg) e massa fresca e seca das raízes (MFRA e MSR respectivamente) (mg). Posteriormente, em balança digital foram quantificadas a massa fresca total (MFT) (mg) e a biomassa seca total (BIO) (mg) e calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) (mg), o qual foi determinado em função da altura da parte aérea (ALT), do diâmetro do coleto (DC), da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca da raiz (MSR), por meio da fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{BIO}{ALT (cm) / DC(mm) MSPA (g) / MSR (g)}$$

3.5. Análises estatísticas

Após verificados os pressupostos de normalidade e de homogeneidade de variâncias residuais dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$), além da realização da análise de variáveis canônicas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R CORE TEAM, 2018) e o pacote candisc (FRIENDLY e FOX, 2017).

4. RESULTADOS

4.1 Crescimento inicial de plântulas de *J. mimosifolia*

Em relação ao comprimento de raiz (CR), os tratamentos com as cepas de *T. harzianum* SIMBI T5, *T. harzianum* ESALQ1306 e *T. harzianum* T-22 WG destacaram-se, quando comparados aos outros tratamentos, com valores equivalentes a 5,37; 5,05 e 5,02 cm, respectivamente (Tabela 1). Ainda nesse contexto, as cepas de *T. harzianum* ESALQ1306 e *T. harzianum* SIMBI T5 sobressaíram-se em relação ao comprimento da parte aérea (CPA), totalizando 7,63 e 7,38 cm, bem como apresentaram valores superiores em comparação aos outros tratamentos avaliados quanto ao comprimento total (CT), com valores iguais a 12,69 e 12,75 cm, consecutivamente (Tabela 1).

A massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca total (MFT), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e biomassa seca total (BIO), verifica-se que, ambos os tratamentos avaliados não diferiram-se estatisticamente entre si (Tabela 1).

Tabela 1. Percentual de germinação (PG), comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca de raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca total (MFT), massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e biomassa seca total (BIO) de plântulas de *J. mimosifolia* tratadas com cepas de *Trichoderma* spp. Ipameri, Goiás, Brasil.

Tratamento ⁽¹⁾	PG (%)	CR (cm)	CPA (cm)	CT (cm)	MFR (mg)	MFPA (mg)	MFT (mg)	MSR (mg)	MSPA (mg)	BIO (mg)
<i>T. harzianum</i> IBLF006 WP	86,75 a	4,55 b	6,08 b	10,63 b	1,84 a	1,63 a	3,47 a	1,49 a	1,38 a	2,88 a
<i>T. asperellum</i> URM 5911	84,25 a	4,62 b	6,59 b	11,21 b	1,10 a	2,78 a	3,87 a	0,88 a	2,53 a	3,41 a
<i>T. harzianum</i> T-22 WG	84,25 a	5,02 a	6,63 b	11,65 b	1,37 a	2,02 a	3,39 a	1,19 a	1,70 a	2,89 a
<i>T. harzianum</i> ESALQ1306	82,25 a	5,05 a	7,63 a	12,69 a	1,26 a	2,16 a	3,41 a	1,12 a	1,89 a	3,02 a
<i>T. harzianum</i> SIMBI T5	84,00 a	5,37 a	7,38 a	12,75 a	1,33 a	2,14 a	3,46 a	1,20 a	1,75 a	2,96 a
Testemunha	91,25 a	4,46 b	6,62 b	11,09 b	1,32 a	1,92 a	3,24 a	1,10 a	1,52 a	2,62 a
CV (%)	4,18	6,37	7,49	5,75	28,05	37,39	21,56	23,96	29,19	16,66

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$).

4.2 Desenvolvimento de mudas de *J. mimosifolia* em casa de vegetação

As mudas de *J. mimosifolia* demonstraram grande eficiência em relação ao desenvolvimento em altura (ALT), quando tratadas com as cepas *T. harzianum* SIMBI T5 e *T. harzianum* ESALQ1306 (25,62 e 25,18 cm, respectivamente), enquanto os outros tratamentos, apresentaram valores com variações entre 19,80 a 22,10 cm, os quais não diferiram-se estatisticamente entre si (Tabela 2).

Já em relação ao comprimento radicular (CR) das mudas, houve padrão semelhante ao resultado anterior, onde as cepas *T. harzianum* SIMBI T5 e *T. harzianum* ESALQ1306 apresentaram resultados superiores aos outros tratamentos, equivalentes a 38,64 e 36,36 cm, respectivamente, seguido das cepas de *T. asperellum* URM 5911 (32,46 cm) e *T. harzianum* T-22 WG (31,38 cm), enquanto, os menores valores foram constatados nas mudas tratadas com a cepa *T. harzianum* IBLF006 WP (27,13 cm) e testemunha (22,64 cm) (Tabela 2). Em relação ao diâmetro do coleto (DC), as cepas *T. harzianum* SIMBI T5 e *T. harzianum* ESALQ1306 apresentaram maior incremento, totalizando 5,40 e 4,93 mm, em contraste, os tratamentos com valores inferiores referiram-se a testemunha (3,05 mm) e cepa *T. harzianum* T-22 WG (3,25 mm) (Tabela 2).

Em relação a massa fresca total (MFT), os tratamentos compostos com as cepas *T. harzianum* SIMBI T5 e *T. harzianum* ESALQ1306 obtiveram maiores valores, equivalentes a 21,94 e 20,82 mg, respectivamente, em seguida, as cepas *T. asperellum* URM 5911 (16,95 mg), *T. harzianum* T-22 WG (16,10 mg) e *T. harzianum* IBLF006 WP (14,28 mg) não diferiram-se estatisticamente entre si, enquanto, o tratamento testemunha apresentou o menor resultado obtido, equivalente a 11,09 mg. Quanto a biomassa seca total (BIO), o maior resultado obtido foi encontrado nas mudas tratadas com a cepa *T. harzianum* SIMBI T5 (17,45 mg), seguido da cepa *T. harzianum* ESALQ1306 (13,26 mg), enquanto a cepa *T. harzianum* IBLF006 WP e a testemunha, obtiveram resultados semelhantes e inferiores aos tratamentos avaliados, com valores iguais a 7,37 e 6,13 mg, consecutivamente (Tabela 2).

Em relação ao Índice de Qualidade de Dickson (IQD), a refere-se a um indicador de grande importância da qualidade das mudas, considerando este fato, com base nos resultados obtidos, nota-se que o tratamento com *T. harzianum* SIMBI T5 destacou-se entre os demais, demonstrando maior influência da cepa na produção de mudas de *J. mimosifolia*, com o valor de 2,75 mg, seguido dos tratamentos com *T. harzianum* ESALQ1306 (2,12 mg) e *T. asperellum* URM 5911 (1,74 mg), em contrapartida, os tratamentos com *T. harzianum* T-22 WG (1,19 mg), *T. harzianum* IBLF006 WP (1,15 mg) e testemunha (0,83 mg) apresentaram-se inferiores em relação aos tratamentos analisados (Tabela 2).

Tabela 2. Altura da parte aérea (ALT), comprimento da raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFRA), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), biomassa seca total (BIO) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) de *J. mimosifolia* em casa de vegetação, com solo de vasos tratados com a suspensão de *Trichoderma* spp., Ipameri, Goiás, Brasil.

Tratamento ⁽¹⁾	ALT (cm)	CR (cm)	DC (mm)	MFPA (mg)	MFRA (mg)	MFT (mg)	MSPA (mg)	MSR (mg)	BIO (mg)	IQD (mg)
<i>T. harzianum</i> IBLF006 WP	21,43 b	27,13 c	4,50 b	7,73 b	6,55 b	14,28 b	4,28 c	3,09 d	7,37 d	1,15 c
<i>T. asperellum</i> URM 5911	22,10 b	32,46 b	4,54 b	9,01 b	7,94 b	16,95 b	6,14 b	4,93 c	11,08 c	1,74 b
<i>T. harzianum</i> T-22 WG	21,93 b	31,38 b	3,25 c	8,94 b	7,16 b	16,10 b	5,06 c	4,47 c	9,53 c	1,19 c
<i>T. harzianum</i> ESALQ1306	25,18 a	36,36 a	4,93 a	11,13 a	9,69 a	20,82 a	7,04 b	6,21 b	13,26 b	2,12 b
<i>T. harzianum</i> SIMBI T5	25,62 a	38,64 a	5,40 a	11,16 a	10,77 a	21,94 a	9,41 a	8,03 a	17,45 a	2,75 a
Testemunha	19,80 b	22,64 c	3,05 c	6,69 b	4,84 b	11,09 c	3,12 c	3,01 d	6,13 d	0,83 c
CV (%)	16,28	13,96	12,22	24,30	29,35	23,83	34,52	31,94	22,54	27,12

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$).

O tratamento com a cepa *T. harzianum* SIMBI T5 apresentou valores superiores em relação a ALT, CR, MFT, BIO e IQD, em comparação com os tratamentos, o que revela maior desenvolvimento das mudas de *J. mimosifolia* submetidas à suspensão de *T. harzianum* SIMBI T5, seguido das cepas *T. harzianum* ESALQ1306 e *T. asperellum* URM 5911 (Figura 2). Contudo, os tratamentos com menor relação de acordo com as variáveis analisadas foram, a testemunha e a cepa *T. harzianum* T-22 WG (Figura 2). De acordo com a análise, observa-se que 93,4% da variação dos dados pode ser explicada pelas duas variáveis canônicas (77,2% e 16,2%) (Figura 2). As variáveis canônicas para a avaliação de mudas de *J. mimosifolia* relacionaram-se positivamente, de modo a explicar a maior parte da variação dos dados.

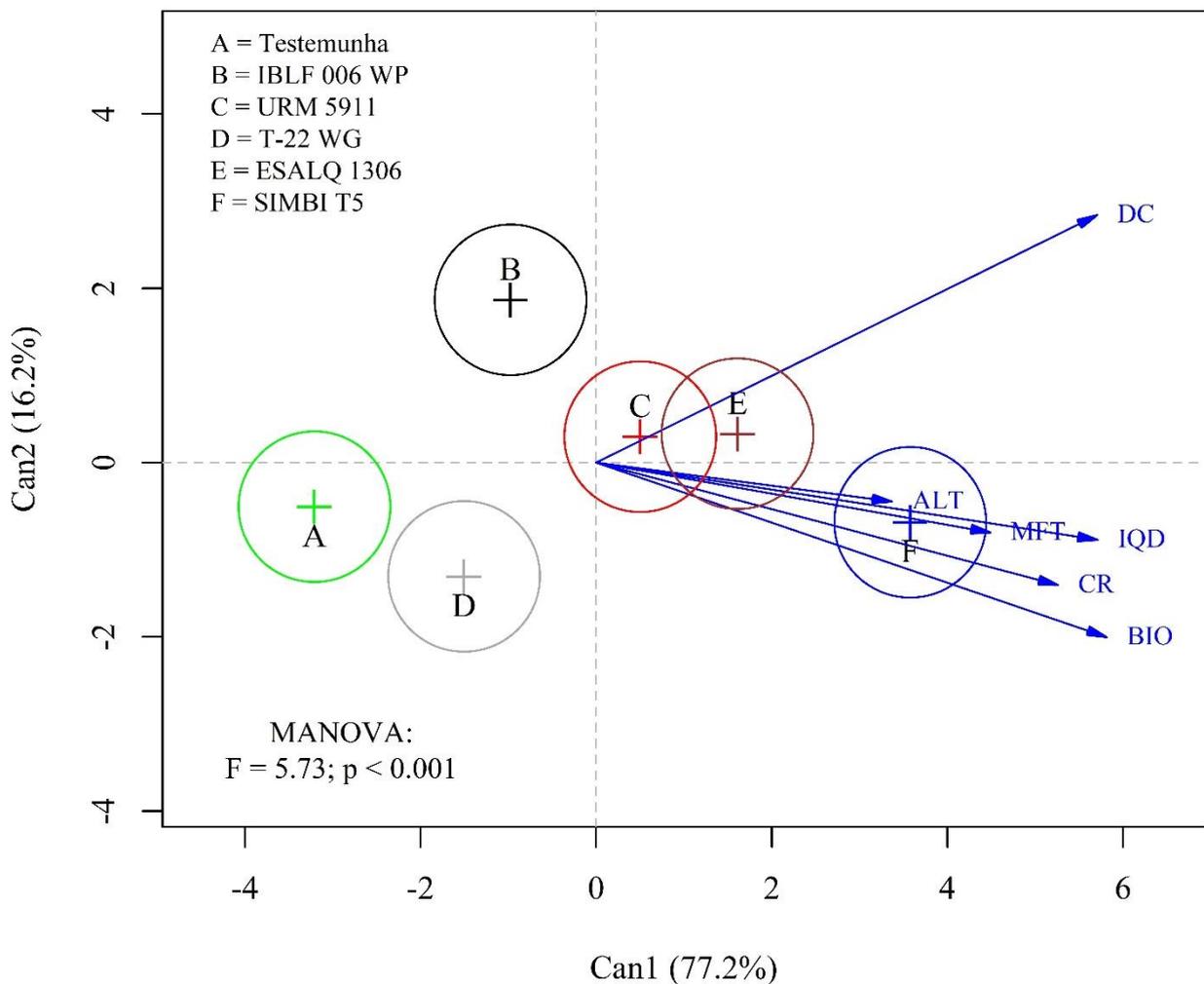


Figura 2. Análise de variáveis canônicas, referente às mudas de *J. mimosifolia* em casa de vegetação, com solo de vasos tratados com a suspensão de *Trichoderma* spp., Ipameri, Goiás, Brasil.

(DC= Diâmetro do coleto; ALT= Altura; CR= Comprimento da raiz; MFT= Massa fresca total; (BIO)= Biomassa seca total; IQD= Índice de Qualidade de Dickson).

T. harzianum IBLF 006 WP; *T. asperellum* URM 5911; *T. harzianum* T-22 WG; *T. harzianum* ESALQ 1306; *T. harzianum* SIMBI T5.

5. DISCUSSÃO

5.1 Crescimento inicial de plântulas de *J. mimosifolia*

O uso de cepas de *Trichoderma* no tratamento de sementes promove o crescimento vegetal desde o processo de germinação até o desenvolvimento inicial de plântulas (PECCATTI et al., 2019; HERMOSA et al., 2013). No caso específico, a cepa ESALQ 1306 já demonstrou tal capacidade em *Paspalum regnellii* Mez., através do incremento no sistema radicular pelo tratamento de sementes, de modo a maximizar a superfície total radicular (BORTOLIN et al., 2019).

Quanto a cepa T-22, para esta existem trabalhos publicados, com ênfase em sua eficiência na promoção da raiz, assim como verificado na espécie de *Prunus* sp., promovendo acréscimos de até 180% no comprimento radicular (SOFO et al., 2010). Contudo, ainda são escassos relatos científicos referentes aos efeitos da cepa SIMBI T5 em espécies florestais, porém, no presente estudo, a mesma demonstrou-se eficaz no tratamento de sementes de *J. mimosifolia*, de modo a contribuir com o desenvolvimento radicular.

As cepas de *T. harzianum* ESALQ1306 e *T. harzianum* SIMBI T5 destacaram-se em relação ao CPA e ao CT. Este comportamento já era esperado, uma vez que em espécies como *Cedrela fissilis* Vell. e *Parapiptadenia rigida* Benth., o tratamento de sementes com *Trichoderma*, deram origem a plantas com maior capacidade de crescimento da parte aérea (JUNGES et al., 2016). Em *P. rigida*, a aplicação de *Trichoderma* sp. proporcionou resultados em relação ao comprimento da parte aérea de plântulas equivalentes a 7,08 cm (MISSIO et al., 2018), bem como constatado no presente estudo com a espécie de *J. mimosifolia*. Considerando que, o comprimento de plântula possibilita verificar o vigor das sementes, uma vez que constata a capacidade de produção de uma plântula com bom índice de desenvolvimento (MISSIO et al., 2016).

Uma das teorias mais aceitas para explicar o melhor desenvolvimento do comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento total (CT) em diversas plantas, incluindo a espécie vegetal do presente estudo, trata-se da produção de compostos orgânicos voláteis (VOCs), os quais são produzidos durante a interação com as plantas, onde revelam-se como capazes de induzir o acúmulo e a redistribuição de auxinas nas raízes, de modo a favorecer o crescimento das plantas (GONZÁLEZ PEREZ et al., 2018).

Os VOCs pertencem a diferentes classes químicas, incluindo mono e sesquiterpenos, álcoois, cetonas, lactonas, ésteres, tioalcoóis, tioésteres e ciclohexenos (NIETO-JACOBO et al., 2017). Ainda nesse contexto, deve-se salientar que, a produção de VOCs é influenciada por condições ambientais, como: teor nutricional, composição da comunidade microbiana,

temperatura, umidade e pH, sendo ainda que, cada espécie de *Trichoderma* produz diferentes tipos de VOCs, dando origem a vários efeitos positivos no crescimento das plantas, fator este, que pode explicar a variação no crescimento induzida por diferentes cepas de *Trichoderma* (LEE et al., 2016).

A grande variabilidade entre as espécies de *Trichoderma* pode explicar os resultados obtidos em relação as variáveis avaliadas no presente trabalho. Isso ocorre devido a especificidade dos mecanismos de ação dos fungos promotores do crescimento vegetal, os quais podem sofrer variações de acordo com as condições ambientais, substrato, disponibilidade nutricional e até mesmo com a interferência de outros microrganismos, fatores os quais podem influenciar o desempenho do microrganismo promotor de crescimento vegetal (JUNGES et al., 2016; MACHADO et al., 2015). A partir dos resultados obtidos, fica claro que a ação das cepas de *Trichoderma* em estudo na promoção de crescimento da espécie de *J. mimosifolia*, é dependente de diversos fatores, pois, os mecanismos que promovem o crescimento das plantas induzidas por microrganismos são complexos (NIETO-JACOBO et al., 2017).

O efeito positivo na promoção do crescimento vegetal via tratamento de sementes florestais, revela-se como uma ferramenta de grande auxílio ao processo de produção de mudas, pois garante a redução do período de germinação, e acréscimos no desenvolvimento germinativo, fatores desejáveis na produção de mudas com alta qualidade, considerando que, reduções no potencial de germinação de sementes trazem consigo uma série de prejuízos econômicos aos produtores florestais (PECCATTI et al., 2019).

A ação do microrganismo no tratamento de sementes, apresenta grandes benefícios ao crescimento inicial de plântulas de *J. mimosifolia*, considerando que, plântulas com o sistema radicular e parte aérea bem desenvolvidos, determinam maior potencial de sobrevivência e desenvolvimento, fatores desejáveis no processo de produção de mudas.

5.2 Desenvolvimento de mudas de *J. mimosifolia* em casa de vegetação

Os resultados de laboratório para comprimento da parte aérea (PA) foram reproduzíveis em casa de vegetação, uma vez que as mudas tratadas com as cepas *T. harzianum* SIMBI T5 e *T. harzianum* ESALQ1306 proporcionaram maiores valores de altura (ALT) para as mudas. A espécie *Trichoderma harzianum* já demonstrou seu potencial de uso na produção de mudas na espécie de *Abroma augusta* Linn., possivelmente através da secreção de algumas substâncias na rizosfera, responsáveis pelo melhor desenvolvimento na parte aérea vegetal (PARKASH et al., 2019), assim como também constatado na espécie de *Cedrela odorata* L., onde a associação

entre planta-microrganismo proporcionou acréscimos na altura das plantas (DÍAZ e GONZÁLEZ, 2018).

De forma análoga à altura (ALT), as mudas de *J. mimosifolia* apresentaram bom desenvolvimento quanto ao comprimento radicular (CR) das mudas avaliadas, quando tratadas com as cepas SIMBI T5 e ESALQ1306. Quanto ao efeito positivo na raiz, diversas pesquisas elucidam que algumas espécies do gênero *Trichoderma* são capazes de secretar metabólitos, análogos de auxinas e outros compostos proteicos ao redor do sistema radicular, deste modo, tal ação corrobora com o aumento no tamanho das raízes primárias e secundárias, bem como acréscimos na produção de pêlos radiculares, o que possibilita melhorias na capacidade de absorção nutricional (SINGH et al., 2019).

Os efeitos positivos encontrados em plantas tratadas com *Trichoderma* podem estar associados a capacidade do fungo, em modular a arquitetura radicular através da produção de compostos que aumentem a disponibilidade de nutrientes, tais como sideróforos e ácidos orgânicos (GUZMÁN-GUZMÁN et al., 2018). O sistema radicular constitui uma das ferramentas essenciais a adequação vegetal, uma vez que permite maximizar a eficiência do uso da água e absorção nutricional (SINGH et al., 2018). Os benefícios advindos da ação de *Trichoderma* ao estímulo e desenvolvimento no sistema radicular, conseqüentemente, interfere de maneira direta no incremento da altura das plantas, contribuindo então com o crescimento vegetal (MISSIO et al., 2018).

A variável diâmetro do coleto (DC) é utilizado para indicar a capacidade de sobrevivência das mudas em campo (AMARAL et al., 2017). Neste sentido, as cepas SIMBI T5 e ESALQ1306 novamente destacaram-se em relação aos resultados obtidos referentes ao diâmetro de coleto, em comparação ao tratamento testemunha e às outras cepas avaliadas.

A associação avaliativa do diâmetro do coleto e altura, consiste em uma ferramenta de grande auxílio à avaliação da qualidade de mudas florestais, considerando que, o diâmetro do coleto constitui um indicador confiável da sobrevivência em campo, enquanto a altura das mudas refere-se apenas ao crescimento inicial em campo, deste modo, a altura é um parâmetro dependente do diâmetro do coleto, pois quando avaliados em conjunto, permitem ampla avaliação da qualidade das mudas (BANDEIRA et al., 2018; MELO et al., 2018). Nota-se que, os maiores resultados obtidos na avaliação do diâmetro do coleto coincidiram com os resultados superiores avaliados em relação à altura de plantas, fator este que permite afirmar que, as mudas de *J. mimosifolia* tratadas com as cepas SIMBI T5 e ESALQ1306 propiciam mudas bem desenvolvidas, com maior qualidade.

Os resultados encontrados na cepa *T. harzianum* SIMBI T5 mostraram uma sintonia entre massa fresca e massa seca, permitindo constatar resultados superiores tanto em relação a

MFT e BIO, porém, em relação a cepa *T. harzianum* ESALQ1306, os resultados obtidos mostraram superioridade somente no caso de MFT.

No caso do tratamento com SIMBI T5, houve uma complementariedade entre as variáveis relacionadas à massa seca e massa fresca. De forma contrária, para o tratamento com ESALQ1306, os valores de massa seca não figuraram entre os melhores como foi vista para massa fresca. Tal evento se deve ao fato de o tratamento com ESALQ1306 proporcionar às plântulas originadas, maior quantidade de água disponível (BARROSO et al., 2019).

Em *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., o tratamento com *Trichoderma* spp. apresentou grande eficiência na promoção de crescimento de mudas clonais, em condições de viveiro, toda via, vale enfatizar que a eficácia na promoção de crescimento de plantas é advinda de espécies capazes de estabelecer interações duradouras com a planta, considerando que a associação é altamente variável, seja em função da espécie do fungo, condições de desenvolvimento, taxa de inóculo e tipo de formulação (AZEVEDO et al., 2017).

Quanto ao índice de qualidade de Dickson (IQD), a cepa SIMBI T5 promoveu maior incremento no crescimento vegetal, fator este que permite indicar qualidade superior de mudas, pois considera fatores como o vigor e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda (OLIVEIRA et al., 2018; AZEVEDO et al., 2017). Essa resposta foi ainda mais evidente pelo fato de que, em todos os tratamentos foram alcançados o padrão para o IQD das mudas, equivalente a 0,20 mg (HUNT, 1990).

A espécie florestal *Albizia procera* Roxb. Benth., quando inoculada com *Trichoderma* spp. apresentou maiores valores de IQD, o que indica a eficácia do microrganismo na produção de mudas (GONZÁLEZ et al., 2015). O uso de *Trichoderma* spp. no tratamento de solo revela-se como uma alternativa de grande inovação tecnológica, constituindo um mecanismo que promove ganhos no desenvolvimento, qualidade e crescimento de mudas florestais (STEFFEN et al., 2019).

Diante aos ganhos proporcionados às mudas de *J. mimosifolia*, a espécie de *T. harzianum* SIMBI T5 demonstrou-se como agente potencial na produção de mudas com qualidade superior. Fator este, que indica a necessidade de futuras pesquisas com enfoque nos mecanismos de ação promovidos pelo microrganismo. Uma vez que, maiores informações sobre a associação simbiótica entre fungos biopromotores e plantas, corroboram com melhorias no processo de produção florestal, pois, o sucesso na promoção de crescimento não se limita à quantidade de princípio ativo utilizado, mas sim, a capacidade de ação de cada espécie do gênero *Trichoderma*.

6. CONCLUSÕES

Quanto ao crescimento inicial de plântulas de *Jacaranda mimosifolia*, as cepas de *Trichoderma harzianum* SIMBI e *Trichoderma harzianum* ESALQ1306 promoveram resultados superiores. Enquanto, em relação ao desenvolvimento de mudas de *Jacaranda mimosifolia*, a cepa *Trichoderma harzianum* SIMBI T5 demonstrou-se como eficaz, através de acréscimos na qualidade das mudas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G. R.; PERUCHI, A.; AGOSTINI, K. Polinização em área urbana: o estudo de caso de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Bignoniaceae). **Bioikos**, v. 24, n. 1, p. 31-41, 2010.
- AMARAL, P. P., et al. Promotores de crescimento na propagação de caroba. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 90, p. 149-157, 2017.
- AZEVEDO, G. B., et al. Efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*. **Scientia Forestalis**, v.45, n.114, p.343-352, 2017.
- BARROSO, F. M., et al. Growth Promotion of Parsley (*Petroselinum crispum* L.) Using Commercial Strains of *Trichoderma* spp. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 4, p. 493-499, 2019.
- BORTOLIN, G. S., et al. *Trichoderma* na promoção do desenvolvimento de plantas de *Paspalum regnellii* Mez. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 135-145, 2019.
- CARVALHO, D. D. C., et al. Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção de crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 1, p. 28-34, 2011.
- CARVALHO, D. D. C., et al. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* by *Trichoderma harzianum* and its use for common bean seed treatment. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, n. 5, p. 384-391, 2014.
- CHAGAS, L. F. B., et al. Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, n. 2, p. 437-445, 2016.
- CHAGAS, L. F. B., et al. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017.
- COSTA, R. S., et al. Caracterização morfológica de folhas e flores de espécies de Jacaranda (Bignoniaceae), cultivadas em Jaboticabal-SP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, n. 1, p. 169-181, 2011.
- DÍAZ, T. S.; GONZÁLEZ, L. C. Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* Rifai en posturas de Leucaena, Cedro y Samán. **Colombia Forestal**, v. 21, n. 1, p. 81-90, 2018.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, n.1, p.10-13, 1960.
- DONOSO, E.; LOBOS, G. A.; ROJAS, N. Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* em viveiro. **Bosque**, v.29, n.1, p.52-57, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa-SPI, 2013, 306 p.

- FANTINEL, V. S., et al. Tratamento de sementes de goiaba-serrana (*Acca sellowiana*): efeito na incidência de fungos e na germinação. **Revista brasileira de Biociências**, v. 13, n. 2, p. 84-89, 2015.
- FANTINEL, V. S., et al. Fungos Associados às Sementes de *Acca Sellowiana*: Efeitos na Qualidade Fisiológica das Sementes e Transmissão. **Agrarian**, v. 10, n. 38, p. 328-335, 2018.
- GONZÁLEZ, M. R.; REINALDO, J. R. M.; ORTIZ, R. S. Alternativas agroecológicas en la producción de posturas de tres especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros. **Revista Científica Agroecosistemas**, v. 3, n. 1, p.387-400, 2015.
- GONZÁLEZ-PÉREZ, E., et al. The *Arabidopsis-Trichoderma* interaction reveals that the fungal growth medium is an important factor in plant growth induction. **Scientific Reports**, v.8, n. 1, p. 1-14, 2018.
- GUIMARÃES, G. R., et al. Caracterização morfológica de isolados de *Trichoderma harzianum*. **Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas**, v. 25, n. 2, p. 131-136, 2016.
- GUZMÁN-GUZMÁN, P., et al. *Trichoderma* species: versatile plant symbionts. **Phytopathology**, v. 109, n. 1, p. 6-16, 2018.
- HERMOSA, R., et al. The contribution of *Trichoderma* to balancing the costs of plant growth and defense. **International Microbiology**, v. 16, n. 2, p. 69-80, 2013.
- HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: Rose, R. et al. (Ed.). **Proceedings...** Fort Collins: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 1990. p. 218-222. (Roseburg, OR. General Technical Report RM-200).
- JUNGES, E., et al. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.23, n.2, p.237-244, 2016.
- KASHYAP, P. L.; RAI, P.; SRIVASTAVA, A. K.; KUMAR, S. *Trichoderma* for climate resilient agriculture. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 33, n. 8, p. 1-18, 2017.
- KHAN, M. R.; MOHIDDIN, F. A. *Trichoderma*: its multifarious utility in crop improvement. **Crop Improvement Through Microbial Biotechnology**, v.13, n.1, p. 263-291, 2018.
- LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; SANTOS, A. F. Detecção, transmissão, patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). **Summa Phytopathologica**, v.36, n.2, p. 134-139, 2010.
- LEE, S., et al. Volatile organic compounds emitted by *Trichoderma* species mediate plant growth. **Fungal Biology and Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2016.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa: Plantarum**, 1992. 352 p.
- LOUZADA, G. A. S., et al. Relações entre testes com metabólitos e seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagonísticos a *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Brasileira de Biociências (Online)**, v. 14, n.1, p. 9-14, 2016.

MACHADO, D. F. M., et al. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MACHADO, D. F. M.; SILVA, A. C. F. *Trichoderma* no controle in vitro de fungos presentes em diásporos de *Gochnatia polymorpha*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 182-191, 2013.

MACHADO, D. F. M., et al. *Trichoderma* spp. na emergência e crescimento de mudas de cambará (*Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 167-176, 2015.

MACIEL, C. G., et al. Evaluation of temperatures and substrates on the germination of *Jacaranda mimosifolia* D. Don. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 55-61, 2013.

MASTOURI, F.; BJÖRKMAN, T.; HARMAN, G. E. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. **Phytopathology**, v. 100, n. 11, p. 1213-1221, 2010.

MELO, L. A., et al. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 47-55, 2018.

MESQUITA, D. C. M., et al. Antagonismo in vitro de *Trichoderma* spp. a *Sclerotinia sclerotiorum* do feijão comum. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 1, p. 1-4, 2017.

MISSIO, E. L. Rizobactéria e polímero aplicados em sementes de *Jacaranda mimosifolia* D. Don promovem o crescimento das mudas. **Agrarian Academy**, v. 3, n. 6; p. 53-64, 2016.

MISSIO, E. L., et al. Vigor e germinação de sementes de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. (Bignoniaceae) após o tratamento e armazenamento. **Caderno de Pesquisa**, v. 28, n. 3, p. 42-53, 2016.

MISSIO, E. L., et al. Produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* pelo tratamento de sementes com *Trichoderma* (Hypocreales) e polímero. **Caderno de Pesquisa**, v. 30, n. 1, p. 21-32, 2018.

NIETO-JACOBO, M. F., et al. Environmental growth conditions of *Trichoderma* spp. affects indole acetic acid derivatives, volatile organic compounds, and plant growth promotion. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n.1, p. 1-18, 2017.

OLIVEIRA, J. R. D., et al. Characterization of seeds, seedlings and initial growth of *Jacaranda mimosifolia* D. Don. (Bignoniaceae). **Revista Árvore**, v. 42, n. 4, p. 1-9, 2018.

ORTUÑO, N., et al. The use of secondary metabolites extracted from *Trichoderma* for plant growth promotion in the Andean highlands. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 32, n. 4, p. 366-375, 2017.

PARKASH, V., et al. *Trichoderma harzianum* Rifai: A Beneficial Fungus for Growth and Development of *Abroma augusta* L. Seedlings with Other Microbial Bio-Inoculants. In: **Trichoderma-The Most Widely Used Fungicide**. IntechOpen, 2019.

- PECCATTI, A., et al. Effect of *Trichoderma* spp. on the Propagation of *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 3, p. 435-442, 2019.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2011.
- RANA, A.; BHANGALIA, S.; SINGH, H. P. A new phenylethanoid glucoside from *Jacaranda mimosifolia*. **Natural Product Research**, v. 27, n. 13, p. 1167-1173, 2013.
- REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Mapa/ACS, Brasília, 2009, 399p.
- SILVA, A. R. M., et al. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v. 37, n. 2, p. 195-200, 2007.
- SILVA, C. R., et al. Caracterização morfológica de folhas e flores de espécies de Jacarandá (Bignoniaceae), cultivadas em Jaboticabal-SP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, n. 1, p. 169-181, 2011.
- SINGH, A., et al. Review on Plant-*Trichoderma*-Pathogen Interaction. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n.1, p. 2382-2397, 2018.
- SINGH, B. N., et al. A novel function of N-signaling in plants with special reference to *Trichoderma* interaction influencing plant growth, nitrogen use efficiency, and cross talk with plant hormones. **3 Biotech**, v. 9, n. 3, p. 1-13, 2019.
- SOFO, A.; MILELLA, L.; TATARANNI, G. Effects of *Trichoderma harzianum* strain T-22 on the growth of two *Prunus* rootstocks during the rooting phase. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 85, n. 6, p. 497-502, 2010.
- SOLDAN, A., et al. Development of Forestry Species Inoculated with *Trichoderma* spp. Fertilized with Rock Phosphate. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 4, p. 1-8, 2018.
- SOUZA, R.S., et al. *Trichoderma* e húmus líquido no desenvolvimento de mudas de figueira (*Ficus carica* L.). **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 1, p. 263-274, 2018.
- STEFFEN, G. P. K., et al. *Trichoderma asperelloides* promove crescimento inicial em mudas de *Corymbia citriodora*. **Enciclopédia Biosfera**, v.16, n. 29, p. 1699-1708, 2019.
- VINALE, F., et al. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2008.
- WAGHUNDE, R. R.; SHELAKÉ, R. M.; SABALPARA, A. N. *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 22, p. 1952-1965, 2016.
- WOO, S. L., et al. *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. **The Open Mycology Journal**, v. 8, n. 1, p. 71-123, 2014.