



Revista Agrária Acadêmica

[Agrarian Academic Journal](#)

Volume 4 – Número 4 – Jul/Ago (2021)



doi: 10.32406/v4n4/2021/74-83/agrariacad

Efeito do *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma longibrachiatum* no desenvolvimento de diferentes mudas de espécies florestais. Effect of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum* in development of different plants of forestry species.

[Pablo Israel Álvarez Romero](#)^{1,4*}, [Marylin Andrea Iza Cruz](#)², [Juan Hugo Rodriguez Guerra](#)^{1,4}, [Ana Francisca Tibúrcia Amorim Ferreira e Ferreira](#)³

¹- Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, CH, Ecuador. Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba, Ecuador, CEP: EC060155

²- Pesquisadora Vivero los Yaguales, Machachi, Ecuador.

³- Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus, AM, Brasil.

⁴- Proyecto Estudio de *Trichoderma* spp. en viveros forestales de la provincia de Chimborazo y Suelos Agrícolas en Santa Cruz, Islas Galápagos.

*Autor para correspondência: E-mail: pabloi.alvarez@esPOCH.edu.ec

Resumo

O efeito de *Trichoderma harzianum* e *T. longibrachiatum* na promoção do crescimento vegetal foi estudado em acácia, amieiro, cipreste e eucalipto. Como variáveis associadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas florestais, foram avaliados a altura, comprimento do caule e raiz, número de folhas e raízes e massa fresca das plantas. As duas espécies de *Trichoderma* utilizadas tiveram um efeito positivo, melhorando a maioria das variáveis avaliadas em todas as espécies florestais estudadas, demonstrando que este gênero de fungo é uma boa alternativa como promotor de crescimento vegetal.

Palavras-chave: *Trichoderma*. Mudas florestais. Promoção de crescimento.

Abstract

The effect of *Trichoderma harzianum* and *T. longibrachiatum* in promoting plant growth was studied in acacia, alder, cypress, and eucalyptus. As variables associated with the growth and development of forest plants, the height, stem and root length, number of leaves and roots and fresh weight of the plants were evaluated. The two *Trichoderma* species used had a positive effect, improving most of the variables evaluated in all the forest species studied, demonstrating that this genus of fungi is a good alternative as plant growth promoters.

Keywords: *Trichoderma*. Forest seedlings. Growth promotion.

Introdução

No Equador, segundo informações do Ministério do Ambiente, a área de florestas plantadas ultrapassou 12,6 milhões de hectares. A produção e o estabelecimento de florestas de alta produtividade depende principalmente da qualidade das mudas empregadas (GOMES et al., 2002), e o sucesso na produção das mudas depende da tecnologia e dos produtos usados para a produção de mudas florestais, por isso há uma necessidade de tecnologias que melhorem o desenvolvimento das mudas, permitindo o ótimo crescimento, a sanidade e qualidade das plantas. Uma nova opção na produção de mudas é o uso de microrganismos, que podem conferir resistência às mudas e contribuir para o crescimento vegetal (MACHADO et al., 2012; MAFIA et al., 2003).

Fungos do gênero *Trichoderma* são microrganismos saprofíticos e componentes ativos da microbiota do solo, participando de diversos processos neste sistema. Este gênero é conhecido por ser cosmopolita, sendo encontrado em várias partes do mundo, tanto em regiões frias como em regiões de clima tropical (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019; SAMUELS, 2006). Existem alguns trabalhos que mostraram a presença de *Trichoderma* spp. em condições extremas, como nos solos da Antártica (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019). Essa versatilidade de ocupar diferentes habitats está relacionada à plasticidade genética dos indivíduos desse gênero, permitindo sua sobrevivência em diferentes locais e condições (BENÍTEZ et al., 2004; DRUZHININA et al., 2011; ZEILINGER et al., 2016). Esse fungo se caracteriza pela alta capacidade reprodutiva, sobrevivência em condições adversas, eficiência na utilização de nutrientes, capacidade de mudar a rizosfera, e pela ação antagônica à fungos fitopatogênicos (BENÍTEZ et al., 2004).

O *Trichoderma* tem sido tradicionalmente utilizado no biocontrole de alguns fitopatógenos de importância econômica em todo o mundo (HARMAN et al., 2004; MEYER; MAZARO; SILVA, 2019; PIETERSE et al., 2014) podendo atuar através de mecanismos de competição, micoparasitismo e antibiose (BENÍTEZ et al., 2004). Nos últimos anos, estudos têm sido cada vez mais frequentes descrevendo que, espécies de *Trichoderma* promovem o crescimento de plantas e sementes, interagindo com as raízes ou outras partes das plantas (colonização endofítica), aumentando o potencial de crescimento (HERMOSA et al., 2013; HEWAVITHARANA; KANNANGARA, 2019), a resistência às doenças e a tolerância à estresses bióticos e abiótico (HERMOSA et al., 2012, 2013).

A estimulação do crescimento nas plantas pela aplicação de *Trichoderma* está relacionada ao controle dos microrganismos patogênicos presentes no solo (MACHADO et al., 2012), a produção de fitohormônios e ao aumento da disponibilidade e maior eficiência no uso de alguns nutrientes pelas plantas (AZARMI; HAJIEGHRARI; GIGLOU, 2011; NIETO-JACOBO et al., 2017) Os efeitos positivos no crescimento e desenvolvimento de plantas associadas à espécies de *Trichoderma* já foram demonstrados em milho (BJÖRKMAN et al., 1994), soja (CHAGAS JUNIOR et al., 2019), tomate (AZARMI; HAJIEGHRARI; GIGLOU, 2011), *Eucalyptus* sp.(FORTES et al., 2007) e *Pinus radiata* (CHÁVEZ; PEREIRA; MACHUCA, 2014).

A influência de micro-organismos sobre o desenvolvimento das plantas é bem conhecida, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência de plântulas, crescimento e produtividade. A utilização de promotores de crescimento de plantas para o aumento da produção é, provavelmente, uma das táticas mais importantes atualmente, isto se deve à demanda emergente para a diminuição da dependência de fertilizantes minerais e da necessidade para o desenvolvimento de uma produção sustentável (MACHADO et al., 2012) . A produção de inoculantes de baixo custo com microrganismos promotores de crescimento de plantas é uma alternativa para diminuir os riscos

ambientais causados pela utilização inadequada de agrotóxicos. Os promotores de crescimento das plantas também contribuem para aumentar a produção, tornar o produto mais competitivo e, diminuir os custos para o produtor (MACHADO et al., 2012).

Diante disso, a utilização de isolados de *Trichoderma* como promotor de crescimento surge como uma alternativa para a produção de mudas florestais. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de duas espécies de *Trichoderma*, *T. harzianum* e *T. longibrachiatum*, inoculadas no crescimento e qualidade de mudas de amieiro (*Alnus acuminata*), acácia (*Acacia melanoxylon*), cipreste (*Cupressus macrocarpa*) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2020 a março de 2021, no viveiro comercial Yaguales, localizado nas coordenadas 0°33' 58.8''S e 78°35'30.7'' W, a uma altitude de 2950 m, no município de Machachi da Provincia de Pichincha no Equador. Esta região apresenta clima temperado, com temperatura média de 12,3 °C, e precipitação média anual de 1043 mm. As mudas foram produzidas a partir de sementes oriundas do mini jardim do viveiro florestal Yaguales. Para a produção das mudas foram usados recipientes plásticos estéreis, do tipo tubetes, com capacidade de 120 cm³, os quais foram preenchidos com substrato à base de areia, terra preta e casca de arroz carbonizada, na proporção 1:1:1. As sementes foram plantadas no substrato, e colocadas em casa de vegetação sob condições controladas.

As espécies utilizadas no ensaio foram *T. harzianum* e *T. longibrachiatum*, da coleção do projeto “Estudio de *Trichoderma* spp. en viveros forestales de la provincia de Chimborazo y Suelos Agrícolas en Santa Cruz, Islas Galápagos”. Para a obtenção dos inóculos, as espécies foram multiplicadas em meio batata dextrose ágar (BDA 39 g.L⁻¹, DIFCO) e incubadas a temperatura de ± 25°C no escuro, por um período de 12 dias.

As inoculações foram realizadas pela aplicação de 50 mL da suspensão de esporos (PSE) diretamente ao substrato de cada planta: Foram realizadas três pulverizações ao substrato com a suspensão de esporos de *Trichoderma*, sendo a primeira realizada logo após a semeadura, e as demais aos 30 e 60 dias depois. A suspensão de esporos foi obtida após a lavagem em água destilada das placas de Petri colonizadas pelo fungo, e com auxílio de uma câmara de Neubauer, foi calibrada uma suspensão fúngica contendo 1 x 10⁶ conídios mL⁻¹.

As variáveis morfológicas utilizadas nas avaliações aos 108 dias depois do semeio foram: altura das plantas, em milímetros; comprimento do caule, comprimento das raízes; número de folhas, número das raízes e massa fresca da planta em miligramas. A altura da das plantas foi obtida com auxílio de uma régua, medindo-se desde a base da muda até a gema apical. As variáveis comprimento do caule e raízes foram medidas com auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm. O número de folhas e raízes foram obtidas através da contagem direta. Os valores do peso fresco das plantas foram determinados após a lavagem das plantas, e pesagem em balança analítica, com precisão de 0,001 g. O experimento foi feito em blocos casualizados (DBC), com doze tratamentos dispostos em esquema fatorial (4x3), com *T. harzianum*, *T. longibrachiatum* e água destilada (controle) com quatro repetições, cada uma com quatro mudas. Após verificados os pressupostos da homogeneidade e normalidade, os dados foram submetidos à análise através do teste no paramétrico de Kruskal-Wallis. Os gráficos e análises foram realizadas com auxílio do software R, versão 4.0.0.

Resultados e discussão

Tabela 1 - Análise das variáveis associadas com crescimento e desenvolvimento (Altura da planta, Comprimento do caule, Comprimento das raízes, Número de Folhas, Número de raízes e Peso fresco da planta) das diferentes espécies florestais tratadas com os dois gêneros de *Trichoderma* aos 108 dias depois do semeio.

Espécie	Tratamento	Altura da planta (mm)	Comprimento do caule (mm)	Comprimento das raízes (mm)	Número de folhas	Número de raízes	Peso fresco da planta (mg)
Acácia	<i>T. harzianum</i>	68,9±20,3 a ^a	27,1±6,9 a	19,7±9,9 a	18,0±7,6 a	3,8±3,8 a	29,1±14,9 a
Acácia	<i>T. longibrachiatum</i>	70,7±58,2 ^b a	14,9±11,8 b	36,1±36,9 a	10,3±7,2 a	2,0±1,4 a	23,5±16,4 a
Acácia	água destilada	28,0±37,9 a	13,8±17,0 b	12,1±14,0 b	3,5±5,8 a	2,8±5,5 a	10,9±21,7 a
Amieiro	<i>T. harzianum</i>	9,2±10,6 a	2,8±5,7 ab	25,0±30,0 a	0,8±1,5 a	0,8±1,5 a	0,05±0,05 a
Amieiro	<i>T. longibrachiatum</i>	5,2±10,5 a	5,1±10,2 b	10,5±21,0 a	0,8±1,5 a	0,8±1,5 a	1,6±3,2 a
Amieiro	água destilada	27,4±34,8 a	12,2±14,1 a	8,3±11,3 a	3,0±3,5 a	3,3±4,6 a	7,6±12,9 a
Cipreste	<i>T. harzianum</i>	42,8±29,8 a	19,6±13,6 a	13,1±8,8 a	5,3±4,6 a	1,8±2,2 a	10,4±8,8 a
Cipreste	<i>T. longibrachiatum</i>	15,0±30,0 a	6,7±13,3 ab	5,2±10,3 b	3,0±6,0 a	0,8±1,5 a	12,9±15,0 a
Cipreste	água destilada	17,1±34,2 a	7,4±14,8 b	6,6±13,2 b	4,0±8,0 a	0,8±1,5 a	7,1±14,2 a
Eucalipto	<i>T. harzianum</i>	67,0±10,5 a	35,6±16,4 a	18,4±3,5 a	7,5±3,0 a	9,5±3,3 a	30,8±7,3 a
Eucalipto	<i>T. longibrachiatum</i>	68,3±16,2 a	33,7±9,3 a	12,2±4,1 a	5,8±0,5 a	5,5±3,5 a	25,9±4,8 a
Eucalipto	água destilada	80,5±36,3 a	32,1±6,2 a	30,4±25,9 a	5,3±1,7 a	7,0±3,5 a	34,6±18,4 a

^a Médias seguidas pela mesma letra na coluna não são significativamente diferentes (Teste de Kruskal-Wallis)

^b Média ± desvio padrão

As maiores alturas das espécies florestais acácia e cipreste foram para as mudas tratadas com *Trichoderma harzianum*. Por outro lado, não foi observado um efeito na altura das mudas, quando as mudas de amieiro e eucalipto foram tratadas com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* (Figura 1 e Tabela 1).

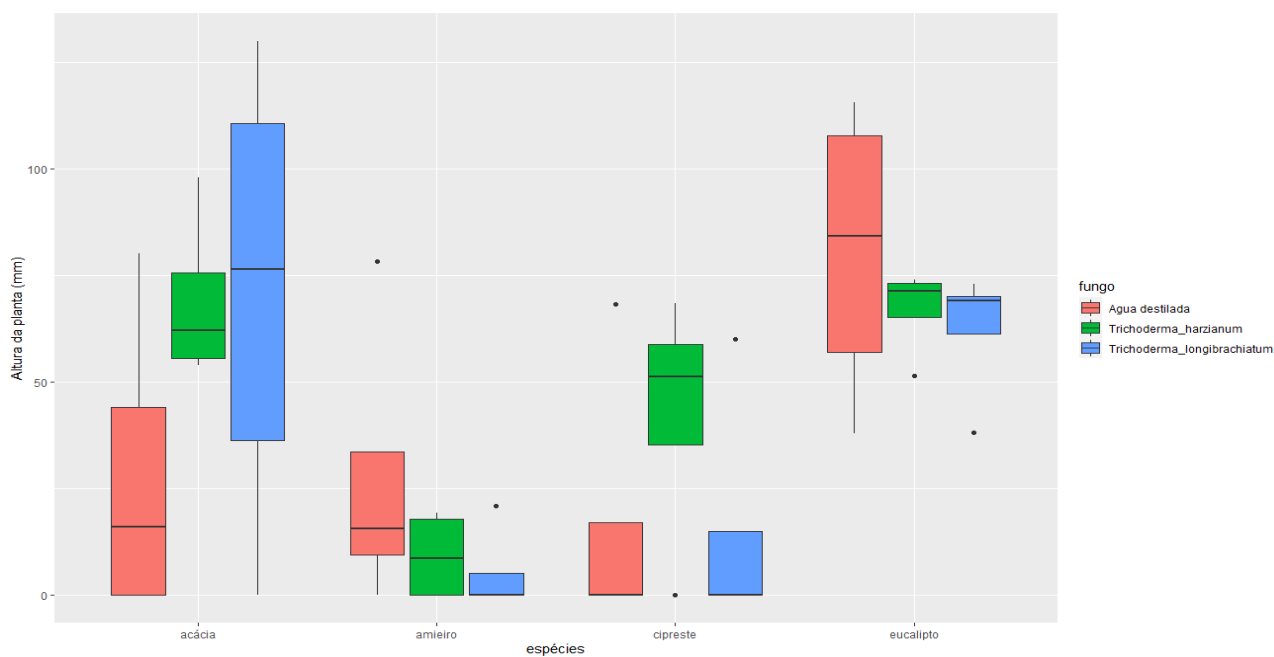


Figura 1 - Gráficos de boxplot da altura da acácia, amieiro, cipreste e eucalipto tratadas com água destilada, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma longibrachiatum* aos 108 dias depois do semeio.

Os maiores comprimentos do caule das espécies florestais acácia, cipreste e eucalipto foram para as mudas tratadas com *Trichoderma harzianum*. Por outro lado, não foi observado um efeito no comprimento do caule, quando as mudas de amieiro foram tratadas com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* (Figura 2 e Tabela 1).

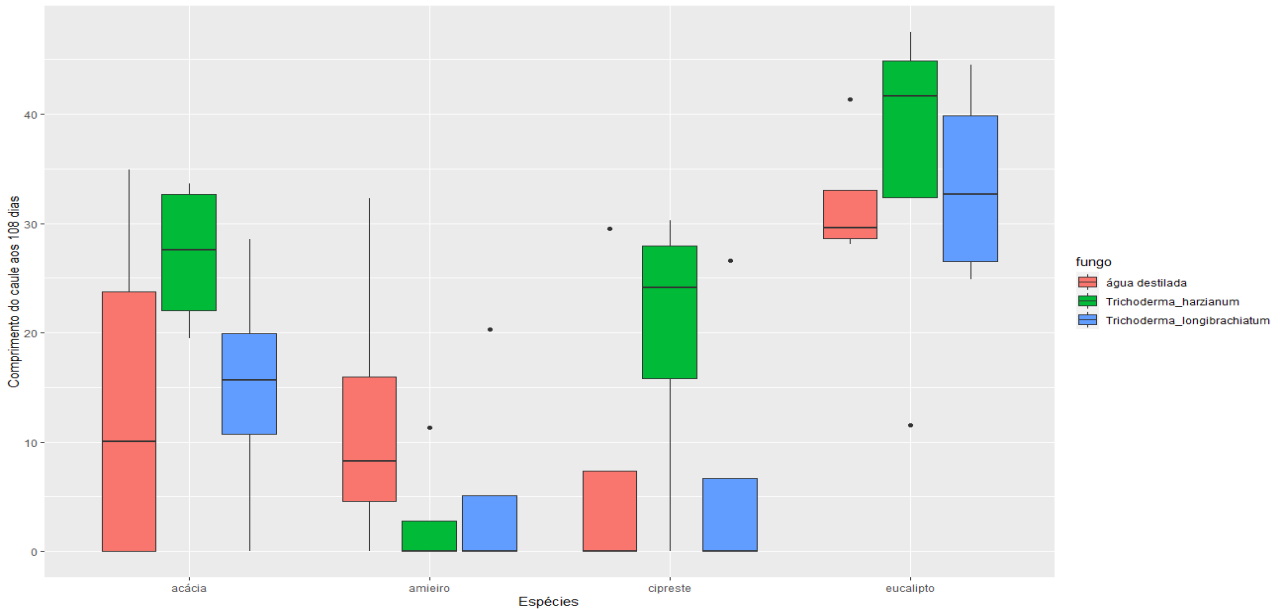


Figura 2 - Gráficos de boxplot do comprimento do caule da acácia, amieiro, cipreste e eucalipto tratadas com água destilada, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma longibrachiatum* aos 108 dias depois do semeio.

Os maiores comprimentos das raízes nas espécies florestais acácia, amieiro e cipreste foram para as mudas tratadas com *Trichoderma harzianum* e *T. longibrachiatum*. Por outro lado, não foi observado um efeito no comprimento das raízes, quando as mudas de eucalipto foram tratadas com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* (Figura 3 e Tabela 1).

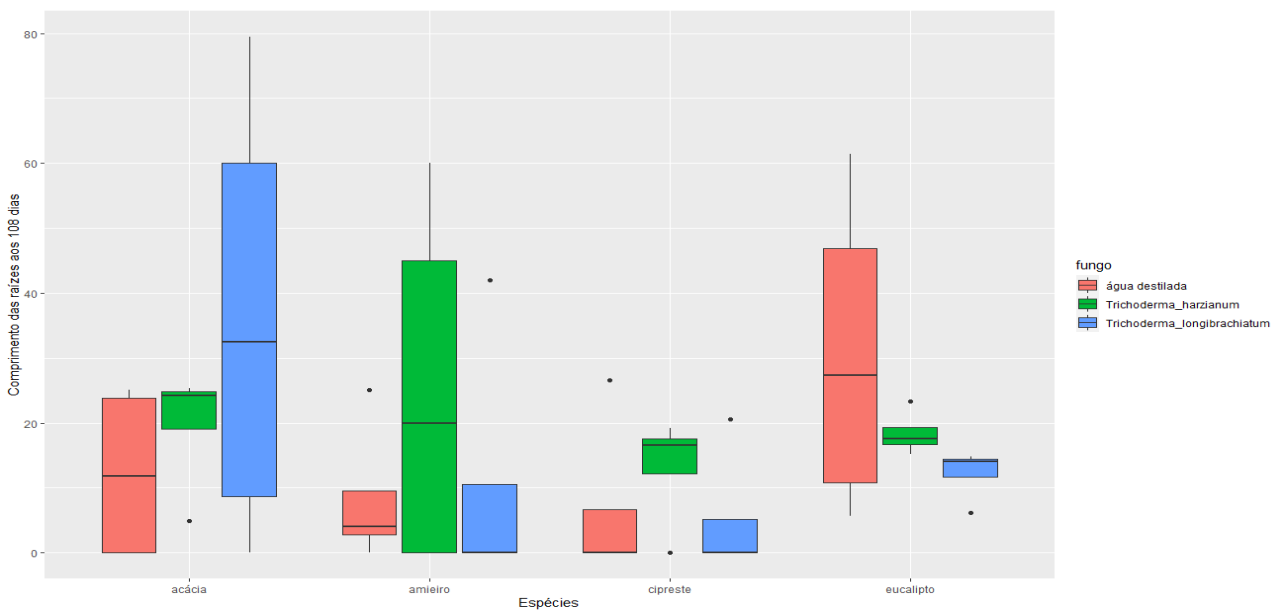


Figura 3 - Gráficos de boxplot do comprimento das raízes de acácia, amieiro, cipreste e eucalipto tratadas com água destilada, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma longibrachiatum* aos 108 dias depois do semeio.

O maior número de folhas totais das espécies florestais acácia, cipreste e eucalipto foram para as mudas tratadas com *Trichoderma harzianum*. Por outro lado, não foi observado efeito no número das folhas totais, quando as mudas de amieiro foram tratadas com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* (Figura 4 e Tabela 1).

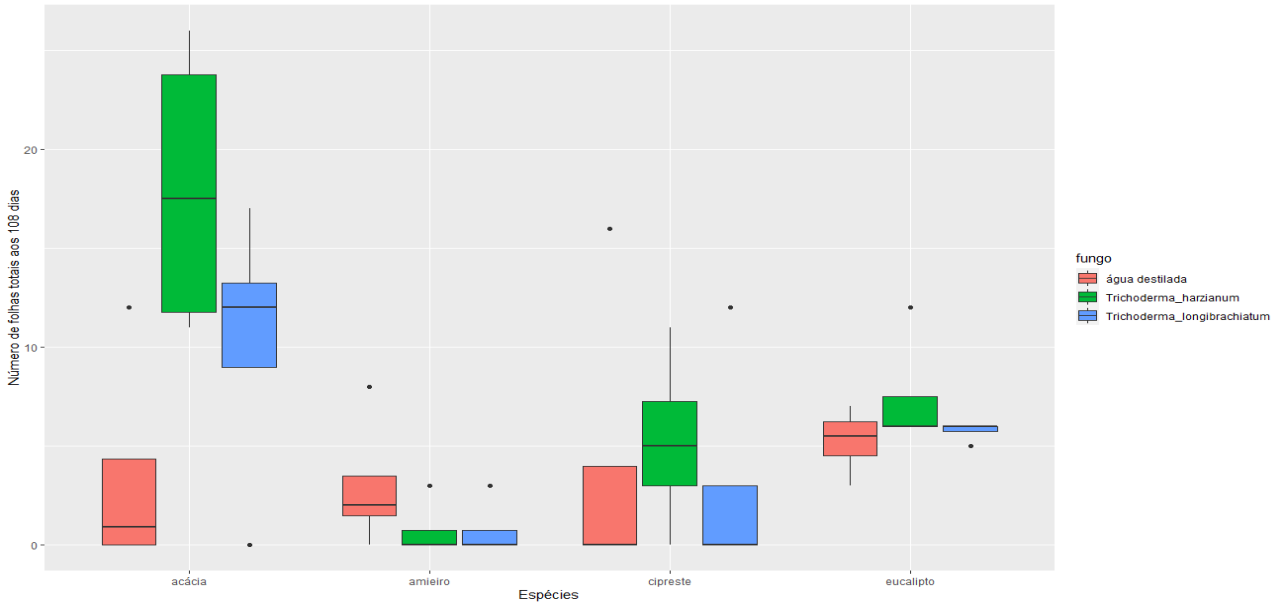


Figura 4 - Gráficos de boxplot do número de folhas de acácia, amieiro, cipreste e eucalipto tratadas com água destilada, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma longibrachiatum* aos 108 dias depois do semeio.

O maior número de raízes das espécies florestais acácia, cipreste e eucalipto foram para as mudas tratadas com *Trichoderma harzianum*. Por outro lado, não foi observado efeito no número das folhas totais, quando as mudas de amieiro foram tratadas com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* (Figura 5 e Tabela 1).

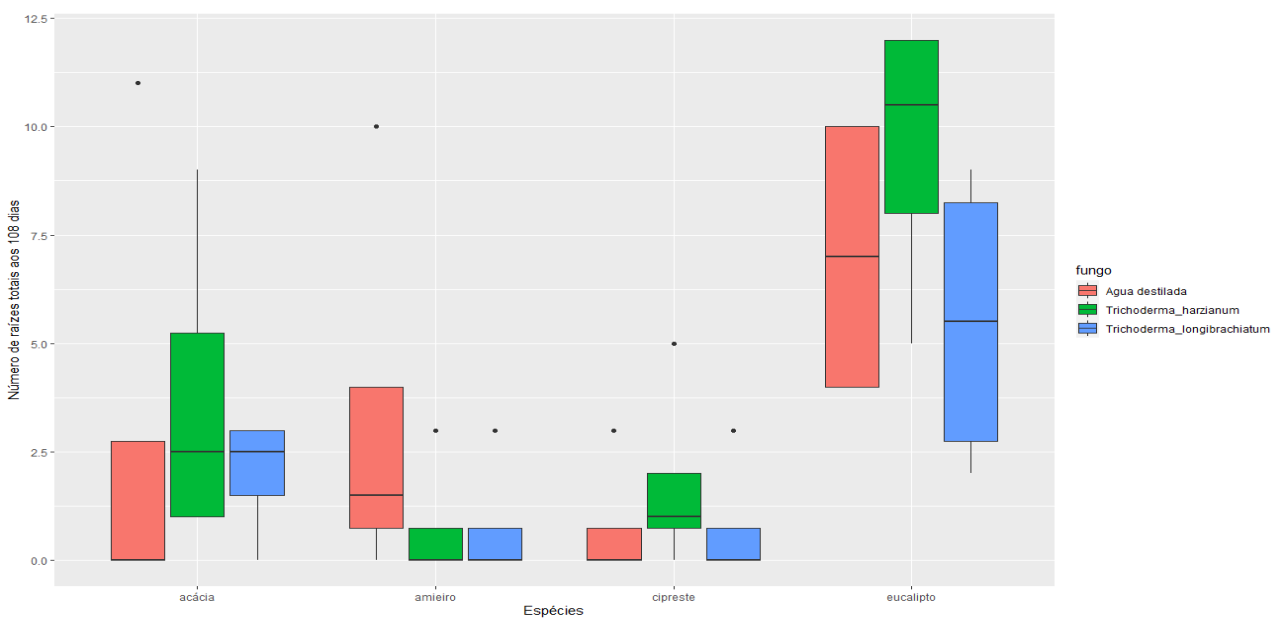


Figura 5 - Gráficos de boxplot do número de raízes totais de acácia, amieiro, cipreste e eucalipto tratadas com água destilada, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma longibrachiatum* aos 108 dias depois do semeio.

O maior peso fresco das plantas nas espécies florestais acácia e cipreste foram para as mudas tratadas com *Trichoderma longibrachiatum* e *T. harzianum*. Por outro lado, não foi observado efeito no peso fresco das plantas das espécies florestais amieiro e eucalipto, quando mudas de amieiro foram tratadas com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* (Figura 6 e Tabela 1).

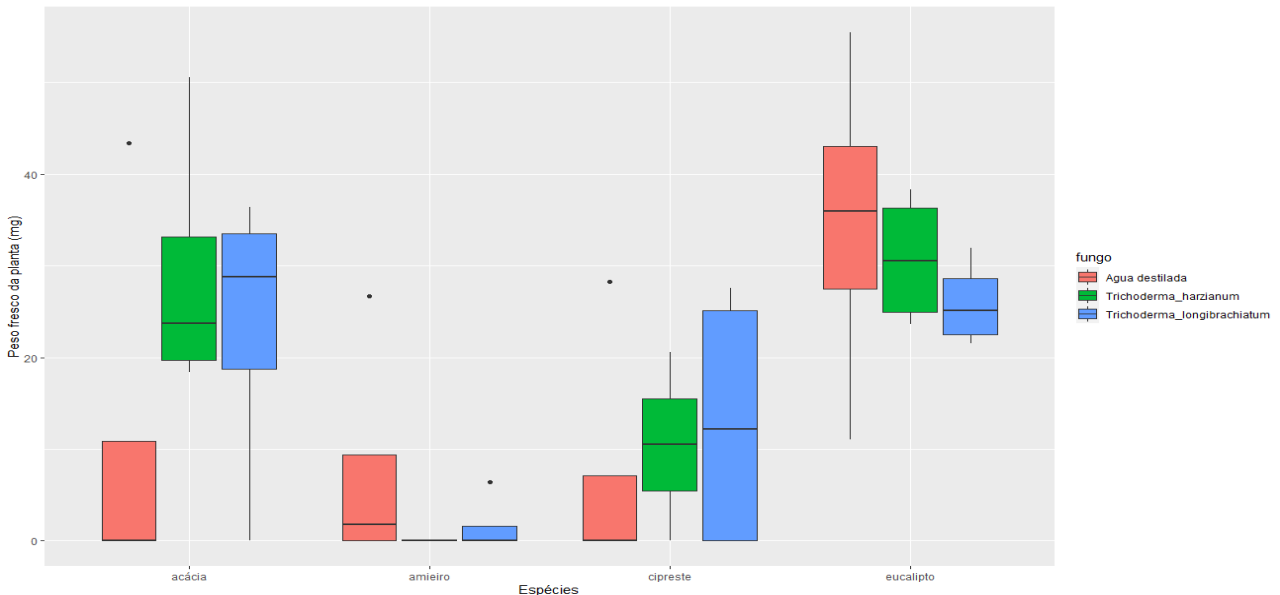


Figura 6 - Gráficos de boxplot do peso fresco das plantas de acácia, amieiro, cipreste e eucalipto tratadas com água destilada, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma longibrachiatum* aos 108 dias depois do semeio.

As duas espécies de *Trichoderma* promoveram o crescimento das espécies florestais em pelo menos uma das variáveis de resposta avaliadas (Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6). *T. harzianum*, apresentou os maiores valores nas variáveis altura, comprimento do caule e raízes e número de raízes. Esses resultados são consistentes com a literatura existente (LÓPEZ-BUCIO; PELAGIO-FLORES; HERRERA-ESTRELLA, 2015). Esses efeitos positivos reafirmam a capacidade do *Trichoderma* e em particular *T. harzianum* como promotor do crescimento vegetal e da biomassa radicular, o que pode ser devido à sua capacidade de solubilizar fosfatos, micronutrientes e cátions minerais úteis para o metabolismo vegetal (TUCCI et al., 2011). As duas espécies de *Trichoderma* tiveram efeito positivo no comprimento do caule e raízes. Além disso, as duas espécies de *Trichoderma* aumentaram importantemente o peso fresco (Figura 6). O efeito do *Trichoderma* no desenvolvimento de plantas foi relatado e relacionado à capacidade desse gênero de produzir fitohormônios como auxinas, citocininas e giberelinas (DOMÍNGUEZ et al., 2016). Em particular, o ácido indolacético (IAA) que estimula o crescimento da planta e aumenta o crescimento da raiz (TUCCI et al., 2011). Haque, Ilias; Molla (2012), demonstraram que a aplicação de *Trichoderma* em tomate aumentou a produtividade de frutos de 3 a 11%, resultados semelhantes aos encontrados em nosso estudo (8 a 27%). No campo, os efeitos benéficos desses fungos foram documentados, muitas culturas incrementam a produtividade em até 300% com a aplicação de *Trichoderma* (KHAN et al., 2017).

Conclusões

As espécies de *Trichoderma* utilizadas neste trabalho tiveram efeito positivo sobre a acácia, amieiro, cipreste e eucalipto, melhorando as variáveis altura, comprimento do caule e raízes, número de folhas e raízes e peso fresco.

Com base nesses resultados, as espécies de *Trichoderma* avaliadas são uma boa alternativa para serem utilizadas como promotoras de crescimento vegetal e potencializadoras dos atributos de qualidade das mudas em espécies florestais.

Referências bibliográficas

- AZARMI, R.; HAJIEGHRARI, B.; GIGLOU, A. Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 31, p. 5850-5855, 2011. doi.org/10.5897/AJB10.1600
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C.; CODÓN, A. C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology: the Official Journal of the Spanish Society for Microbiology**, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15666245/>
- BJÖRKMAN, T.; PRICE, H. C.; HARMAN, G. E.; BALLERSTEIN, J.; NIELSEN, P. 287 Improved performance of shrunken-2 sweet corn using *Trichoderma harzianum* as a bioprotectant. **HortScience**, v. 29, n. 5, p. 471b-471, 1994. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.5.471b>
- CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; COLONIA, B. S. O.; MILLER, L. O.; OLIVEIRA, J. C. *Trichoderma asperellum* (UFT201) functions as a growth promoter for soybean plant. **African Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 33, p. p. 1772-1777, 2019. doi.org/10.5897/AJAR2019.13985
- CHÁVEZ, D.; PEREIRA, G.; MACHUCA, Á. Estimulación del crecimiento en plántulas de *Pinus radiata* utilizando hongos ectomicorrícicos y saprobios como biofertilizantes. **Bosque**, v. 35, n. 1, p. 53-64, 2014. doi.org/10.4067/S0717-92002014000100006
- DOMÍNGUEZ, S.; RUBIO, M. B.; CARDOZA, R. E.; GUTIÉRREZ, S.; NICOLÁS, C.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R.; MONTE, E. Nitrogen metabolism and growth enhancement in tomato plants challenged with *Trichoderma harzianum* expressing the aspergillus nidulans acetamidase amds gene. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 1-14, 2016. doi.org/10.3389/fmicb.2016.01182
- DRUZHININA, I. S.; SEIDL-SEIBOTH, V.; HERRERA-ESTRELLA, A.; HORWITZ, B. A.; KENERLEY, C. M.; MONTE, E.; MUKHERJEE, P. K.; ZEILINGER, S.; GRIGORIEV, I. V.; KUBICEK, C. P. *Trichoderma*: the genomics of opportunistic success. **Nature Reviews Microbiology**, v. 9, n. 10, p. 749-759, 2011. doi.org/10.1038/nrmicro2637
- FORTES, F. O.; SILVA, A. C. F.; ALMANÇA, M. A. K.; TEDESCO, S. B. Root induction from microcutting of an *Eucalyptus* sp. clone by *Trichoderma* spp. **Revista Arvore**, v. 31, n. 2, p. 221-228, 2007. <https://www.scielo.br/j/rarv/a/dvnw3hGpH6JRgdn46zjC9KB/?lang=pt&format=pdf>
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Arvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. <https://www.scielo.br/j/rarv/a/cCfXhbwHwJ4LLmFpXZJfH6x/?format=pdf&lang=pt>
- HAQUE, M. M.; ILIAS, G.; MOLLA, A. Impact of *Trichoderma*-enriched Biofertilizer on the Growth and

- Yield of Mustard (*Brassica rapa* L.) and Tomato (*Solanum lycopersicon* Mill.). **The Agriculturists**, v. 10, n. 2, p. 109-119, 2012. doi.org/10.3329/agric.v10i2.13148
- HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species - opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2004. doi.org/10.1038/nrmicro797
- HERMOSA, R.; VITERBO, A.; CHET, I.; MONTE, E. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. **Microbiology**, v. 158, p. 17-25, 2012. doi.org/10.1099/mic.0.052274-0
- HERMOSA, R.; RUBIO, M. B.; CARDOZA, R. E.; NICOLÁS, C.; MONTE, E.; GUTIÉRREZ, S. The contribution of *Trichoderma* to balancing the costs of plant growth and defense. **International Microbiology**, v. 16, n. 2, p. 69-80, 2013. doi.org/10.2436/20.1501.01.181
- HEWAVITHARANA, N.; KANNANGARA, S. Evaluation of organic potting media enriched with *Trichoderma* spp. and their effect on growth performance of selected vegetables. **International Journal of Sciences & Applied Research**, v. 6, n. 1, p. 13-25, 2019. https://www.researchgate.net/publication/332962032_Evaluation_of_organic_potting_media_enriched_with_Trichoderma_spp_and_their_effect_on_growth_performance_of_selected_vegetables
- KHAN, M. Y.; HAQUE, M. M.; MOLLA, A. H.; RAHMAN, M. M.; ALAM, M. Z. Antioxidant compounds and minerals in tomatoes by *Trichoderma*-enriched biofertilizer and their relationship with the soil environments. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, n. 3, p. 691-703, 2017. [doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61350-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61350-3)
- LÓPEZ-BUCIO, J.; PELAGIO-FLORES, R.; HERRERA-ESTRELLA, A. *Trichoderma* as biostimulant: Exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 109-123, 2015. doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.043
- MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012. doi.org/10.19084/rca.16182
- MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; MAFFIA, L. A.; VENTURA, G. M.; SANFUENTES, E. A. Encapsulamento de *Trichoderma hamatum* para o controle biológico de *Rhizoctonia solani* na propagação clonal de Eucalyptus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 101-105, 2003. doi.org/10.1590/S0100-41582003000100016
- MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília: Embrapa Soja, 2019. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117296/trichoderma-uso-na-agricultura>
- NIETO-JACOBO, M. F.; STEYAERT, J. M.; SALAZAR-BADILLO, F. B.; NGUYEN, D. V.; ROSTÁS, M.; BRAITHWAITE, M.; SOUZA, J. T.; JIMENEZ-BREMONT, J. F.; OHKURA, M.; STEWART, A.; MENDOZA-MENDOZA, A. Environmental growth conditions of *Trichoderma* spp. affects indole acetic acid derivatives, volatile organic compounds, and plant growth promotion. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 1-18, 9 fev. 2017. doi.org/10.3389/fpls.2017.00102
- PIETERSE, C. M. J.; ZAMIOUDIS, C.; BERENDSEN, R. L.; WELLER, D. M.; VAN WEES, S. C. M.; BAKKER, P. A. H. M. Induced systemic resistance by beneficial microbes. **Annual Review of Phytopathology**, v. 52, n. 1, p. 347-375, 2014. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-phyto-082712-102340>
- SAMUELS, G. J. *Trichoderma*: Systematics, the sexual state, and ecology. **Phytopathology**, v. 96, n. 2, p. 195-206, 2006. doi.org/10.1094/PHYTO-96-0195
- TUCCI, M.; RUOCCO, M.; DE MASI, L.; DE PALMA, M.; LORITO, M. The beneficial effect of *Trichoderma* spp. on tomato is modulated by the plant genotype. **Molecular Plant Pathology**, v. 12, n. 4, p.

341-354, 2011. doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00674.x

ZEILINGER, S. et al. Secondary metabolism in *Trichoderma* - Chemistry meets genomics. **Fungal Biology Reviews**, v. 30, n. 2, p. 74-90, 2016. doi.org/10.1016/j.fbr.2016.05.001

Recebido em 1 de julho de 2021
Aceito em 2 de agosto de 2021