

# PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO INOCULADOS COM ISOLADOS DE *TRICHODERMA* SPP. DO ECÓTONO AMAZÔNIA-CERRADO

Data de aceite: 01/09/2023

### **Paula de Kássia Sobreira Silva**

Universidade Estadual da Região  
Tocantina do Maranhão,  
Imperatriz (MA), Brasil,  
<https://orcid.org/0009-0001-7317-2706>

### **Antonio Igor Rios de Sousa**

Universidade Estadual da Região  
Tocantina do Maranhão,  
Imperatriz (MA), Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-5354-7814>

### **Ivaneide de Oliveira Nascimento**

Docente da Universidade Estadual da  
Região Tocantina do Maranhão  
Imperatriz (MA), Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0001-7095-7092>

### **Thatyane Pereira de Sousa**

Docente da Universidade Estadual da  
Região Tocantina do Maranhão  
Imperatriz (MA), Brasil.  
<https://orcid.org/0009-0009-1263-0388>

### **Niara Moura Porto**

Universidade Estadual da Região  
Tocantina do Maranhão  
Imperatriz – MA  
<https://orcid.org/0000-0003-3704-7294>

arbóreo de uso industrial mais plantado no Brasil, pois a madeira possui elevado valor comercial e no setor florestal vem sendo desenvolvidos importantes estudos e metodologias para garantir um ótimo desempenho das mudas na fase de viveiro até o campo. O uso de microrganismos benéficos representa importante ferramenta biotecnológica para a melhoria da qualidade de mudas em viveiros comerciais. Dessa forma, objetivo do trabalho foi avaliar promoção do crescimento de clones de eucalipto inoculados com isolados de *Trichoderma* spp. O experimento será conduzido no viveiro, localizado no Centro de Ciências Agrárias-CCA/UEMASUL, em Imperatriz- MA. O delineamento foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e 6 repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Aos 15 e 30 dias após transplântio foram avaliados os parâmetros: Altura, diâmetro, índice de clorofila e massa seca total e índice de qualidade de Robustez, todos os dados coletados foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância, a fim de verificar o melhor isolado de *Trichoderma* spp. para promoção do crescimento de clones de eucalipto. O tratamento (T3) proporcionou mudas com baixo índice de

**RESUMO:** O *Eucalyptus* spp. é um gênero

qualidade em relação aos demais tratamentos. A inoculação de *Trichoderma* nos tratamentos T5 e T6 apresentaram os melhores resultados no índice de robustez comparados ao restante dos tratamentos. estes resultados podem servir como base para novas pesquisas à nível bioquímico, fisiológico e molecular utilizando estes isolados para desenvolvimentos de novas tecnologias sustentáveis que auxiliem na produção de mudas de eucalipto da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Eucalyptus* spp., *Trichoderma* spp., Mudas florestais.

## GROWTH PROMOTION OF EUCALYPTUS CLONES INOCULATED WITH ISOLATES OF *TRICHODERMA* SPP. FROM THE AMAZON-CERRADO ECOTONE

**ABSTRACT:** The *Eucalyptus* spp. is a tree genus of industrial use most planted in Brazil, as the wood has a high commercial value and in the forest sector, important studies and methodologies have been developed to guarantee an excellent performance of the seedlings in the nursery phase until the field. The use of beneficial microorganisms represents an important biotechnological tool for improving the quality of seedlings in commercial nurseries. Thus, the objective of this study was to evaluate the growth promotion of eucalyptus clones inoculated with *Trichoderma* spp. The experiment will be conducted in the nursery, located at the Center for Agricultural Sciences-CCA/UEMASUL, in Imperatriz-MA. The design was completely randomized with six treatments and 6 replications, totaling 36 experimental units. At 15 and 30 days after transplanting, the following parameters were evaluated: Height, diameter, chlorophyll index and total dry mass and Robustness quality index. The treatment (T3) provided seedlings with a low quality index in relation to the other treatments. The inoculation of *Trichoderma* in the T5 and T6 treatments showed the best results in the robustness index compared to the rest of the treatments. these results can serve as a basis for further research at the biochemical, physiological and molecular level using these isolates for the development of new sustainable technologies that assist in the production of eucalyptus seedlings in the region.

**KEYWORDS:** *Eucalyptus* spp., *Trichoderma* spp., Forest seedlings.

## 1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Trichoderma* spp. pertence a Família Hypocreaceae, a divisão Ascomycota, a ordem Hypocreales, a Classe Sordariomycetes, e ao Reino Fungi (Menezes, 1993). É identificado por um micélio septado, conídios na grande maioria ovais, conidióforo hialino não verticilado filoides singulares ou agrupados e conídios unicelulares. Em visão macroscópico, as colônias são prontamente identificadas por sua distinção branco-verde ou amarelo-verde. É um agente biológico, utilizado como promotor de crescimento e indutor de resistência em plantas, portando, um microrganismo pertencente em média de 38% dos produtos biológicos destinados ao controle de doenças de plantas, ressaltando seu potencial no uso desse microrganismo para favorecer diferentes culturas florestais (De Impresa, 2022).

Na área florestal, *Trichoderma* spp. atua na promoção do crescimento de plantas

e auxilia no controle de doenças de plantas no campo, empregado no pré-tratamento, com alvo nos danos: podridão radicular, murcha em pé, murcha foliar, rizoma amarelo, tombamento, mofo foliar, entre outras doenças foliares. Para desenvolvimento de florestas, são necessários vários fatores, sendo um deles, de suma relevância a qualidade das mudas utilizadas durante o plantio. Destacando que as mudas, devem apresentar: rigorosidade, resistentes ao estresse do transplante e livre de pragas e doenças, além de garantia de boa adaptação e crescimento após o plantio (Cruz *et al.*, 2004).

O desenvolvimento de mudas de boa qualidade exige estudos avançados desde o substrato que fornece os nutrientes necessários à planta, até o momento do plantio no campo. Tendo em vista que são fungos simbiotes endofíticos de plantas amplamente utilizados no pré-tratamento de controle de doenças e promover o crescimento e eficiência das plantas (Mastouri *et al.*, 2010). Em virtude à importância da produção de mudas de espécies florestais, o trabalho tem como objetivo avaliar promoção do crescimento em clones de eucalipto inoculados com *Trichoderma* spp

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado no viveiro, localizado no Centro Ciências Agrárias CCA/UEMASUL, em Imperatriz- MA, entre as coordenadas geográficas 5° 31' 32" latitude sul; 47° 26' 35" longitude a oeste, de acordo Meridiano de Greenwich (Figura 1) com altitude média de 92 metros acima do nível do mar.

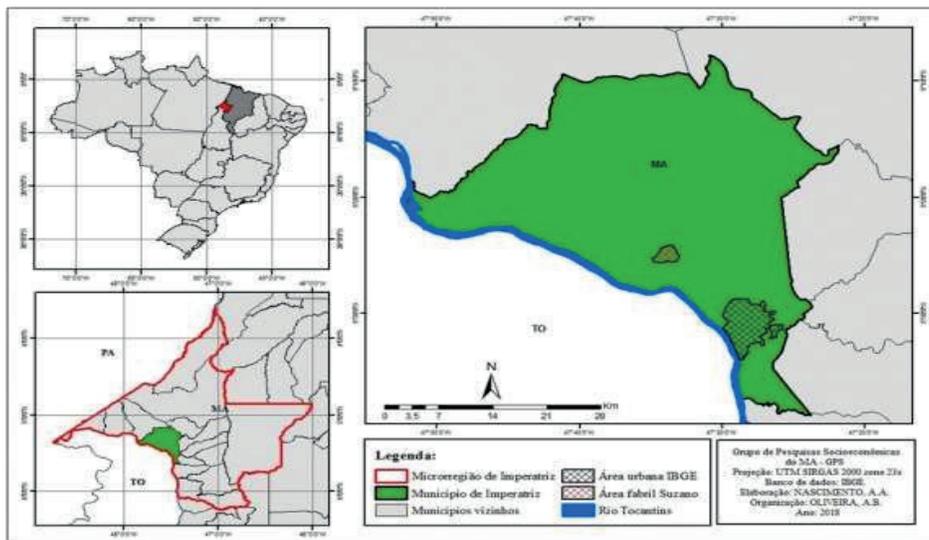


Figura 1. Localização da área experimental, onde está localizado o viveiro florestal, localizada no município de Imperatriz Maranhão, Brasil.

Fonte: Autores (2022).

## 2.2 Isolados de *Trichoderma* spp. e Clones de eucalipto

No desenvolvimento do trabalho foram utilizados os 5 isolados de *Trichoderma* spp. (T2, T3, T4, T5 e T6) obtidos na região do Ecótono Amazônia-cerrado e utilizado os clones de eucalipto fornecidos pelo viveiro da viana siderúrgica - Açailândia (MA). Os clones são de origem de cruzamento entre *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden X *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, denominando híbrido *Eucalyptus Urograndis*.

Os isolados de *Trichoderma* spp foram aplicados via rega no solo de acordo com Silva et al. (2012), utilizando-se suspensão de conídios, a partir da cultura do fungo cultivada em meio de cultura BDA à  $\pm 25$  °C, sob luz constante durante cinco dias e a concentração do padrão ajustada  $1 \times 10^9 \text{mL}^{-1}$ . A inoculação foi realizada aos 15 e 30 dias após transplante e irrigadas 1 vez ao dia com água potável, acrescentado-se um volume de água correspondente a 30% do peso do solo por irrigação. Para realização de experimento foi utilizado substrato padrão comercial composto: terra preta, esterco de aves, cinza carbonizada, calcário, carvão vegetal para produção de mudas de clones de eucalipto.

## 2.3 Delineamento experimental e tratamento

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e 6 repetições, totalizando 36 unidades experimentais. As unidades experimentais constam de tubetes plásticos ( $90 \text{ cm}^3$ ), os mesmos foram dispostos em grades no interior de casa de vegetação e submetidos aos tratamentos correspondentes. Os tratamentos utilizados foram: T1) Controle (água), 2) T2: Isolado 1, 3) T3: Isolado 2, 4) T4: Isolado 3, 5) T5: Isolado 4, 6) T6: Isolado T5, todos os tratamentos receberão 1 rega no solo com 100 ml de suspensão aos 15 e 30 dias após o transplante dos clones, com exceção do tratamento controle que foi regado apenas com água.

## 2.4 Parâmetros avaliados

Foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: altura de planta em centímetros (H), determinada com régua graduada a 5 cm da superfície do solo até a última folha, diâmetro de colo (DC) em mm, determinado com uso do paquímetro digital e índice de clorofila com SPAD - (*Soil Plant Analysis Development*), aos 15 e 30 dias após plantio.

Após 30 dias foi realizada a análise destrutiva das mudas para a obtenção da biomassa. O material vegetal foi lavado, acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$  até peso constante. Após a secagem, o material vegetal foi pesado em balança analítica para a obtenção de matéria seca total (MST). Foi calculado o índice de robustez (H/DC) (DICKSON et al., 1960), definido pela seguinte fórmula matemática:

$$IR = \frac{H}{DC}$$

## 2.5 Análise de Dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com auxílio de programa estatístico SPSS. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey 5% de probabilidade.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação realizada aos 15 dias da aplicação de *Trichoderma* spp, observou-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas para altura (H) na avaliação após 15 dias de inoculação do controle (T1), entretanto o tratamento T3 (39,33), apresentou maior média, diferindo significativamente do menor tratamento T6 (34,83).

Para o diâmetro do colo (DC) aos 15 dias *Trichoderma*, o tratamento T3 (4,30) diferiu-se significativamente do tratamento controle (3,22), apresentando incremento de 33,54%. Entretanto, para o índice de clorofila (IC), todos os tratamentos diferiram significativamente do controle. O tratamento T3 apresentou maior média, um aumento correspondente a 37,97% em relação ao tratamento controle. (Tabela 1).

TRATAMENTO	H (cm)	DC (mm)	IC (mg g <sup>-1</sup> )
T1 (Controle)	36,42 b	3,22 c	37,13 c
T2	38,67 ab	4 a b	42,15 bc
T3	39,33 a	4,3 a	51,23 a
T4	37,92 ab	3,63 abc	41,33 bc
T5	38,83 a	3,72 abc	38,55 bc
T6	34,83 b	3,61 bc	44,81 ab

Tabela 1. Médias de Altura (H) em cm, Diâmetro de colo (DC) em mm e Índice de Clorofila (IC) em mg g<sup>-1</sup>, em mudas de eucalipto, após 15 dias de aplicação dos inoculados com *Trichoderma* em viveiro florestal, Imperatriz- MA.

Fonte: Autores (2022).

Observou-se que após os 30 dias de inoculação com *Trichoderma* spp., os tratamentos apresentaram diferenças significativas para altura (H), diâmetro de colo (DC) e índice de clorofila (IC). Para altura aos 30 dias o tratamento T3 diferiu significativamente apresentando média 41,33 cm, correspondendo à 13,38% em relação ao tratamento controle (T1). Para o diâmetro de colo o tratamento T3 (4,66), diferiu-se significativamente em relação à média do controle (3,57), correspondendo à 30,53%.

Para o Índice de Clorofila (IC), assim como para os 15 dias, o T3, apresentou maior média, diferindo significativamente do controle. Na avaliação aos 30 dias o T1 (controle), em comparação ao restante dos tratamentos inculados, foi o único que apresentou diminuição

no índice de clorofila (15 dias 37,13 > 30 dias 31,25). O Tratamento T3 notabilizou-se dos demais tratamentos com médias: H(cm) 41,33 DC (cm) 4,66 e IC (mg g<sup>-1</sup>) 51,32. Nessa avaliação de 30 dias, evidenciou que teve diferença significativa nas inoculações analisadas, em comparação aos parâmetros de 15 dias de inoculação.

TRATAMENTO	H (cm)	DC (mm)	IC (mg g <sup>-1</sup> )
T1 (Controle)	36,45 b	3,57 b	31,25 d
T2	39,50 ab	4,02 ab	42,27 b c
T3	41,33 a	4,66 a	51,32 a
T4	38,50 ab	3,99 ab	41,85 bc
T5	41,17 ab	4,13 ab	39,03 c
T6	37,67 ab	4,10 ab	46,27 ab

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. \*

Tabela 2. Médias de Altura (H) em cm, Diâmetro de colo (DC) em mm e Índice de Clorofila (IC) em mg g<sup>-1</sup>, em mudas de eucalipto, após 30 dias de aplicação dos inoculados com *Trichoderma* em viveiro florestal, Imperatriz- MA.

Fonte: Autores (2022).

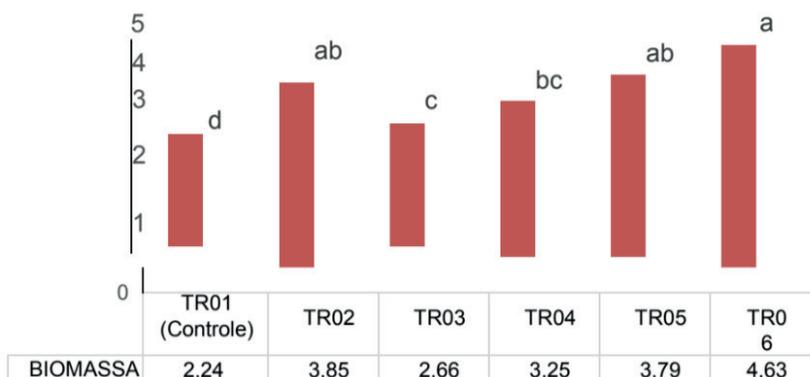


Figura 2. Médias de biomassa (g), de mudas de eucalipto, após 30 dias de aplicação dos inoculados com *Trichoderma* em viveiro florestal, Imperatriz-MA.

Fonte: Autores (2022).

A avaliação de biomassa mostrou que todos os tratamentos diferiram significativamente do tratamento controle. O tratamento T6 (4,63), apresentou diferença significativa do tratamento controle (2,24) (Figura 2). Os resultados observados indicam que a inoculação de *Trichoderma* spp promoveram maior formação de pecíolo, folhas e caule, componentes de massa seca e desenvolvimento radicular, devido à colonizarem a superfície externa das raízes estabelecendo deste modo uma relação mutualística com o

vegetal.

Portanto, em contato com as raízes leva a ativação de genes responsáveis pela produção fitormônios (auxinas e giberilinas) que atuam no alongamento e expansão celular, promovendo o crescimento de raízes e caules (Taiz; Zeiger, 2009) ou seja, este fato pode explicar os maiores valores dos parâmetros analisados neste trabalho (Tabela 2) e de sistema radicular quando as mudas de eucalipto foram inoculadas com isolados de *Trichoderma* spp. A massa seca da raiz anuncia a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas no plantio em campo, quanto maior o grau de abundância do sistema radicular, maior a probabilidade de sobrevivência (Gomes; Paiva, 2006). A harmonia entre a massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz possibilita um desenvolvimento adequado das mudas, diminuindo os riscos de queda das plantas no campo (Dionisio *et al.*, 2021).

A biomassa é um indicio da rusticidade de mudas de espécies florestais, ou seja, os maiores valores representam mudas mais lignificadas, o que reflete maior resiliência em ambientes com condições edafoclimáticas adversas (Gomes; Paiva, 2006; Reyes *et al.*, 2014). A lignificação dos tecidos está associada ao desempenho e sobrevivência das mudas no campo (Dranski; Malavasi; Malavasi, 2015). O tratamento de mudas de eucalipto com *Trichoderma* apresentam melhor desenvolvimento quanto aos parametros avaliados. (Figura 3). Para Anevan (2009), as características morfológicas de crescimento de mudas de eucalipto, na fase de viveiro, são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes e inoculação com microcom microrganismos benéficos.



Figura 3. Mudanças de eucalipto com 30 dias após o plantio, em parte aérea e raiz.

\*Mudanças de eucalipto na sequência do tratamento: T1, T2, T3, T4, T5 E T6. (esquerda para direita).

Fonte: Autor (2022).

A produção de massa seca da planta é indicativa da intensidade de crescimento, que está correlacionada à nutrição mineral e características físicas (Silva *et al.*, 2012). Portanto, essa afirmação está de acordo com os resultados obtidos neste estudo, pois os tratamentos que proporcionaram maior MST foram aqueles inoculados com *Trichoderma* spp, sendo os mais próximos aos considerados adequados por Bunt (1973), segundo autor refere-se a cultivos em recipientes plásticos, não havendo, portanto, maiores inconvenientes para a utilização destes substratos padrão comercial para produção de mudas florestais.

Todos os tratamentos proporcionaram crescimento em diâmetro superior a 4 mm (Figura 3), sendo a medida utilizada pelos viveiristas para qualificar as mudas florestais para o plantio no campo. A altura é um dos parâmetros adotados para a seleção e classificação das plantas. Portanto, essa variável isolada pode não representar um bom indicador de qualidade, pois uma muda alta com diâmetro de caule reduzido pode tombar facilmente após o plantio (Lucon, 2009).

O tratamento com inoculação de *Trichoderma* spp influenciou o diâmetro do colo das mudas de eucalipto, nos 30 dias em condições de viveiro (Tabela 2). Todos os tratamentos proporcionaram crescimento em diâmetro superior a 3 mm, o maior incremento correspondeu ao T3 com 4,66 mm. Segundo Scremin-Dias *et al.*, 2006 recomenda-se que uma mudas classificada de boa qualidade tenha diâmetro de colo entre 3 e 10 mm.

Em relação ao índice de robustez, observou-se que os tratamentos apresentaram mudas robustas, já que os resultados variaram de 9,57 a 9,97 (Figura 4). O valor considerado ideal deve ser menor que dez, para se considerarem mudas com adequado padrão de qualidade (Birchler *et al.*, 1998). A relação altura/diâmetro do colo além de ser um indicativo do padrão de qualidade das mudas, é o mais indicador para determinar a capacidade de sobrevivência no campo (Birchler *et al.*, 1998). Todos os tratamentos foram capazes de produzir mudas com viabilidade para o plantio no campo.

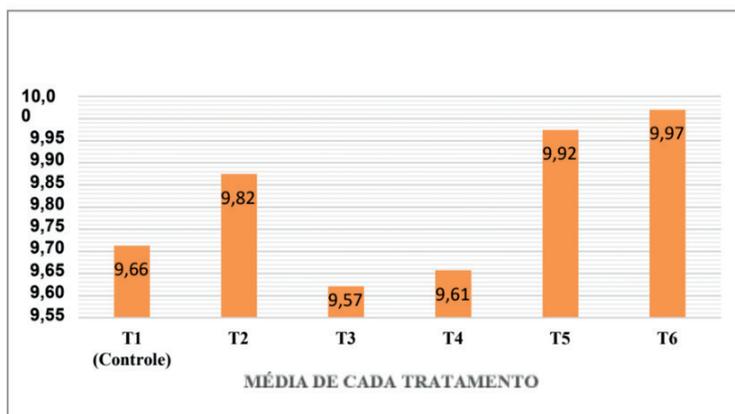


Figura 4 – Médias de Índice de robustez das mudas de eucalipto aos 30 dias após o plantio e inoculação de *Trichoderma*, calculado para o indicativo do padrão de qualidade das mudas.

Fonte: Autores (2022).

O índice de robustez, assim como o índice de Dickson, é considerado como indicador de qualidade de mudas. No IR, o desenvolvimento das mudas e a distribuição da biomassa são levados em consideração (Lima Filho *et al.*, 2019). Muitos autores consideram o IR como um dos principais indicadores do padrão de qualidade das mudas. (Dickson, 1960; Binotto; Lúcio; Lopes, 2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudas de eucalipto obtidas nesse estudo, o tratamento T3 em inoculação de *Trichoderma* spp apresentou os melhores padrões de qualidade dentro dos parâmetros avaliados e o T6 apresentou o melhor índice de robustez. É importante ressaltar que mais pesquisas precisam ser desenvolvidas com os mesmos isolados de *Trichoderma* spp. para identificar o melhor agente multifuncional para além de promoção do crescimento, atuar como agente de controle biológico.

## REFERÊNCIAS

- ALMANÇA, M.A.K. **Trichoderma sp.no controle de doenças e na promoção do crescimento de plantas de arroz.** Dissertação de mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 81 p.
- ANEVAN, C. **Produção de mudas de eucalipto em diferentes substratos.** FAG - Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR, 2009.
- BIRCHLER, R. et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementation practica. **Investigacion Agraria**, Sistemas y Recursos Forestales, v.7, n. 1, 109- 121 p., 1998
- BUNT, A.C. Algumas características físicas e químicas de substratos de plantas em vaso sem loma e sua relação com o crescimento das plantas. **Acta Horticulturae**, v. 37, n. 1, p. 1954-1965, 1973.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O.; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê. **Scientia Forestalis**, n. 66, p.100-107, 2004.
- DE IMPRENSA, A. **Trichoderma harzianum: conheça este microrganismo e seus benefícios para a agricultura.**2022. Disponível em: <<https://jcaagricultura.com.br/trichoderma-harzianum- conheca-este-microrganismo-e-seus-beneficios-para-a-agricultura/>>. Acesso em: 6 out. 2022.
- DICKSON, Alexandre et al. Quality appraisal of white spruce and White pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.
- DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Relationship between lignin content and quality of Pinus taeda seedlings. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, p. 905-913, 2015.
- GAUCH, Fritz. **Micoparasitismo de espécies de Pythium com oogônio equinulado e o controle de Pythium ultimum Trow causador de tombamento de mudas, em hortaliças.** Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília,1996. 94 p.

- GOMES J.M., PAIVA H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2006.
- LIMA FILHO, Pedro et al. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 27-39, 2019.
- LUCON, C.M.M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.** 2009. Artigo em Hypertexto.
- MASTOURI F, BJÖRKMAN T, HARMAN GE. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. **Phytopathology**, 2010.
- MENEZES, M.; SILVA-HANLIN, D. M. W. **Guia Prático para Fungos Fitopatogênicos**. Recife: Imprensa Universitária, 1993.
- SILVA, J.C. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Revista de Ciências Agrárias / Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, p. 243-250. 2012.
- SILVA, JÉSSICA O. E. et al. Efeito da temperatura e fotoperíodo na esporulação de *Trichoderma* em meio líquido. **Anais... CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 6, 2012, Jaguariúna. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2012.
- SILVA, R. B. G. et al. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3, p. 297- 302, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. Ed. Trad. SANTARÉM, E. R. Porto Alegre: RS, Artmed, 2009. 820p.