CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Corymbia citriodora* SOB INOCULAÇÃO COM MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO VEGETAL

Laila Atibo Raul Amuda[1], Vanice Nunes de Carvalho Soares[1], Ganito Aubi Ataba[2], Cristiano Bueno Moraes[1], Aloisio Freitas Chagas Junior[3]

[1]Universidade Federal de Tocantins/Programa de Pós-graduação em ciências Florestais e Ambientais, Rua Bradejos, Lote 7, s/n, Jardim Sevilha - 77410-530- Gurupi-TO, Brasil, laila.amuda@mail.uft.edu.br, Vanice_carvalho@hotmail.com, cbmoraes@mail.uft.edu.br
[2]Universidade Estadual de Santa Catarina/Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Avenida Luiz de Camões, 2090, Conta Dinheiro – 88520-000, Lages – SC, Brasil, ganito212@gmail.com
[3]Universidade Federal de Tocantins/Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Vegetal, Rua Bradejos, Lote 7, s/n, Jardim Sevilha - 77410-530- Gurupi-TO, Brasil, chagasjraf@mail.uft.edu.br

Resumo

Objetivou-se avaliar o crescimento e qualidade de mudas de *Corymbia citriodora* sob a inoculação com microrganismos promotores de crescimento vegetal. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e cinco repetições, sendo um controle e oito microrganismos. Aos 30 dias após a semeadura, foram avaliadas altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total, relações morfométricas, índice de lignificação e índice de qualidade de Dickson. A inoculação influenciou a altura e o acúmulo de biomassa, destacando-se S*treptomyces seoulensis* (STR), que apresentou maiores médias de altura, massa seca da parte aérea, raízes e total. O BSP apresentou maior índice de lignificação. Não foram observadas diferenças para diâmetro do coleto, relações morfométricas e IQD. Conclui-se que STR apresenta potencial para promover o crescimento e o acúmulo de biomassa em mudas de *C. citriodora*

Palavras-chave: *Corymbia citriodora*, *Streptomyces seoulensis*, crescimento vegetal, qualidade de mudas.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias.

Introdução

A inoculação com microrganismos promotores de crescimento vegetal já vem sendo utilizada há mais de 100 anos. Porém, nas últimas três décadas ganhou maior destaque, devido a crescente demanda e maior produtividade de culturas comerciais (Alori; Glick; Babalola, 2017), aliado aos impactos ambientais negativos decorrentes do uso excessivo de fertilizantes químicos, bem como o elevado custo de sua aquisição (Withers *et al*., 2018).

A utilização de microrganismos promotores de crescimento vegetal comparativamente a outros métodos tradicionais de fertilização, é considerada uma alternativa económica e ambientalmente sustentável (Paiva *et al*., 2024), pois, além de melhorar a produtividade das culturas, algumas bactérias e fungos podem atuar no controle de vários fitopatógenos (Olanrewaju; Glick; Babalola, 2017).

De acordo com Bastos *et al*. (2023), a produção de mudas de qualidade constitui uma necessidade para o alcance de elevados padrões de produtividade e qualidade para qualquer espécie florestal. Nesse contexto, microrganismos como bactérias e fungos apresentam-se como alternativa sustentável e eficiente para produção de mudas de qualidade (Ribeiro *et al*., 2023).

Nos últimos anos, esses microrganismos são utilizados em viveiros florestais, como alternativas para o aumento e melhoria da qualidade de mudas (Ribeiro *et al*., 2023). Estudos recentes, teme mostrado evidencias promissoras do uso de bactérias do género *Bacillus* e fungos do género

Trichoderma no crescimento em espécies de *Eucalyptus,* favorecendo o desenvolvimento de sistema radicular e da parte aérea, além de estimular a produção de fitohormonios (Luciano *et al*., 2023).

O *Corymbia citriodora* é uma espécie arbórea, nativa da Austrália e amplamente utilizada no Brasil, devido a sua versatilidade e velocidade de crescimento (Cristo et al., 2025). Entretanto, ainda são escassos os estudos sobre a utilização de microrganismos promotores de crescimento vegetal em espécies deste gênero. Diante desta lacuna, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a qualidade de mudas de *Corymbia citriodora* sob a inoculação com microrganismos promotores de crescimento vegetal.

Metodologia

O experimento foi instalado no mês de maio de 2026, em casa de vegetação do Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF), na Universidade Federal do Tocantins (UFT), no Campus de Gurupi, situado nas coordenadas 11°43′45″ de latitude sul e 49°04′07″ de longitude oeste. O clima predominante na região é o tropical sazonal, classificado como Aw segundo Köppen, caracterizado por um período seco no inverno e chuvas concentradas no verão. A temperatura média anual gira em torno de 27 °C, e a precipitação anual média é de cerca de 1.800 mm (Peel; Finlayson; Mcmahon, 2007).

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e nove tratamentos (sendo um controle e oito microrganismos promotores de crescimento vegetal), conforme ilustra a tabela 1.

Tabela 1. Identificação dos microrganismos promotores de crescimento vegetal utilizados no experimento.

Código	Isolado Original	Espécie	Tipo	GenBank Access	Referência
CTL	-	Controle (sem inoculante)	-	-	-
BS10	UFT-Bs10	*Bacillus subtilis*	Bactéria	NC000964.3	Samuels *et al*. (2010)
BSP	UFT-Bs Panta	*B. subtilis*	Bactéria	FJ025757	Machado *et al*. (2010)
STR	UFT-26	*Streptomyces seoulensis*	Bactéria	PQ270254	-
TRIC25	UFT-25	*Trichoderma harzianum* (CIB T131)	Fungo	EU279988	Hoyos-Carvajal, Orduz e Bissett (2009)
TRIC37	UFT-37	*T. pinnatum* (CJS 02-120)	Fungo	JN175572	Druzhinina *et al*. (2012)
TRIC57	UFT-57	*T. virens* (CIB T147)	Fungo	EU280060	Hoyos-Carvajal *et al*. (2009)
TRIC201	UFT-201	*T. asperelloides* (GJS 04-217)	Fungo	DQ381958	Samuels *et al.* (2010)
TRIC204	UFT-204	*T. longibrachiatum* (DAOM 167674)	Fungo	EU280046	Hoyos-Carvajal *et al*. (2009)

Fonte: a autora (2026).

A semeadura foi realizada utilizado um substrato composto por uma mistura de 20% de Latossolo e 80% de substrato comercial (Mogifertil®), previamente homogeneizado. As sementes foram semeadas em tubetes com volume de 53 cm³ (12,5 cm de altura, 2,8 cm de diâmetro superior e 1,0 cm de diâmetro inferior), onde foram colocadas duas sementes por tubete a uma profundidade de 1 cm e posteriormente (uma semana pós a emergência), foi realizado o desbaste, mantendo-se a plântula mais vigorosa.

A preparação dos microrganismos foi feita utilizando isolados previamente cultivados e armazenados no Laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia da UFT, Campus de Gurupi. Para cada tratamento, foi aplicado 1 mL da suspensão por tubete, na concentração de 1 x 10^9 UFC (unidade formadora de colônia) por mL de suspensão.

As variáveis de crescimento como o diâmetro do colo (DC) e altura de planta (HT) foram mensuradas 30 dias após a semeadura, utilizando paquímetro digital e régua graduada, respectivamente. Essas variáveis, junto dos indicadores morfológicos (massa seca da parte aérea - MSPA, massa seca da raiz – MSR e massa seca total - MST) e da relação HT/DC e MSPA/MSR foram posteriormente utilizadas para a obtenção do índice de qualidade de Dickson que é um indicador da qualidade e do equilíbrio entre parte aérea e radicular das mudas. Este, foi calculado conforme Dickson, Leaf & Hosner (1960), utilizando a formula a seguir.

$$DQI = \frac{TDM\ (g)}{\frac{H\ (cm)}{SD\ (mm)} + \frac{SDM\ (g)}{RDM\ (g)}} \quad (1)$$

Resultados

Os tratamentos influenciaram significativamente a variável altura total e o acúmulo de biomassa, ao passo que o diâmetro do coleto não foi afetado, tendo suas médias variando de 1,08 a 1,50 mm. O STR promoveu a maior média em altura (23,23 cm), diferindo-se de CTL (17,44 cm) e TRIC 37 (16,24 cm). Em relação à massa seca da parte aérea, o STR apresentou a maior média (0,518 g), enquanto TRIC 37 apresentou a menor média (0,284 g). O mesmo foi possível notar na massa seca da raiz, onde o STR apresentou a maior média (0,249 g), diferindo do BSP, TRIC 201 e TRIC 204. Consequentemente, o maior acúmulo de massa seca total foi observado no STR (0,768 g), sendo que CTL (0,439 g) e TRIC 37 (0,389 g) apresentaram os menores valores (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de variáveis de crescimento e acúmulo de biomassa de mudas de *Corymbia citriodora* sob a inoculação de diferentes microrganismos promotores de crescimento vegetal.

Tratamentos	**HT (cm)**	**DC (mm)**	**MSPA (g)**	**MSR (g)**	**MST (g)**
CTL	17,44 bc	1,26 a	0,307 ab	0,132 ab	0,439 b
BS 10	20,24 ab	1,30 a	0,407 ab	0,132 ab	0,539 ab
BSP	19,01 bc	1,50 a	0,432 ab	0,127 b	0,559 ab
STR	23,23 a	1,50 a	0,518 a	0,249 a	0,768 a
TRIC 25	19,82 abc	1,32 a	0,376 ab	0,161 ab	0,537 ab
TRIC 37	16,24 c	1,08 a	0,284 b	0,105 b	0,389 b
TRIC 57	19,83 abc	1,48 a	0,471 ab	0,193 ab	0,663 ab
TRIC 201	19,67 abc	1,22 a	0,330 ab	0,126 b	0,456 ab
TRIC 204	19,23 bc	1,34 a	0,369 ab	0,105 b	0,501 ab
CV (100%) -	**9,75**	**15,59**	**27,9**	**37,99**	**28,6**

HT – altura total; DC – Diâmetro do coleto; MSPA – Massa seca da parte aérea; MSR – Massa seca da raiz; MST – Massa seca total, CV – Coeficiente de variação.
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Tukey*, a 5% de probabilidade de erro.
Fonte: os autores (2026).

As relações morfométricas (HT/DC e MSPA/MSR) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, indicando que os microrganismos promotores de crescimento vegetal não alteram a relação entre o crescimento em altura e diâmetro do coleto e nem na distribuição relativa da biomassa entre a parte aérea e o sistema radicular. No IL, o BSP apresentou a maior média (40, 207), diferindo de TRIC 25 (27,318) e TRIC 204 (28,021), os demais tratamentos apresentaram valores intermediários. Em relação ao IQD, não houve diferença significativa entre os tratamentos, embora o STR tenha apresentado a maior média (0,044), enquanto o TRIC 37 apresentou a menor média (0,021), conforme ilustra a Tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios de indicadores morfológicos e de qualidade de mudas de *Corymbia citriodora* sob a inoculação de diferentes microrganismos promotores de crescimento vegetal.

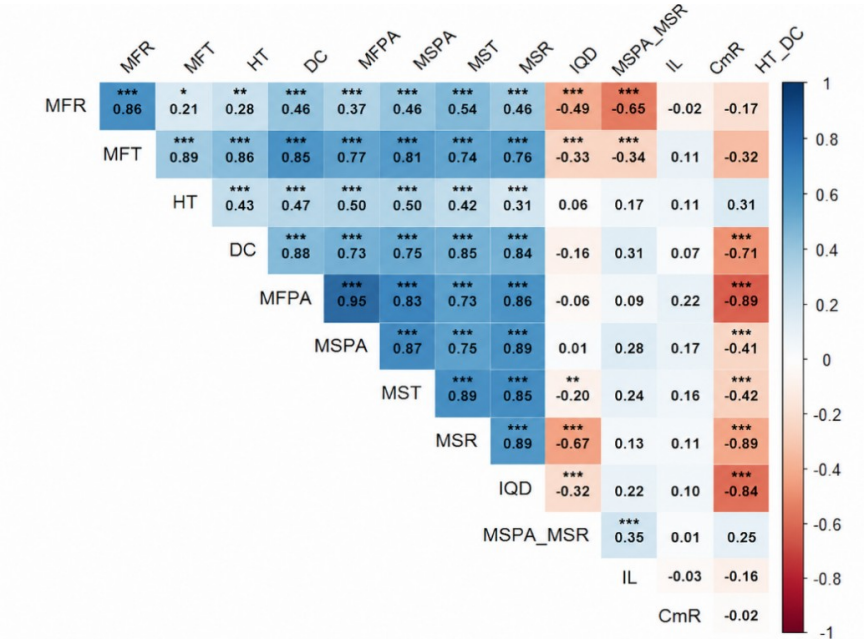
Tratamentos	**HT/DC**	**MSPA/MSR**	**IL**	**IQD**
CTL	14,0 a	2,46 a	29,127 ab	0,028 a
BS10	15,9 a	3,29 a	33,493 ab	0,029 a
BSP	12,8 a	3,75 a	40,207 a	0,035 a
STR	15,7 a	2,30 a	34,690 ab	0,044 a
TRIC25	15,4 a	2,39 a	27,318 b	0,032 a
TRIC37	15,1 a	2,71 a	30,372 ab	0,021 a
TRIC57	13,6 a	2,50 a	34,647 ab	0,041 a
TRIC201	16,6 a	3,08 a	30,815 ab	0,025 a
TRIC204	14,8 a	2,73 a	28,021 b	0,030 a
CV (100%) -	**17,58**	**31,39**	**16,71**	**37,23**

IL – Índice de lignificação; IQD – Índice de qualidade de Dickson.
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Tukey*, a 5% de probabilidade de erro.
Fonte: os autores (2026).

A análise de correlação de *Pearson* evidenciou fortes associações positivas e significativas entre as variáveis de crescimento e o acúmulo de biomassa, destacando-se a correlação entre a altura total e a massa fresca total (0,86), do diâmetro do coleto e a massa seca total (0,85), da massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz (0,89), indicando que o maior desenvolvimento das mudas está associado ao maior acúmulo de biomassa, tanto da parte aérea, como do sistema radicular.

O IQD apresentou baixa associação com as principais variáveis de crescimento, ao passo que o IL não apresentou qualquer correlação significativa com as demais variáveis, sugerindo um comportamento diferente e independente das variáveis de crescimento e de acúmulo de biomassa (figura 1).

Figura 1. Gráfico de correlação entre variáveis de crescimento, indicadores morfológicos e de qualidade de mudas de *Corymbia citriodora*



* - significativo a 5% de probabilidade de erro; ** - significativo a 1% de probabilidade de erro; *** - significativo a 0,1% de probabilidade de erro.
Fonte: a autora (2026).

Discussão

Resultados favoráveis de S*treptomyces* em *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus globulos* também foram relatados por Sallas et al. (2014), que observaram promoção de crescimento e alteração do metabolismo secundário das plantas. O desempenho do *Streptomyces* pode estar associado a mecanismos reconhecidos em bactérias promotoras de crescimento, como produção de fitormonios, solubilização de nutrientes, produção de sideroforos e modulação de etileno (Olanrewaju; Glick; Babalola, 2017), apesar desses processos não terem sido mensurados no presente estudo.

Em outros materiais envolvendo espécies de *Eucalyptus* que é um género com características de crescimento similares ao do género *Corymbia*, os isolados de *B. subtilis* aumentaram o enraizamento e a biomassa radicular (Teixeira et al., 2007) e as bactérias endofiticas do género *Bacillus* favoreceram o crescimento das mudas (Paz et al., 2012). De modo semelhante, Luciano et al. (2023) verificaram ganhos de crescimento e biomassa de *Eucalyptus urograndis após* inoculação com *B. subtilis* e *Trichoderma harzianum*.

A ausência de diferenças para HT/DC e MSPA/MSR sugere que os tratamentos não alteraram de forma acentuada o equilíbrio morfológico entre o crescimento aéreo, a robustez do coleto e a distribuição da biomassa. O IQD, por integrar a massa total e relações morfológicas, constitui uma medida composta de qualidade (Dickson; Leaf; Hosner, 1960). Assim, embora o *Streptomyces* tenha apresentado o maior valor numérico de IDQ, a inexistência de diferença significativa e o seu coeficiente de variação não permitem afirmar que o microrganismo elevou a qualidade global das mudas por esse indicador.

Em conjunto, os resultados sustentam uma melhoria do crescimento e da produção de biomassa com *Streptomyces* e fornecem evidencia mais limitadas quanto aos indicadores integrados de qualidade.

Conclusão

A inoculação influenciou o crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* de maneira dependente do isolado. *Streptomyces seoulensis* UFT-26 (STR) destacou-se por proporcionar maior altura e maior acúmulo de biomassa aérea, radicular e total, atendendo ao objetivo de identificar microrganismos com

potencial promotor de crescimento. O BSP apresentou maior índice de lignificação que TRIC 25 e TRIC 204.

Os tratamentos não alteraram significativamente o diâmetro do coleto, as relações HT/DC e MSPA/MSR ou o IQD; portanto, nas condições avaliadas, o benefício do STR foi demonstrado principalmente para crescimento e biomassa, sem confirmação estatística de melhoria da qualidade global pelo IQD. O isolado STR é promissor para a produção de mudas, mas sua recomendação deve ser precedida por validação em diferentes condições de viveiro e em campo.

Referências

HOYOS-CARVAJAL, Liliana; ORDUZ, Sergio; BISSETT, John. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. Biological control, 2009, vol. 51, no 3, p. 409-416.

DRUZHININA, Irina S., *et al.* Molecular phylogeny and species delimitation in the section Longibrachiatum of *Trichoderma*. Fungal Genetics and Biology, 2012, vol. 49, no 5, p. 358-368.

WITHERS, Paul JA, *et al.* Transitions to sustainable management of phosphorus in Brazilian agriculture. Scientific Reports, 2018, vol. 8, no 1, p. 2537.

PAIVA, Christiane Abreu de Oliveira, *et al.* Inoculation with Bacillus megaterium CNPMS B119 and *Bacillus subtilis* CNPMS B2084 improve P-acquisition and maize yield in Brazil. Frontiers in Microbiology, 2024, vol. 15, p. 1426166.

RIBEIRO, Adriana Santos Neves, *et al*. Efficiency of *Trichoderma* and *Bacillus subtilis* as growth promoters in *Eucalyptus Corymbia citriodora*. CEP, 2023, vol. 77410, p. 530.

BASTOS, Adriene de Oliveira, *et al.* Desenvolvimento de mudas de Paricá sob influência de diferentes substratos e níveis de sombreamentos. Nativa, 2023, vol. 11, no 4, p. 476.

ALORI, Elizabeth T.; GLICK, Bernard R.; BABALOLA, Olubukola O. Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. Frontiers in microbiology, 2017, vol. 8, p. 971.

CRISTO, Evelyn Vitória Aparecida, *et al.* TESTE DE ADUBAÇÃO PARA NORMALIZAÇÃO DO CRESCIMENTO DE MUDAS DE CORYMBIA CITRIODORA. Revista InterAgro, 2025, vol. 3, no 2, p. 134-139.

PEEL, Murray C.; FINLAYSON, Brian L.; MCMAHON, Thomas A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and earth system sciences, 2007, vol. 11, no 5, p. 1633-1644.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

LUCIANO, Daniela de Oliveira, *et al*. *Bacillus* and *Trichoderma* as growth promoters of *Eucalyptus urograndis*. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, e11012239509, 2023.

OLANREWAJU, O. S.; GLICK, B. R.; BABALOLA, O. O. Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 33, art. 197, 2017.

PAZ, I. C. P, *et al. Eucalyptus* growth promotion by endophytic *Bacillus spp*. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, n. 4, p. 3711-3720, 2012.

SALLA, Tamiris Daros, *et al*. *Streptomyces rhizobacteria* modulate the secondary metabolism of *Eucalyptus* plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 85, p. 14-20, 2014.

MACHADO, Alexandre Paulo, *et al.* Antibiosis and dark-pigments secretion by the phytopathogenic and environmental fungal species after interaction in vitro with a *Bacillus subtilis* isolate. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2010, vol. 53, no 5, p. 997-1004.

SAMUELS, Gary J., *et al*. *Trichoderma asperellum* sensu lato consists of two cryptic species. Mycologia, 2010, vol. 102, no 4, p. 944-966.

TEIXEIRA, Dora A, et al. Rhizobacterial promotion of eucalypt rooting and growth. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n. 1, p. 118-123, 2007.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal de Tocantins (UFT), ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PGCFA), aos membros integrantes do Laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia (AGROBIO), aos técnicos do Viveiro Florestal e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico (CNPQ) pelo apoio financeiro.