

Inoculação de *Eucalyptus grandis* para a promoção de crescimento em condições de campo

Anna Beatriz Reis de Oliveira¹; Guilherme Gava Gaboardi²; João Vitor Alberton³; Júlia dos Santos Ganem⁴; Letícia Gonçalves Camargo⁵; Natalia Maria Martinazzo Angelo⁶; Renan Acácio Almeida⁷; Sonia Purin da Cruz⁸

¹. Acadêmica em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Catarina - Curitiba-SC. E-mail: annabeatrizreisoliv@gmail.com

². Engenheiro Mecânico, Diretor na empresa Ato Participações Ltda. Santa Catarina - Curitiba-SC. E-mail: guilherme.gaboardi@atoparticipacoes.com.br

³. Acadêmico em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Catarina - Curitiba-SC. Email: joaovitor.alberton@gmail.com

⁴. Acadêmica em Agronomia na Universidade Federal de Santa Catarina - Curitiba-SC. Email: julia.ganem@gmail.com

⁵. Acadêmica em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Catarina - Curitiba-SC Email: leticia.gcamargo2001@gmail.com

⁶. Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Santa Catarina - Curitiba-SC. Email: nmartinazzo@gmail.com

⁷. Acadêmico em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Catarina, Assistente Florestal na empresa Ato Participações Ltda. Santa Catarina-Curitiba-SC. Email: renanalmeida.florestal@gmail.com

⁸. PhD em Ciência do Solo, Professora e Pesquisadora na Universidade Federal de Santa Catarina - Curitiba-SC. Email: s.purin@ufsc.br

Resumo

A inoculação e aplicação de bactérias na espécie de *Eucalyptus grandis* pode ser uma alternativa para a melhoria da produção e qualidade da planta em condições de campo. No presente experimento, realizado na cidade de Celso Ramos, Santa Catarina utilizou-se de *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* para avaliar o crescimento inicial das plantas. Os parâmetros avaliados foram altura e diâmetro. A inoculação com bactérias no eucalipto foi estatisticamente significativa, contribuindo para um melhor crescimento da planta. *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* destacaram-se entre as outras analisadas quanto à promoção de crescimento apresentando 23% de crescimento no diâmetro das mudas 90 dias após plantio (DAP), tendo potencial para uso em áreas produtoras de eucalipto.

Palavras-Chaves: Bactérias; Espécie florestal; Promoção de crescimento

Introdução

A cultura do eucalipto é considerada de grande importância social e econômica, e sua produção abastece diversos segmentos industriais, tais como madeira, carvão vegetal, óleos essenciais, papel e celulose, entre outros. Sua fácil adaptação permitiu um excelente desenvolvimento pelo território brasileiro, onde encontra-se uma área total de árvores plantadas que totaliza em aproximadamente 6,7 milhões de hectares (IBÁ, 2020).

O uso decorrente e contínuo de fertilizantes minerais e defensivos agrícolas na produção de eucaliptos gera grandes impactos ambientais negativos, dessa forma, o uso de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCP) torna-se uma opção menos agressiva ao meio ambiente. Elas constituem a microbiota do solo e estão localizadas na rizosfera, vivem em simbiose direta com a planta, possibilitando nutrientes que a planta necessita quando não estão disponíveis no solo, facilitando o absorvimento dos nutrientes e promovendo o crescimento da planta (MASSENSINI et al., 2007). Este efeito benéfico sobre as plantas é alcançado devido a interação direta com as RPCP e seus hospedeiros, ocorrendo também indiretamente devido às suas atividades antagônicas contra os patógenos de plantas.

As espécies de *Azospirillum* são consideradas fixadoras de nitrogênio (N) de vida livre proporcionando melhores condições de desenvolvimento e sobrevivência para os microrganismos da microbiota do solo. Essa espécie bacteriana, a partir da fixação do nitrogênio, irá produzir substâncias capazes de promover o crescimento das plantas, modificando a morfologia do sistema radicular capacitando melhor absorção de nutrientes pouco móveis no solo (SILVA JORDANA, 2017). O gênero *Bacillus* compõem a microbiota do solo, possuindo a capacidade de solubilização de fósforo, aumentando o sistema radicular das plantas, além de possuir boa adaptação a ambientes adversos com desenvolvimento de endósporos. Essas espécies estão sendo alvo de pesquisas e utilização em diversas culturas como alternativa no aumento da produção com menores custos e de forma mais sustentável (NOVAKOWSKI et al., 2001), (VORPAGEL, 2010). Inoculantes microbianos produzidos à base de bactérias como *Pseudomonas fluorescens* são alvos de pesquisa devido ao seu poder

fungicida. A resistência de eucaliptos contra patógenos, inicia-se através da competição de nutrientes e indução da resistência sistêmica adquirida e induzida, realizando o controle biológico e como consequência a diminuição do uso de fungicidas químicos (BHAT et. al., 2018)

Diante do potencial dessas rizobactérias para promoção de crescimento de eucalipto, este estudo teve por objetivo analisar e quantificar os benefícios de microrganismos promotores de crescimento de origem bacteriana no crescimento de mudas de eucalipto em condições de campo.

Materiais e Métodos

O estudo foi desenvolvido em parceria com as empresas ATO Participações Ltda., localizada no município de Curitiba no estado de Santa Catarina e a empresa Biotrop, situada no município de Vinhedo no estado de São Paulo. Os inoculantes líquidos utilizados no presente estudo foram fornecidos pela empresa parceira Biotrop. O inoculante Biomaphos, produzido pela empresa Bioma, é utilizado na solubilização de fósforo e é formulado com as cepas *Bacillus subtilis* CNPMS B2084 (BRM3840) e *Bacillus megaterium* CNPMS B119 (BRM03311). Utilizou-se também da inoculação com Biofree, produto produzido pela empresa Biotrop, composto pelas estirpes de *Azospirillum brasilense* (AbV6) e *Pseudomonas fluorescens* (CCTB03).

O experimento está sendo realizado na Fazenda Santo Antonio Ulysses Gaboardi Filho (UGF), situada no município de Celso Ramos, Santa Catarina, Latitude: 27° 38' 1" Sul, Longitude: 51° 20' 14" Oeste. O município possui altitude de 747 metros, com clima predominante temperado (Cfb), de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (1961), com pluviosidade média anual de 1908 mm e temperatura média anual de 17.8° C. (CLIMATE-DATA, 2021).

A implantação do estudo ocorreu no mês de outubro de 2021 com mudas de aproximadamente 6 meses de idade. O experimento foi conduzido em delineamento de bloco casualizado (DBC) com três tratamentos e 15 repetições cada, totalizando 45 unidades experimentais. Os tratamentos estudados foram: T1: testemunha; T2: inoculação com Biomaphos (*Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*); T3: inoculação com Biofree (*Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens*).

No tratamento testemunha (T1) foram utilizados 100 mL de água, aplicados dentro da cova no momento do plantio. Nos tratamentos (T2) e (T3) utilizou-se a proporção 1 mL de inoculante para 99 mL de água e essa calda foi aplicada dentro da cova, no momento do plantio. Após a realização do plantio de mudas, houve a coleta de dados para fins de avaliação, sendo eles: mortalidade, altura e diâmetro. A altura foi mensurada com o auxílio de uma trena posicionando a planta de forma ereta, medindo do nível do solo ao ápice foliar. O diâmetro foi determinado com o auxílio de um paquímetro digital, posicionando-o no caule ao nível do solo. Os dados coletados foram avaliados no momento do plantio, 20 e 90 dias após o plantio, através da análise de variância (ANOVA). Havendo diferenças entre médias, foi aplicado o teste LSD.

Resultados e Discussão

Após analisar o resultado gerado pela análise de variância (ANOVA) referente à altura após 20 dias de plantio, concluiu-se que não há estatisticamente uma diferença significativa devido ao $Pr > F_c$ (0,8720) e a média geral foi de 33,73 cm (Tabela 1).

A análise do diâmetro do caule das mudas após 20 dias do plantio não mostrou diferenças significativas devido ao seu $Pr > F_c$ (0,1792) ser superior a 5%. Sendo assim, sua média geral entre os tratamentos foi totalizada em 2,53 mm (Tabela 1).

Aos 90 dias após o plantio, observou-se que o valor de $Pr > F_c$ (0,2247) foi superior à 0,05. Dessa forma, considerou-se que não houve diferença significativa na altura após 90 dias entre os três tratamentos analisados, totalizando sua média geral em 54,2 cm (Tabela 1).

Ao observar os resultados da Tabela 1 obtidos na análise de variância (ANOVA) referente ao diâmetro das mudas aos 90 dias foi constatado a existência de uma diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1).

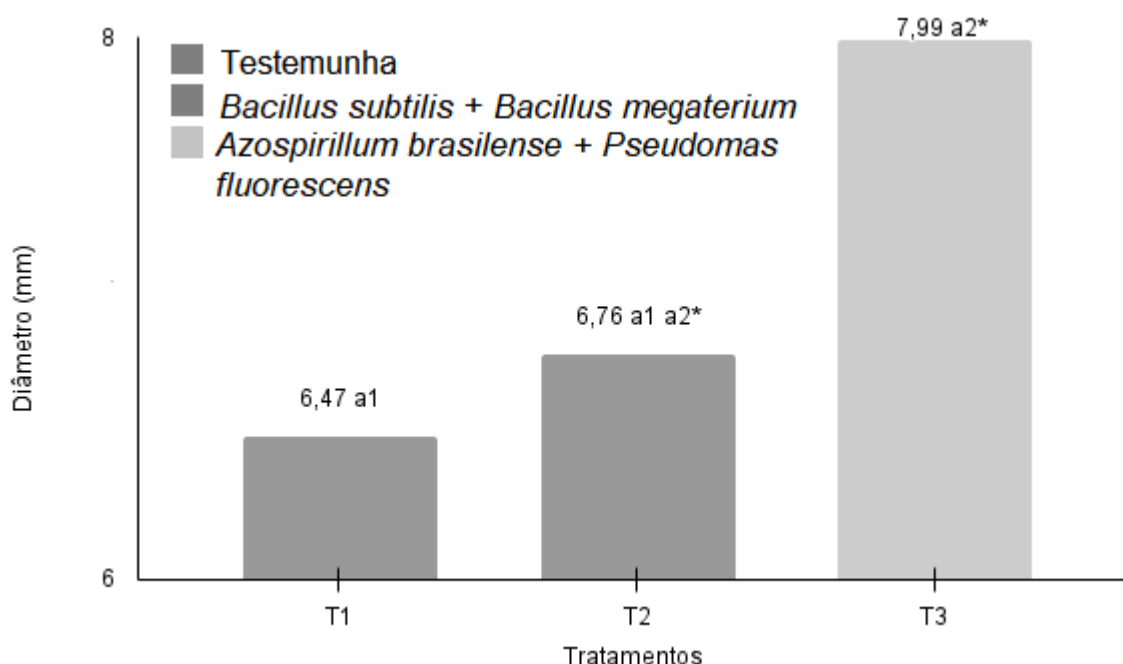
Através do teste de separação de médias, verificou-se que o tratamento T3 promoveu um aumento de 23% no diâmetro das mudas de *E. grandis* aos 90 DAP quando comparado à testemunha (Figura 1).

Tabela 1. Resultados obtidos através da análise de variância (ANOVA) referentes a altura e diâmetro aos 20 e 90 dias após o plantio (DAP).

	Altura aos 20DAP	Diâmetro aos 20DAP	Altura aos 90DAP	Diâmetro aos 90DAP
Média geral	32,4133	2,1584444	174,0370370	7,0740741
Pr<Fc	0,6473	0,5060	0,4523	0,1065
C.V.(%)	10,43	26,15	19,35	20,66

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Figura 1 - Médias de diâmetro (mm) das mudas de *Eucalyptus grandis* aos 90 dias após o plantio (DAP) submetidas a diferentes tratamentos de inoculação.



*Médias seguidas da letra 'a' com números distintos diferem entre si pelo teste de LSD a 10% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Verificou-se os maiores diâmetros com o inoculante T3 (*Azospirillum brasilense* + *Pseudomas fluorescens*) que gerou um incremento de 23% quando comparado aos outros tratamentos conforme apresentado no gráfico anteriormente. O aumento do diâmetro após o uso de inoculação de rizobactérias também foi observado em mudas de *Swartzia argentea* e *S. laevi-carpa* (SOUZA et al., 2011), respaldando os resultados encontrados para o diâmetro do eucalipto neste presente estudo.

Os valores obtidos em diâmetro podem ser devido a influência das ações das giberelinas produzidas pelas rizobactérias, visto que estas promovem o crescimento, alongamento e multiplicação das células o que resulta na resposta obtida no diâmetro.

O principal benefício da interação planta-microrganismo é a melhoria no estabelecimento inicial e crescimento da planta, possibilitando que as plantas se desenvolvam de maneira satisfatória em diferentes cenários, sendo eles favoráveis ou não (Souza et al., 2017). Tal associação possui grande potencial na indução do desenvolvimento de estruturas eficientes que irão garantir o crescimento e sobrevivência das mudas (Ferreira, 2007).

Os resultados obtidos indicaram que pode haver uma relação entre a inoculação com Biofree (*Azospirillum brasilense* + *Pseudomas fluorescens*) e o aumento significativo do diâmetro de *Eucalyptus grandis*. A boa qualidade do solo juntamente com o uso da inoculação correta aponta uma possível preferência da espécie contrastando com os outros inóculos e o tratamento testemunha. A

preferência do *Eucalyptus grandis* pode estar relacionada pelo fato do *Azospirillum brasilense* + *Pseudomas fluorescens* aumentar a disponibilidade de recursos que estão em deficiência ou a níveis baixos no eucalipto, gerando um maior aumento de produtividade quando comparado ao uso de outros inóculos.

Conclusões

A inoculação com Biofree (*Azospirillum brasilense* + *Pseudomas fluorescens*) gera um aumento significativo no diâmetro das mudas de *Eucalyptus grandis* tornando-se uma alternativa viável e sustentável no cultivo dessa espécie florestal.

Referências Bibliográficas

- BHAT, M. A., Rasool, R., Ramzam, S. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for sustainable and eco-friendly agriculture. **Acta Scientific Agriculture**, v.31, p.23-25, 2019.
- CLIMATE-DATE.ORG. **Plataforma Climate Date** Disponível em: <https://climate-data.org/santa-catarina/celso-ramos/>. Acesso em: 05 dez. 2021..
- FERREIRA, R. S. **Tolerância de espécies florestais arbóreas e fungos ectomicorrízicos ao cobre**. 2007. 135 f. Tese (Doutorado em Ciência do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- IBÁ (Brasil). Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual 2020**. Relatório Anual 2020, [s. l.], 2020.
- JOVIANY, S.T. ***Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* solubilizadores de fósforo em mudas de eucalipto**. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia agrícola) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, São Paulo, 2017.
- MASSENSINI, A. M. **Solubilização de fosfatos mediada por microrganismos do solo de plantio de eucalipto**. 2007. 120 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A.; NOVAKOWISKI, J. H.; CHENG, N. C. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semana: Ciências Agrárias** v. 32, 2011
- SOUZA L. A. G. et al., Inoculação com rizóbios em mudas de acapu do igapó e saboarana. **Revista de Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 54, n. 1, p. 52-60, 2011.
- SOUZA, E. L. et al. **Fungos ectomicorrízicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis***. W. Hil ex. Maiden em neossolos quartzênico. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 471 - 484, 2017.
- VORPAGEL, ALMIR GRUTZMANN. **INOCULAÇÃO DE AZOSPIRILLUM, ISOLADO E ASSOCIADO A BIOESTIMULANTE, EM MILHO, NO NOROESTE DO RS**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ., [S. l.], 2010.