

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FABIANA MOREIRA PALOTINO

BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL NA
SEMEADURA DIRETA DE *Mimosa scabrella*

PONTA GROSSA
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL NA
SEMEADURA DIRETA DE *Mimosa scabrella*

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado para obtenção do título de
Licenciada em Ciências Biológicas, na
Universidade Estadual de Ponta Grossa,
Área de Ciências Biológicas.

Orientador(a): Profa. Dra. Rosimeri de
Oliveira Fragoso.

PONTA GROSSA
2024

Dedico este trabalho à minha avó, por sua generosidade e pelos ensinamentos que me guiaram até aqui, à minha mãe, pelo exemplo de persistência e por nunca me deixar sozinha, ao meu pai, pelo amor incondicional, e aos meus irmãos, por serem a minha fortaleza. Obrigada por não me permitirem desistir. Sem o apoio de cada um, esta conquista não teria sentido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde que me sustentou ao longo desta jornada e me permitiu concluir esta pesquisa. Expresso também minha gratidão à equipe do Viveiro Florestal UEPG, por sua ajuda incansável, que tornou esse caminho mais leve. À minha orientadora, Prof. Dra. Rosimeri de Oliveira Fragoso, agradeço profundamente por elevar o nível deste trabalho, oferecendo-me o conhecimento necessário para desenvolvê-lo com qualidade, além de estar sempre presente com empatia e sinceridade. À banca examinadora, composta pela Prof. Dra. Marta Regina Barrotto do Carmo e MSc. Angela da Luz, que apresentaram contribuições valiosas, dedicando tempo e atenção para enriquecer este estudo. Aos técnicos do Viveiro Florestal UEPG pela amizade e por acreditarem na minha capacidade, dedicando auxílio para que eu alcançasse a aprovação. Aos amigos que estiveram ao meu lado. E aos professores que, direta ou indiretamente, contribuíram com sua experiência e motivação. À Fundação Araucária - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná pelo incentivo financeiro para realização da pesquisa. Por fim, à Universidade Estadual de Ponta Grossa por me permitir vivenciar a ciência de maneira plena.

RESUMO

Espécies nativas do Bioma Mata Atlântica estão constantemente sob ameaça, sendo de fundamental importância estudos que possibilitem o retorno dos ecossistemas naturais. O presente estudo buscou analisar a eficácia da técnica de semeadura direta da espécie nativa *Mimosa scabrella* associada a inoculação de Bactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (BPCP) sob condições naturais. Realizado entre março e setembro de 2024, a pesquisa foi implantada na Fazenda Escola Capão da Onça, pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em Ponta Grossa, Paraná. Foram utilizadas estirpes de bactérias dos gêneros *Pseudomonas* e *Bacillus*, selecionadas na região dos Campos Gerais do Paraná e mantidas pela Coleção de Culturas de Microrganismos do Laboratório de Biodiversidade da UEPG. Previamente à semeadura, a área passou por controle da matocompetição, com preparação dos leitos de semeadura. As sementes de *M. scabrella* foram desinfetadas e submetidas à quebra de dormência e inoculadas com três tratamentos de BPCP e um tratamento controle. O desenvolvimento das plântulas foi monitorado por 210 dias, com mensuração das variáveis de germinação, sobrevivência e altura caular. A análise de variância não revelou efeito significativo dos tratamentos com BPCP sobre nenhuma das variáveis analisadas. O percentual de germinação das sementes de *M. scabrella* foi inferior a 20% aos 30 dias. Apesar da ausência de diferença significativa entre os tratamentos com BPCP, observou-se uma tendência de melhores resultados para a estirpe CNPSO PR31 do gênero *Bacillus*, única a apresentar média de sobrevivência superior a 50% e altura média superior aos demais tratamentos, ainda que não estatisticamente. Recomenda-se que estudos futuros sejam realizados para esclarecer melhor a interferência dessas estirpes no desenvolvimento da espécie *M. scabrella*.

Palavras-chave: *Bacillus*, Bracatinga, Restauração Ecológica, Microrganismos, *Pseudomonas*.

ABSTRACT

Native species of the Atlantic Forest Biome are constantly under threat, and studies that enable the return of natural ecosystems are of fundamental importance. This study sought to analyze the effectiveness of the direct seeding technique of the native species *Mimosa scabrella* associated with inoculation of Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) under natural conditions. Conducted between March and September 2024, the research was implemented at the Capão da Onça School Farm, belonging to the State University of Ponta Grossa (UEPG), in Ponta Grossa, Paraná. Bacterial strains of the genera *Pseudomonas* and *Bacillus* were used, selected in the Campos Gerais region of Paraná and maintained by the Microorganism Culture Collection of the Biodiversity Laboratory of UEPG. Prior to sowing, the area underwent weed competition control, with preparation of the seeding beds. The *M. scabrella* seeds were disinfected and subjected to dormancy breaking and inoculated with three PGPB treatments and one control treatment. The seedling development was monitored for 210 days, with measurements of germination, survival and stem height variables. The analysis of variance did not reveal a significant effect of the PGPB treatments on any of the variables analyzed. The germination percentage of *M. scabrella* seeds was less than 20% at 30 days. Despite the absence of significant difference between the PGPB treatments, a tendency for better results was observed for the CNPSO PR31 strain of the *Bacillus* genus, which was the only one to present a mean survival rate greater than 50% and a mean height higher than the other treatments, although not statistically. It is recommended that future studies be carried out to better clarify the interference of these strains in the development of the *M. scabrella* species.

Keywords: *Bacillus*, *Bracatinga*, Ecological Restoration, Microorganism, *Pseudomonas*.

INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é considerado um dos hotspots mundiais, por sua elevada biodiversidade e quantidade de espécies endêmicas ameaçadas de extinção (Myers et al., 2000). Por esse motivo, esforços que busquem a restauração das áreas naturais são necessários e importantes para a manutenção da integridade ecológica (Frietsch et al., 2024). Nesse contexto, a ecologia da restauração é uma área de estudos de extrema relevância para a recuperação dos ecossistemas degradados, que visa compreender como diferentes métodos de restauração podem alterar a trajetória sucessional dos ecossistemas (Young, 2020).

Os principais métodos de restauração ecológica incluem a restauração ativa e a restauração passiva. Cada abordagem possui técnicas distintas e pode ser escolhida com base nas necessidades específicas do ambiente e nos objetivos de recuperação desejados. A restauração ativa, amplamente adotada, envolve o plantio de mudas de qualidade ou semeadura direta, visando acelerar a recuperação dos ecossistemas (Neitzel, Gomes, 2023). Entre as práticas de restauração ativa, destaca-se o plantio de espécies arbóreas nativas, técnica mais utilizada atualmente, pois permite um controle mais direto sobre o processo de recuperação, podendo acelerar a formação de uma comunidade vegetal estável (Schneider et al., 2023). A semeadura direta, por outro lado, consiste em depositar sementes com alta taxa de germinação diretamente no solo, podendo ser uma estratégia eficiente para restaurar grandes áreas de forma menos dispendiosa (Aniceto et al., 2021).

Estudos sobre a técnica de semeadura direta têm avançado na última década, e revelam novas descobertas que destacam tanto as potencialidades quanto os desafios enfrentados (Souza, Engel, 2023). Entre as principais vantagens está a redução de custos em comparação com o plantio de mudas, pois o investimento necessário para a coleta de sementes, instalação e manejo da área após o plantio tende a ser menor (Raupp, 2020). Esse aspecto econômico torna a semeadura direta uma opção atraente, especialmente para grandes áreas e para contextos em que o custo do plantio de mudas seria proibitivo. Além disso, a semeadura direta tem se mostrado eficaz na recuperação de ambientes degradados, particularmente em áreas anteriormente utilizadas para a agricultura (Silva et al., 2015). Nos casos de sucesso, a alta taxa de germinação e estabelecimento das espécies tem promovido a rápida ocupação do solo, resultando em fechamento de dossel, sombreamento da área, eliminação de gramíneas exóticas e acúmulo de biomassa (Santos et al., 2021). Todos

processos cruciais para criar condições que favoreçam a regeneração natural e a estabilidade do ecossistema.

Por outro lado, as principais limitações da semeadura direta incluem a maior susceptibilidade das plântulas ao estresse hídrico, a competição com espécies exóticas invasoras e a elevada predação das sementes, o que pode dificultar a continuidade do processo (Masarei et al., 2019). Outro desafio importante é a dificuldade em armazenar grandes quantidades de sementes para aplicação da técnica em larga escala e a baixa densidade de plântulas, o que ainda requer mais estudos e soluções (Souza, Engel, 2023).

Nesse sentido, para maximizar o sucesso da semeadura direta, é recomendável o uso de espécies pioneiras e resistentes a adversidades ambientais do campo, tais como muitas espécies da família Fabaceae (Gazzola et al., 2023). Essas espécies desempenham um papel crucial na melhoria das características do solo e na criação de um ambiente mais favorável para a recuperação ecológica. Dentre elas, *Mimosa scabrella* é uma espécie arbórea com alto potencial para a restauração ecológica, devido ao seu rápido crescimento (Lima et al., 2024) e recobrimento da área (Cantarelli, Maffra, Turchetto, 2022), favorecendo o estabelecimento de espécies mais exigentes na linha sucessional (Napo et al., 2005). Conhecida popularmente como bracatinga, é uma espécie nativa do bioma Mata Atlântica, mais especificamente da Floresta Ombrófila Mista, ocorrendo nas regiões sul e sudeste (Peixoto et al., 2022). Além disso, por constituir uma leguminosa, possui associação simbiótica com bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP) (Dortzbach et al., 2020), promovendo a atividade microbiana do solo, melhorando características físicas e nutricionais da área (Silva et al., 2019).

Inúmeros microrganismos podem apresentar associação simbiótica com plantas leguminosas, tais como as bactérias dos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas*. As plantas que apresentam essas associações liberam ácidos orgânicos diretamente no solo, por meio dos exsudatos radiculares, os quais atraem as bactérias, promovendo diversas interações biológicas na rizosfera (Sindhu, 2022). A simbiose mutualística entre esses organismos oferece vantagens para a planta, como o maior crescimento de estruturas aéreas e radiculares, devido a solubilização de fosfato, a proteção contra patógenos e a fixação biológica de nitrogênio (Janati et al., 2021). Essas atividades podem ocorrer por meio da formação de estruturas altamente especializadas, chamadas de nódulos radiculares, as quais aumentam a eficiência do

processo (Hnini, Aurag, 2024). Por outro lado, os rizóbios se beneficiam por haver menos competidores no mesmo nicho ecológico e um ambiente protegido, além da disponibilização de carboidratos pelas plantas (Mathesius, 2022).

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da inoculação de bactérias promotoras do crescimento de plantas em sementes de *Mimosa scabrella* sobre a eficácia da técnica de semeadura direta a campo, visando a recuperação de ecossistemas degradados, além do fornecimento de dados que possam apoiar e orientar trabalhos futuros sobre o assunto.

MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi conduzido entre março e setembro de 2024, em uma Área de Preservação Permanente localizada na Fazenda Escola Capão da Onça, pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa e localizada no município de Ponta Grossa (25°05'49"S e 50°03'11"W), na região denominada Campos Gerais do Paraná, a uma altitude máxima de 1027 m. O clima da região é do tipo Cfb, caracterizado como subtropical úmido, com verões suaves e temperatura média em torno de 18 °C, sendo a máxima de 24 °C e a mínima de 13 °C. A precipitação média anual para a região situa-se em torno de 1.500 mm a 1.800 mm, com chuvas distribuídas uniformemente ao longo do ano, ocorrendo geadas no outono e inverno.

Para este experimento foram utilizadas estirpes de duas BPCP pertencentes ao gênero *Pseudomonas* spp. (CNPSO 59.4 e CNPSO 97.9) e uma ao gênero *Bacillus* spp. (CNPSO PR 31), selecionadas na região dos Campos Gerais do Paraná e mantidas pela Coleção de Culturas de Microrganismos do Laboratório de Biodiversidade da UEPG. As estirpes foram pré-inoculadas em meio de cultura YM e incubadas sob agitação de 120 rpm a 28°C até a fase exponencial ($D.O.630=0,7-0,8$). As linhagens de inoculantes líquidos foram padronizados na concentração de 10^{-9} UFCs mL⁻¹, seguindo as recomendações técnicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

As sementes de *M. scabrella* foram pesadas (Figura 1A), submetidas à desinfestação para eliminação de contaminantes utilizando o procedimento de imersão em hipoclorito de sódio durante 1 minuto seguido de lavagem em água destilada 10 vezes (Figura 1B) e, posteriormente, submersas em água quente à 80°C

para quebra de dormência (Figura 2C), onde permaneceram por 1 hora. Passado esse período, as sementes foram drenadas, separadas em quatro volumes iguais, e então colocadas para embeber nas soluções correspondentes a cada tratamento com BPCP e tratamento controle contendo apenas meio de cultura, por 17 horas, completando um período total de 18 horas de embebição (Figura 1D).



Figura 1. Etapas da implantação da pesquisa de semeadura direta de *M. scabrella* com BPCP. A: Pesagem das sementes de *M. scabrella*. B: Desinfestação das sementes. C: Quebra de dormência das sementes em água quente à 80°C. D: Embebição das sementes nas soluções correspondentes a cada tratamento com BPCP e tratamento controle. E: Aspecto geral da área previamente ao preparo. F: Área após a implantação da pesquisa. G: Preparação do leito de semeadura. H:

Semeadura de *M. scabrella*. I: Cobertura do leito com uma fina camada de solo e palhada. J: Irrigação do leito de semeadura.

O preparo da área do experimento consistiu no controle da vegetação competidora, por meio de roçada mecanizada, e marcação das linhas de semeadura com sulcador a 30 cm de profundidade, com um distanciamento de três metros entre linhas. Os berços (leitos de semeadura) foram preparados com espaçamento de 2 m entre eles, utilizando-se um gabarito com 15 cm de comprimento e 2 cm de profundidade. A semeadura ocorreu de forma manual, com cada berço recebendo 10 sementes de *M. scabrella*. Após a semeadura, os leitos foram cobertos com uma fina camada de solo e palhada existente no local, para melhor retenção da unidade, e molhados com cerca de 500 ml de água, utilizando-se um regador.

Ao longo do experimento foram avaliados a emergência das plântulas semanalmente até os primeiros 30 dias após a semeadura, e a sobrevivência e a altura das plântulas em intervalos mensais até os 210 dias após a semeadura. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 10 repetições de três berços, totalizando 30 berços por tratamento e 120 berços no total. A homogeneidade das variâncias foi analisada por meio do teste de Bartlett e, posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância, em um modelo de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas principais corresponderam aos tratamentos com BPCP e as subparcelas aos períodos avaliados. Em situações de significância estatística ($p < 0,05$), as médias das variáveis estudadas foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não revelou efeito significativo dos tratamentos com BPCP sobre nenhuma das variáveis analisadas (Figuras 2, 4 e 5). Com relação à emergência e sobrevivência das plântulas de *M. scabrella*, observou-se um baixo percentual de germinação após a primeira semana, mantendo-se inferior a 20% aos 30 dias (Figura 2A). Estudos que avaliam a eficácia da semeadura direta indicam que a competição com plantas invasoras e a predação de sementes são fatores que

contribuem significativamente para a baixa taxa de germinação, normalmente em torno de 20%, como a encontrada no presente trabalho (Grossnickle, Ivetić, 2017).

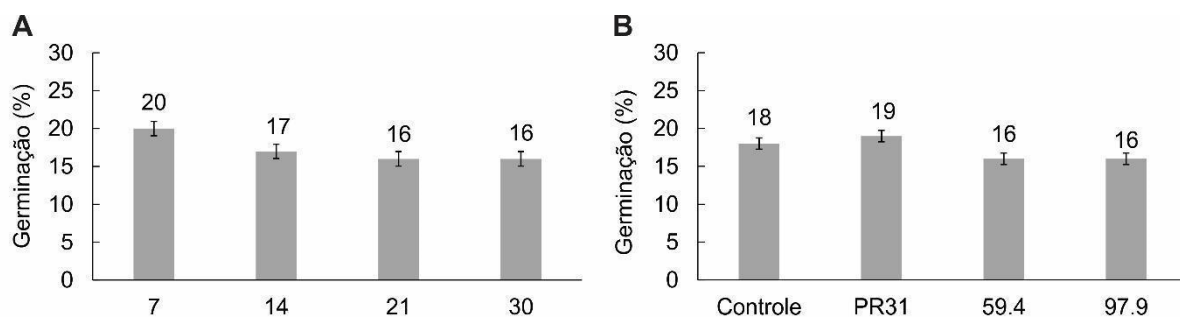


Figura 2. Médias de germinação (%) de *M. scabrella* aos 7, 14, 21 e 30 dias após a semeadura (A) e nos tratamentos com BPCP: Controle, *Bacillus* CNPSo PR31, *Pseudomonas* CNPSo 59.4 e CNPSo 97.9 (B).

Outro fator importante refere-se ao período de semeadura, o qual está diretamente relacionado ao sucesso de estabelecimento e sobrevivência das plântulas. Pesquisas indicam que a semeadura deve ocorrer preferencialmente durante o período do ano em que haja maior disponibilidade de água e temperaturas ideais, a fim de garantir uma estação de crescimento favorável antes que as plantas enfrentem condições ambientais estressantes, como competição com plantas invasoras (Cunha et al., 2019). No entanto, em função da elevada quantidade de chuvas observada na primavera de 2023, que resultou no alagamento da área do experimento, foi necessário adiar a semeadura de *M. scabrella* para março de 2024, período em que as condições ambientais, como menor precipitação e variações de temperatura, podem ter impactado negativamente o desenvolvimento inicial das plântulas (Martinkoski, 2015). Destaca-se que espécies arbóreas são especialmente sensíveis ao estresse hídrico, o que contribui para a baixa taxa de germinação das sementes (Alves et al., 2021).

Da mesma forma, a inoculação de BPCP do gênero *Bacillus* e *Pseudomonas* não influenciou a emergência de plântulas (Figura 2B). Embora para algumas espécies a inoculação de BPCP possa apresentar efeito promotor desde a germinação (Gonçalves et al., 2019), outras espécies parecem requerer maior tempo de exposição ao inoculante, o que possivelmente se deve ao reduzido sistema radicular das plântulas e, por consequência, reduzida área de contato entre as raízes

e bactérias (Buchelt et al., 2019). Além disso, com a chegada do inverno, o crescimento das plântulas tende a ser menor e, talvez por isso, este ainda não tenha sido suficiente para expressar a diferença entre os tratamentos (Figura 3A-I).

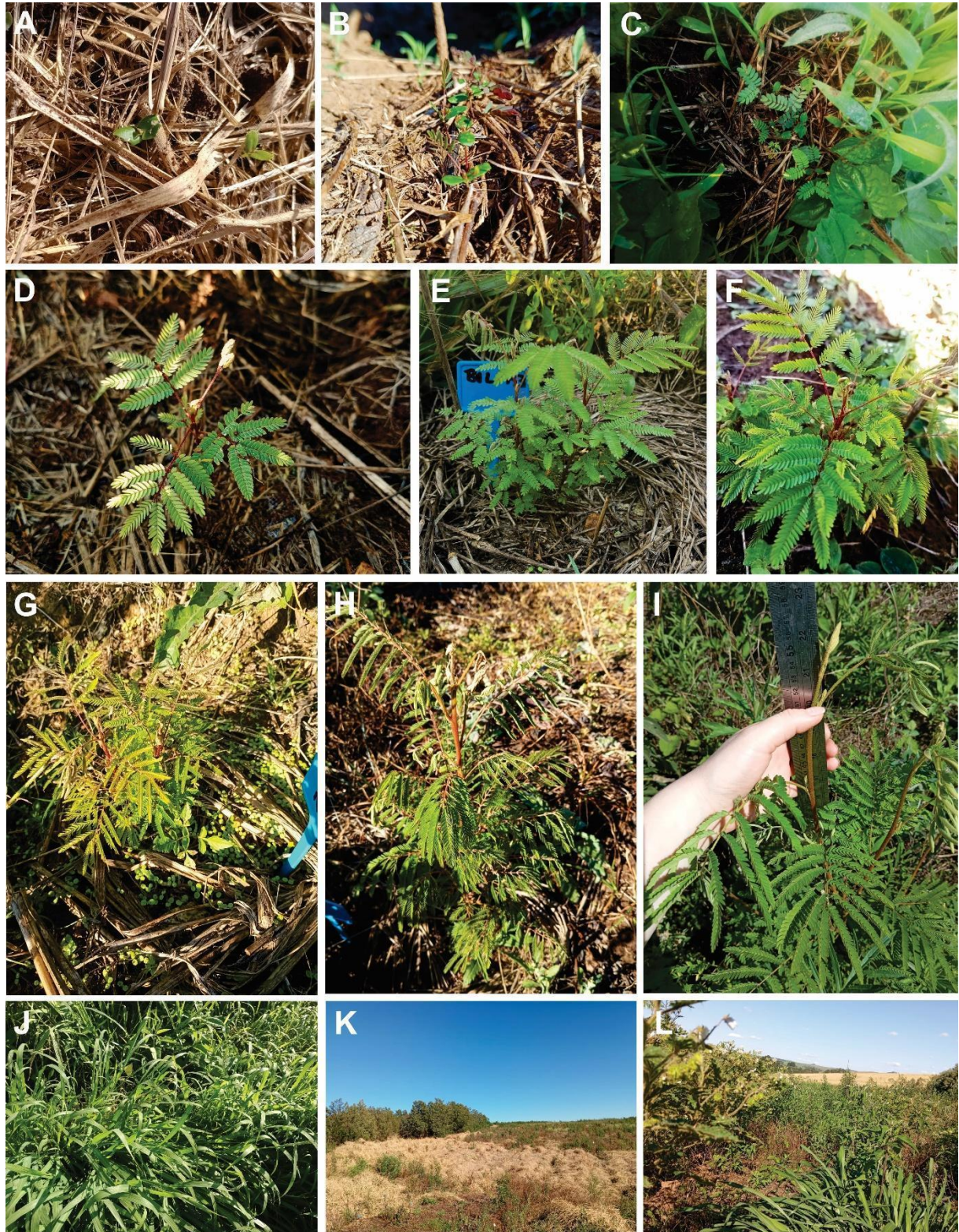


Figura 3. Estabelecimento e crescimento inicial de *M. scabrella* a campo. A: Plântulas de *M. scabrella* aos sete dias após a semeadura. B: Plântulas de *M. scabrella* aos 21 dias após a semeadura. C: Plântulas de *M. scabrella* aos 30 dias após a semeadura. D: *M. scabrella* aos 60 dias após a semeadura. E: *M. scabrella* aos 90 dias após a semeadura. F: *M. scabrella* aos 120 dias após a semeadura. G: *M. scabrella* aos 150 dias após a semeadura. H: *M. scabrella* aos 180 dias após a semeadura. I: *M. scabrella* aos 210 dias após a semeadura. J: Matocompetição aos 30 dias após a semeadura. K: Matocompetição aos 90 dias após a semeadura. L: Matocompetição aos 180 dias após a semeadura.

Apesar da ausência de diferença significativa entre os tratamentos com BPCP para a variável sobrevivência, notou-se uma tendência de melhores resultados para a estirpe CNPSO PR31 do gênero *Bacillus*, única a apresentar média superior a 50% (Figura 4B). Já com relação aos períodos avaliados, observou-se uma mortalidade inicial das plântulas superior a 50% aos 60 dias (Figura 4A). Essa mortalidade pode estar relacionada a atividades de manejo da matocompetição realizadas na área, como a roçada mecanizada com trator nas entrelinhas e a semimecanizada com roçadeira costal nas linhas de semeadura. Embora essa ação tenha reduzido a pressão da matocompetição sobre as plântulas, a maior exposição resultante pode ter levado a uma perda excessiva de umidade, devido à diminuição do sombreamento proporcionado pelas plantas ao redor, o que pode ter contribuído para a mortalidade observada (Figura 3J). Após esse período, entretanto, a sobrevivência se manteve bastante estável, com média de 46% ao final do período experimental (Figura 4A), refletindo o bom estabelecimento a campo de *M. scabrella* a partir da técnica de semeadura direta.

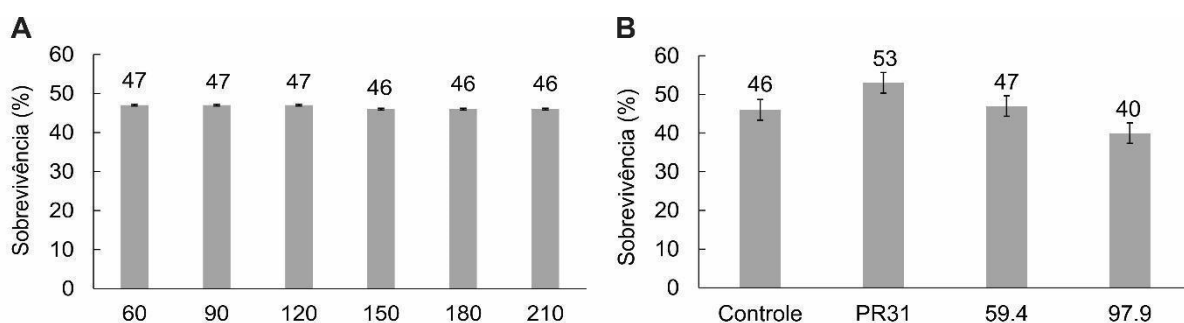
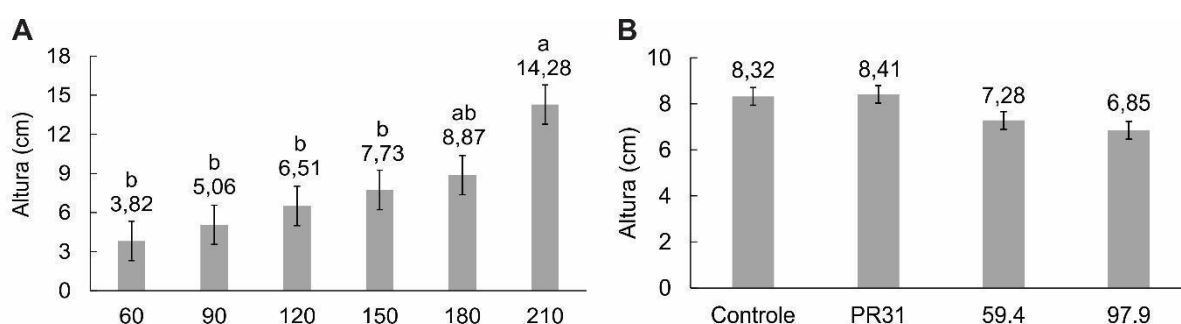


Figura 4. Médias de sobrevivência (%) de *M. scabrella* aos 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura (A) e nos tratamentos com BPCP: Controle, PR31, 59.4 e 97.9 (B).

Interessante mencionar que *M. scabrella* manteve seus percentuais de sobrevivência mesmo sob a chegada do inverno, inclusive sob a ocorrência de geadas. Além dessa, outras características se destacam em estudos sobre a espécie, reforçando seu potencial como planta de cobertura para a restauração de ecossistemas degradados na fisionomia de Floresta Ombrófila Mista (Ferreira et al., 2019).

Apesar da tolerância de *M. scabrella* a geadas, as baixas temperaturas provocam a redução do metabolismo das plantas, refletindo em seu crescimento (Gerber et al., 2021). De fato, a espécie não apresentou incremento em altura significativo até a saída do inverno, aos 210 dias após a semeadura, o qual foi estatisticamente superior ao obtido nas avaliações anteriores aos 150 dias (Figura 5A). Soma-se a isso a redução natural da matocompetição durante o inverno, o que pode ter favorecido o maior crescimento de *M. scabrella* (Figura 3K e L).

Figura 5. Médias de altura (cm) de *M. scabrella* aos 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura (A) e nos tratamentos com BPCP: Controle, PR31, 59.4 e 97.9 (B).



Com relação aos tratamentos com BPCP, as sementes inoculadas com a estirpe CNPSO PR31 apresentaram uma altura média superior aos demais tratamentos, embora sem diferença estatística, reforçando os melhores resultados obtidos com esse inoculante (Figura 5B), e que podem ser ampliados em avaliações futuras.

CONCLUSÕES

Apesar da ausência de diferença estatística, os resultados sugerem que as BPCP do gênero *Bacillus* têm potencial para uso associado à semeadura direta da espécie arbórea *Mimosa scabrella*. É fundamental realizar pesquisas futuras que explorem o uso de microrganismos como uma alternativa sustentável na restauração de ecossistemas degradados, visando reduzir a dependência de insumos químicos e promover a melhoria do solo. A espécie em questão demonstra resiliência em condições adversas, o que a torna uma excelente candidata para projetos de restauração ecológica em áreas degradadas. Essas investigações poderão contribuir significativamente para a conservação e recuperação dos ecossistemas do Bioma Mata Atlântica, além de serem essenciais para identificar as potencialidades e os desafios da técnica de semeadura direta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. J. R.; SILVA, M. A. D. da; ALVES, R. M.; FERRAZ, G. X. L.; MOURA, D. P. de; SILVA, L. M. da. **Condicionamento fisiológico em diásporos de aroeira-do-sertão diante de condições adversas**: uma breve revisão. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, 2021.

AMARAL, K. F. S.; OLIVEIRA, A. dos S.; ALMEIDA, T. T. de. **Potencial alelopático de *Bidens pilosa* e *Senna occidentalis* na germinação e desenvolvimento de plântulas de gergelim**. Agropecuária Ciência no Semiárido, v. 17, n. 1, jul. 2021.

BUCHELT, A. C.; METZLER, C. R.; CASTIGLIONI, J. L.; DASSOLLER, T. F.; LUBIAN, M. S. **Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho**. Revista de Agricultura Neotropical, v. 6, n. 4, p. 69-74, Cassilândia, Mato Grosso do Sul, out./dez. 2019.

CANTARELLI, E. B.; MAFFRA, C. R. B.; TURCHETTO, F. **Desenvolvimento inicial de cinco espécies arbóreas nativas da mata atlântica em plantios de recomposição florestal no sul do Brasil**. Editora Ciência Digital, v. 1, 2022.

CUNHA, B. A. da; NEGREIROS, M. M. de; ALVES, K. A.; TORRES, J. P. **Influência da época de semeadura na severidade de doenças foliares e na produtividade do milho safrinha**. Summa Phytopathol, v. 45, n. 4, 2019.

DORTZBACH, D.; MACHADO, L. N.; LOSS, A.; VIEIRA, E. **Influência do meio geográfico nas características do mel de melato da bracatinga**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, e198997191, 2020.

FERREIRA, P. I.; GOMES, J. P.; STEDILLE, L. I. B.; BORTOLUZZI, R. L. da C.; MANTOVANI, A. **Mimosa scabrella Benth. as Facilitator of Forest Successional Advance in the South of Brazil**. Floresta Ambient, v. 26, n. 4, 2019.

FRIETSCH, M.; PACHECO-ROMERO, M.; TEMPERTON, V. M.; KAPLIN, B. A.; FISCHER, J. **The social–ecological ladder of restoration ambition**. Ambio, v. 53, p. 1251–1261, abr. 2024.

GAZZOLA, M. D.; ROVEDDER, A. P. M.; MATIELLO, J.; SCHENATO, R. B.; CRODA, J. P.; CAMARGO, B.; PIAIA, B. B. **Semeadura direta de espécies florestais para restauração ecológica na transição Pampa – Mata Atlântica**. Revista Ciência Florestal, v. 33, n. 3, p. 1-21, set. 2023.

GERBER, D.; TOPANOTTI, L. R.; STOLARKSI, O. C.; TRENTIN, B. E.; NICOLETTI, M. F.; BECHARA, F. C. **Mimosa scabrella Benth. planted for forest restoration in southern Brazil**. Research, Society and Development, v. 10, n. 3, 2021.

GONÇALVES, S. S.; BEZERRA, G. de A.; SOUSA, T. P. de; COSTA, N. B.; FERNANDES, P. S. M.; NASCIMENTO, I. O. **Uso de Bacillus sp. como promotores de crescimento e biocontrole de Fusarium semitectum em sementes de soja (Glycine max L. Merrill)**. Revista Cerrado Agrociências, v. 10, p. 106-119, nov. 2019.

GROSSNICKLE, S. C.; IVETIĆ, V. **Direct Seeding in Reforestation – A Field Performance Review**. Reforesta, v. 4, p. 94-142, 2017.

HNINI, M.; AURAG, J. **Prevalence, diversity and applications potential of nodules endophytic bacteria: a systematic review**. Front. Microbiol, v. 15, maio. 2024.

JANATI, W.; BENMRID, B.; ELHAISSOUFI, W.; ZEROUAL, Y.; NASIELSKI, J.; BARGAZ, A. **Will Phosphate Bio-Solubilization Stimulate Biological Nitrogen Fixation in Grain Legumes?** Front. Agron, v. 3, mar. 2021.

LEÃO, B. M.; BRAGA, M. A.; PEREIRA, I. M.; SANTOS, G. C. **Ecological restoration in pasture areas with direct seeding**. Revista Ciência Florestal, v. 32, n. 4, p. 1928-194, out./dec. 2022.

LIMA, F. F. de; DIAS, A. N.; FILHO, A. F.; MISKALO, E. M.; RUIZ, E. C. Z. **Similaridade entre remanescente florestal nativo e restaurado no entorno de reservatório hidrelétrico no Paraná**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 6, n. 3, p. 2655-2669, Curitiba, jul./set., 2023.

MARTINKOSKI, L.; VOGEL, G. F.; JADOSKI, S. O. **Influência do clima no crescimento diamétrico de Araucária angustifolia: revisão bibliográfica**. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, v. 8, n. 2, p. 104-111, Guarapuava, Paraná, 2015.

MASAREI, M.; GUZZOMI, A. L.; MERRITT, D. J.; ERICKSON, T. E. **Factoring restoration practitioner perceptions into future design of mechanical direct seeders for native seeds**. Restoration Ecology, v. 27, n. 6, p. 1251-1262, jun. 2019.

MATHESIUS, U. **Are legumes different? Origins and consequences of evolving nitrogen fixing symbioses**. Journal of Plant Physiology, v. 276, set. 2022.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, v. 403, p. 853-858, fev. 2000.

NEITZEL, R. P.; GOMES, J. P. **Métodos para reversão da alteração ambiental: recuperação passiva ou ativa?** rLAS®. v. 5, n. 3, p. 361-367, 2023.

NICETO, A. F. B.; IKEDA-CASTRILLON, S. K.; FERNANDEZ, J. R. C.; MARTINS, B. A. A.; DUARTE, Í. S.; MORAIS, F. F. **Avaliação de técnicas de semeadura direta e da transposição de serapilheira para a emergência e estabelecimento da Manduvi (*Sterculia apetala* (Jacq.) Karts.) em trabalho de restauração ecológica numa área de nascentes degradadas no Pantanal Mato-grossense.** Research, Society and Development, v. 10, n. 2, fev. 2021.

NAPPO, M. E.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; JÚNIOR, P. de M.; SOUZA, A. L. de; FILHO, A. T. de O. **Dinâmica da estrutura diamétrica da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas no sub-bosque de povoamento puro de *Mimosa scabrella* Bentham, em área minerada, em Poços de Caldas, MG.** Rev. Árvore, v. 29, n. 1, jun. 2005.

PEIXOTO, J. A. O.; FERNANDES, P.; ESTEVAN, D. A.; BECHARA, F. C.; GIESEL, A. **Identification of potential non-timber uses in remaining Araucaria Forest, Bituruna – Paraná.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 5, p. e41911528265, 2022.

RAUPP, P. P.; FERREIRA, M. C.; ALVES, M.; CAMPOS-FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R.; CONSOLARO, H. N.; VIEIRA, D. L. M. **Direct seeding reduces the costs of tree planting for forest and savanna restoration.** Ecological Engineering, v. 148, abr. 2020.

SCHNEIDER, C. R.; ANGELO, D. H.; ANGELO, A. C.; BEHLING, A.; RÍOS, R. C.; BLUM, C. T. **Espécies, práticas silviculturais e monitoramento: estratégias para restauração ecológica de áreas protegidas da Mata Atlântica.** Revista Ciência Florestal, v. 33, n. 4, p. 1-22, out./dez. 2023.

SILVA, E. P. da; ARMAS, R. D. de; FERREIRA, P. A. A.; DANTAS, M. K. L.; GIACHINI, A. J.; ROCHA-NICOLEITE, E.; GONZÁLEZ, A. H.; SOARES, F. S. **Soil attributes in**

coal mining areas under recovery with bracatinga (*Mimosa scabrella*). Letters in Applied Microbiology, v. 68, n. 6, p. 497–504, jun. 2019.

SILVA, K. de A.; MARTINS, S. V.; NETO, A. M. **SEMEADURA DIRETA COM TRANSPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA COMO METODOLOGIA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.** Revista Árvore, v. 39, n. 5, p. 811–820, out. 2015.

SINDHU, S.S.; SEHRAWAT A.; GLICK, B.R. **The involvement of organic acids in soil fertility, plant health and environment sustainability.** Arch Microbiol, v. 204, n. 12, nov. 2022.

SOUZA, D. C. de; ENGEL, V. L. **Advances, challenges, and directions for ecological restoration by direct seeding of trees: Lessons from Brazil.** Biological Conservation, v. 284, aug. 2023.

TURCHETTO, F.; MAFFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B. **Desenvolvimento inicial de cinco espécies arbóreas nativas da mata atlântica em plantios de recomposição florestal no sul do Brasil.** Editora Ciência Digital, v. 1, 2022.

YOUNG, T. P. **Restoration ecology and conservation biology.** Biological Conservation, v. 92, n. 1, p. 73-83, jan. 2000. DOI: 10.1016/S0006-3207(99)00057-9.