Efeito da inoculação com bactérias promotoras de crescimento e doses de adubação nitrogenada no crescimento inicial de aveia-preta

Janaína Muniz¹, Murilo Dalla Costa², Roberto Akitoshi Komatsu³ e Albiery Rafaeli de Abreu⁴

Resumo – *Azospirillum* e *Pseudomonas* são gêneros de bactérias do solo que fixam nitrogênio atmosférico e podem promover o crescimento das plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar a taxa de emergência e o desenvolvimento inicial de aveia-preta com o uso de inoculantes comerciais à base de *A. brasilense* e/ou *P. fluorescens* sob doses de adubação nitrogenada. Testaram-se dois inoculantes comerciais, aplicados no momento da semeadura; após 20 dias aplicou-se nitrogênio em doses correspondentes a 0,50 e 100% da recomendada. Após 40 dias, foram avaliados taxa de emergência, número de perfilhos e massas da matéria seca de raízes (MSR), de parte aérea (MSPA) e total (MST). A adubação nitrogenada não teve efeito sobre as variáveis e os dois inoculantes promoveram aumentos acima de 90% na MSR, MSPA e MST em relação ao controle. Os inoculantes contendo *A. brasilense* em combinação ou não com *P. fluorescens* favorecem a emergência e crescimento inicial da aveia-preta, evidenciando seu potencial como bioinsumo promissor para a cultura.

Palavras-chave: *Avena strigosa*; *Azospirillum brasilense*; *Pseudomonas fluorescens*.

Effect of inoculation with plant growth-promoting bacteria and nitrogen fertilization rates on the initial growth of black oats

Abstract – *Azospirillum* and *Pseudomonas* are genera of soil bacteria that fix atmospheric nitrogen and can promote plant growth. The objective of this work was to evaluate the emergence rate and initial development of black oats using commercial inoculants based on *A. brasilense* and/or *P. fluorescens* under nitrogen fertilization doses. Two commercial inoculants were tested and applied at the time of sowing; after 20 days, nitrogen was applied at doses corresponding to 0, 50 and 100% of the recommended dose. After 40 days, the emergence rate, number of tillers and root, shoot and total dry biomass were evaluated. Nitrogen fertilization did not affect the variables and both inoculants promoted increases of over 90% in root, shoot and total dry biomass compared to the control. The inoculants containing *A. brasilense* in combination or not with *P. fluorescens* favor the emergence and initial growth of black oats, demonstrating its potential as a promising bio input for the crop.

Keywords: *Avena strigosa*; *Azospirillum brasilense*; *Pseudomonas fluorescens*.

A inoculação de gramíneas com bactérias diazotróficas promotoras de crescimento é um processo destinado à formação de simbioses, o que estimula o aumento da disponibilidade de nitrogênio para o metabolismo vegetal e, conseqüentemente, favorece o crescimento das plantas (Hungria, 2011; Santos *et al.*, 2021).

A adoção dessa prática propicia a redução de custos com o uso de fertilizantes nitrogenados e o aumento na lucratividade das lavouras, além de trazer benefícios ambientais pela melhoria da qualidade do solo. Segundo Hungria (2011), existe um interesse

crecente pelo uso de inoculantes contendo bactérias que promovem o crescimento e incrementam a produtividade de plantas, devido ao alto custo dos fertilizantes químicos e a uma conscientização em prol de uma agricultura sustentável e menos poluente.

Em aveia-preta, a aplicação de *A. brasilense* rendeu aumentos de número de folhas e altura das plantas (Cunha *et al.*, 2024). Por outro lado, tanto na cultura do milho quanto na aveia-preta, cultivados em sucessão, não foram observadas vantagens com o uso de *A. brasilense* em comparação aos

tratamentos sem inoculação (Piva *et al.*, 2023).

A observação desses efeitos evidencia a necessidade de avaliar previamente a aplicação de bactérias promotoras de crescimento, levando em conta as condições de solo e clima, a fim de determinar a ocorrência ou não de benefícios na colonização, a variação dos efeitos conforme as cepas empregadas e os possíveis efeitos sinérgicos quando combinadas com a adubação nitrogenada. Conforme Araújo *et al.* (2025), as condições edafoclimáticas exercem influência determinante na diversidade e na eficiência das estirpes de rizóbios

Recebido em 24/02/2025. Aceito para publicação em 19/04/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2024>

Editor de seção: João Frederico Mangrich dos Passos/ Epagri

¹ Engenheira-agrônoma, Dra., Técnica de Laboratório em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC – câmpus Lages), Rua Heitor Vila Lobos, 225, Bairro São Francisco, 88506-400 Lages, SC, fone: (49) 3221-4265, e-mail: janaina.muniz@ifsc.edu.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Lages, Rua João José Godinho, S/N, Bairro Morro do Posto, 88502-970 Lages, SC, e-mail: murilodc@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC – Câmpus Lages), Rua Heitor Vila Lobos, 225, Bairro São Francisco, 88506-400 Lages, SC, e-mail: roberto.komatsu@ifsc.edu.br.

⁴ Gestor do Agronegócio, Mestrando em Produção Vegetal, Udesc/Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Av. Luiz de Camões, 2090, Conta Dinheiro, 88520-000 Lages, SC, e-mail: albieryabreu@gmail.com.

no sul do Brasil, evidenciando a importância de se considerar fatores locais no desenvolvimento de inoculantes biológicos.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de inoculantes comerciais à base de *Azospirillum brasilense* e/ou *Pseudomonas fluorescens* na germinação e crescimento de aveia-preta (*Avena strigosa*) sob diferentes doses de nitrogênio.

O experimento foi realizado entre os meses de abril e junho de 2023, em casa de vegetação da Epagri – Estação Experimental de Lages, SC. Durante este período, a temperatura média diária oscilou entre 18°C e 25°C e a umidade relativa do ar foi de aproximadamente 85%. Aveia-preta, cultivar Neblina, foi semeada em vasos de 5,5 litros contendo Nitossolo Bruno aluminoférrico húmico (Embrapa, 2006) coletado em São José do Cerrito, SC. A textura média foi de 630g kg⁻¹ de areia, 40g kg⁻¹ de silte e 330g kg⁻¹ de argila, coletados em São José do Cerrito, SC, com as seguintes características químicas antes da implantação do ensaio: pH SMP = 5,26; P = 5,4mg dm⁻³ (muito baixo); K = 79mg dm⁻³ (baixo); Ca = 3,61cmolc dm⁻³; Mg = 1,86cmolc dm⁻³ e 4,5% de matéria orgânica (m/v). Após peneiragem em malha de 2mm, a correção da acidez do solo foi realizada por meio da aplicação de 7,5t ha⁻¹ de calcário dolomítico, previamente incorporado. Em seguida, procedeu-se à adubação fosfatada e potássica com a aplicação de 180kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 110kg ha⁻¹ de K₂O, conforme as recomendações técnicas para a cultura (CQFS-RS/SC, 2016).

Os tratamentos foram constituídos pela inoculação ou não de *A. brasilense* (Inoculante A) ou *A. brasilense* + *P. fluorescens* (Inoculante B) em sementes de aveia-preta e da aplicação de três doses de nitrogênio, correspondentes a 0, 50 e 100% da dose recomendada para a cultura. O inoculante líquido “A” é formulado à base de culturas das cepas Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*, em concentração de 2×10⁸ UFC mL⁻¹. O inoculante líquido “B” é composto por cepas de *A. brasilense* (AbV6) e *P. fluorescens* (CCTB03), em concentração de 1×10⁸ UFC mL⁻¹. A inoculação das sementes foi realizada antes da semeadura na dose recomendada pelos

fabricantes (2mL kg⁻¹ semente).

Aos 20 dias após a semeadura, aplicou-se o nitrogênio em forma de ureia (0, 75 e 150kg ha⁻¹). Após 40 dias, avaliaram-se as seguintes variáveis: taxa de emergência (%), perfilhos por planta (nº) e massas da matéria seca da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹), de raízes (MSR, g planta⁻¹) e total (MST, g planta⁻¹) após secagem de biomassa em estufa com circulação de ar forçado a 55°C por 72 horas.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 3x3, totalizando nove tratamentos com cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por dez plantas, considerando-se densidade de 80kg sementes ha⁻¹. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias (Tukey, p<0,05) utilizando-se o programa R (R CORE TEAM, 2022).

Em todas as variáveis analisadas, não foram constatados efeitos da adubação nitrogenada e da interação entre os fatores após 40 dias de semeadura da aveia-preta. A taxa de emergência, MSPA, MSR e MST foram superiores nos tratamentos com aplicação de inoculantes “A” e “B” nas sementes de aveia-preta, independente da dose de N, com aumento de mais de 53% para a emergência de plântulas e incrementos de mais de 90% no acúmulo de matéria seca (Tabela 1).

A inoculação com bactérias promotoras de crescimento dos gêneros *Azospirillum* e *Pseudomonas* apresentou eficácia em gramíneas forrageiras tropicais. Conforme Hungria *et al.* (2021) a produção de forragem de braquiária aumentou com o uso de cepas destes dois gêneros e o benefício foi maior com dose adicional de N (40kg contra 80kg N ha⁻¹). Em cultivares de *Megathyrsus maximus* (capim colômbio) a inoculação com cepas de *A. brasilense*, *P. fluorescens*, *Bacillus subtilis* ou *Rhizobium tropici* possibilitou, mesmo que em graus diferenciados, algum tipo de ganho produtivo na forrageira (Guimarães *et al.*, 2023). Em cultivares de *Avena sativa* (aveia-branca), a inoculação com bactérias diazotróficas promoveu o crescimento da parte aérea e de raízes, com variações conforme a

cepa, o nível de fertilização e o cultivar (Ghimire *et al.*, 2023; López *et al.*, 2024), indicando a importância de avaliações prévias em casa de vegetação ou campo.

Considerando-se o período de condução do experimento, a inoculação com bactérias diazotróficas pode substituir a adubação nitrogenada aplicada aos 20 dias, proporcionando uma redução significativa nos custos de implantação da pastagem com aveia-preta. Experimentos em campo, conduzidos ao longo do ciclo produtivo da forrageira e nas condições edafoclimáticas de Santa Catarina podem proporcionar uma avaliação mais precisa dos efeitos benéficos da inoculação destas bactérias na cultura. Em caso de resultados positivos, a utilização desse bioinsumo poderá ser recomendada como uma estratégia eficiente para a redução dos custos e dos impactos ambientais decorrentes do uso de fertilizantes nitrogenados, sem comprometer e, potencialmente, até promovendo o incremento da produtividade de biomassa, seja na forma de forragem ou de cobertura vegetal do solo.

Conclui-se que os inoculantes comerciais testados contendo *A. brasilense* em combinação ou não com *P. fluorescens* favorecem a emergência e crescimento inicial da aveia-preta, evidenciando o potencial de uso de formulações à base destas bactérias diazotróficas como bioinsumo na cultura.

Contribuição dos autores

Janaína Muniz: Conceituação, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Recursos, Validação, Visualização de dados (infográfico, fluxograma, tabela, gráfico), Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição. **Murilo Dalla Costa:** Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização de dados (infográfico, fluxograma, tabela, gráfico), Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição. **Roberto Akitoshi Komatsu:** Conceituação, Investigação, Metodologia, Administração do projeto,

Tabela 1. Taxa de emergência de plântulas (%), perfílios por planta (nº), massas da matéria seca da parte aérea (MSPA, g), de raízes (MSR, g) e total (MST, g) por vaso (média ± desvio-padrão) após 40 dias de inoculação de *Azospirillum brasilense* (Inoculante A) ou *A. brasilense* + *P. fluorescens* (Inoculante B) em sementes de aveia-preta cv. Neblina

Table 1. Seedling emergence rate (%), tillers per plant (nº), dry matter mass of shoot (g), root (g) and total (g) per pot (mean ± standard deviation) after 40 days of inoculation of *Azospirillum brasilense* (Inoculant A) or *A. brasilense* + *P. fluorescens* (Inoculant B) in seeds of black oat cv. Neblina

Inoculação	Emergência (%)	Perfílios (nº)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Controle	52,50±4,0 b	1,93 ^{ns}	0,85±0,14 b	0,81±0,18 b	1,66±0,32 b
Inoculante A	85,00±4,0 a	2,23	1,53±0,14 a	1,53±0,17 a	3,06±0,29 a
Inoculante B	80,83±4,0 a	2,26	1,64±0,15 a	1,55±0,17 a	3,19±0,30 a
p-valores					
Inoculação	<0,001	0,321	0,002	0,012	0,003
Nitrogênio	0,650	0,858	0,754	0,294	0,606
Interação	0,053	0,991	0,111	0,171	0,096
C.V. (%)	19,2	26,9	37,7	46,3	38,7

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: elaborated by the authors (2025)

Recursos, Supervisão, Validação. **Albiery Rafaeli de Abreu:** Conceituação, Investigação, Recursos, Validação, Visualização de dados (infográfico, fluxograma, tabela, gráfico).

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados por solicitação direta aos autores.

Financiamento

Este trabalho não recebeu financiamento.

Referências

ARAÚJO, T.G.F. de.; RODRIGUES, E.P.; HUNGRIA, M.; BARCELLOS, F.G. Soil and climatic conditions determine the rhizobia in association with *Phaseolus vulgaris* in southern Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.56, n.1, p.123-135, 2025.

CUNHA, V.S. BRUM, M.S.; SOARES, A.B.; DEAK, E.A.; SPETH, L.A.L.; MARTIN, T.N. Promoting black oat and ryegrass growth via *Azospirillum brasilense* inoculation after corn and soybean crop rotation. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.36, p.1-8, 2024.

CQFS-RS/SC – COMISSÃO DE QUÍMICA E

FERTILIDADE DO SOLO NÚCLEO REGIONAL SUL. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Porto Alegre, 2016. 376p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338818/1/abrasileirodeclassificacaodossolos2006.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

GHIMIRE, K.; PETA, V.; BÜCKING, H.; CAFFE, M. Effect of non-native endophytic bacteria on oat (*Avena sativa* L.) growth. **International Journal of Plant Biology**, v.14, n.3, p.827-844, 2023.

GUIMARÃES, G.S.; RONDINA, A. B. L. OLIVEIRA JR., A. G.; JANK, L.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Inoculation with plant growth-promoting bacteria improves the sustainability of tropical pastures with *Megathyrsus maximus*. **Agronomy**, v.13, n.3, p.734, 2023.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*:** inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja. 2011. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879471>. Acesso em: 24 set. 2024.

HUNGRIA, M.; RONDINA, A.B.L.; NUNES,

A.L.P.; ARAUJO, R.S.; NOGUEIRA, M.A. Seed and leaf-spray inoculation of PGPR in brachiarias (*Urochloa* spp.) as an economic and environmental opportunity to improve plant growth, forage yield and nutrient status. **Plant and Soil**, v.463, p.171-186, 2021.

LÓPEZ, D.F.; QUILA, N.V.; MULET, R.C.; MOLANO, C.E.R. Contribution of forage grasses to biological nitrogen fixation and their response to diazotroph inoculation. Review. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v.15, n.2, p.446-461, 2024.

PIVA, J.T.; SCHMITT, D.E.; FIOREZE, S.L.; GUGINSKI-PIVA, C.A.; RIBEIRO, R.H.; BESEN, M.R. *Azospirillum brasilense* inoculation and nitrogen fertilization in a 3-year maize and black oat yield in succession. **Revista Ceres**, v.70, p.21-29, 2023.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>. 2022.

SANTOS, M.S.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Outstanding impact of *Azospirillum brasilense* strains Ab-V5 and Ab-V6 on the Brazilian agriculture: Lessons that farmers are receptive to adopt new microbial inoculants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.45, e0200128, 2021.