

Desenvolvimento inicial da cultura do milho sob diferentes doses de inoculante

Azospirillum brasiliense

Tadeu Del Pupo^{1*}; Cornelio Primieri¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}tadeudelpupo35@gmail.com

Resumo: O milho tem alta demanda de nutrientes, como é o caso nitrogênio. A inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio pode ajudar a suprir parte dessa necessidade, sendo que a introdução dessas bactérias ainda não estão nas prioridades dos produtores de milho. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi analisar o desenvolvimento inicial da cultura do milho sob diferentes doses de inoculante *Azospirillum brasiliense*. O experimento teve condução no laboratório de análises de germinação de sementes do Centro Universitário FAG em Cascavel, Paraná, em abril de 2024. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo quatro tratamentos (T1 – 150 mL para cada 50 kg de semente, T2 – 100 mL para cada 50 kg de semente, T3 – 50 mL para cada 50 kg de semente e T4 – testemunha, sem a utilização do inoculante) e cinco repetições. A variedade utilizada foi, AS 1800 PRO3®. Os parâmetros avaliados foram germinação, comprimento da raiz e comprimento da parte aérea das plântulas. A inoculação com 50 mL e a testemunha foram inferiores no comprimento radicular e da parte aérea. Já a inoculação com 150 mL e 100 mL tiveram resultados satisfatórios em todos os parâmetros avaliados, sendo que 100 mL do inoculante para 50 kg de semente já é o suficiente.

Palavras-chave: *Zea mays*; fixação; germinação.

Initial development of the corn crop under different doses of *Azospirillum brasiliense* inoculant

Abstract: Corn has a high demand for nutrients, such as nitrogen. Inoculation with nitrogen-fixing bacteria can help to meet part of this need, and the introduction of these bacteria is not yet a priority for corn growers. In this context, the aim of this work was to analyze the initial development of the maize crop under different doses of *Azospirillum brasiliense* inoculant. The experiment was carried out in the seed germination analysis laboratory at the FAG University Center in Cascavel, Paraná, in April 2024. The experimental design used was completely randomized (DIC), with four treatments (T1 - 150 mL for every 50 kg of seed, T2 - 100 mL for every 50 kg of seed, T3 - 50 mL for every 50 kg of seed and T4 - control, without using the inoculant) and five replications. The variety used was AS 1800 PRO3®. The parameters assessed were germination, root length and aerial part length of the seedlings. Inoculation with 50 mL and the control were inferior in terms of root and shoot length. On the other hand, inoculation with 150 mL and 100 mL had satisfactory results in all the parameters evaluated, with 100 mL of inoculant per 50 kg of seed being sufficient.

Keywords: *Zea mays*; fixation; germination.

Introdução

O milho [*Zea mays*] têm significativa importância econômica no mundo, os principais produtores globais deste grão são os Estados Unidos, seguido da China e o Brasil. No Brasil, o milho é a segunda cultura mais importante de grãos, ficando atrás apenas da soja. O cultivo deste cereal é produzido em diferentes condições ambientais, em regiões frias e quentes, com variações de altitude e de latitude, resultando em diferentes níveis de produtividade.

Pelas condições climáticas e geográficas, o Brasil se torna o único país a produzir três safras de milho (CNA, 2023). A safra de 22/23 teve uma produção de 131.865,9 milhões de toneladas, 16,6 % a mais que a safra anterior, sendo uma produtividade de 5.922 kg ha¹, com uma área plantada de 22.264,4 mil ha¹ (CONAB, 2023).

O milho se destaca por ser um cereal com muita qualidade nutritiva, pois tem uma grande importância na alimentação humana e animal. Apesar de ser um dos países que mais produzem milho no mundo, o Brasil ainda passa por uma forte dependência de fertilizantes que chegam importados de outros países, como Rússia e China (EMBRAPA, 2022), fator que encarece a produção.

No que diz respeito à adubação, o milho é uma das culturas mais exigentes em fertilizantes, com destaque para os nitrogenados, conforme destacado por Ohland *et al.* (2005). O inoculante *Azospirillum brasilense* contribui para a fixação do nitrogênio (N), nutriente que atua diretamente na biossíntese de proteínas e de clorofilas (ANDRADE *et al.* 2003), no sistema radicular das plantas.

A maior parte do nitrogênio presente no solo é encontrado na forma orgânica, enquanto que para as plantas, a principal forma de absorção é o nitrogênio inorgânico (nitrito e nitrato). A disponibilidade deste nutriente essencial para o milho pode variar de acordo com diversos fatores, como atividade microbiana, umidade, temperatura, pH do solo, entre outros fatores podem contribuir para a perda de nitrogênio do sistema de produção (CECCON *et al.*, 2010).

Devido à perda de nitrogênio pelos fatores acima citados, surgem novas tecnologias visando reduzir os custos de produção, como o uso de inoculantes contendo bactérias fixadoras de nitrogênio, como é o caso das bactérias pertencentes ao gênero *Azospirillum* (BASHAN; BASHAN, 2005), em específico a *Azospirillum brasiliense* da cultura de milho (REIS *et al.*, 2000).

A introdução de inoculantes no plantio da cultura do milho ainda é pouco utilizada por alguns produtores, por desconhecerem que essas bactérias têm alto potencial de fixação

biológica de nitrogênio na cultura de milho, assim como em outras culturas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Em específico, no desenvolvimento inicial do milho, o inoculante *Azospirillum brasiliense* auxilia na fixação biológica de nitrogênio, conseqüentemente pode contribuir para ganhos na produtividade, redução de custos e de contaminação do meio ambiente (DOTTO *et al.*, 2012). A síntese de hormônios pelas plantas apresenta resultados positivos em culturas como milho, arroz e trigo (EMBRAPA, 2022).

No milho, a inoculação com *Azospirillum brasiliense* pode promover um efeito significativo no desenvolvimento inicial em nível radicular aumentando o número de radículas, diâmetro das raízes laterais e adventícias (SANTOS *et al.*, 2015); Características que contribuem para a planta extrair nutrientes e água em um volume maior do solo em relação à plantas não inoculadas conforme aponta a investigação de Ceccato Junior, Guimarães e Suss (2016), destacando que o comprimento de raiz de plantas inoculadas são de 56,07 cm e 38,39 cm para não inoculadas, uma diferença significativa e importante a ser considerada em relação ao custo-benefício.

O uso do *Azospirillum brasiliense* para além de promover ganhos na produtividade, redução de custos, produção de raízes, a altura de plantas também ganha destaque relacionada a fixação biológica de N (FUKAMI *et al.*, 2016), coloração mais verde pelo elevado teor de clorofila (HUNGRIA, 2011), também ganha destaque quando associada a maiores dosagem de nitrogênio (SILVA *et al.*, 2020).

O objetivo foi avaliar como diferentes doses do inoculante *Azospirillum brasiliense* contribui no desenvolvimento inicial da cultura do milho.

Material e métodos

O experimento de milho foi conduzido no laboratório de germinação e de análise de sementes do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz no município de Cascavel, Paraná, e teve realização durante o mês de abril de 2024.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo feito quatro tratamentos com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. O experimento ocorreu com a utilização do inoculante *Azospirillum brasiliense*, com os tratamentos dispostos da seguinte maneira: T1 – 150 mL para cada 50 kg de semente, T2 – 100 mL para cada 50 kg de semente, T3 – 50 mL para cada 50 kg de semente e T4 – testemunha, sem a utilização do inoculante. As dosagens variam de acordo com a recomendação comercial do produto, nelas

estão contidas, dose cheia, dose media e dose mínima. A variedade de sementes escolhidas para o teste foi a AS 1800 PRO3® (milho híbrido).

Para o seguimento do experimento, foram utilizados papeis de germinação (Germitest®), onde eles foram pesados e umedecidos de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS), e com ajuda do tabuleiro de sementes, elas foram depositadas sobre os papeis, sendo adicionadas 50 sementes em cada uma das 20 unidades experimentais. Após feito os tratamentos, os testes foram colocados em sacos plásticos e mantidos na incubadora BOD em temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas de luz.

Após oito dias os tratamentos foram retirados da incubadora e foram escolhidas 10 plantas aleatórias de cada unidade experimental e analisados a porcentagem (%) de germinação, as plantas mortas, normais e anormais (BRASÍLIA, 2009). O comprimento das raízes e plântulas foram medidas com a ajuda de uma régua milimetrada com os resultados expressos em centímetros (cm).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância, com a utilização do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019)

Resultados e Discussões

Na tabela 1 podemos ver os resultados dos tratamentos avaliados, onde eles obtiveram respostas favoráveis a inoculação.

Tabela 1 – Parâmetros de germinação, comprimento radicular comprimento da parte aérea de plântulas de milho sob diferentes doses de inoculante *Azospirillum brasilense*.

Tratamentos	Germinação (%)	Comprimento radicular (cm)	Comprimento parte aérea (cm)
T1 - 150 mL para cada 50 kg de semente	99,2a	15,55a	7,44a
T2 - 100 mL para cada 50 kg de semente	96,8ab	13,43ab	7,13a
T3 - 50 mL para cada 50 kg de semente	96,8ab	12,11b	6,35b
T4 - Testemunha, sem a utilização do inoculante	96,4b	11,87b	6,05b
CV (%)	1,49	7,00	6,07
P-valor	2,86	0,0037	0,018

Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: O autor (2024).

De acordo com os dados expostos na tabela 1, para os parâmetros avaliados para germinação os tratamentos T1 - 150 mL para 50 kg de semente, T2 - 100 mL para cada 50 kg

de semente e T3 - 50 mL para cada 50 kg de semente, diferiram do T4. Segundo o Mapa (2013) a porcentagem ideal para germinação de milho é acima de 85%, então nota-se que tivemos resultados coerentes.

Em tratamento feito em laboratório Garlini (2021) utilizou estirpes de *Azospirillum brasiliense* em sementes de milho tratadas, com doses variantes de acordo com a recomendação da bula, notou que em seu experimento não houve diferença significativa entre os tratamentos, quando analisada a germinação. Dartora *et al*, (2013) em testes com diferentes estirpes de *Azospirillum* utilizando 1 mL para 1.000 sementes de milho também não constatou diferenças.

Na questão do comprimento do sistema radicular o T1 – 150 ml para 50 kg de semente, com 15,55 cm e o T2 - 100 mL para cada 50 kg de semente, com 13,43 mostraram diferença significativa quando comparados aos outros dois tratamentos analisados. Resultados parecidos com Rodrigues (2020), em teste feito em vasos, onde híbridos de milho ADV 9860 PRO2® plantados no mês de julho e agosto, mostraram influência positiva no comprimento da raiz com o uso da inoculação com *Azospirillum brasiliense*, e negativa quando não há a utilização.

No desenvolvimento da parte aérea o T1 - 150 ml para 50 kg de semente, com 7,44 cm e o T2 – 100 mL para cada 50 kg de semente, com 7,13 cm, mostraram diferença aos T3 com 6,35 cm e T4 com 6,05 cm.

Quando Raspe e Raspe (2021) analisaram plantas de milho em estágio R1 em estudo a campo, quando a utilização de *Azospirillum brasiliense* inoculadas na semente, constataram que houve um aumento significativo das plantas, junto com o aumento da dosagem do inoculante. Dos Santos, Perin e Monteiro (2015) não encontraram diferenças na adição do inoculante em milho, quando feito o teste entre as variáveis de parte aérea.

Conclusão

De forma geral os tratamentos que constataram melhores resultados foram o T1 - 150 ml para 50 kg de semente e T2 – 100 mL para cada 50 kg de semente, sendo que 100 mL para 50 kg de semente é o suficiente.

Referências

ANDRADE, A. C., FONSECA, D. D., QUEIROZ, D. S., SALGADO, L. T., & CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1643-1651, 2003.

BASHAN, Y.; BASHAN, L.E de. Plant growth-promoting. *In*: HILLEL, D. **Encyclopedia of soil in the environment**. Oxford, Elsevier, 2005. p. 103-115.

BRASÍLIA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CECCATO JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SUSS, A. D. Fertilização com sulfato de magnésio na cultura do milho submetido á inoculação de *Azospirillum brasilense*. **Encontro anual de iniciação científica, tecnológica e inovação**, 2, Marechal Cândido Rondon. Cascavel: Unioeste, 5 p., 2016.

CECCON, G.; MATOSO, A. O.; NETO NETO, A. L.; PALOMBO, L. **Uso de herbicidas no consórcio milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis***. Planta Daninha, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 359–364, 2010.

CONAB - COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. v. 10. Safra 2022/23 n. 12 – Décimo segundo levantamento. Brasília, DF, setembro, 2023. 104 p.

CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Milho é um dos cereais mais nutritivos e versáteis do mundo**. Disponível em: [Milho é um dos cereais mais nutritivos e versáteis do mundo | Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil \(CNA\) \(cnabrazil.org.br\)](https://www.cnabrazil.org.br/milho-e-um-dos-cereais-mais-nutritivos-e-versateis-do-mundo). Acesso em 29 abr. 2024.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; PINTO JÚNIOR, A. S.; MAGALHÃES CUZ, L.; MENSCH, R. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria Paranaensis - SAP**, v. 12, n. 3, p. 175–181, 2013.

DOTTO, R. L.; VIEGAS, J.; MARTIN, N. T.; SKONIESKI, R. F.; MINGOTTI, A. C. C.; MORO, G.; COSTA, L. L.; CASSOL, L. S. **Adubação nitrogenada e utilização de inoculante *Azospirillum Brasilense* na produção de milho**. Erechim, RS, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Como reduzir a utilização de fertilizantes na agropecuária**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73697007/como-reduzir-a-dependencia-de-fertilizantes-na-agropecuaria-brasileira>. Acesso em: 29 abr. 2024.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum Brasilense*. **AMB Express**, 6:1-13, 2016. Doi: 10.1186/s13568-015-0171-y. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26759120/#full-view-affiliation-5>. Acesso em: 29 abr. 2024.

GARLINI, P. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento de plântulas de milho com *Azospirillum brasiliense*. FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu. São Miguel do Iguaçu, 2021. p. 10 -27

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum Brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina, PR: Embrapa Soja, p.36 – D, 325. 2011.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 45, de 17 de set. de 2013**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrede2013.pdf. Acesso em: 17 de maio de 2024.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora Ufla, p. 449-465, 2006.

OHLAND, R. A. A., SOUZA, L. C. F. D., HERNANI, L. C., MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

REIS, V. M.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. **Biological nitrogen fixation in gramineae and palm trees**. Critical Review in Plant Sciences, Amsterdam, v. 19, n. 3, p. 227-247, 2000.

RASPE. R. C.; RASPE. T. D. Inoculação e aplicação de diferentes doses de *Azospirillum brasiliense* e sua influência no desenvolvimento da cultura do milho. **Agrarian Sciences and Environment**. v. 36 p. 2-14, 2021

RODRIGUES. M. G. Emergência e desenvolvimento inicial do milho inoculado com *Azospirillum brasiliense*. **Fitotecnia**. Centro Universitário de Anápolis – Uni Evangélica. Anápolis, 2020. p. 29.

SANTOS, E. L dos.; PERIN, F. A.; MONTEIRO, M. A. Inoculação com bactérias do gênero *Azospirillum Brasilense* e enraizador na cultura do milho (*Zea mays*) na segunda safra. Centro Universitário FAG. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.4, p. 60-72, 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/oswaldojunior,+Gerente+da+revista,+13962-50550-1-CE.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

SILVA, A. A.; ANDRADE, E. L. G.; SILVA, T. R.; MELIDO, R. Produtividade de milho inoculado com *Azospirillum Brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio. **Anais [...]** do 3º Simpo sio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2020; 62-71. Disponível em: <https://finom.edu.br/assets/uploads/cursos/tcc/202102031402523.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.