



CRESCIMENTO VEGETATIVO DE GENÓTIPOS DE MILHO COM DIFERENTES INOCULANTES E ADUBAÇÕES NITROGENADAS

Anthony Hasegawa Sandini¹, Amanda Gonçalves Guimarães^{2*}, Gloria Regina Botelho³, Claudio da Cunha Torres Junior⁴, Emilene Aparecida Franca dos Santos⁵, Gabriela Demeneck Belen⁶

Submissão: 16/05/2024

Aceite: 14/08/2024

¹Graduando; Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, SC, Brasil. Graduando em Agronomia. anthony.h.sandini@gmail.com

²Docente; Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, SC, Brasil. amanda.goncalves@ufsc.br

³Docente; Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, SC, Brasil. gloria.botelho@ufsc.br

⁴Técnico de Laboratório; Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, SC, Brasil. claudio.junior@ufsc.br

⁵Graduanda; Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, SC, Brasil. emif0410@gmail.com

⁶Graduanda; Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, SC, Brasil. demeneckgabriela@gmail.com

*Email para correspondência: amanda.goncalves@ufsc.br

Resumo: Para diminuir a aplicação de fertilizantes nitrogenados (N) na cultura do milho, têm sido estudadas as bactérias fixadoras. O objetivo do trabalho é avaliar o crescimento vegetativo de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio e inoculantes em casa-de-vegetação. O experimento desenvolvido em delineamento experimental inteiramente ao acaso com esquema fatorial 2x5, sendo duas cultivares de milho (BRS4103 e BRS1010) e cinco manejos de adubação (inoculação de *Azospirillum brasilense* estirpes AbV5 e AbV6 e 50% da dose de N recomendada (T1); inoculação de *Bacillus* spp. isolado EB16 e 50% da dose de N recomendada (T2); 100% da dose de N (T3); 0% da dose de N (T4) e 50% da dose de N (T5) em três repetições. Após 60 dias da semeadura, foram realizadas avaliações de altura de plantas, área foliar e teor de nitrogênio. As bactérias utilizadas no milho BRS 4103 proporcionaram médias superiores, para teor de nitrogênio e a área foliar, sendo esta última característica favorecida na aplicação de 100% de N. Para o milho BRS 1010, o teor de nitrogênio foi superior quando se utilizou o isolado EB16 e 100% de N. Houve um aproveitamento pelas plantas inoculadas com os microrganismos promotores de crescimento quanto ao teor de N para o período vegetativo da cultura, dependendo do genótipo de milho.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Bacillus*, *Azospirillum*, fixação biológica de nitrogênio.

1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo para alimentação animal e humana, uso industrial e energético como biocombustíveis (ULRICH et al., 2023). O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, com produção de 125.715,3 milhões de toneladas de grãos na safra 22/23, ocupando área de 22.152,3 milhões de hectares (CONAB, 2023). Minas Gerais é o estado de maior produção (5.133,4 milhões de t), enquanto Santa Catarina ocupou o quarto lugar (2.556,8 milhões de toneladas) na primeira safra de 22/23 (CONAB, 2023).

Devido à sua grande importância no contexto no agronegócio brasileiro, pesquisas no sentido de melhorar o aproveitamento da adubação mineral por parte da cultura vêm sendo desenvolvidas, em especial a adubação nitrogenada (TORRES et al., 2015). O nitrogênio (N) é um elemento extraído em grande quantidade pela planta, chegando a 75% da massa seca (OLIVEIRA et al., 2022). A necessidade de N na planta do milho varia entre 60 a 100 kg de N por ha, dependendo do tipo de genótipo e do solo para que esse tenha seu desenvolvimento pleno (CADORE et al., 2023).

Os fertilizantes minerais nitrogenados são utilizados para adubação da cultura, porém são oriundos da extração de compostos fósseis, não renováveis e prejudiciais ao meio ambiente, pois são de fácil perda por lixiviação (GUIMARÃES et al., 2020). Outro fator é o preço alto para sua aquisição. Por este motivo estudos vêm sendo desenvolvidos com objetivo de suplementar ou mesmo substituir os fertilizantes minerais na cultura de forma sustentável, como o uso, cada vez maior, de inoculação com microrganismos fixadores e promotores de crescimento (CHAGAS JUNIOR et al., 2022).

O N é um dos nutrientes que mais limita a produção, por ser essencial para o metabolismo das plantas, associado ao crescimento e desenvolvimento de drenos reprodutivos (TORRES et al., 2015). Apesar de ser considerado o nutriente indispensável para se alcançar alta produtividade, o processo industrial de produção dos fertilizantes utilizados como fontes de N possui elevados custos, o que tem impulsionado a busca por fontes naturais de nitrogênio (FERREIRA et al., 2020; GUIMARÃES et al., 2020).

A utilização de bactérias promotoras do crescimento de plantas tem demonstrado eficiência em fixar nitrogênio, além de estimular o crescimento pela síntese de fitohormônios e seu potencial para controle biológico (FERREIRA et al., 2018). Além disso, possuem menor valor comercial que fertilizantes e não prejudicam o meio ambiente (HUNGRIA et al., 2010).

Os gêneros bacterianos mais estudados são *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Azotobacter*, *Staphylococcus* e *Azospirillum* (LEONCIO; BOTELHO, 2017; MAHMOOD et al., 2016). O gênero *Azospirillum*, além da capacidade de estimular o crescimento da planta, por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN), destaca-se pela síntese de hormônios, a exemplo das auxinas, promovendo a expansão do caule da planta pelo alongamento celular e crescimento radicular da planta, em razão de uma melhor resposta à luz e nutrientes (OLIVEIRA et al., 2022). O gênero *Bacillus* tem a capacidade de solubilizar fósforo (FREITAS et al., 1997), fixar N (LIMA et al., 2011) e de controle de patógenos causadores de doenças em plantas (BALBINOT et al., 2020; CHAGAS JUNIOR et al., 2022).

Estudos desenvolvidos sobre o uso de bactérias na cultura do milho são favoráveis para maior crescimento da parte aérea da



planta, mas são escassas as informações sobre as condições de cultivo, sobre os genótipos de milho utilizados, tipos e doses de inoculantes (GUIMARÃES et al., 2023; OLIVEIRA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2022). Assim, buscou-se averiguar estas informações nos diferentes genótipos de milho (híbrido simples BRS 1010 e a variedade de polinização aberta BRS 4103) submetidos a inoculantes com bactérias *Azospirillum brasilense* e *Bacillus* spp., com diferentes doses de nitrogênio.

2. Material e Métodos

O presente estudo foi realizado em casa de vegetação localizada na sede da Universidade Federal de Santa Catarina, *campus* de Curitiba, entre as coordenadas geográficas 27°17'05" S e 50°32'05" O. Na casa de vegetação, a bancada é de altura de 1.30 m com 3 m de comprimento e 1,2 m de largura e a temperatura na casa de vegetação manteve-se em torno de 25°C. Foi realizado a análise de solo da área agroecológica da Fazenda Experimental Agropecuária para colocar nos vasos contendo solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Propriedades químicas do solo antes da implantação do experimento. UFSC, Curitiba-SC, Brasil, 2023.

Propriedades	pH	P	Zn	Fe	Mn	Cu	V	MO	K	Ca ²	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC pH7
Amostras (0-20 cm)	Água 6,3			(mg dm ⁻³) 1,9 20,8	11,1	4,7	(%) 76,8	(g dm ⁻³) 36,77				Cmol _c dm ⁻³ 0,0	4,6	14,1	18,4

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso com esquema fatorial 2x5, sendo dois genótipos de milho (BRS1010 e BRS4103) e cinco manejos de adubação: inoculação de *Azospirillum brasilense* estirpes AbV5 e AbV6 e 50% da dose de N recomendada (T1); inoculação de *Bacillus* spp isolado EB16 e 50% da dose de N recomendada (T2); 100% da dose de N (T3); 0% da dose de N (T4); e 50% da dose de N (T5), com três repetições, sendo cada parcela foi composta por um vaso de 5L, e semeadas quatro sementes de milho por vaso. O desbaste foi feito após sete dias, deixando apenas duas plântulas por vaso. A necessidade de irrigação foi verificada diariamente e estabelecido turno de regas, quando necessário, utilizando mangueira, em que a água foi distribuída aos vasos até a terra estar visualmente úmida.

Para o inoculante à base de *Bacillus* spp. foi utilizado o isolado EB16, obtido da rizosfera de alho cultivado na região de Curitiba-SC (BALBINOT et al., 2020). O isolado foi cultivado em 5,0 mL de meio Luria Bertani (LB) por 24h a 28°C. Em seguida, 3,0 mL da suspensão bacteriana foram transferidos para frascos contendo 0.5 g de turfa previamente esterilizada. Após a inoculação, os frascos foram levados a estufa bacteriológica por 72h a 28°C. Para o tratamento do inoculante comercial, *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6, com concentração de 2x10⁷ UFC mL⁻¹ com dose recomendada de 2 mL kg⁻¹, foi colocada a dosagem de 0,5 mL.

Para todos os tratamentos sem inoculação, com ou sem adubação foram preparados frascos contendo 0,5 g de turfa esterilizada mantidos nas mesmas condições. Todos os tratamentos receberam 0,5 mL de solução açucarada a 10% para padronização, de acordo com as recomendações para inoculantes turfosos.

Foram realizadas as adubações nitrogenada, seguindo os cálculos o manual de adubação e calagem SBCS-NRS (2016), de acordo com os tratamentos (Tabela 2). Na adubação de semeadura, foi utilizada a ureia como fonte de nitrogênio, cloreto de potássio como fonte de potássio e fosfato monoamônico (MAP) como fonte de fósforo. Na adubação de cobertura (após 30 dias), foi utilizado somente a ureia.

Tabela 2 – Adubações realizada por vaso na cultura do milho para cada genótipo. UFSC, Curitiba-SC, Brasil, 2023.

Manejo	Adubação de semeadura kg ha ⁻¹ N	Adubação de cobertura kg ha ⁻¹ N
<i>A. brasilense</i>	3,3	3,3
<i>Bacillus</i> spp.	3,3	3,3
100%N	6,6	6,6
0%N	0,0	0,0
50%N	3,3	3,3

Fonte – Autores, 2023.

As características avaliadas aos 60 dias após a semeadura foram: i) altura da planta (AP) (cm), determinada com uma trena métrica graduada da base do solo até a última folha; ii) área foliar (AF) (cm²), obtida por meio da medida da largura e do comprimento da folha no terço médio da planta; iii) teor de nitrogênio foliar (kg ha⁻¹), foi retirada a folha no terço médio +4, sem a nervura principal, e o N foi determinado de acordo com Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, identificando-se a diferença significativa pelo teste F, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando o programa Genes (CRUZ, 2016).

3. Resultados e Discussão

Houve diferença significativa para as variáveis área foliar e teor de nitrogênio para a interação genótipo de milho e manejo de adubação (Tabela 3). Já para a altura plantas, os genótipos de milhos foram diferentes.



Tabela 3 – Resumo da análise de variância (quadrados médios) das características analisadas referente ao manejo (inoculantes e doses de nitrogênio) e genótipos de milho. UFSC, Curitiba-SC, Brasil, 2023.

FV	GL	AP	AF	NITRO
Manejo (M)	4	14,38 ^{ns}	1942,15 ^{ns}	811,34*
Genótipo (G)	1	353,63*	1189,44 ^{ns}	759,83*
M x G	4	18,22 ^{ns}	7968,44*	335,04*
Resíduo	20	25,43	2358,18	33,89
Média		55,9	188,71	34,66
CV%		9,02	25,73	16,79

FV (Fontes de variação), GL (Grau de liberdade), AP (Altura de plantas), AF (Área foliar), NITRO (Teor de Nitrogênio foliar) CV% (Coeficiente de Variação). *Significativo e^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a área foliar, o genótipo de milho BRS 1010 não apresentou diferença entre as doses de nitrogênio e inoculantes (Tabela 4). Para o genótipo BRS 4103, os dois inoculantes com bactérias e a adubação de 100% de N resultaram em médias superiores de área foliar em comparação aos tratamentos de 0% e 50% de N.

Tabela 4 – Efeito da inoculação de diferentes bactérias e doses de N na área foliar (AF) e nos teores de nitrogênio das folhas em dois genótipos de milho. UFSC, Curitiba-SC, Brasil, 2023.

Manejo	Genótipos			
	BRS 1010		BRS 4103	
	AF (cm ²)		Teor de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	
<i>A. brasilense</i>	168,7Aa	236,0Aab	42,9Ab	47,8Aa
<i>Bacillus</i> spp.	156,7Aa	181,7Aab	49,7Aab	41,5Aa
100%N	223,7Aa	258,5Aa	54,1Aa	20,9Bb
0%N	164,7Aa	149,8Ab	20,6Ac	18,5Ab
50%N	199,1Aa	149,0Ab	31,1Ac	19,4Bb

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste F (5%). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%).

Em estudos realizados por Bonelli e Andrade (2020), percebeu-se que a maior área foliar proporcionou maior atividade fotossintética pela planta que necessita absorver mais nutrientes para seu desenvolvimento e, conseqüentemente, mais nitrogênio estará presente nas folhas pela alta exportação para as partes aéreas. No presente estudo, verificou-se a associação de área foliar com o nitrogênio, sendo influenciado com o tipo de genótipo de milho utilizado, ou seja, no BRS 4103 resultou em estímulos bacterianos e já no BRS 1010 foi no isolado de *Bacillus* spp. EB16 (Tabela 4).

Os teores de nitrogênio foliar variaram de 18,47 a 54,05 kg ha⁻¹ (Tabela 4). O genótipo BRS 1010 obteve maior média de teor de nitrogênio foliar que o genótipo BRS 4103, quando adubado com 50 e 100% da dose recomendada de N. Para a cultivar BRS 4103, o teor de nitrogênio foliar foi a maior com os tratamentos inoculados (Tabela 4) quando comparado aos demais. Isto sugere que as bactérias potencializaram a absorção desse nutriente e, conseqüentemente, sua translocação, podendo incrementar o crescimento da planta e sua produtividade. A maior absorção e concentração de nitrogênio pelas plantas inoculadas não é resultado apenas do processo de fixação biológica de nitrogênio, mas também devido a liberação de substâncias responsáveis pelo seu crescimento, que favorecem o desenvolvimento radicular, como o AIA (Ácido indol-acético) e a outra que auxiliam na capacidade de absorção de nutrientes (BALBINOT et al., 2020).

O teor de N foliar é indicativo das quantidades do mineral absorvido pela raiz, e translocados para a parte aérea e, conseqüentemente, para os grãos, seja pela suplementação por meio da adubação nitrogenada ou da FBN (GUIMARÃES et al., 2020). Segundo Raij et al. (1996), a concentração de nitrogênio foliar que resulta na adequada nutrição da cultura do milho, encontra-se entre 27 a 35 g kg⁻¹. Pelos resultados do presente estudo, os inoculantes com as bactérias obtiveram resultados maiores, estando o isolado de *Bacillus* spp. EB16, juntamente com adubação de 100% de N. Os maiores teores de nitrogênio foliar foram observados para a cultivar BRS 1010 (Tabela 4).

As bactérias do gênero *Azospirillum* têm proporcionado ganhos em produtividade, podendo ter um incremento de 75% a mais para a cultura do milho no fornecimento de nitrogênio (HUNGRIA, 2011). Oliveira et al. (2018), em estudos com os genótipos de milho BRS Caimbé e AG 1051 encontraram, em média, 88,05 kg ha⁻¹ de nitrogênio nas folhas, quando utilizaram a inoculação de *Azospirillum brasiliense*. Lima et al. (2011), em estudos com o milho AG6040, obtiveram 2,80% a mais de nitrogênio foliar com a utilização de inoculante à base de *Bacillus subtilis*, quando comparado à aplicação de 100 kg de N ha⁻¹.

Entretanto, há variações nas respostas à inoculação. Cadore et al. (2023), em estudos de genótipos de milho Dekalb (DKB 310) e o BioGene 7046 (BG7046), encontraram que o inoculante *Azospirillum* não diferiu de doses de adubação nitrogenada. Esses



resultados sugerem que o material genético vegetal utilizado pode ter respostas diferenciadas à inoculação bacteriana.

Para a altura de plantas, observou-se diferença entre os dois cultivares, em que a altura de BRS 4103 foi maior (59,33 cm) que em BRS 1010 (52,47 cm), aos 60 dias de avaliação, mas entre o manejo da adubação não apresentaram diferenças estatísticas. A altura de plantas é uma importante característica, pois está diretamente ligada à resistência da planta ao acamamento, ou seja, plantas maiores tem mais suscetibilidade ao acamamento. Entretanto, essas plantas produzem mais biomassa que pode ser utilizada em silagem, além de deixar maior residual de palhada sobre o solo (PACHECO et al., 2019; SILVEIRA et al., 2015).

As diferenças nos resultados entre os trabalhos da literatura com o presente estudo podem ser devido aos genótipos de milho, as cepas de bactérias utilizadas na inoculação, doses de inoculante, do solo e clima do local de cultivo (GUIMARÃES et al., 2023; OLIVEIRA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2022). É importante ressaltar que dentro das questões descritas no presente estudo, tipos de inoculantes de bactéria e genótipos de plantas, a resposta depende do genótipo quando utilizado *Bacillus* e *Azospirillum*.

Diante do exposto, as bactérias utilizadas promoveram resultados efetivos no crescimento vegetativo do milho, especialmente quanto ao teor de nitrogênio e área foliar. Porém, houve variação quanto ao genótipo utilizado, sendo necessário conduzir mais experimentos e avaliar até o final do ciclo do milho para verificar se esse potencial bacteriano é transmitido para a produtividade em grãos, de acordo com o genótipo semeado.

4. Conclusão

A inoculação com as estirpes AbV5 e AbV6 de *Azospirillum brasilense* e o isolado EB16 de *Bacillus* spp. na cultivar BRS 4103, utilizando 50% da dose recomendada de nitrogênio, resultou em aumento significativo no teor de nitrogênio e na área foliar. Para a cultivar BRS 1010, o teor de nitrogênio foliar foi superior com a inoculação do isolado EB16 de *Bacillus* spp. associados a 50% da dose de nitrogênio, assim como com a adubação de 100% de N. Conclui-se que o uso de inoculantes no milho, indicou ser dependente do genótipo utilizado e da interação com as espécies bacterianas, o que pode ter implicações significativas para a otimização da nutrição e produtividade do milho.

Agradecimentos: Os autores agradecem a Embrapa Milho e Sorgo pela doação das sementes de milho para o Experimento, aos programas (CHATPDF, 2024) e (COPILOT, 2024) por facilitarem adequações e sugestões.

5. Referências

- BALBINOT, W. G.; RODRIGUES, S.; BOTELHO, G. R. Isolates of *Bacillus* sp. from garlic: effect on corn development and plant growth-promoting mechanisms. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 44, p. e0200043, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/4pkCH5pX9c6NNZsWrYWvw9K/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- BONELLI, L. E.; ANDRADE, F. H. Maize radiation use-efficiency response to optimally distributed foliar-nitrogen-content depends on canopy leaf-area index. *Field Crops Research*, v. 247, n. 1, p. 107557-107560, 2020. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429019302266>. Acesso em: 03 mai. 2024.
- CADORE, R.; COSTA NETTO, A. P.; REIS, E. F.; CRUZ, S. C. S.; SMANIOTTO, A. O.; LIMA, T. P.; ROSSATO, M. Application of *Azospirillum brasilense* and nitrogen in topdressing in corn hybrids. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 10, n. 1, p.1-7, 2023. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agriconeo/article/view/7055/5293>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- CHAGAS JUNIOR, A. F.; BRAGA JUNIOR, G. M.; MARTINS, A. L. L.; CHAGAS, L. F. B.; MILLER, L. O.; BEZERRA, A. C. C. *Bacillus subtilis* Bs10 as an efficient inoculant for growth promotion in soybean plants. *Semina: Ciências Agrárias*, v.10, n.14 p. 1-14, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/356010912_Efficiency_of_Bacillus_subtilis_Bs10_as_a_plant_growth_promoting_inoculant_in_soybean_crop_under_field_conditions. Acesso em: 12 mar. 2023.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura e Pecuária. *Acompanhamento da Safra Brasileira*. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/sLvDYF5MYv9kWR5MKgxb6sL/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- FERREIRA, N. C.; MAZZUCHELLI, R. D. C. L.; PACHECO, A. C.; ARAUJO, F. F. D.; ANTUNES, J. E. L.; ARAUJO, A. S. F. D. *Bacillus subtilis* melhora a tolerância do milho à salinidade. *Ciência Rural*, v. 48, n. 8, p. e20170910, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/zYFgxGcssWxx4JrrMtg7DXg/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- FERREIRA, L. L.; SANTO, G. F.; CARVALHO, I. R.; FERNANDES, M. S.; CARNEVALE, A. B.; LOPES, K.; PRADO, R. L. F.; LAUTENCHLEGER, F.; PEREIRA, A. I. A.; CURVÊLO, C. R. S. Cause and effect relationships, multivariate Approach for inoculation of *Azospirillum brasilense* in corn. *Communications In Plant Sciences*, v. 10, p. 37-45, 2020. Disponível em: <https://cpsjournal.org/2020/05/28/cps2020006>. Acesso em: 15 mar. 2023.



- FREITAS, J. R.; BANERJEE, M. R.; GERMIDA, J. J. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.) *Biology and Fertility of Soils*, v. 24, p. 358-364, 1997. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s003740050258>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J.; FERREIRA, M. B.; KLEIN, D. E. K. Promotion of rice growth and productivity as a result of seed inoculation with *Azospirillum brasilense*. *African Journal of Agricultural Research*, v. 16, n. 6, p.765-776, 2020. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text/D0AFA7163813>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- GUIMARÃES, A. G.; CECCON, G.; CAPRISTO, D. P.; OLIVEIRA, O. H.; FACHINELLI, R. Dose of *Azospirillum brasilense* in single maize and intercropped with brachiaria in different soils. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 18, n. 2, p. 3097-, 2023. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v18i2a3097>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, v. 41, n. 1 p. 39481, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/T48BMrnt7PHf7wjKMx5rw9P/?lang=en>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- HUNGRIA, M. *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2011.
- LEONCIO, M. D. R.; BOTELHO, G. R. Isolation and characterization of plant growth promoting bacteria isolated from garlic (*Allium sativum*). *Scientia Agraria*, v. 18, n. 3, p. 95-106, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/50630/33597>. Acesso em: 16 mai. 2024.
- LIMA, F. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M.V. B.; ARAÚJO, F. F.; LIMA, L.M.; ARAÚJO, A. S. F. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 4, p. 657-66, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119021237016.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- MAHMOOD, A.; TURGAY, O.C.; FAROOQ, M.; HAYAT, R. Seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria: a review. *FEMS Microbiology Ecology* v. 92, n. 8, p. 1-14, 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/femsec/article/92/8/fiw112/2470036>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; PEREIRA, B. F. F.; MUNIZ, A. W. Inoculation with *Azospirillum brasilense* increases maize yield. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v. 5, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174750/1/Oliveira-et-al-2018-Chemical-and-Biological-Technologies-in-Agriculture.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- OLIVEIRA, O. H. D.; CECCON, G.; CAPRISTO, D. P.; FACHINELLI, R.; GUIMARÃES, A. G. *Azospirillum brasilense* in corn grown single and intercropped with *Urochloa* in two contrasting soils. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 57, p. e02729, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/8mnjSLJKPZX4DLgZRBPFV6f/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- PACHECO, R. F. C.; GUIMARÃES, A. G.; OLIVEIRA, J. R.; SARAICA, E. A.; SANTOS, G. M. F.; COSTA, M. R.; GUIMARÃES, C. G. Caracterização morfológica e divergência genética de populações de milho crioulo do Alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Agraria Academica*, v. 2, n. 2, p. 15-26, 2019. Disponível em: <https://agrariacad.com/wp-content/uploads/2019/04/rev-agr-acad-v2-n2-2019-p15-26.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- RAI, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2 ed. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 1996.
- SBCS-NRS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. *Manual de Calagem e adubação para os Estados do RS e de SC* (2016). Disponível em: https://www.sbcnrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf. Acesso em: 15 mar. 2023.
- SILVEIRA, D.C.; BONETTI, L.P.; TRAGNAGO, J.L.; NETO, N.; MONTEIRO, V. Agromorphologic characterization of maize land varieties in the northwest region of Rio Grande do Sul. *Revista Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p.1-11, 2015. Disponível em: <https://gcm.gastronomia.ufrr.br/wp-content/uploads/2019/11/Milho-Crioulo.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKEISS, S. J. *Análise do solo, planta e outros materiais*. Porto Alegre: UFRGS, 1995.
- TORRES, J. L. R.; FARIA, M. V.; LANA, R. M. Q.; PRUDENTE, T.; VASCONCELOS, Q. C. Corn agronomic evaluation under different doses of nitrogen and seed inoculation in savanna. *African Journal of Agricultural Research*, v. 10, n. 9, p. 2568-2575, 2015. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/9E7589C53656>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- ULRICH, A.; SOUSA, T. L. M.; GUIMARÃES, A. G.; THOMPSON, W.; JUNIOR, A. R. L.; EVARISTO, A. B. Performance of second crop maize hybrids in different population densities. *Revista Agrogeoambiental*, v. 15, p. e20231740-e20231740, 2023. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/1740/1876>. Acesso em: 17 out. 2023