


EFEITO DA INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliensis* ASSOCIADO A DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO

Effect of *Azospirillum brasiliensis* inoculation associated with doses of nitrogen fertilization in corn crops


Henrique Guadagnin Krüger¹

Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira – Luís Eduardo Magalhães/Bahia
henriquehplg@gmail.com

 lattes.cnpq.br/1152160693348915


Jerusa Maia e Sá²

Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira – Luís Eduardo Magalhães/Bahia
jerusa.maia@faahf.edu.br

 lattes.cnpq.br/7188263170708213

Rafael de Queiroz Costa³

Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira – Luís Eduardo Magalhães/Bahia
rafacosta627@gmail.com

 lattes.cnpq.br/7431888655743207

RESUMO: A adubação nitrogenada é um dos maiores custos na produção do milho. Estratégias de fornecimento de nitrogênio (N) devem ser avaliadas para otimização do sistema produtivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado a diferentes doses de N na cultura do milho. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira (UNIFA AHF), Luís Eduardo Magalhães, BA por um período de 49 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Para o fator 1 correspondeu o uso ou não do inoculante comercial a base da bactéria *Azospirillum brasilense* e para o fator 2 foi composto de quatro doses de adubação nitrogenada (0; 50; 100 e 150 kg N ha⁻¹), utilizando a ureia como fonte de N. Aos 49 dias após a emergência (DAE) foram determinadas a altura da planta, diâmetro do colmo, acúmulo de fitomassa aérea (MSPA), radicular (MSR) e total (MST). Para efeito da variável isolada, o uso do inoculante contendo *Azospirillum brasilense* não influenciou as variáveis avaliadas. Houve resposta positiva ao aumento das doses em todas as variáveis, com efeito linear positivo para altura de planta e diâmetro de colmo. As melhores doses estimadas foram 133,21, 135,14 e 131,68 kg N ha⁻¹ para MSPA, MSR e MST, respectivamente. Na avaliação da interação dos fatores apenas o diâmetro de colmo foi determinado pelos fatores.

* **Editora Responsável:** Fabiana Regina da Silva Grossi Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8006397305740459>

¹ Estudante agronomia pelo Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira, UNIFA AHF.

² Doutora, professora pelo Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira, UNIFA AHF.

³ Doutora, professora pelo Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira, UNIFA AHF.

Palavras-chave: *Zea mays*, fixação biológica de nitrogênio, nutrição vegetal.

ABSTRACT: Nitrogen fertilization is one of the biggest costs in corn production. Nitrogen (N) supply strategies must be evaluated to optimize the production system. The objective of this work was to evaluate the effects of inoculating *Azospirillum brasilense* associated with different doses of N in corn crops. The experiment was conducted in a protected environment, at the Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira (UNIFAAHF), Luís Eduardo Magalhães, BA for a period of 49 days. The experimental design was completely randomized, in a 2 x 4 factorial scheme, with four replications. For factor 1 corresponded to the use or not of the commercial inoculant based on the bacteria *Azospirillum brasiliense* and for factor 2 it was composed of four doses of nitrogen fertilizer (0; 50; 100 and 150 kg N ha⁻¹), using urea as source of N. At 49 days after emergence (DAE), plant height, stem diameter, aerial (MSPA), root (MSR) and total (MST) phytomass accumulation were determined. For the purpose of the isolated variable, the use of the inoculant containing *Azospirillum brasiliense* did not influence the variables evaluated. There was a positive response to increasing doses in all variables, with a positive linear effect for plant height and stem diameter. The best estimated doses were 133.21, 135.14 and 131.68 kg N ha⁻¹ for MSPA, MSR and MST, respectively. In evaluating the interaction of factors, only the stem diameter was determined by the factors.

Keywords: *Zea mays*, biological nitrogen fixation, plant nutrition.

SUMÁRIO: INTRODUÇÃO; MATERIAL E MÉTODOS; RESULTADOS E DISCUSSÃO; CONSIDERAÇÕES FINAIS; REFERÊNCIAS.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande importância devido à sua ampla gama de usos. No Brasil, o milho é o segundo cereal mais cultivado. Na safra 2021/2022 o país produziu 21,5 milhões de hectares de milho, tendo como resultado uma produção de aproximadamente 113,13 milhões de toneladas (CONAB, 2023). A produção brasileira correspondeu um montante de 11% da produção mundial em 2022, e tornou-se o maior exportador dessa commodity no mundo, sendo responsável por 30% de toda a exportação de milho (USDA, 2022).

Dentre os fatores que afetam a produtividade do milho, o manejo de adubação é um dos mais limitantes, principalmente o suprimento de N, dada a alta necessidade da cultura pelo nutriente (GALINDO et al., 2019a). Esse nutriente promove o aumento da área foliar e da biomassa vegetal, o que intensifica a capacidade fotossintética e produtiva (PRADO, 2008).

A deficiência de N ocasiona efeitos severos, os sintomas são mais evidenciados nas folhas velhas devido à alta mobilidade na planta. Clorose (amarelecimento), hábito estiolado, floração precoce, cor avermelhada nos caules, pecíolos e folhas são os sintomas mais comuns da deficiência do nutriente (TAIZ; ZEIGER, 2017).

O principal meio de fornecimento de N para as plantas é através adubação mineral. A ureia e o sulfato de amônio são os principais fertilizantes nitrogenados utilizados na agricultura (OLIVEIRA, 2019). A eficiência da adubação nitrogenada pode ser baixa devido as perdas por volatilização, imobilização, desnitrificação e lixiviação (ABALOS et al., 2014). Essas perdas são influenciadas por diversos fatores como características do solo, condições climáticas, tipo de fertilizante e métodos de manejo empregados (LARA CABEZAS; COUTO, 2007). Diferentes formas de aplicação de N são estudadas com o intuito de diminuir as perdas e, conseqüentemente, oferecer mais N para a planta. Dentre os métodos, a incorporação se destaca (BIESDORF et al., 2016).

Os gastos com fertilizantes nitrogenados é um dos mais elevados na produção de milho (NUNES et al., 2015). Na primeira safra de 2022/2023, o custo com fertilizantes chegou a R\$ 36,50 por saca de 60 kg (CONAB, 2023). A alta demanda por fertilizantes acompanhado do elevado custo e da baixa eficácia de utilização de fertilizantes sintéticos, fez surgir a necessidade de alternativas para melhor gestão do nutriente (GALINDO et al., 2018).

Uma estratégia para o adequado suprimento do nutriente à cultura é o uso de bactérias diazotróficas, como as do gênero *Azospirillum* que fixam o N atmosférico, reduzindo-o a NH_3 . As espécies do gênero *Azospirillum* consistem em um dos grupos mais estudados (LEMONS, 2011).

Esse grupo, conhecido por estabelecer relações simbióticas com plantas, é bastante difundido na pesquisa brasileira (HUGRIA et al., 2010). Apesar das inúmeras pesquisas realizadas com o gênero *Azospirillum*, ainda há muitas dúvidas em relação a sua real eficácia quando associado à adubação nitrogenada (GALINDO et al., 2019b).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado a diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre março e maio de 2023, no município de Luís Eduardo Magalhães-BA, em ambiente protegido no Centro Universitário Arnaldo Horácio

Ferreira (UNIFAAHF), localizado entre as coordenadas geográficas 12°04'23,2" de latitude sul e 45°48'01,5" de longitude oeste, com altitude de 769 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical com inverno seco e temperaturas que variam entre 34°C e 18°C. A precipitação anual é superior a 1.000 mm, sendo que o período chuvoso ocorre entre outubro e março e o período seco, de abril a setembro (CASTRO et al., 2010).

O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos organizados em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. O fator 1 foi composto pela inoculação ou não de *Azospirillum brasilense* via solo e o fator 2 foi composto por quatro doses de nitrogênio (0; 50; 100 e 150 kg ha⁻¹).

A inoculação das sementes foi realizada no momento da semeadura utilizando o produto AZOS Lallemand®, cepa Az39 com concentração de 5x10⁸ UFC mL⁻¹, seguindo-se a dose recomendada pelo fabricante de 500 mL ha⁻¹.

As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade de 15 dm³. Foram utilizadas amostras de solo proveniente da camada de 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo retirado da Fazenda Três Pinheiros, localizada no município de São Desiderio - BA, este solo foi peneirado para retirar as impurezas e torrões e posteriormente realizada a análise de solo. Os resultados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e física do solo de amostra superficial do solo (0-20 cm) utilizado no experimento em ambiente protegido.

pH	M.O	Al	H+Al	K	Ca	Mg	P mel	S	B
CaCl ₂	g dm ⁻³	-----cmol dm ⁻³ -----			-----		-----mg dm ⁻³ -----		
5,3	10	0,09	1,8	0,10	2	0,8	60,6	7,3	0,21
Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Argila	Silte	Areia		
-----mg dm ⁻³ -----				Mehlich 1	-----g dm ⁻³ -----				
0,1	42	8	1,1	2,3	195	25	780		

Não foi necessário realizar a calagem do solo, pois os níveis estavam de acordo com as recomendações de Sousa e Lobato (2004). A adubação com P, K e micronutrientes foi realizada no momento da semeadura, utilizando 500 kg ha⁻¹ de Superfosfato Simples (SS) e 150 kg ha⁻¹ de KCl. A ureia (45% de N) foi utilizada como fonte de nitrogênio, esta foi incorporada no solo no momento da semeadura, nas doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹.

A semeadura ocorreu no dia 25 de março de 2023, o híbrido utilizado foi o P3808VYHR, semeando-se oito sementes por vaso a 3 cm de profundidade. Após a emergência foi realizado o desbaste das plantas, mantendo-se duas plantas por unidade

experimental. Durante a condução do experimento, as plantas foram irrigadas conforme a necessidade da cultura e as plantas daninhas removidas manualmente.

Aos 49 dias após a semeadura (13/05/2023) foram avaliados os seguintes parâmetros:

-Altura de planta (AP): utilizando uma trena, foi medido a partir do solo até a inserção da última folha completamente expandida.

-Diâmetro do colmo (DC): com o auxílio de um paquímetro, foi mensurado o diâmetro de colmo rente ao solo perpendicularmente às folhas da planta.

-Massa seca da parte aérea (MSPA): realizou-se um corte rente ao solo. A parte aérea foi picada e acondicionada em sacos de papel kraft, devidamente identificados. Em seguida, os sacos foram dispostos na estufa e submetidos a uma temperatura de 65 °C, com circulação de ar forçada, até massa constante (NAKAGAWA, 1999).

-Massa seca da raiz (MSR): as raízes foram obtidas a partir da remoção cuidadosa do solo, para evitar perda de material. Em seguida, a raiz passou por uma lavagem minuciosa sob água corrente utilizando uma peneira, eliminando completamente o solo e quaisquer fragmentos não pertencentes à planta. Após a lavagem, as raízes foram deixadas em repouso por 15 minutos para que pudessem retirar o excesso de água. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de papel kraft, devidamente identificados, e transferidas para a estufa com circulação forçada do ar, ajustada a uma temperatura de 65 °C, até massa constante (NAKAGAWA, 1999).

-Massa seca total (MST): foi obtida pela soma da MSPA e MSR.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, mediante constatação de diferença significativa, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey (5%) para os fatores qualitativos e análise de regressão para os fatores quantitativos, utilizando o programa ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontrados efeitos resultantes da administração do inoculante contendo *Azospirillum brasiliense* sobre as variáveis avaliadas no milho. Além disso, a análise estatística demonstrou efeito significativo para as diferentes doses de nitrogênio. Em relação a interação entre os fatores, observou-se efeito significativo apenas na variável diâmetro de colmo (Tabela 2).

A inoculação com *Azospirillum brasiliense* não apresentou efeitos significativos para altura de planta, diâmetro de colmo, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total (Tabela 3). Os resultados obtidos corroboram com outros publicados (REPKE et al., 2013; MORAES et al., 2017; CUNHA et al., 2015).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis: altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) em função da inoculação de *Azospirillum brasiliense* (I) em diferentes doses de adubação nitrogenada (D).

Fontes de variação	Quadrado médio					
	G.L	AP	DC	MSPA	MSR	MST
Inoculação	1	4,05 ^{ns}	2,76 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Doses N	3	3,48 [*]	21,74 ^{**}	14,36 ^{**}	17,20 ^{**}	16,79 ^{**}
Inter. I x D	3	1,08 ^{ns}	8,03 ^{**}	2,32 ^{ns}	2,57 ^{ns}	2,51 ^{ns}
CV (%)		16,91	6,66	24,67	19,84	22,48

^{**}, ^{*} e ^{ns}: Significativo a 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$) e 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$) pelo teste F e não significativo, respectivamente.

De acordo com Repke et al. (2013) os fatores que interferem nas respostas das culturas à inoculação de *Azospirillum* ainda não estão totalmente esclarecidos. Moraes et al. (2017) descreveram que diversos elementos, como a quantidade de unidades formadoras de colônia (UFC) por semente, o genótipo da planta, o gênero *Azospirillum*, o método de aplicação do inoculante, a viabilidade das células bacterianas, as propriedades químicas do solo e a interação com os microrganismos nativos, têm o potencial de impactar a relação entre essas bactérias e as culturas.

Tabela 3. Altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) em função de presença ou ausência da inoculação com *Azospirillum brasiliense*.

Tratamentos	AP (cm)	DC (mm)	MSPA (g vaso ⁻¹)	MSR (g vaso ⁻¹)	MST (g vaso ⁻¹)
<i>Azospirillum</i>					
Sem inoculante	50,93 a	17,54 a	174,93 a	20,39 a	195,32 a
Com inoculante	57,45 a	18,24 a	166,34 a	19,85 a	186,19 a
CV (%)	16,91	6,66	24,67	19,84	22,48

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As diferentes doses de nitrogênio interferiram significativamente na altura de planta, diâmetro de colmo, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total. A altura e o diâmetro de colmo das plantas de milho apresentaram um comportamento linear (Figura

1A e 1B), verificou-se que a maior altura de planta e diâmetro de colmo foram obtidos na dose de 150 kg ha⁻¹. Soratto et al. (2010); Cruz et al. (2008); Galindo et al. (2019) também verificaram aumento na altura de planta e diâmetro de colmo no milho com o fornecimento de N. Já Tomazela (2005) não encontrou efeitos resultantes para essas variáveis quando submetidas a altas doses de N.

De acordo com Kappes et al. (2013) o aumento no diâmetro do colmo mediante a aplicação de nitrogênio demonstra ser benéfico, visto que essa característica morfológica está intimamente associada ao índice de acamamento e quebra de plantas na cultura do milho. Além disso, o diâmetro do colmo desempenha um papel crucial na obtenção de uma produtividade elevada, uma vez que um maior diâmetro potencializa a capacidade da planta em acumular fotoassimilados, os quais contribuirão para o processo de preenchimento dos grãos.

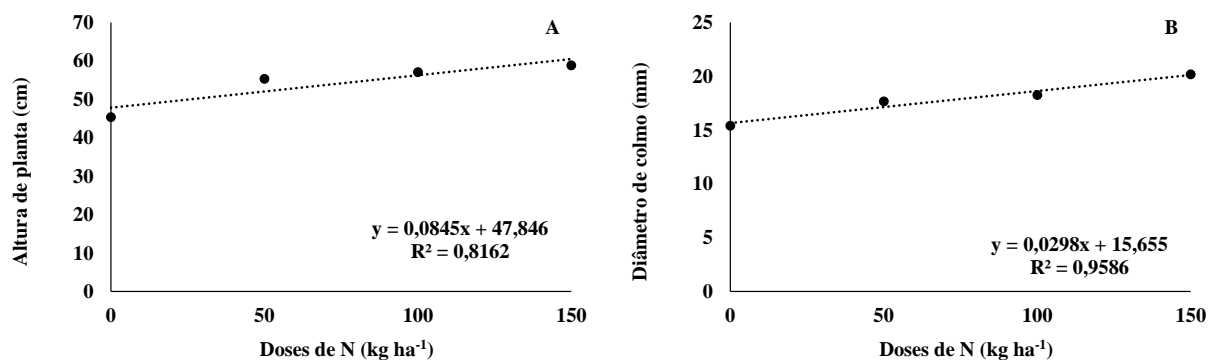


Figura 1. Resposta da altura de planta (A) e diâmetro de colmo (B), em função de doses de nitrogênio (kg ha⁻¹).

Para as variáveis MSPA, MSR e MST os resultados foram semelhantes, todos os tratamentos que receberam N foram estatisticamente diferentes da testemunha, porém sem diferenças entre as doses. A MSPA e MST das plantas de milho apresentaram um comportamento quadrático (Figura 2 A e 2 B). O acúmulo de MSPA, MSR e MST, calculadas pela derivada da equação, foi de 240,04 g vaso⁻¹, 12,59 g vaso⁻¹ e 216,59 g vaso⁻¹, obtidos nas doses de 133,21 kg ha⁻¹, 135,14 kg ha⁻¹ e 131,68 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Moreno; Kusdra; Piscazevicz (2019) também encontraram resultados positivos para a MSPA e MST de plantas de milho com adubação nitrogenada.

No desdobramento da interação doses de N dentro da inoculação com *Azospirillum brasiliense*, observou-se um aumento no diâmetro do colmo nas plantas tratadas com 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, já quando não houve o uso no inoculante, apenas a dose de 50 e 150 kg ha⁻¹ diferenciaram da testemunha (Tabela 4).

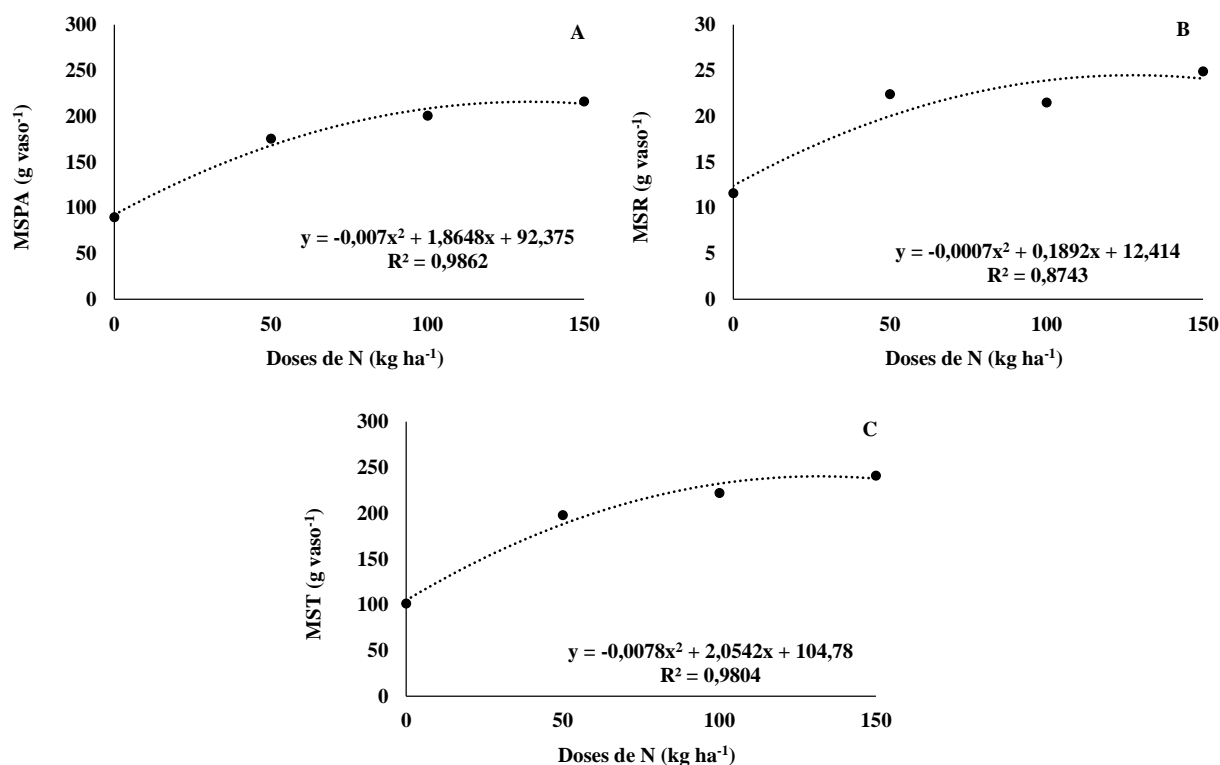


Figura 2. Resposta do efeito isolado de dose de N para o acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA) (A), massa seca da raiz (MSR) (B) e massa seca total (MST) (C), em função de doses de nitrogênio (kg ha⁻¹).

Quanto ao desdobramento da interação inoculação *Azospirillum brasilense* dentro das doses de N, a dose de 50 kg ha⁻¹ sem o uso do inoculante apresentou maior média, já nas doses 100 e 150 kg ha⁻¹, o uso do inoculante levou ao aumento no diâmetro do colmo (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento da interação de doses de N x inoculação com *Azospirillum brasiliense* referente ao diâmetro de colmo do milho.

<i>Azospirillum brasiliense</i>	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
	0	50	100	150
Sem	15,75 Ba	18,61 Aa	17,31 ABb	18,5 Ab
Com	15,1 Ca	16,75 Cb	19,24 Ba	21,89 Aa

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento das plantas de milho é determinado pelo aumento nas doses de N.

A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, associado a adubação com N, aumenta o diâmetro do colmo de plantas de milho.

REFERÊNCIAS

ABALOS, D.; JERFFERY, S.; SANZ-COBENA, A.; GUARDIA, G.; VALLEJO, A. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 189, p. 136-144, 2014. Disponível em: DOI: 10.1016/j.agee.2014.03.036. Acesso em: 10 nov.23.

BIESDORF, E.M.; BIESDORF, E.M.; TEIXEIRA, M. F. F.; DIETRICH, O. H.; PIMENTEL, L.D.; DE ARAUJO, C. Métodos de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em solo de cerrado. **Revista de agricultura neotropical**, v.3, n.1, p.44 –50, 2016. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/805>>. Acesso em: 14 ago. 2023.

CASTRO, K. B. DE; MARTINS, E. de S.; GOMES, M. P.; REATTO, A.; LOPES, C. A.; PASSO, D. P.; LIMA, L. A. DE S.; CARDOSO, W. DOS S.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. Caracterização Geomorfológica do Município de Luís Eduardo Magalhães, Oeste Baiano, Escala 1:100.000. Planaltina: Embrapa, 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/891209/caracterizacao-geomorfolologica-do-municipio-de-luis-eduardo-magalhaes-oeste-baiano-escala-1100000>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v.10, safra 2022/23, n.8 oitavo levantamento, maio 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 20 maio 2023.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1, p. 62-68, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000100009>. Acesso em: 02 nov. 23.

CUNHA, F.N.; FURTADO DA SILVA, N.; JOSÉ DE CAMPOS BASTOS, F.; JOAQUIM DE CARVALHO, J.; MINERVINA DE FREITAS MOURA, L.; BATISTA TEIXEIRA, M.; CORREA DA ROCHA, A.; LUIZ SOUCHIE, E. Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. **Revista brasileira de milho e sorgo**, v.13, n.3, p.261–272, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n3p261-272>. Acesso em: 30 out. 23.

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C.; BUZETTI, S.; PAGLIARI, P. H.; SANTINI, J. M.; ALVES, C. J.; ARF, O. Maize yield response to nitrogen rates and sources associated with *Azospirillum brasilense*. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 4, p. 1985-1997, 2019b. Disponível em: [10.2134/agronj2018.07.0481](https://doi.org/10.2134/agronj2018.07.0481). Acesso em: 10 nov. 23.

GALINDO, F.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZZETTI, S.; PAGLIARI, P.H.; SANTINI, J.M.K.; ALVES, C.J.; MEGDA, M.M.; NOGUEIRA, T.A.R.; ANDREOTTI, M.; ARF, O. *Maize Yield Response to Nitrogen Rates and Sources Associated with Azospirillum brasilense*. **Agronomy Journal**, v. 111, p. 1-13, 2019a. Disponível em: DOI: 10.2134/agronj2018.07.0481. Acesso em: 10 nov. 23.

GALINDO, F.S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZZETTI, S.; RODRIGUES, W.L.; BOLETA, E.H.M.; ROSA, P.A.L. GASPARETO, R.N.; BIAGINI, A.L.C.; BARATELLA, E.B.; PEREIRA, T. Technical and economic viability of maize with *Azospirillum brasilense* associated with acidity correctives and nitrogen. *Journal of Agricultural Science*, v. 10, p. 213-227, 2018. Disponível em: [10.5539/jas.v10n3p213](https://doi.org/10.5539/jas.v10n3p213). Acesso em: 10 nov.23.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, S.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. 331, p. 413– 425, 2010. Disponível em: doi:10.1007/s11104-009-0262-0. Acesso em: 10 nov. 23.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M.V; FERREIRA, J.P; DAL, E.A.D; PORTUGAL, J.R; VILELA, R.G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.2, p.527-538, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/74766>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

LARA CABEZAS, W.A.R.; COUTO, P.A. Imobilização de nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, ago. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000200007>. Acesso em: 30 out. 23.

LEMOS, J.M. **Resposta de cultivares de trigo à inoculação em sementes com *Azospirillum brasilense*, e à adubação nitrogenada em cobertura**. 2011. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

MORAES, G. P.; GOMES, V. F. F.; MENDES FILHO, P. F.; ALMEIDA, A. M. M. de; SILVA JÚNIOR, J. M. T. da. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Agropecuária Técnica**, v.38, n.3, p.109–116, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001000001>. Acesso em: 30 nov. 23.

MORENO, A. de.L.; KUSDRA, J.F; PICAZEVICZ, A.A.C. Crescimento do milho em resposta a *Azospirillum brasiliense* e nitrogênio. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 5, p. 287-294, 2019. Disponível em: <<https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2019.005.0025/1751>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Abrates: Londrina, cap.2, p.1-24, 1999.

NUNES, P. H. M. P.; AQUINO, L. A.; SANTOS, L. P. D. D.; XAVIER, F. O.; DEZORDI, L. R.; ASSUNÇÃO, N. S. Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e

à inoculação com *Azospirillum brasilense*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 1, p. 174-182, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20150354>. Acesso em: 18 nov. 23.

OLIVEIRA, K. B. **Desempenho de genótipos de milho para a resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense***. 2019. 32 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2019.

PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Editora da UNESP, 2008. 407p.
REATTO, A.; CARVALHO, A.M.; SANZONOWICZ, C. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C.J.; FIGUIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.214-226, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p214-226>. Acesso em: 29 out. 23.

SILVA, F.A.A.; AZEVEDO, C.A.V. The Assitat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, V.11, n.39, p.3733 -3740, 2016. Disponível em: <<https://academicjournals.org/journal/AJAR/how-to-cite-article/5E8596460818>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

SORATTO, R. P; PEREIRA, M.; MINGOTTI DA COSTA, T. A; LAMPERT, V. N. Fonte alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.4, p-511-518, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400002>. Acesso em: 29 out. 23.

SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E., eds. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004b. 416p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TOMAZELA, A. L. **Adubação nitrogenada e de micronutrientes na produtividade e incidência de doenças foliares em milho**. 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

USDA- UNITED STATE DEPARTAMENTO DE AGRICULTURE. Corn 2022. Disponível em: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=0440000&sel_year=2022&rankby=Exports>. Acesso em: 03 jun. 2023.