

Doses e modo de aplicação de inoculante com *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho

Doses and method of application of inoculant with *Azospirillum brasiliense* in corn culture

Dosis y forma de aplicación de inoculante con *azospirillum brasiliense* en cultivo de maíz

Evandro Freire Lemos¹, Ana Paula Reyes da Mata Rodriguez¹, Thayane Leonel Alves²

¹Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Passos, Passos, MG, Brasil.

²Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brasil.

RESUMO

Introdução: O uso de bactérias diazotróficas pode ajudar a alcançar maiores produtividades e reduzir custos de produção da cultura do milho.

Objetivo: Avaliar o efeito do *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho, analisando o seu desenvolvimento e produtividade.

Métodos: O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 sendo dois fatores, modo de aplicação (via semente e sulco de semeadura) e doses (0,0; 100mL e 200mL/ha) com quatro repetições. As avaliações foram realizadas quando o milho atingiu a maturação fisiológica, sendo avaliados os parâmetros agrônômicos: altura de plantas, altura de inserção da espiga, diâmetro de colmo, massa de cem grãos e produtividade.

Resultados: A aplicação do inoculante na dose de 200 mL/ha, apresentou resultados superiores para os parâmetros altura de planta, altura da inserção da espiga, e na produtividade. Para massa de 100 grãos, não houve diferença no modo de aplicação e nem para doses com o inoculante. A aplicação do inoculante no sulco de semeadura, com a dose de 200 mL/ha expressou os melhores resultados.

Conclusão: A aplicação de *Azospirillum brasiliense* em sulco apresentou resultados superiores para os parâmetros altura de planta, altura da inserção da espiga, diâmetro do colmo e na produtividade.

Palavras-chave: Fixação biológica; Inoculação; *Zea mays L.*

ABSTRACT

Introduction: The use of diazotrophic bacteria can help to achieve higher yields and reduce corn production costs.

Objective: To evaluate the effect of *Azospirillum brasiliense* on corn, analyzing its development and productivity.

Methods: The experimental design used was in randomized blocks in a 2x3 factorial scheme, with two factors, application mode (via seed and sowing furrow) and doses (0.0; 100mL and 200mL/ha) with four replications. The evaluations were carried out when the corn reached physiological maturation, being evaluated the agronomic parameters: plant height, ear insertion height, stem diameter, mass of one hundred grains and productivity.

Results: The application of the inoculant at a dose of 200 mL/ha, showed superior results for the parameters plant height, ear insertion height, and productivity. For mass of 100 grains, there was no difference in the way of application or for doses with the inoculant. The application of the inoculant in the sowing furrow, with a dose of 200 mL/ha, expressed the best results.

Conclusion: The application of *Azospirillum brasiliense* in furrow showed superior results for the parameters plant height, ear insertion height, stem diameter and productivity.

Keywords: Biological fixation; inoculation; *Zea mays L.*

Correspondência:

Evandro Freire Lemos
Universidade do Estado
de Minas Gerais, MG,
Brasil.
Email:
evandro.lemos@uemg.br

RESUMEN

Introducción: El uso de bacterias diazotróficas puede ayudar a lograr mayores rendimientos y reducir los costos de producción de maíz.

Objetivo: Evaluar el efecto de *Azospirillum brasiliense* en maíz, analizando su desarrollo y productividad.

Métodos: El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar en esquema factorial 2x3, con dos factores, modo de aplicación (vía semilla y surco de siembra) y dosis (0.0; 100mL y 200mL/ha) con cuatro repeticiones. Las evaluaciones se realizaron cuando el maíz alcanzó la madurez fisiológica, siendo evaluados los parámetros agronómicos: altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro de tallo, masa de cien granos y productividad.

Resultados: La aplicación del inoculante a la dosis de 200 mL/ha, mostró resultados superiores para los parámetros altura de planta, altura de inserción de mazorca y productividad. Para masa de 100 granos, no hubo diferencia en la forma de aplicación ni para las dosis con el inoculante. La aplicación del inoculante en el surco de siembra, con una dosis de 200 mL/ha, expresó los mejores resultados.

Conclusión: La aplicación de *Azospirillum brasiliense* en surco mostró resultados superiores para los parámetros altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro de tallo y productividad.

Palabras-clave: Fijación biológica; Inoculación; *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.), do ponto de vista econômico e social, é uma das culturas mais importantes mundialmente, e está inserida na estrutura da cadeia produtiva e alimentar brasileira. De acordo com Conab (2022), o milho é cultivado em todas as microrregiões do Brasil, sua estimativa de produção para safra 2021/22, considerando as três safras, é de 115,2 milhões de toneladas, sendo destacado como o terceiro maior produtor mundial do cereal, atrás apenas dos Estados Unidos e da China.

Para obter um bom resultado no desenvolvimento da cultura e altas produtividades deve ser realizado um bom manejo, observando as variáveis climáticas, o histórico da área de cultivo para adequar as condições de fertilidade do solo para que a planta possa expressar seu potencial produtivo. Conforme Pavinato et al. (2008), o nitrogênio (N) é um dos principais nutrientes para as culturas. No milho, o N exerce papel importante no acúmulo de proteína e na produtividade de grãos. A disponibilidade do nitrogênio no solo é controlada na maior parte pela decomposição da matéria orgânica e por adubações nitrogenadas, uma vez que, quando são usadas culturas com baixa relação C:N na matéria seca, em rotação, a decomposição é mais rápida e a ciclagem do nitrogênio ocorre em curto espaço de tempo.

A aplicação do nitrogênio no milho está ligada ao seu potencial produtivo, porém o aumento das doses para elevar os ganhos não é uma alternativa sustentável. É essencial buscar estratégias de manejo para que atendam a demanda do nutriente, com baixo custo de produção, melhorando a eficiência econômica, preservando o meio ambiente e mantendo a segurança alimentar para os consumidores (SANGOI et al., 2015).

Alguns organismos na natureza conseguem assimilar o nitrogênio atmosférico e transformá-lo em amônia (NH₃), este processo é chamado de fixação biológica do nitrogênio (FBN) em que é responsável por aproximadamente 65% do total de nitrogênio fixado na Terra, com isso, este processo é considerado o segundo mais importante depois da fotossíntese (CANTARELLA, 2007). Segundo Hartmann e Baldam (2006), nas raízes das plantas possuem populações de microrganismos diazotróficos, que são fixadores de nitrogênio, dentre eles estão as espécies do gênero *Azospirillum* que são as mais estudadas. Elas são denominadas bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP).

As BPCP satisfazem a um grupo de microrganismos benéficos às plantas, pois elas têm a capacidade de habitar a superfície das raízes, rizosfera, filosfera e tecidos internos das plantas (DAVISON, 1988; KLOPPER et al., 1989). As BPCP's, como *Azospirillum brasilense*, além de realizar a fixação biológica do nitrogênio (FBN), têm efeito estimulatório por diversos mecanismos, destacando a produção de hormônios vegetais como auxinas, citocininas, giberelinas e redução do etileno (TIEN et al., 1979; STRZELCZYK, KAMPER 1994; RODRIGUEZ et al., 2004; BASHAN et al., 2004; SPAEPEN et al., 2007; EMBRAPA, 2007; MENDONÇA, URQUIAGA, REIS, 2006).

O uso de *Azospirillum* é uma alternativa para reduzir a dose de nitrogênio exigida pela cultura, seja devido a fixação biológica do nitrogênio ou maior eficiência de uso em virtude do aumento do sistema radicular. As bactérias deste gênero apresentam potencial em estimular o desenvolvimento de plantas por vários mecanismos, incluindo síntese de fito-hormônios, melhoria da nutrição nitrogenada, mitigação de estresse e controle biológico na microbiota patogênica (BASHAN, DE-BASHAN, 2010).

Em conformidade com trabalhos feitos por Barassi et al. (2008), sobre as respostas fisiológicas do *Azospirillum*, afirmam a melhoria em parâmetros fotossintéticos das folhas, como o teor de clorofila, potencial hídrico, maior elasticidade da parede celular, maior produção de biomassa, maior altura de plantas. No Brasil, o *Azospirillum brasilense* é a principal espécie de bactéria, sendo pesquisada para a inoculação das culturas de milho e trigo (HUNGRIA, 2011).

Estudo feito por Kappes et al. (2013), ressaltou que houve acréscimo de 9,4% no rendimento de grão de milho com a inoculação de *Azospirillum brasiliense*, em Latossolo Vermelho no estado do Mato Grosso do Sul. Visando obter maiores produtividades da cultura do milho, objetivou-se avaliar o efeito do inoculante *Azospirillum brasiliense* no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho, utilizando diferentes doses e modos de aplicação no plantio.

MÉTODOS

O estudo foi conduzido na fazenda experimental da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Passos, Minas Gerais, Brasil. A localização geográfica da área experimental está definida pelas seguintes coordenadas latitude de 20°54'53" S, longitude de 46°53'39" W e altitude média de 780 m. As condições climáticas têm como temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 1.709,4 mm, o clima é classificado segundo Koppen (1948), como Cwa, com a presença de invernos secos e verões chuvosos, a vegetação é classificada como nativa típica de Cerrado Denso, e o solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2018).

Antes da implantação do experimento foi feita a retirada de amostras de solo, na profundidade de 0 a 20 cm para análise para fins de fertilidade, sendo o resultado apresentado na Figura 1. Foi adotado o sistema convencional de preparação do solo com aração e gradagens.

Tabela 01: Caracterização química da área experimental (camada de 0-20 cm), antes do início do experimento.

pH- CaCl ₂	MO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	V
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		mmolc dm ⁻³				%
5,7	18	18	3,2	28	7	1	16	70

Com base nos dados apresentados pelo boletim acima, conforme sugerido pela CFSEMG, 1999 – 5ª aproximação, foi recomendado 100 kg/ha de nitrogênio, 80 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O , utilizando-se como fonte MAP (11-52-00); cloreto de potássio (58% K_2O) e na cobertura, ureia (45% N).

Para um bom acompanhamento do projeto foram observados os dados climatológicos de Passos – MG retirados no site do inmet.gov.br, durante o tempo de execução do trabalho, sendo estes apresentados nas Figuras 2.

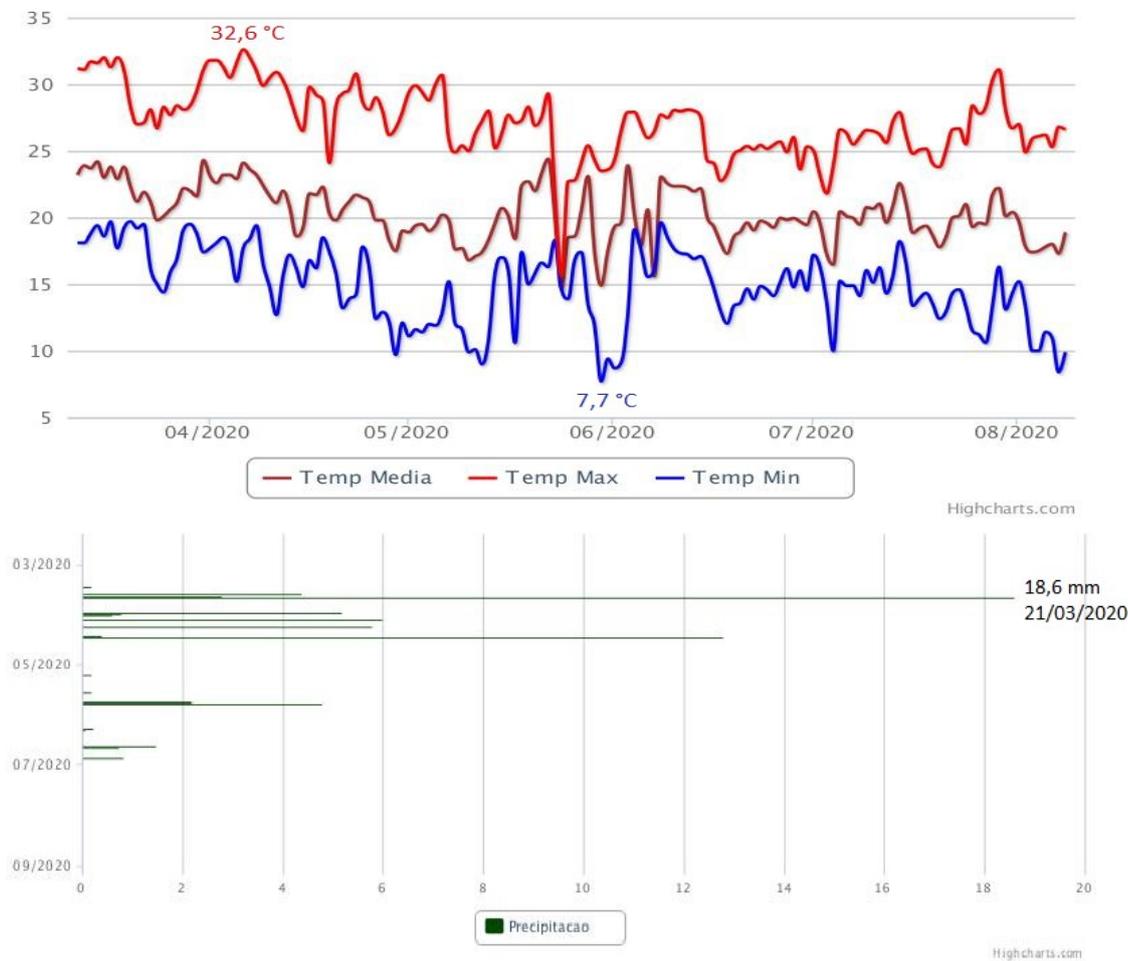


Figura 02: Variação de temperatura (°C) e precipitação (mm) durante o ciclo da cultura. Fonte: Estação meteorológica da Fazenda Experimental da UEMG, Passos – MG. Fonte: INMET, 2021.

Para a realização da pesquisa utilizou-se a aplicação do inoculante líquido NITRO 1000 Gramíneas®, formulado com *Azospirillum brasiliense*, bactérias que aumentam a fixação do nitrogênio. A dose sugerida pelo fabricante é de 100mL por hectare.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3. Os tratamentos foram formados por dois modos de aplicação (tratamento de semente e sulco) e três doses (0,0mL; 100mL/ha – uma dose; 200mL/ha de inoculante – duas doses) com quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos foram: T1 - Tratamento controle via tratamento de semente; T2 - uma dose via tratamento de semente; T3 - duas doses via tratamento de semente; T4 – Tratamento controle via sulco; T5 - uma dose via sulco; T6 - duas doses via sulco. Cada parcela possuía 6 linhas de plantio, com espaçamento de 0,5 metros, com as dimensões de 6 metros de comprimento e 3 metros de largura. Em cada parcela foram descartadas uma linha em cada lateral e um metro em cada extremidade, considerados como bordadura, ficando a área útil da parcela com 8 m². A unidade experimental foi implantada em área de 432 m².

Foram semeadas 2,5 sementes por metro. A semeadura ocorreu no mês de março, pois o projeto foi com o milho de segunda safra. Na fase inicial de desenvolvimento utilizou-se irrigação pelo método de aspersão, visando suprir a evapotranspiração potencial da cultura.

A cultivar utilizada foi a NS 77 Pro 2 que possui alta qualidade de grãos, alta produtividade na safrinha, seu ciclo é precoce, sendo a colheita realizada aos 134 dias após o plantio. As sementes passaram por tratamento com Imidacloprido + Tiodicarbe, inseticida sistêmico, conforme recomendação do fabricante.

Para o controle de pragas foram utilizadas duas aplicações dos inseticidas Cipermetrina e Acefato + Caulim, em que a primeira foi com 24 dias após plantio e a segunda com 40 dias após plantio, com a utilização de pulverizador costal. Para o controle de plantas invasoras foi utilizado Glifosato na dose de 2,5 kg/ha.

O milho foi colhido assim que atingiu o valor de umidade ideal para a colheita. Foram avaliados, a altura da planta, altura da espiga, diâmetro de colmo, a massa de 100 grãos e produtividade de cada tratamento. Os dados foram digitados em planilha eletrônica e submetidos a análise de variância para avaliar a existência de diferenças estatísticas entre os diferentes tratamentos, realizando o teste de agrupamento de média de Scott e Knott a 5% de probabilidade para identificação dos efeitos dos tratamentos, sendo este procedimento realizado com auxílio do programa computacional Agroestat (BARBOSA, MALDONADO JUNIOR, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, na análise de variância das variáveis altura de planta, altura da espiga, diâmetro de colmo, e produtividade, diferenças estatísticas entre os diferentes modos de aplicação e para as diferentes doses, não havendo interações significativas para estes dois fatores. Já para massa de 100 grãos não foi encontrado diferenças estatísticas entre os modos de aplicação e houve diferença para a dose e a interação entre a dose e o modo de aplicação.

A Tabela 1 apresenta o resultado do teste de agrupamento de médias para o Fator A (modos de aplicação), no sulco e semente. Observa-se que a aplicação do *Azospirillum brasiliense* no sulco de semeadura resultou em maior altura das plantas e se diferiu estatisticamente da aplicação nas sementes. No Fator B (doses aplicadas), foi observado um efeito positivo com o aumento das doses de *Azospirillum brasiliense*, sendo que todas as doses avaliadas se diferiram estatisticamente.

Nota-se que a aplicação de 200 mL/ha apresentou as maiores alturas de plantas, a dose de 100 mL/ha apresentou resultado intermediário e a não aplicação resultou nas menores alturas de plantas. Observa-se também que a aplicação do inoculante no sulco de semeadura resultou em maior altura de inserção das espigas e se diferiu estatisticamente da aplicação nas sementes. Já no Fator B (doses aplicadas), foi observado um efeito positivo com o aumento das doses do inoculante, sendo que todas as doses avaliadas se diferiram estatisticamente. Nota-se que a aplicação de 200 mL/ha apresentou as maiores alturas de inserção de espigas, a dose de 100 mL/ha apresentou resultado intermediário e a não aplicação resultou nas menores alturas de inserção de espigas.

Tabela 01: Resultado do teste de agrupamento de médias para a variável altura de planta e altura de espiga de acordo com os modos de aplicação (Fator A) e com as doses (Fator B).

Comparação entre as médias de a (modos de aplicação)		
MODO	ALTURA DA PLANTA	ALTURA DE ESPIGA
sulco	206,10417 a	105,12500 a
semente	204,35417 b	101,14583 b
Comparação entre as médias de b (doses)		
DOSES	ALTURA DA PLANTA	ALTURA DE ESPIGA
200	210,03125 a	107,56250 a
100	206,37500 b	104,53125 b
0	199,28125 c	97,312500 c
CV	0,7302132 %	2,4846139%

Obs.: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

O aumento na altura das plantas em todos os tratamentos que receberam o *Azospirillum brasilense*, corrobora com os resultados de Braccini et al. (2012), que observaram que a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum* ocasionou um maior crescimento das plantas de milho.

Resultados parecidos foram observados em trabalhos realizados por Repke (2013) e Pedrinho et al. (2010), que ao avaliar o efeito de inoculação com *Azospirillum brasilense* em conjunto da adubação nitrogenada, depararam com maiores alturas de plantas quando realizaram a inoculação. Resultados diferentes foram encontrados por Lana et al. (2012) e Dartora et al. (2013), que observaram respostas da cultura do milho em relação à altura de planta com a inoculação de *Azospirillum*.

O aumento na altura de inserção de espigas em todos os tratamentos que receberam o *Azospirillum brasilense*, o que corrobora com os resultados encontrados por Debastiani (2016), que observaram que a altura de planta e altura de inserção de espiga apresentaram resultados positivos nos tratamentos inoculados em relação aos não inoculados, porém, não observou diferença no diâmetro do colmo das plantas de milho.

Analisando o efeito da inoculação de sementes de milho com a bactéria *Azospirillum brasilense*, Cunha et al. (2014) não alcançaram resposta em parâmetros como diâmetro de colmo, altura de inserção da espiga, em altura de planta, índice de área foliar, o que difere dos resultados encontrados no presente

estudo para altura de inserção de espigas.

A Tabela 2 apresenta o resultado do teste de agrupamento de médias para o Fator A (modos de aplicação), no sulco e semente, para o diâmetro do colmo e massa de 100 grãos. Observa-se que a aplicação do *Azospirillum brasilense* no sulco de plantio resultou em maior diâmetro do colmo e se diferiu estatisticamente da aplicação nas sementes. Já no Fator B (doses aplicadas), foi observado um efeito positivo para aplicação de *Azospirillum brasilense*. Nota-se que a aplicação de 200 mL/ha e de 100 mL/ha não se diferiu estatisticamente e apresentaram os maiores valores para o diâmetro do colmo do milho, e a não aplicação se diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, resultando nos menores diâmetros. Observa-se também que a aplicação no solo (A1), as doses de 100 mL/ha e de 200 mL/ha não diferiram entre si, porém as mesmas foram superiores estatisticamente à dose de 0,0 mL/ha. Entretanto, na aplicação via semente, a dose de 200 mL/ha foi superior as demais doses, e as doses de 0,0 mL/ha e 100 mL/ha não diferiram, portanto, apresentando efeito positivo para a massa de 100 grãos apenas na maior dose quando aplicado o *Azospirillum brasilense* via semente.

Tabela 02: Resultado do teste de agrupamento de médias para o diâmetro do colmo e massa de 100 grãos de acordo com os modos de aplicação (Fator A) e com as doses (Fator B).

Comparação entre as médias de a (modos de aplicação)		
MODO	DIÂMETRO DE COLMO	MASSA DE 100 GRÃOS
sulco	3,0616667 a	105,12500 a
semente	3,0218750 b	101,14583 b
Comparação entre as médias de b (doses)		
DOSES	DIÂMETRO DE COLMO	MASSA DE 100 GRÃOS
200	3,0809375 a	107,56250 a
100	3,0584375 a	104,53125 b
0	2,9859375 b	97,312500 c
CV	0,7302132 %	2,4846139%

Obs.: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Conforme Dartora et al. (2013), os aumentos no diâmetro de colmo que foram verificados pela utilização do inoculante *Azospirillum* podem ter associação à produção de fito hormônios, como giberelinas, auxinas e citocininas. Resultados similares foram encontrados em estudo conduzido por Guimarães et al. (2013), onde está descrito que plantas inoculadas com *Azospirillum brasilense* apresentaram aumentos em 8,7% no diâmetro do colmo quando comparadas à testemunha.

Resultados diferentes foram encontrados em estudos de Dotto et al. (2010) e Farinelli e Lemos (2010), onde não foi verificado efeito da inoculação ou de níveis de nitrogênio sobre o diâmetro de colmo das plantas de milho. Segundo Fukami et al. (2016), a inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* é uma importante tática na busca por sistemas agrícolas mais conservacionistas. Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al. (2015), que observaram aumento no rendimento e massa de mil grãos, além do acúmulo de biomassa na parte aérea e raiz, com inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*.

A Tabela 3 apresenta o resultado do teste de agrupamento de médias para o Fator A (modos de aplicação), no sulco e semente para a produtividade. Observa-se que a aplicação do *Azospirillum brasiliense* no sulco de semeadura resultou em maior produtividade e se diferiu estatisticamente da aplicação nas sementes. Já no Fator B (doses aplicadas), foi observado que a aplicação de 200 mL/ha apresentou as maiores produtividades e se diferiu estatisticamente das demais doses, a dose de 100 ml/ha e a não aplicação do *Azospirillum brasiliense* resultaram em menor produtividade. Assim, nas condições de estudo, a aplicação do dobro da dose (200 mL/ha) via solo resultou em aumento da produtividade, variável esta de maior interesse ao produtor, pois está diretamente ligada a rentabilidade do cultivo de milho.

Tabela 03: Resultado do teste de agrupamento de médias de efeitos principais com a variável produtividade de acordo com os modos de aplicação (Fator A) e com as doses (Fator B).

Comparação entre as médias de a (modos de aplicação)	
MODO	PRODUTIVIDADE
sulco	4756,5000 a
semente	4645,5000 b
Comparação entre as médias de b (doses)	
DOSES	PRODUTIVIDADE
200	4793,2500 a
100	4696,5000 b
0	4613,2500 b
CV	1,7914569 %

Obs.: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Resultados semelhantes foram encontrados por Cavallet et al. (2000), onde foi constatado quando inoculadas as sementes com o *Azospirillum* o aumento de 17% na produtividade de grãos de milho, de 5211 para 6067 kg/ha e o aumento de 6% na média do comprimento das espigas.

Em um experimento conduzido por Araújo et al. (2014), em Teresina-PI, no ano de 2011/2012, foi comprovada a eficiência de *Azospirillum* com acréscimo na produção, sendo esta superior a 30% em relação ao tratamento controle sem inoculação, o que corrobora com os resultados do presente estudo. Aumento de produtividade de milho com o uso de *Azospirillum brasiliense*, também foram observados por Bartchechen et al., 2010.

CONCLUSÃO

A aplicação de *Azospirillum brasiliense* aplicado em sulco, apresentou resultados superiores para os parâmetros altura de planta, altura da inserção da espiga, diâmetro do colmo e produtividade.

A aplicação de *Azospirillum brasiliense* na dose de 200 mL/ha, apresentou resultados superiores para os parâmetros altura de planta, altura da inserção da espiga, e na produtividade.

As aplicações de *Azospirillum brasiliense* nas doses de 100 e 200 mL/ha apresentaram resultados semelhantes e superiores a não aplicação da bactéria para o diâmetro do colmo.

As aplicações de *Azospirillum brasiliense*, no solo e na semente não apresentaram diferenças para a massa de 100 grãos.

As aplicações no sulco de *Azospirillum brasiliense*, nas doses de 100 e 200 mL/ha apresentaram resultados semelhantes e superiores a não aplicação da bactéria para a massa de 100 grãos. A aplicação na semente de *Azospirillum brasiliense*, na dose de 200 mL/ha apresentaram resultados superiores para a massa de 100 grãos. De maneira geral a dose de 200 ml de *Azospirillum brasiliense* no sulco de plantio apresentou os melhores resultados.

Outros ensaios deverão ser conduzidos buscando mais conhecimentos sobre os efeitos da BPCP no desenvolvimento e produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. M.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. V. B. Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasiliense* e níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1556-1560, 2014.

BARASSI, C.A.; SUELDO, R. J.; CREUS, C.M.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. Potencialidad de *Azospirillum* no ptimizer el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. **Argentina: Asociación Argentina de Microbiología**, 2008. P.49-59.

BARBOSA, JC; MALDONADO, JUNIOR, W. 2014. **AgroEstat** - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 396p.

BARTCHECHEN, A.; FIORI, C.C.L.; WATANABE, S.H.; GUARIDO, R.C. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasiliense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L). **Campo Digit@I**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 56-59, 2010.

BASHAN, Y.; DE-BASHAN, L. E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. **Advances in agronomy**, 108:77-136, 2010.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; BASHAN, L. E. *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 50, n. 8, p. 521-577, 2004.

BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; PICCININ, G. G.; ALBRECHT, L. P.; BARBOSA, M. C.; ORTIZ, A. H. T. Seed inoculation with *Azospirillum brasiliense*, associate with the use of bioregulators in maize. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 58-64, 2012.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. dos S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, p. 129-132, 2000.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS CFSEMG Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais **5ª aproximação**, eds. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, C. P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. Viçosa, p. 25-32; 314-315, 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** - Nono levantamento, Brasília: Conab, v.1, n.1, p. 1-98, junho 2022.

COSTA, R. R. G. F.; QUIRINO, G. S. F.; NAVES, D. C. F.; SANTOS, C. B.; ROCHA, A. F. S. Eficiência de inoculante com *Azospirillum brasilense* no crescimento e produtividade de milho de segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 3, p. 304-311, 2015.

CUNHA, F.; SILVA, N.; BASTOS, F.; CARVALHO, J.; MOURA, L.; TEIXEIRA, M.; ROCHA, A.; SOUCHIE, E. Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, p. 261-272, 2014.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.10, p.1023– 1029, 2013.

DAVISON, J. Plant beneficial bacteria. **Bio/Technology**, v.6, p.282-286, 1988.

DEBASTIANI, R. S. Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* associado à adubação nitrogenada na cultura do milho. 2016. 22 f. **TCC** (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2016.

DOTTO, A.P.; LANA, M.D. do C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J.F. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, p. 376-382, 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 22 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., Brasília, DF., Embrapa, 2018, 356p.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 2, p. 135-146, 2010.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*.

AMB Express v. 6, p. 1-13, 2016.

GUIMARÃES, S. L.; MOREIRA, J. C. F.; BONFIMSILVA, E. M.; POLIZEL, A. C.; SABINO, D. C. C. Características produtivas de plantas de milho inoculadas com *Azospirillum* spp. cultivadas em Latossolo de cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 558-567, 2013.

HARTMANN, A.; BALDAM, J. I. The genus *Azospirillum*. In: DWORKIN, M.; FALKOW, S.; ROSENBERG, E.; SCHLEIFER, K. H.; STACKEBRANDT, E. (Ed.). *The Prokaryotes*. New York: **Springer**, 2006. p.115-140.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: **Embrapa Soja**, 2011. 36 p. (Documentos, n. 325)

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; DAL BEM, E. A.; 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**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 527- 538, 2013.

KLOEPPER, J.W.; LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R.M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**. v.7, p.39-43, 1989.

Köppen W (1948) **Climatologia**: conunestudio de los climas de latierra. Fondo de Cultura Econômica. México.

LANA, M. doC.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J. E. H. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, p. 399-405, 2012.

MENDONÇA, M. M.; URQUIAGA, S. S.; REIS, V. M. Variabilidade genotípica de milho para acumulação de nitrogênio e contribuição da fixação biológica de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1681-1685, 2006.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e Potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**. 2008.

PEDRINHO, E.A.N.; GALDIANO, J. R. F.; CAMPANHARO, C. J.; ALVES, L. M. C.; LEMOS, E.G. M. Identificação e avaliação de rizobactérias isoladas de raízes de milho. **Bragantia**, v.69, p.905-911, 2010.

REPKE, R. A. Eficiência da *Azospirillum brasiliense* na fixação de nitrogênio em milho. 2013. 68 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2013.

RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, T.; GOIRE, I.; BASHAN, Y. Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* spp. **Naturwissenschaften**, v. 91, n. 11, p. 552-555, 2004.

SANGOI, L.; SILVA, L.; MOTA, M.; PANISON, F.; SCHMITT, A.; SOUZA, N.; GIORDANI, W.; SCHENATTO, D. Desempenho agronômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1141-1150, 2015.

SPAEPEN, S.; VANDERLEYDEN, J.; REMANS, R. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plants signaling. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 31, n. 4, p. 425-448, 2007.

STRZELCZYK, E.; KAMPER, M.; LI, C. Cytocinin-like-substances and ethylene production by *Azospirillum* in media with diferente carbon sources. **Microbiological Research**, v. 149, n. 1, p. 55-60, 1994.

TIEN, T. M.; GASKINS, M. H.; HUBBELL, D. H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 37, n. 5, p. 1016-1024, 1979.