

Avaliação dos componentes de rendimento na cultura do milho por meio da aplicação de *Azospirillum brasilense* no tratamento de semente e no sulco semeadura.

Gean Matheus Pereira, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil,
gean.pereira@grupointegrado.br;

Murilo Guimarães Vieira de Andrade, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil, mu_fifa@hotmail.com;

Antônio Krenski, Centro Universitário Integrado, Brasil,
antonio.krenski@grupointegrado.br;

Jhone de Souza Espindola, Centro Universitário Integrado, Brasil,
jhon.souza@grupointegrado.br;

João Rafael de Conte Carvalho de Alencar, Centro Universitário Integrado, Brasil, joao.alencar@grupointegrado.br;

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* com a aplicação nas sementes e no sulco de semeaduras do híbrido de milho Brevant 2B688RR. A avaliação em campo foi realizada no milho segunda safra no ano de 2024 na cidade de Campo Mourão - PR. A área cultivada teve a delimitação de 30x12 ou 360 metros quadrados, separados em: 1) testemunha (somente com adubação de base), 2) aplicação da bactéria *A. brasiliense* no tratamento de semente (e adubação de base), 3) aplicação da bactéria diretamente no sulco de semeadura (e adubação de base) e 4) utilização da bactéria no tratamento de semente e sulco de semeadura (e adubação de base). As características e variáveis analisadas foram o desenvolvimento da cultura em geral, sem a validação do desenvolvimento das raízes no início do ciclo, somente no final, desenvolvimento do caule, das folhas, da transição dos estágios vegetativos, do número de fileiras de grãos e de grãos por fileiras. A aplicação da bactéria nos diferentes métodos utilizados apresentaram resultados na produção final, sendo eles relevantes na quantidade de quilogramas do produto final por hectare.

Palavras-chave: *Zea mays*. Inoculação. Bactéria diazotrófica. Fixação biológica de nitrogênio.

Assessment of development in corn crops through the application of the bacterium *Azospirillum brasilense* in seed treatment and in the sowing furrow.

Abstract: This study aimed to evaluate the behavior and response of the inoculation effect of the bacterium *Azospirillum brasilense* with application in the maize hybrid Brevant 2B688RR. Field

evaluation was carried out in second crop maize in 2024 in the city of Campo Mourão - PR. The cultivated area was delimited to 30x12 or 360 square meters, divided into: 1) control (only with base fertilization), 2) application of the bacterium *A. brasilense* in seed treatment (and base fertilization), 3) application of the bacterium directly in the sowing furrow (and base fertilization), and 4) use of the bacterium in seed treatment and sowing furrow (and base fertilization). The characteristics and variables analyzed were the general development of the culture, without validating root development at the beginning of the cycle, only at the end, stem development, leaf development, transition of vegetative stages, number of grain rows, and grains per row. Keywords: Maize, *Zea mays*, inoculation, *Azospirillum*, evaluation, seed treatment and sowing furrow, diazotrophic bacteria, biological nitrogen fixation. The application of bacterium to the different methods used to present results in final production, which are relevant in the number of kilograms of the final product per hectare.

Keywords: *Zea mays*. Inoculation. Diazotrophic bacterium. Biological nitrogen fixation.

Introdução

Na agricultura mundial, existe um grande interesse pela utilização de bactérias que promovem o desenvolvimento e auxiliam na produtividade de plantas devido ao alto valor dos fertilizantes no mercado, aliando-se a conscientização de uma produção mais sustentável e menos poluente ao meio ambiente (Hungria, 2011).

Ressalta Hungria (2011) ainda que pouco utilizada, a inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho apresenta resultados de grandes impactos positivos no desenvolvimento e na produção final, podendo trazer grandes ganhos aos produtores sem a necessidade de grandes investimentos com fertilizantes químicos, especialmente os nitrogenados. De acordo com pesquisas realizadas pela EMBRAPA, a aplicação e utilização da bactéria teve um aumento médio de produtividade no milho em 26% e 31% no trigo. A inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas ou (BPCP), pode de fato aumentar a eficiência do uso de fertilizantes com bases nitrogenadas, aumentando assim o rendimento em cerca de 8%, mesmo em solos com alta população de bactérias, a (FBN) fixação biológica de nitrogênio nas gramíneas em gerais pode atender entre 5 e 20% das necessidades do ciclo da cultura.

Essas bactérias têm a capacidade de captar nitrogênio da atmosfera e transformá-la em nitrogênio utilizável pelas plantas, ou seja, a fixação biológica de nitrogênio, considerado um dos principais métodos biológicos do planeta, atrás somente da fotossíntese que por sua vez utiliza da energia solar para produção de energia química favorecendo o desenvolvimento da planta (Davidson, 1998; Kloepper et al., 1989).

A utilização e aplicação realizada no campo experimental da faculdade Integrado Campus, tem por principal objetivo acompanhar o desenvolvimento da cultura através dos benefícios da inoculação já que a amplificação das raízes será de maior beneficiamento e consequentemente

isto pode melhorar a absorção de água e nutrientes pela planta, contribuindo para o desenvolvimento do milho, principalmente em períodos de escassez hídrica.

O trabalho tem como principal objetivo apresentar os resultados na diferenciação dos métodos de aplicação na inoculação, sendo elas no tratamento de semente e na aplicação em sulco de semeadura, avaliando o tamanho de planta, espessura do caule, vitalidade da planta, número de espigas, fileiras de grãos, grãos por fileiras e a produtividade apresentada.

A metodologia aplicada no desenvolvimento do projeto está ligada à inserção da bactéria junto à cultura do milho avaliando os meios de aplicação e comparando os resultados entre elas, realizando um “lado a lado” com a testemunha e validar se de fato a inoculação da bactéria fixadora de nitrogênio resultará em aumento na produtividade.

Métodos

O experimento foi realizado no Campus do Centro Universitário Integrado, no município de Campo Mourão, região oeste do estado do Paraná.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizado (DBC) com repetições: tratamentos de semente, tratamento de semente mais aplicação no sulco de semeadura, somente a inserção no sulco de semeadura e uma testemunha. As doses do produto foram calculadas de acordo com as recomendações do fabricante, para o tratamento de semente: 100ml/sc de semente e para a inserção no sulco de semeadura a dosagem utilizada foi 206ml/ha.

As sementes do milho utilizado foi a cultivar/híbrido 2B688RR do obtentor Brevant, semeada no dia 29/02/2024. A escolha do material se deu por suas características:

- Bom desenvolvimento na região;
- Ciclo precoce;
- Grãos para consumo, comércio e silagem;
- Bom potencial produtivo;
- Excelente qualidade de colmo e sanidade foliar;
- Opção para silagem;
- Qualidade bromatológica para silagem;
- Tecnologia RR (Roundup Ready).

O fertilizante utilizado na linha de semeadura foi o supersimples na dose de 200 kg/ha. As aplicações dos tratamentos foram realizadas via sulco na mesma data da semeadura e via tratamento de semente *On Farm*, que consiste no recobrimento da semente formando uma camada de proteção

com o produto selecionado.

A dimensão da área utilizada foi de 12 x 30 ou 360 m², com a inserção da cultura do milho, utilizamos o espaçamento de 0,45 m entre linhas, a profundidade em 5 cm abaixo da superfície do solo. Além disso foi utilizado durante o desenvolvimento os seguintes produtos e materiais para semeadura e aplicações:

Tabela I – insumos utilizados no experimento realizado. Campo Mourão-PR, 2024.

Insumo	Grupo	Dosagem
Semente	Brevant 2B688RR	62.000 Sementes/ha
Inoculante	Masterfix - Azospirillum brasilense	Ts: 100ml/sc e sulco: 206ml/ha
Inseticida	Perito (Acefato)	200L/ha
Inseticida	Curyom (Organofosforado e benzuilureia)	500ml/ha
Inseticida	Galil (Neonicotinoide e bifentrina)	250ml/ha
Inseticida	Engeo pleno (tiametoxam e lambda-cialotrina)	200ml/ha
Fungicida	Abacus (Estrobirulina e Triazol)	0,30L/ha
Fungicida	Fox Xpro (Carboxamida, Estrobirulina e Triazol)	0,5L/ha
Fungicida	Bravonil 720 (Isoflalonitrila)	2,0L/ha
Fungicida	Unizeb Bold (Ditiocarbamato)	2,0kg/ha
Herbicida	Crucial (Glifosato)	25L/ha
Adubação de base	Superfosfato simples (16% 18% 10%)	200 kg/ha
Adubação de cobertura	Cloreto de Potássio e Uréia	50kg/ha e 50kg/ha

Tabela II - Tratos culturais executados na área do experimento. Campo Mourão-PR, 2024.

Data	Procedimento
29/02/2024	Aplicação do <i>Azospirillum brasilense</i> via tratamento de semente.
29/02/2024	Semeadura do milho, híbrido: Brevant 2B688RR.
29/02/2024	Aplicação do inoculante – bacteriano no sulco de semeadura.
13/03/2024	Primeira aplicação de Inseticida Acefato (Perito).
20/03/2024	Aplicação do inseticida Neonicotinoide e Piretroide (Engeo pleno™)

28/03/2024	Segunda aplicação de Inseticida Acefato (Perito).
28/03/2024	Adubação de cobertura com Cloreto de Potássio + Uréia
02/04/2024	Primeira aplicação Herbicida glifosato (Crucial) + Terceira aplicação de Inseticida Profenós e Lufenuron (Curyom).
15/04/2024	Primeira aplicação de Fungicida Estrobilurina e Triazol (Abacus) + Isoftalonitrila (Bravonil 720).
15/05/2024	Quarta aplicação de inseticida Neonicotinoide e Bifentrina (Galil) + fungicida Carboxamida, Estrobirulina e Triazol (Fox Xpro).
18/06/2024	Coleta das espigas para aferir a produção.

No primeiro momento foi realizado a avaliação e média de 5 plantas aleatórias por tratamento, avaliando somente as características que as plantas permitiam em V4, sendo elas: diâmetro de caule (cm) e altura das plantas (m).

Durante o desenvolvimento do experimento foi possível observar alguns aspectos importantes, dados esses coletados para conflitar com as avaliações seguintes e ter a base sobre os resultados estatísticos e visuais do cômputo das diferentes aplicações.

A coleta das espigas foi realizada na data de 18 de julho de 2024 de forma aleatória para obtenção de resultados não homogêneos com a realização do experimento. No primeiro momento foi separado os experimentos e a coleta das espigas, colhidas ao longo de duas linhas de 5 metros em cada tratamento, logo após foi realizado a debulha dos grãos de cada espiga e a pesagem de forma separada, o cálculo foi feito com base na massa de mil grãos.

Atendido os pressupostos necessários, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para os efeitos significativos ($P < 0,05$) foram comparados pelo teste Tukey. Utilizou-se o software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015) para a análise estatística.

Resultados e discussão

O experimento foi realizado com o intuito de demonstrar que através das diferentes maneiras de utilização da bactéria na cultura do milho, seja possível validar as diferenças positivas em relação às testemunhas, apresentando uma maior quantidade de características qualitativas e quantitativas na planta, grãos por espiga e um desenvolvimento melhor, aumentando a produtividade de grãos e a rentabilidade da cultura. Validando que de fato a utilização da bactéria via inoculação vai trazer pontos positivos para apreciação da produção e para o produtor.

A tabela 3 abaixo demonstra a efetividade da utilização da bactéria e sua influência nas variáveis analisadas.

Tabela III – Valores médios obtidos sob os diferentes métodos de aplicação. Campo Mourão-PR

Inoculante	Massa de mil grãos (g)	Nº de fileiras na espiga	Tam. Da espiga (cm)	Grãos/fileira	Prod. Kg/ha
1 - Testemunha	330,66 a	16,66 a	13,73 b	27,66 a	9232,50 d
2 - Sulco de semeadura	337,66 a	18,33 a	16,33 ab	29,16 a	10793,50 b
3 - Tratamento de semente	349,66 a	16,66 a	16,16 ab	28,50 a	11216,66 a
4 - Sulco + Tratamento de Sem.	340 a	17,33 a	17,50 a	31,33 a	10326,66 c
D.M.S	19,831	2,7833	2,9042	7,5364	89,011
C.V (%)	3,61	9,98	11,27	15,98	0,53

Médias seguidas por letras iguais, dentro de cada variável, não diferem pelo teste Tukey (5%)

Observou-se nos tratamentos com utilização da bactéria os resultados foram auspicioso, sejam eles na qualidade da planta quando nos números pelas avaliações, dados gerados a cunho de validação para comparação.

Nota-se que mesmo com as variâncias em outros aspectos o tratamento número 3 foi o que mais resultou em produtividade e julgando pelo lado econômico é o resultado esperado pelo investimento realizado.

Os benefícios da inoculação com *Azospirillum brasilense*, realização da conversão do nitrogênio presente na atmosfera para fixação biológica no solo, houve um aumento na produção de pelos radiculares e crescimento radicular, auxiliando as plantas numa melhor absorção de água e nutrientes.

O tratamento número 3 (classificado pela letra a), destacou-se na massa de mil grãos, mesmo não se sobressaindo em outros aspectos como foi o tratamento número 2 (b), que obteve uma variação maior em suas estatísticas, no entanto, o fator determinante para o ponto principal fica na massa de mil grãos, que através desse quesito a quantidade de quilogramas por hectare foi superior.

Especificamente na coluna de produtividade, observa-se a discrepância entre as avaliações. As diferenças entre as produtividades são notáveis mesmo que cultivadas e manejadas nas mesmas condições, além de que em todos os métodos de aplicação da bactéria *Azospirillum brasilense* é possível notar os resultados, validando assim que mesmo em quantidades menores a utilização irá resultar em produtividades relativamente maiores, desde que manuseada de forma correta, disponibilizando condições adequadas para o desenvolvimento da cultura. A aplicação em tratamento de semente (a) obteve uma boa média sobre todas as variáveis e mesmo não se sobressaindo sobre as demais ainda teve o melhor resultado com 26,98%, após a aplicação em tratamento de semente, a utilização em sulco de semeadura (b) apresenta uma boa produtividade com 25,96% ficando superior à aplicação em sulco de semeadura + tratamento de semente (c) com 24,84%, que por sua vez apresentou uma produção superior a testemunha (d) com 22,21%. A

inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas ou (BPCP), pode de fato aumentar a eficiência do uso de fertilizantes com bases nitrogenadas, aumentando assim o rendimento em cerca de 8%, mesmo em solos com alta população de bactérias, a (FBN) fixação biológica de nitrogênio nas gramíneas em gerais pode atender entre 5 e 20% das necessidades do ciclo da cultura.

De acordo com Godoy et al. (2011) e Repke et al. (2013) a utilização da bactéria com a associação de fertilizantes a base de nitrogênio, não interfere no desenvolvimento das plantas e, por tanto, não substitui o uso de fertilizantes nitrogenados e muito menos permite a redução da dose de N.

Considerações finais

De acordo com os resultados obtidos neste experimento, a utilização da inoculação com *Azospirillum brasilense* proporcionou maiores incrementos de produtividade quando utilizado via tratamento de semente, no entanto não dispensa a utilização e aplicação em cobertura com fertilizantes nitrogenados na cultura do milho.

Agradecimentos

A todos que acompanharam a nossa trajetória acadêmica e nos auxiliaram de alguma forma. Primeiramente a Deus por nos proporcionar disciplina e capacidade até o momento final, aos nossos pais e familiares, pois, nos apoiaram do início ao fim em todas as tomadas de decisões, nossos amigos e colegas de turma que compartilharam grandes momentos e experiências durante todos esses anos, por último e não menos importante aos nossos professores e orientadores que nos instruíram em todas as atividades desenvolvidas até o presente momento.

Referências

- (1) EMBRAPA. **Cultivo do milho**. Disponível em https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/489220/4/Econo_miaproducao.pdf
- (2) MILHO. <https://www.brevant.com.br/produtos/milho/b2688pmu-2b688rr.html>
- (3) <https://pet.agro.ufg.br/n/6971-milho-investimento-em-tecnologia-e-saidapara-driblar-precos-baixos-do-mercado#:~:text=Do%20mesmo%20modo>

%20como%20na,de%20folhas%20largas%20e%20gram%C3%ADneas.

- (4) 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.331, n. 1-2, p.413-425, 2010. Doc325.indd (embrapa.br)
- (5) **Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho no Cerrado. 2017.**
<https://www.scielo.br/j/rca/a/sMgZHsKFbkJKM9FRvkwHRgR/?format=html>
- (6) MULLER. M. T., BAZZANEZI. N. A., VIDAL. V., TUROK. N. D. J., RODRIGUES. D. J., SANDINI. E. I. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho.** 2012.
https://www.abms.org.br/eventos_anteriores/cnms2012/06618.pdf
- (7) ADAPAR.
https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2022-07/bravonil720.pdf
- (8) ADAPAR.
https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-01/abacushc.pdf
- (9) ADAPAR.https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-05/galilsc.pdf
- (10) ADAPAR.https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-06/fox_sc.pdf
- (11) https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/kgtney466/files/media/document/2022/11/28/BULA_ENGEO_PLENO_AGOSTO_2022.pdf
- (12) ADAPAR.
https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2022-07/bravonil720.pdf
- (13) https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/crucial_8686.html
- (14) GODOY, J. C. S. D.; WATANABE, S. H.; FIORI, C. C. L.; GUARIDO, R. C.
Produtividade de milho em resposta a doses de nitrogênio com e se inoculação

SIMPAR

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação do Paraná

Realização



Núcleo de
Empreendedorismo,
Pesquisa e Extensão
Integrado

Apoio



FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA
Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná

das sementes com *Azospirillum brasilense*. Campo Digital, Campo Mourão, v. 6, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106225/1/Resposta-a-milho.pdf>. Acesso em mai. 2024.

SIMPAR

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação do Paraná

Realização



Núcleo de
Empreendedorismo,
Pesquisa e Extensão
Integrado

Apoio



**FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA**
Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná