UNICESUMAR – UNIVERSIDADE CESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – CAMPI MARINGÁ

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE PLANTAS DE MILHO INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*

GUILHERME HENRIQUE DA SILVA
HENRIQUE ALVES DOS REIS

MARINGÁ – PR
2021

GUILHERME HENRIQUE DA SILVA

HENRIQUE ALVES DOS REIS

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE PLANTAS DE MILHO INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da UNICESUMAR – Universidade Cesumar como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Agronomia, sob a orientação da Profª. Drª. Francielli Gasparotto.

MARINGÁ – PR

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

GUILHERME HENRIQUE DA SILVA

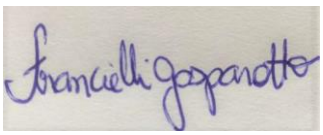
HENRIQUE ALVES DOS REIS

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE PLANTAS DE MILHO INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da UNICESUMAR – Universidade Cesumar como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em
Agronomia, sob a orientação da Profª. Drª. Francielli Gasparotto.

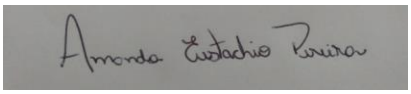
Aprovado em: 10 de novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA



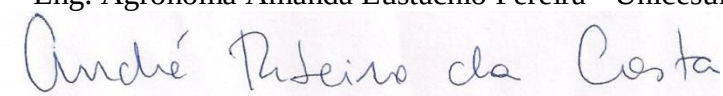
_____

Profª. Drª. Francielli Gasparotto - Unicesumar- Universidade Cesumar



_____

Eng. Agrônoma Amanda Eustachio Pereira - Unicesumar- Universidade Cesumar



_____

Prof. André Ribeiro da Costa - Unicesumar- Universidade Cesumar

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE PLANTAS DE MILHO INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*

Guilherme Henrique da Silva

Henrique Alves dos Reis

RESUMO

O aprimoramento das técnicas de cultivo do milho é essencial para alcançar a sustentabilidade agrícola. Assim, objetivou-se avaliar a ação da inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*. A pesquisa contou com 5 tratamentos e 5 repetições: T1 - 60 kg/ha de N em cobertura; T2 - 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio; T3 - 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Bacillus subtilis* via semente; T4 - 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio + *Bacillus subtilis* via semente; T5 – Testemunha. Foram avaliados os seguintes parâmetros: altura de plantas (cm), peso médio de espigas (g), peso de mil grãos (g), número de fileiras por espiga, diâmetro de espiga (cm), produtividade (kg/ha) e retorno econômico (R$). A aplicaçao de *Bacillus subtilis* em associaçao com *Azospirillum brasiliense* proporcionou aumento significativo na produtividade, altura de plantas e peso de mil grãos e maior retorno econômico quando comparada aos demais tratamentos analisados. A aplicaçao de *Bacillus subtilis* proporcionou um aumento significativo no peso de mil grãos, onde apesar do custo de aplicação ser maior quando comparada a testemunha ou ao T1 a aplicação da bactéria apresenta um retorno econômico positivo ao produtor, bem como a inoculação com Azospirillum brasiliense. Portanto, conclui-se que a utilizaçao de *Bacillus subtilis* associada a *Azospirillum brasilense* é uma alternativa rentável e sustentável ao produtor na produção do milho.

Palavras-chave: Bactérias diazotróficas. Insumos biológicos. *Zea mays*.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF CORN PLANTS INOCULATED WITH *Azospirillum brasilense* and *Bacillus subtilis*

ABSTRACT

Improving corn cultivation techniques is essential to achieve agricultural sustainability. Thus, the objective was to evaluate the action of inoculating maize seeds with *Azospirillum brasilense* and *Bacillus subtilis*. The research had 5 treatments and 5 repetitions: T1 - 60 kg/ha of N in coverage; T2 - 60 kg/ha of N in top dressing + inoculation with *Azospirillum brasilense* via the planting furrow; T3 - 60 kg/ha of N in coverage + inoculation with *Bacillus subtilis* via seed; T4 - 60 kg/ha of N in top dressing + inoculation with *Azospirillum brasilense* via planting furrow + *Bacillus subtilis* via seed; T5 – Witness. The following parameters were evaluated: plant height (cm), average ear weight (g), weight of a thousand grains (g), number of rows per ear, ear diameter (cm), yield (kg/ha) and return economic (R$). The application of *Bacillus subtilis* in association with *Azospirillum brasiliense* provided a significant increase in productivity, plant height and weight of a thousand grains and greater economic return when compared to the other treatments analyzed. The application of *Bacillus subtilis* provided a significant increase in the weight of a thousand grains, where despite the application cost being higher when compared to the control or T1, the application of the bacterium presents a positive economic return to the producer, as well as the inoculation with *Azospirillum brasiliense*. Therefore, it is concluded that the use of *Bacillus subtilis* associated with *Azospirillum brasilense* is a profitable and sustainable alternative for the producer in the production of corn.

Keywords: Diazotrophic bacteria. biological inputs. *Zea mays*.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes cultivadas pelo homem no mundo, segundo a Conab (2020), na safra 2019/2020 foram produzidos 101 milhões de toneladas de milho considerando as três safras que ocorrem no território brasileiro, em uma área estimada de cultivo de 18,5 milhões de hectares. A companhia ainda estima que para a safra 2020/2021, no Brasil a produção total chegue aos 110 milhões de toneladas do grão em uma área de 19,5 milhões de hectares.

Juntamente com o aumento da produtividade da cultura houve um crescimento na utilização de adubos, principalmente dos nitrogenados, pois, o milho é uma planta que exige grandes quantidades de nitrogênio para alcançar alta produtividade. Em pesquisas Gazola et al. (2014), constatou que a aplicação de nitrogênio em cobertura proporcionou efeito linear crescente para altura de plantas, altura de inserção de espiga, número de grãos por espiga e número de grãos por fileira.

Além do nitrogênio, o fósforo também é um dos nutrientes ao qual a cultura apresenta grande exigência, porém, em comparação ao nitrogênio estas são menores. Contudo, devido à baixa eficiência no aproveitamento deste nutriente pela cultura, as doses recomendadas são altas, isto se deve a alta capacidade de fixação do fósforo ao solo por meio dos mecanismos de adsorção e precipitação elevadas (COELHO, 2006).

Sendo assim, os gastos com adubação estão elevando o custo de produção, o que acaba prejudicando a rentabilidade desta cultura. Visando a redução destes gastos, estudos vem sendo desenvolvidos para aprimorar e desenvolver técnicas de manejo mais eficientes e menos onerosas. Uma destas técnicas é o emprego de insumos biológicos, como a inoculação de estipes de bactérias que auxiliam na disponibilização de nutrientes, como os gêneros bacterianos *Bacillus* e *Azospirillum*.

O emprego de *Azospirillum brasiliense* na inoculação de plantas de milho proporcionou rendimento 24% superior quando comparado às técnicas de controle, com aplicação de 24 kg de $N.ha^{-1}$ (HUNGRIA, 2011). Já em trabalhos realizados com bactérias do gênero *Bacillus*, com o objetivo de analisar a viabilidade técnica e econômica de sua utilização, os resultados permitiram observar, que a inoculação desses microrganismos possibilitou reduzir de 33 a 50% o uso de adubação fosfatada nas lavouras de milho (PATIL et al., 2012; RAJAPAKSHA et al., 2011; MAHANTA et al., 2018; GRANADA et al., 2018), consequentemente o que reduzirá também custos de produção.

Em relação a produtividade, em um outro estudo sobre a utilização de *Bacillus* foi

possível observar um ganho médio de 8,9% (OLIVEIRA et al., 2020), e um aumento por volta de 19% na exportação de fósforo para os grãos de milho. Ressalta-se que, estudos que utilizam dessas bactérias para avaliar a viabilidade econômica para o produtor, tende a diminuir gastos com adubação e também auxilia em práticas de manejo sustentáveis e tem o intuito de reduzir o uso de adubos químicos que são extremamente relevantes. Portanto, a presente pesquisa teve como objetivo verificar a ação da inoculação com *Azospirillum brasilense* associada com *Bacillus subtilis* no desempenho agronômico de plantas de milho.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Cesumar, Maringá-PR. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 5 repetições por tratamento, totalizando 25 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituidos da seguinte forma: T1 - Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura; T2 - Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio; T3 - Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Bacillus subtilis* via semente; T4 - Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio + *Bacillus subtilis* via semente e T5 – Testemunha.

Destarte, o solo onde foi realizado o projeto pode ser classificado como latosso vermelho distroférrico (GEOINFO, 2020). As informações coletadas na análise de solo, apresentavam saturação de bases (V) 71,93. Sendo assim, houve a necessidade de utilização da calagem para aumentar V%, além disso, o solo apresentava pH em H2O de 6,0, ou seja, um solo equilibrado que não apresentou ácidez como são os solos brasileiro. Além desses valores o solo ainda contava com uma capacidade de troca de cátions efetiva (CTC) de 11,38.

Cada unidade experimental foi composta por $25m^2$ (5x5m), com população aproximada de 170 plantas, equivalente a 68.000 plantas por hectare. O espaçamento entre linhas adotado foi de 0,45m, com aproximadamente 3,15 sementes por metro linear.

O híbrido empregado foi o P3858 da PIONEER, milho transgênico com tolerância ao princípio ativo glifosato e algumas lagartas. Todos os tratamentos receberam 333 $kg.ha^{-1}$ do formulado 10-15-15 como adubação de base de acordo com a análise de solo e a necessidade da cultura, e as aplicações de N em cobertura, foram realizadas no estádio vegetativo V4 de acordo com o estabelecido em cada tratamento.

Efetivou-se a semeadura por meio de uma semeadora adubadora, e a inoculação da

bactéria *Azospirillum brasilense* via sulco, por um sistema de inoculação adjunto a semeadora adubadora e a inoculação com *Bacillus subtilis* via semente por meio de sistema rotativo para que as estirpes bacterinas possam entrar em contato com as sementes, este último, foi realizado pouco antes do plantio, em um local fresco, arejado e livre de insolação direta.

As aplicações de defensivos agrícolas aconteceram de acordo com a ocorrência do ataque de pragas, doenças e plantas daninhas ao longo do ciclo da cultura. Referente às aplicações de defensivos agrícolas, estas foram baseadas na bula dos produtos comerciais, seguindo as dosagens recomendadas pelos fabricantes. Para o controle de plantas infestantes, aplicou-se o herbicida Xeque Mate, seguindo a dosagem dose de 1,5 L/ha. Para o controle do inseto-praga Percevejo-barriga-verde (Dichelops melacanthus), utilizou-se uma aplicação do inseticida Engeo Pleno™ S, seguindo a dose de 150 à 250 ml/ha. À fim de controlar o inseto-praga Cigarrinha-do-milho (Dalbulus maidis), foram feitas três aplicações, com três diferentes produtos, sendo eles: Galil® SC, seguindo a dose de 200 à 300 ml/ha; Sperto, com 200 – 300 g/ha; e Pertio 970 SG, com 1.000 à 1.200 g/ha. Para o controle da Ferrugem-comum (Puccinia sorghi), realizou-se a aplicação do fungicida Aproach® Prima, com a dose de 450 ml do produto comercial/ha.

O cultivo do milho foi conduzida no sistema de sequeiro, porém quando as taxas pluviométricas não foram suficientes para um bom desenvolvimento da cultura, houve o fornecimento de irrigação artificial em estádios de maior importância. Utilizou-se o sistema de irrigação por aspersão, por toda a área das unidades, em três momentos, o primeiro logo após a semeadura, com o objetivo de auxiliar a germinação da cultura. Em um segundo momento, o sistema de irrigação foi ligado após o nascimento das plantas, mais precisamente, depois da prática de adubação de cobertura, à fim de auxiliar o efeito dessa adubação, uma vez que o clima neste momento contava com uma temperatura elevada e sem precipitações previstas. Sendo assim, acionou-se a irrigação pela terceira vez, em três dias. Neste período a cultura sofreu com exposição às geadas. O sistema era ligado logo pela manhã, depois de uma madrugada de temperatura baixíssima para à cultura, com a finalidade de evitar o congelamento das plantas e rompimento dos tecidos.

Ao final do ciclo da cultura a mesma foi colhida quando os grãos apresentaram umidade entorno de 14% e 16%. A colheita aconteceu de forma manual e os seguintes parâmetros foram avaliados:

- Altura de planta (AP): medida com uma trena milimétrica o comprimento da planta, desde a superfície do solo até a extremidade do pendão (em metros).

- Peso médio de espigas (g): foram feitos 5 agrupamentos com 10 espigas cada que

foram submetidas a mensuração de massa com auxílio de balança. Ao final foram realizadas as médias de peso por espiga;

- Peso de 1000 grãos (g): a metodologia de mensuração e os cálculos foram realizados com base nos procedimentos descritos pelas Regras para Análise de Sementes – RAS, (MAPA, 2009);

- Número de fileiras por espiga (u); partindo a espiga ao meio para a contagem de fileiras no plano transversal da espiga;

- Diâmetro de espiga (mm): utilizando um paquímetro, fez-se a mensuração do diâmetro das espigas de modo que as margens internas das hastes do equipamento se mantenham encostadas nas bordas da espiga de milho;

- Produtividade (kg/ha): após a obtenção dos dados de peso de 1000 grãos, foram feitos os cálculos de estimativa de produtividade.

- Retorno econômico (R): considerou-se o custo dos produtos utilizados em cada tratamento, o valor da saca de milho de 60 kg no mercado nacional, a produtividade da área e a lucratividade obtida em moeda monetária nacional (R$). O cálculo do retorno econômico (R) foi realizado de acordo com a Equação 1 adaptada de Donato e Bonaldo (2013).

$$R = ((Ptrat - Ptest) \times M) - C \qquad (1)$$

Em que:

Ptrat = produtividade de cada tratamento, sc.ha-1;

Ptest = produtividade da testemunha, sc.ha-1;

M = preço da saca do milho; e

C = custo de cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F, nível de 5% de probabilidade. E quando significativo às médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott, também ao nível de 5% de probabilidade. As análises de variância foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR ®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros avaliados a altura média de plantas apresentou diferenças significativas, onde se é possível definir 3 grupos (Tabela 1), primeiro o tratamento onde se

obteve o maior porte das plantas T4 (Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio + *bactérias do gênero Bacillus* via semente), o segundo grupo, onde os tratamentos apresentaram porte intermediários T2 (Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio) e T3 (Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Bacillus subtilis* via semente); e por fim, um terceiro grupo onde os tratamentos apresentaram menores porte de plantas em T1 (Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura) e a testemunha (T5).

Tabela 1. Valores médios de altura de plantas de milho submetidas a diferentes adubações.

TRATAMENTOS	Altura
T1	1,77 c
T2	1,91 b
T3	1,94 b
T4	2,10 a
T5	1,79 c

[1]Tratamentos: T1–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura; T2–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio; T3–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Bacillus subtilis* via semente; T4-Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio + *Bacillus subtilis* via semente; T5-Testemunha.
[2]Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estaticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Este maior porte das plantas observado em alguns tratamentos pode estar ligado a inoculação das sementes da cultura feita com as bactérias *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*, onde as bactérias do gênero *Bacillus*, quando inoculadas às sementes auxiliam no desenvolvimento da cultura, uma vez que as bactérias deste gênero são formadoras de esporos, e estes permanecem por longos períodos e apresentam importante tolerância a estresses, possuem a capacidade de secretar metabolitos nos quais estimulam o crescimento das plantas e as previnem de possíveis infecções de patógenos (HASHEM et al., 2019).

As espécies do gênero *Baccilus* contribuem ainda, auxiliando na solubilização de minerais, entre eles o fósforo e o zinco, na estimulação da fixação biológica de nitrogênio, na síntese de ácido indolacético (AIA), produção de fitormônios, sideróforos, antibióticos, vitaminas, exopolissacarídeos e atividade antifúngica (MUMTAZ et al., 2017). Já as bactérias do gênero *Azospirillum* ao serem inoculadas em plantas de interesses agronômicos tendem a estimular seu crescimento através de múltiplos mecanismos, dentre eles estão a sintetização de fitormonios, melhorias na nutrição nitrogenada das plantas, mitigação de estresses e

controle biológico da microbiota patogênica (QUADROS et al., 2014).

Esses fatores, também podem estar ligados a outras diferenças significativas observadas entre os tratamentos, como no peso de mil grãos, em que novamente os tratamentos em que houve a inoculação com *Bacillus subtilis* de forma isolada ou em associação com *Azospirillum* destacaram-se dos demais (Tabela 02). Este melhor desempenho neste parâmetro pode estar relacionado ao maior desenvolvimento das plantas nestes tratamentos, que possivelmente acarretou uma maior disponibilidade de nutrientes e taxa fotossintética favorecendo o maior acúmulo de nutrientes quando comparados aos outros tratamentos.

Corroborando estes resultados, Lima et al. (2011), destacam que a adubação nitrogenada associada a inoculação com bactérias do gênero *Bacillus* promove um melhor desenvolvimento das plantas e aumenta a produtividade na cultura do milho, isso se dá ao fato dessas bactérias produzirem fitohormônios que favorecem um melhor crescimento das raízes das plantas, e tendem a ter uma melhor eficiência na absorção de nutrientes, maior capacidade de absorção de água, entre outros benefícios proporcionados (MUMTAZ et al., 2017).

Tabela 2. Valores médios de diâmetro da espiga (DI), numero de fileiras (NF), peso de mil grãos (PMG), peso de espigas (PE), produtividade e alturas das plantas.

TRAT[1]	DI (mm)[2]	NF	PMG (g)	PE (g)	PROD ($kg.ha^{-1}$)
T1	38,0 a	14,0a	157,89b	97,8a	2151,33 b
T2	37,6 a	13,6a	158,99b	102,4a	2405,83 b
T3	36,6 a	13,6a	171,59a	90,0 a	2685,16 b
T4	36,6 a	13,6a	176,53a	94,4 a	3335,83 a
T5	36,6 a	14,0a	157,23b	93,0 a	1647,33 c

[1]Tratamentos: T1–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura; T2–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio; T3–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Bacillus subtilis* via semente; T4-Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio + *Bacillus subtilis* via semente; T5-Testemunha.
[2]Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estaticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Em relação a produtividade, foi possível verificar que no tratamento que houve a associação entre as bactérias *Baccilus* e *Azospirillum* ocorreu um aumento significativo da produtividade da cultura, no qual quando comparada a pior produtividade, obtida na testemunha (T5), a diferença foi de 1688,5 $kg.ha^{-1}$.

Oliveira et al. (2020), verificaram que em todas os tratamentos que houveram a

inoculação com bactérias do gênero *Bacillus* houve o aumento da produtividade de grãos. As rizobactérias promotoras de crescimento auxiliam num aumento significativo no crescimento da planta e, além disso, representam uma interação planta e micróbio mutualmente útil (HASHEM et al., 2019), sendo assim, é possível observar esses fatores uma vez que essas rizobactérias associadas as plantas promoveram um melhor desenvolvimento e produtividade na cultura.

Já para o gênero *Azospirillum*, Pandolfo et al. (2014), constataram que a utilização de bactérias deste gênero não garante efeitos significativos a cultura, em relação ao desenvolvimento da cultura, rendimento de grãos e produção. Em contrapartida, Hungria (2011), relata que em pesquisas realizadas, a utilizaçao das bactérias do gênero *Azospirillum* promoveram maior teor de clorofila, maior produção de raízes e maior altura de plantas. A autora ainda afirma que para que ocorra efeitos benéficos da inoculação de sementes com bactérias do gênero *Azospirillum* para promover um maior rendimento de grãos deve haver uma interação positiva entre às estirpes, as características genéticas das plantas e as condições ambientais.

Os baixos valores de produtividade obtidos nesta pesquisa podem ser explicados pela baixa ocorrência de chuvas, ou seja, a pouca disponibilidade de água para a cultura, o que ocasionou um estresse hídrico nas plantas. Albuquerque e Resende (2007), afirmam que o milho de variedade de ciclo médio, necessita ao longo de todo seu ciclo de valores entre 400 a 700 mm de água, o que não ocorreu. Durante os meses nos quais a cultura se desenvolveu, as precipitações se apresentaram muito baixas, disponibilizando uma quantidade bem inferior quando comparada à necessidade hídrica mínima da cultura, atingindo cerca de apenas 240 mm em todo o ciclo (SIMEPAR, 2021).

Corroborando esta condição, Sousa et al. (2015), dizem que a cultura do milho exposta ao déficit hídrico apresenta redução do número de grãos e do número de espigas por m^2, assim como ocorre redução do rendimento de grãos. Além do déficit hídrico, durante o período de condução da cultura entre os meses de março a julho, a mesma sofreu com geadas, outro intempérie climático que afeta diretamente o desenvolvimento das plantas. As geadas podem provocar a ruptura das células e morte dos tecidos, resultando em baixas produtividades, e danos fisiológicos a cultura, uma vez que a mesma provoca alteração no metabolismo das plantas (OLIVEIRA et al., 2009).

Ao observar a Tabela 3, referente aos retornos econômicos dos tratamentos avaliados em relação a testemunha (T5) é possível observar que T4, foi o tratamento que obteve o maior valor de retorno econômico. Este tratamento, realizado com a inoculação com bactérias dos

gêneros *Bacillus* e *Azospirillum* em associação, apesar de apresentar um maior custo de aplicação (R$ 288,20 ha^{-1}), foi o tratamento que apresentou maior produtividade e consequentemente, maior retorno econômico de R$ 2.335,43.ha^{-1}. Assim, como T4, os tratamentos inoculados com apenas um gênero de bactérias, *Azospirillum* (T2) ou *Bacillus* (T3), também apresentaram retorno econômico positivo em relação a seu custo de aplicação por hectare. Apesar de requerir um maior investimento econômico em relação ao custo de aplicação por hectare, a inoculação desses gêneros bacterianos na cultura em questão, é de grande valia ao produtor rural, uma vez que esta tecnologia promove o aumento na produtividade e maior retorno econômico.

Apesar do tratamento T1, em que houve aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura apresentar retorno econômico positivo em relação a testemunha, o mesmo não foi tão expressivo quando comparado aos outros tratamentos em que foi realizada a inoculação. No caso do tratamento apenas com bactérias do gênero *Azospirillum*, por exemplo, que apresentou um retorno econômico de R$ 1.057,91.ha^{-1}, a diferença do retorno econômico em relação a T1 foi de R$ 343,88.ha^{1}, e a diferença entre o custo de aplicação entre eles são de R$ 18,00.ha^{-1}.

Tabela 3. Retorno econômico obtido na cultura do milho derivado da aplicação de diferentes formas de adubação.

Tratamentos	**Custo de Aplicação por Hectare (R$)**	**Produtividade (sacas.ha^{-1})**	**Retorno econômico (R$.$ha^{-1}$)**
T1	R$ 100,20	36,00	R$ 714,03
T2	R$ 118,20	40,00	R$ 1.057,91
T3	R$ 270,20	45,00	R$ 1.358,26
T4	R$ 288,20	56,00	R$ 2.335,43
T5	------	27,00	------

[1]Tratamentos: T1–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura; T2–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio; T3–Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Bacillus subtilis* via semente; T4-Aplicação de 60 kg/ha de N em cobertura + inoculação com *Azospirillum brasilense* via sulco de plantio + *Bacillus subtilis* via semente; T5-Testemunha.
[2]Preço da saca de milho em R$ 90,47
[3]Preço da uréia em R$ 1.670 a tonelada; Preço do *Bacillus subtilis* R$ 1.700 por Litro, Preço do *Azospirillum brasilense* R$ 180 por Litro.
[4]Tanto o Baciilus subtilis quanto o *Azospirillum brasilense* foram aplicados na dosagem de 100 ml.ha^{-1}

4 CONCLUSÃO

A inoculação da cultura do milho com a bactéria *Azospirillum brasilense* associada com *Bacillus subtilis* apresentou-se viável, uma vez que nas condições as quais foram oferecidas a cultura houve um maior retorno econômico, quando comparado aos demais tratamentos avaliados.

A inoculação isolada de *Bacillus subtilis* também foi rentável, proporcionando maior produtividade e um maior retorno econômico quando comparadas a testemunha (T5) e ao tratamento com adubação nitrogenada em cobertura (T1).

Já a inoculação isolada de *Azospirillum brasilense*, mesmo não diferindo significativamente de T1 e T5 quanto a produtividade, também apresentou rendimento positivo em relação a estes tratamentos.

REFERÊNCIAS

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo. 2006. 10 p. (Circular técnica, 78). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO; **Início da colheita de milho confirma recorde de 250,5 milhões de t na produção total de grãos**. Jun, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3446-inicio-da-colheita-de-milho-confirma-recorde-de-250-5-milhoes-de-t-na-producao-total-de-graos#:~:text=O%209%C2%BA%20Levantamento%20da%20Safra,o%20colhido%20em%202018%2F19>. Acesso em: 15 mar. 2021.

DONATO, F. V.; BONALDO, S. M.; **Avaliação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares no milho na região norte de Mato Grosso**. Enciclopédia Biosfera, v. 9, n. 17, 2013, p. 375 – 384. Acesso em: 15 mar. 2021.

GRANADA, C. E. et al. Is phosphate solubilization the forgotten child of plant growth-promoting rhizobacteria? Frontiers in Microbiology, v. 9, p. 1-4, 2018. HASHEM, Abeer; TABASSUM, Baby; ABD_ALLAH, Elsayed Fathi. ***Bacillus subtilis* : uma rizobactéria promotora de crescimento de plantas que também afeta o estresse biótico**. In: *Bacillus subtilis*: uma rizobactéria promotora de crescimento de plantas que também afeta o estresse biótico. Volume 26, Edição 6. ed. [S. l.]: ScienceDirect, 09/2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X19300890?via%3Dihub> . Acesso em: 1 out. 2021.

HASHEM, A. et al. *Bacillus subtilis* : uma rizobactéria promotora de crescimento de plantas que também afeta o estresse biótico. In: ***Bacillus subtilis* : uma rizobactéria promotora de crescimento de plantas que também afeta o estresse biótico**. Volume 26, Edição 6. ed. [S. l.]: ScienceDirect, 09/2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X19300890?via%3Dihub> . Acesso em: 1 out. 2021.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a um baixo custo**. EMBRAPA SOJA, 2011. Acesso em: 1 out. 2021.

LIMA, F.F. et al. ***Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 6, 2011. Acesso em: 01 out. 2021.

MAHANTA, D. et al. **Modification of root properties with phosphate solu- bilizing bacteria and arbuscular mycorrhiza to reduce rock phosphate applica- tion in soybean wheat cropping system.** Ecological Engineering, v. 111, p. 31-43, 2018. Acesso em: 1 out. 2021.

MUMTAZ, M. Z. et al. Zinc solubilizing *Bacillus* spp. potential candidates for biofortification in maize. In: **Zinc solubilizing *Bacillus* spp. potential candidates for biofortification in maize**. Volume 202. ed. [S. l.]: ScienceDirect, 09/2017. Disponível

em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501317300733?via%3Dihub>. Acesso em: 1 out. 2021.

OLIVEIRA, C. A. de et al. **Viabilidade Técnica e Econômica do Biomaphos®□ (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas Culturas de Milho e Soja**. EMBRAPA, Lavras, MG, ano ISSN 1679-0154, v. 210, n. 21, 1 nov. 2020. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, p. 8-16. DOI CDD 631.46. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217542/1/Bol-210.pdf. Acesso em: 1 out. 2021>.

OLIVEIRA, C. G. et al. **Efeito da geada em cultivares de milho safrinha**. Milho Safrinha X Seminário Nacional Rio Verde Goiás, 2009. Disponível em: <http://www.abms.org.br/eventos_anteriores/milhosafrinha2009/trabalhos/37_10.pdf. Acesso em: 03 out. 2021>.

PAIVA, C. A. O.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; COTA, L. V.; SANTOS, F. C.; TINOCO, S. M. S.; LANA, U. G. P.; OLIVEIRA, M. C.; MATTOS, B. B.; ALVES, V. M. C.; RIBEIRO, V. P.; VASCO JUNIOR, R. **Recomendação agronômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho**. EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, 2020. 19p. (Circular Técnica 260). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1120362/1/Circ-Tec.-260.pdf. Acesso em: 1 out. 2021>.

PANDOLFO, C. A. et al. **Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura**. Agropecuária Catarinense, v. 27, n. 3, p. 94-99, 2014. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/567/471>. Acesso em: 01 out 2021.

PATIL, P. M. et al. **Effect of phosphate solubilizing fungi and phosphorus levels on growth, yield and nutrient content in maize (Zea mays)**. Journal Agriculture Science, v. 25, n. 1, p. 58-62, 2012. Acesso em: 1 out. 2021.

QUADROS, P. D. de et al. **Desempenho agronômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum***. Revista Ceres, Viçosa, ano mar/abr, 2014, v. 61, n. 2, p. 209-218, 2 mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/v4RGgXhxKtJzkKRtGTh7RDj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 1 out. 2021.

RAJAPAKSHA, R. M. C. P.; HERATH, D.; SENANAYAKE, A. P.; SENEVIRATHNE, M. G. T. L. **Mobilization of rock phosphate phosphorus through bacterial inoculants to enhance growth and yield of wetland rice**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 42, p. 301-314, 2011. Acesso em: 1 out. 2021.

SOUSA, R. S. et al. **Desempenho produtivo de genótipos de milho sob déficit hídrico**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 14, ed. 1, p. 49-60, 2015. Disponivel em:
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1032347/1/ArtigoEdsonBastos

dez2015.pdf>. Acesso em: 03 out. 2021.

GAZOLA, Diego et al. **Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha**. Disponivel em: Https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/hkkkLLyMbxCSd7FQQ4d7rPq/abstract/?lang=pt, [s. l.], 2014. Acesso: 10 nov. 2021