

**UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO**  
*(Zea mays L.)*

**RAPHAEL WILLIAN BEGO MACHADO**  
**VINICIUS DE OLIVEIRA CALVI**

MARINGÁ – PR  
2020

RAPHAEL WILLIAN BEGO MACHADO  
VINICIUS DE OLIVEIRA CALVI

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO**  
*(Zea mays L.)*

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 do Prof(a). Dr(a).  
Francielli Gasparotto.

MARINGÁ – PR  
2020

**FOLHA DE APROVAÇÃO**  
RAPHAEL WILLIAN BEGO MACHADO  
VINICIUS DE OLIVEIRA CALVI

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO**  
**(*Zea mays L.*)**

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 Prof. Dr(a). Francielli Gasparotto.

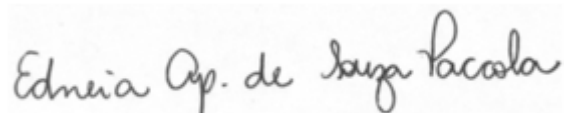
Aprovado em: 10 de Novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA



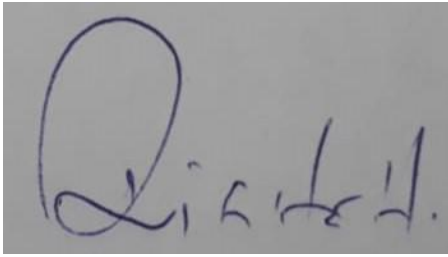
---

Francielli Gasparotto - (Orientadora, Doutora em Agronomia, Centro Universitário de  
Maringá - Unicesumar)



---

Edneia Aparecida de Souza Paccola - (Avaliador, Doutora em Agronomia, Centro  
Universitário de Maringá - Unicesumar)

A handwritten signature in blue ink on a grey background. The signature is cursive and reads "José Sérgio Righetti".

---

José Sérgio Righetti - (Avaliador, Mestre em Agronomia, Centro Universitário de Maringá - Unicesumar)



## AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO (*Zea mays L.*)

Raphael Willian Bego Machado

Vinicius de Oliveira Calvi

### RESUMO

A redução do emprego de adubos minerais e da poluição ambiental durante a produção agrícola é uma necessidade crescente, assim como o aprimoramento das técnicas de cultivo de milho, gramínea de grande importância social e ambiental. Para tal, estudos que acarretem aumento de produtividade com redução de custos de produção e impactos ao meio ambiente se fazem essenciais. Deste modo, objetivou-se avaliar diferentes fontes de nitrogênio para a cultura do milho na região do noroeste do Paraná, atenuando assim a dependência da produção aos fertilizantes químicos e auxiliando na sustentabilidade agrícola regional. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1- adubação na base; T2 – Adubação na base + aplicação de *Bacillus subtilis* via foliar; T3 – Adubação na base + aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar; T4 – Adubação de base + aplicação de *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* via foliar e T5 – Adubação de base com + 50 kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. Os parâmetros avaliados foram: altura de plantas; produtividade de grãos; massa de mil grãos e avaliação econômica. Os dados obtidos foram submetidos ao teste F, quando significativo às médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar. A aplicação de *Bacillus subtilis* via foliar proporcionou de forma significativamente o aumento da altura das plantas e maior retorno econômico para o produtor em relação aos demais tratamentos analisados, enquanto a aplicação desta bactéria associada a *Azospirillum brasilense* não proporcionou benefícios em relação a testemunha. Assim, conclui-se que o uso de *Bacillus subtilis* é uma alternativa rentável ao produtor rural e proporciona um sistema de produção mais sustentável diminuindo a necessidade de adubação química para disponibilização de nitrogênio.

**Palavras-chave:** Adubação foliar; *Azospirillum brasilense*; *Bacillus subtilis*; Inoculação.

## EVALUATION OF DIFFERENT SOURCES OF NITROGEN IN THE CORN CROP (*Zea mays L.*)

### ABSTRACT

Reducing the use of mineral fertilizers and environmental pollution during agricultural production is a growing need, as is the improvement of techniques for growing corn, a grass of great social and environmental importance. To this end, studies that lead to increased

productivity with reduced production costs and impacts on the environment are essential. In this way, the objective was to evaluate different sources of nitrogen for the cultivation of corn in the region of Doutor Camargo-PR, thus reducing the dependence of production on chemical fertilizers and assisting in the regional agricultural sustainability. The following treatments were evaluated: T1 - Witness; T2 –50 kg.ha<sup>1</sup> of N in coverage; T3 – Azospirillum brasilense via leaf; T4 - Application of Bacillus subtilis via leaf; T5 - Azospirillum brasilense and Bacillus subtilis via leaf. The evaluated parameters were: plant height; grain yield; thousand grain mass and economic valuation. The data obtained were submitted to the F test, when significant to the means, they were compared by the Scott-Knott Test, at 5% probability, using the Sisvar software. The application of Bacillus subtilis via leaf provided significantly increased plant height and greater economic return for the producer in relation to the other treatments analyzed, while the application of this bacterium associated with Azospirillum brasilense did not provide benefits in relation to the control. Thus, it is concluded that the use of Bacillus subtilis is a profitable alternative to the rural producer and provides a more sustainable production system, reducing the need for chemical fertilization to make nitrogen available.

**Keywords:** *Azospirillum brasilense*; *Bacillus subtilis*; Foliar fertilization; Inoculation.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) apresenta grande importância social e econômica, servindo de matéria-prima para indústrias devido o valor nutricional proteico de seus grãos, sendo utilizado na alimentação humana e animal. Sua importância social se dá pelo fato de ser um alimento de baixo custo, devido sua facilidade de cultivo, tanto em grande quanto em pequena escala e por possuir papel fundamental em diversas cadeias agroindustriais, como da carne (GALVÃO et al., 2014).

A produção brasileira de grãos de milho no estado do Paraná, na safra 2018/2019 foi aproximadamente de 38 milhões de toneladas (DERAL, 2019), sendo destinada a diferentes setores, como alimentação animal, industrialização ou consumo in natura. No Brasil a produção de grãos de milho, passa da casa dos 100 milhões de toneladas, cultivados em 68,4 milhões de hectares (CONAB, 2020).

Para que uma cultura agrícola possa atingir grandes produtividades é, necessário satisfazer suas exigências nutricionais, de forma a atender a grande demanda de nutrientes. A cultura do milho apresenta o nitrogênio (N) como macronutriente mais extraído durante seu ciclo. Portanto, além da adubação de base, a cultura necessita de adubação nitrogenada em cobertura, variando de 40 a 70 kg.ha<sup>-1</sup> de N em sequeiro e de 100 a 200 kg.ha<sup>-1</sup> para cultivo irrigado (SOUZA et al., 2003).

Dessa forma, existe a necessidade de desenvolver práticas alternativas que visam melhorar a absorção de insumos ou até mesmo reduzir sua aplicação (REIS, 2007). Uma estratégia importante no cultivo do milho é a utilização de variedades eficientes na aquisição de N e mais tolerantes a deficiência deste macronutriente. Nesse sentido, a utilização de genótipos que possuem maior facilidade em se associar com bactérias diazotróficas e, ou, promotoras de crescimento, mostra-se muito importante. Uma vez que essas bactérias podem fixar nitrogênio atmosférico e o disponibilizar para as plantas, reduzindo assim o uso de fertilizantes nitrogenados.

Dentre essas bactérias destacam-se as do gênero *Azospirillum*, grupo que vem tendo seu efeito no desenvolvimento e produção da cultura do milho estudado já alguns anos. Reis, Junior et al., (2008) afirmam que existem muitas evidências de que a inoculação de milho com *Azospirillum brasilense* esteja relacionada com o aumento de assimilação de nitrogênio e na atividade de enzimas fotossintéticas. A inoculação do milho com *Azospirillum brasilense*, provoca aumento na matéria seca de raízes, aumentando o desenvolvimento da planta, segundo (CÁSSAN & GARCIA., 2008)

Além de *Azospirillum brasilense*, outro grupo de bactérias fixadoras de nitrogênio vem sendo utilizada na inoculação de culturas agrícolas, a espécie *Bacillus subtilis*, que de acordo com Mazzuchelli et al. (2014), acarreta em diversas vantagens para a cultura inoculada, pois produzem antibióticos, fitohormônios e enzimas, proporcionando a promoção do crescimento das plantas e o controle biológico de fitopatógenos (BUHELDT et al 2019).

Assim, estudos que visem avaliar a interação de bactérias fixadoras de nitrogênio e diferentes cultivares de milho em diferentes regiões produtoras brasileiras se fazem necessários, a fim de otimizar o processo produtivo e promover a preservação ambiental. Levando em consideração a necessidade por fontes alternativas para o fornecimento de nitrogênio na cultura do milho, o presente trabalho objetivou avaliar diferentes fontes de nitrogênio como o *Azospirillum brasiliense* e *Bacillus subtilis* via foliar para a cultura do milho na região de Doutor Camargo-PR, atenuando assim a dependência da produção aos fertilizantes químicos e auxiliando na sustentabilidade agrícola regional.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado na chácara Scherbat, localizado no município de Doutor Camargo, região noroeste do estado do Paraná (latitude de 23°33'13''S, longitude de 52°13'58''O, e uma altitude de 381 metros). O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Eutrófico com textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

O clima da região é caracterizado como subtropical, tendo média anual de 22°C; e semi-úmido, com média de 1.590 mm anuais de chuva, as temperaturas mais baixas são entre os meses de maio a julho, enquanto as temperaturas mais altas são entre novembro a março (DEFFUNE et al., 1994).

A semeadura foi realizada no dia 01/03/2020 através de semeadora de arrasto de sistema plantio direto, com uma densidade de 2,7 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,45 metros entre linhas, ou seja, uma população de 60000 plantas por hectare, sendo utilizado o híbrido FS512PW. A adubação de base foi realizada em todos tratamentos com o formulado 10-15-15 na dose de 250kg.ha<sup>-1</sup>, ou seja, 25 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio 37,5kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo e 37,5 kg.ha<sup>-1</sup> de potássio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, composto por 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas. Cada parcela foi constituída por 6 linhas de 10 metros com espaçamento entre linhas de 0,45 metros, ou seja, 27 m<sup>2</sup>, sendo a colheita



realizada somente nas linhas centrais totalizando 8,1 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foram: T1- adubação na base; T2 – Adubação na base + aplicação de *Bacillus subtilis* via foliar; T3 – Adubação na base + aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar; T4 – Adubação de base + aplicação de *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* via foliar e T5 – Adubação de base com + 50 kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura.

As aplicações de nitrogênio em cobertura e a inoculação via foliar com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* foram realizadas as 18:30pm quando as plantas apresentaram entre quatro (V-4) e seis (V-6) folhas com bainhas formadas, aproximadamente entre 40 a 60 cm de altura. O inoculante líquido a base de *Azospirillum brasilense* que foi utilizado é o BIOFREE da empresa BIOTROP na dosagem de 300 ml.ha<sup>-1</sup>, e o produto a base de *Bacillus subtilis* foi o BIOVAR da mesma empresa na dose de 300 ml.ha<sup>-1</sup>, as aplicações foram feitas com pulverizador costal manual na área total das parcelas. Já a adubação com fertilizante sintético foi realizada com uréia, de forma manual em área total de acordo com a dose estabelecida no tratamento com 50 kg de Nitrogênio por hectare.

A colheita foi realizada manualmente no estágio R6, no qual todos os grãos da espiga já tinham alcançado o máximo peso seco e vigor, as espigas foram debulhadas com uma trilhadeira acoplada a tomada de potência do trator. As variáveis analisadas foram:

As variáveis analisadas foram a altura de plantas (AP), a produtividade de grãos (P) e o retorno econômico (R). A altura das plantas foi medida com uma trena milimétrica, desde a superfície do solo até a extremidade do pendão (em metros). Para a avaliação da produtividade de grãos (P), foram colhidas duas linhas centrais de cada parcela; as espigas foram debulhadas com o auxílio de uma trilhadeira. Após a colheita de cada parcela o milho foi pesado e mensurado sua umidade, peso de mil grãos (PMS), sendo os dados expressos em kg.ha<sup>-1</sup>. Na análise do retorno econômico (R) considerou-se o custo da adubação em cobertura e da inoculação, o valor da saca de milho de 60 kg no mercado nacional cotado no dia 21/10/2020 em 73,00, a produtividade da área e a lucratividade obtida em moeda monetária nacional (R\$). Sendo 233,00 reais por hectare o custo da uréia utilizada na adubação de base e cobertura, 84,00 para a aplicação de *Azospirillum brasilense*, R\$30,00 para a aplicação de *Bacillus subtilis* e R\$114,00 para aplicação das duas bactérias em conjunto. Com base nos resultados de produção por tratamento e nos valores do custo de produção realizou-se o cálculo do retorno econômico (R) de acordo com a Equação 1 proposta por Donato e Bonato (2013).

$$R = ((P_{\text{trat}} - P_{\text{test}}) \times M) - C$$

Em que:  $P_{trat}$  = produtividade de cada tratamento com aplicação de inoculante ou adubo em cobertura,  $sc.ha^{-1}$ ;  $P_{test}$  = produtividade da testemunha sem cobertura,  $sc.ha^{-1}$ ;  $M$  = preço da saca do milho;  $C$  = custo de cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F ao nível de 5% de probabilidade. 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 (FERREIRA, 1998).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros avaliados apenas houve diferença significativa para a altura de plantas, sendo que os tratamentos ficaram distribuídos em três grupos, plantas com maior altura média foram observadas no tratamento com aplicação de *Bacillus subtilis* (T2) e o tratamento que recebeu  $50kg.ha^{-1}$  de N em cobertura foi o que apresentou menor altura de plantas (T5). Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários (Tabela 01).

Corroborando o observado, o uso de *Bacillus subtilis* de forma isolada ou combinada a outros microrganismos se tornou uma alternativa promissora para promover o desenvolvimento de plantas (ARAÚJO; FIGUEIREDO, 2011). Este aumento significativo da altura de plantas possivelmente está relacionado a diferentes atividades realizadas por estas bactérias, como a solubilização de nutrientes, a produção de fitohormônios e metabólitos de ação fungicida e bactericida (MAHESHWARI, 2011). Entre outros efeitos benéficos para a cultura de associação está a síntese de ácido indolacético (AIA), solubilização de fósforo, zinco e produção de sideróforos (MUMTAZ et al., 2017).

Araújo (2008) verificou incrementos na altura e teor de nitrogênio no milho derivados da inoculação de *Bacillus subtilis* nas sementes com a planta cultivada em solo sem adição de fertilizante nitrogenado e Lima et al. (2011) observaram que *Bacillus subtilis* potencializou o efeito do fertilizante nitrogenado na cultura do milho. Ressalta-se que nesta pesquisa a aplicação foi realizada via foliar, e da mesma forma acarretou benefícios no crescimento das plantas de milho.

**Tabela 01.** Valores médios de altura, produtividade (PROD) e peso de mil grãos (PMG) de milho submetidos a adubação com diferentes fontes de nitrogênio.

TRATAMENTO <sup>1</sup>	ALTURA	PROD	PMG
T1	2.64ab <sup>2</sup>	1.92 <sup>a</sup>	385,75a

<b>T2</b>	2.79a	1.99 <sup>a</sup>	382,00a
<b>T3</b>	2.64ab	1.85 <sup>a</sup>	373,00a
<b>T4</b>	2.61ab	1.78 <sup>a</sup>	377,25a
<b>T5</b>	2.54b	1.82 <sup>a</sup>	379,00a

<sup>1</sup>Tratamentos: T1 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15; T2 – 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 + *Bacillus subtilis* via foliar; T3– 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15+ *Azospirillum brasilense* via foliar; T4 - 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 + *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* via foliar; T5 - 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 + 50kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura.

<sup>2</sup>Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estaticamente pelo teste Tukey (p< 0,05).

Quanto a produtividade tanto os tratamentos com inoculação via foliar dos dois gêneros bacterianos isolados ou em conjunto como o com cobertura com uréia não diferiram significativamente da testemunha. Alguns autores alegam que o uso do gênero *Azospirillum* não garante que será obtido efeitos significativos no crescimento, produção e rendimento da cultura do milho (PANDOLFO et al., 2014; VASCONCELOS et al., 2016). O que tem sido priorizado é a utilização destes organismos para aumentar a eficiência diazotrófica, otimizar o uso dos fertilizantes nitrogenados e promover melhor aproveitamento dos nutrientes do solo.

Considerando que a rizobactéria *Azospirillum brasilense*, em função de estabelecer uma relação apenas associativa com o milho, dificilmente disponibilizará ao mesmo a quantidade de nitrogênio necessária para atender a demanda da planta por este elemento, recomenda-se que o microrganismo não seja aplicado isoladamente, mas sim combinado com o fertilizante nitrogenado em cobertura (HUNGRIA et al., 2010).

Kappes et al. (2017) e Santini et al. (2018) também não verificaram respostas para crescimento e acúmulo de nitrogênio em plantas de milho em função do uso ou forma de inoculação via foliar da bactéria *Azospirillum*. Provavelmente porque estas parecem ser mais eficientes em colonizar o sistema radicular desta espécie vegetal do que sua parte aérea, a indução de efeitos a partir de outra estrutura vegetal pode representar desgaste energético para seu estabelecimento o que contribui para minimizar a produção de respostas de crescimento para as plantas (MORENO, 2019)

Da mesma forma, no que diz respeito ao peso de mil grãos, não houve diferença significativa entre os tratamentos analisados. Provavelmente isto está relacionado ao fato de o acúmulo de matéria seca nos grãos depender tanto de fatores nutricionais quanto ambientais, além dos nutrientes, existe muitos outros fatores que pode influenciar e determinar o acúmulo de matéria seca nos grãos de milho (FORNASIERI FILHO, 2007).

Por fim, realizou-se a análise do retorno econômico de cada um dos tratamentos realizados em relação a testemunha (T1) que não recebeu adubação de cobertura (Tabela 2). Observou-se que a aplicação via foliar das espécies bacterianas *Bacillus subtilis* ou

*Azospirillum brasilense* contribuíram significativamente para o aumento do retorno econômico da atividade para o produtor, destacando principalmente o *Bacillus subtilis* que proporcionou um aumento de lucratividade para o produtor em 11,17%, considerando seu custo de aplicação de 30 reais por hectare, a aplicação do *Bacillus subtilis* resultou em um retorno econômico por hectare para o produtor de 992,00 reais a mais do que a testemunha.

**Tabela 2.** Retorno econômico da cultura de milho submetida a diferentes fontes de nitrogênio em cobertura.

Tratamentos <sup>1</sup>	Custo de aplicação.ha <sup>-1</sup> (R\$)	Produtividade (sacas.ha <sup>-1</sup> )	Receita (R\$) <sup>2</sup>	Retorno Econômico (R\$)
T1	-	148	8.880,00	-
T2	30,00	162	9.720,00	992,00
T3	84,00	150	9.000,00	62,00
T4	30 + 84,00	145	8.700,00	-333,00
T5	233,00	148	8.880,00	-233,00

<sup>1</sup>Tratamentos: T1 - 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15; T2 - 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 + *Bacillus subtilis* via foliar; T3 - 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 + *Azospirillum brasilense* via foliar; T4 - 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 + *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* via foliar; T5 - 250kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15 + 50kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura.

<sup>2</sup>Preço da saca de milho -73,00

A aplicação de *Azospirillum brasilense* embora tenha proporcionado um aumento na produção por hectare e conseqüente lucratividade do produtor, este aumento não foi tão expressivo quanto ao uso de *Bacillus subtilis*, pois a aplicação proporcionou um ganho pro produtor de 62 reais a mais que a testemunha.

Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores, onde Dartora et al. (2013), avaliando o desenvolvimento do milho frente à inoculação com *Azospirillum brasilense*, encontrou um incremento de 922 kg.ha<sup>-1</sup> quando comparado com à testemunha, possibilitando um ganho de 15 sacas a mais por ha cultivado sugerindo a aplicabilidade da inoculação para o cultivo do milho.

Porém, observou-se que quando as duas bactérias testadas foram aplicadas em conjunto não ocorreu aumento da produção da cultura, pelo contrário, causou uma redução da produtividade e uma diminuição no lucro do produtor em 333,00 reais quando comparado com a testemunha. Este fato pode estar relacionado a uma possível competição entre as duas espécies de bactérias por exsudatos liberados pela planta, o que pode ter acarretado menor população destes organismos benéficos sobre a folha e conseqüentemente menor ação sobre as plantas de milho.

Segundo Kupper et al. (2003) bactérias antagônicas como o *Bacillus subtilis*, de modo geral, agem significativamente por antibiose e, ocasionalmente, por parasitismo e competição. Mediante a produção de substâncias tóxicas devido a ação de competição e antibiose, estas bactérias podem ter produzido substâncias que prejudicaram o desenvolvimento de *Azospirillum brasilense*, inviabilizando assim a aplicação em conjunto dos dois organismos.

Em relação a aplicação da uréia na forma de adubação de cobertura, seu retorno econômico proporcionado não justificou o custo de aplicação, de modo que foi obtido a mesma produção da testemunha que só foi realizada a adubação de base e houve uma queda no retorno econômico em 233 reais por hectare. Embora este trabalho não tenha encontrado incrementos produtivos mediante a aplicação de uréia, outros autores encontraram aumento na produtividade de milho mediante adubação nitrogenada mineral com doses variando de 80 a 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura (ARAÚJO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2009).

Possivelmente o resultado da adubação nitrogenada neste trabalho pode ser explicado pela baixa dosagem fornecida de nitrogênio em cobertura, abaixo da necessidade da cultura que é em torno de 80 a 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N (FORNASIERI FILHO, 2007). Outro fator que pode ter afetado é a época de aplicação, pois o milho demanda maior quantidade de nitrogênio nos estádios vegetativos de crescimentos V4 e V8 (FORNASIERI FILHO, 2007).

#### **4 CONCLUSÃO**

A aplicação via foliar de *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* é uma alternativa rentável ao produtor, pois tais produtos proporcionaram um aumento significativo rentabilidade da cultura quando empregados isolados.

A inoculação via foliar em conjunto de *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* não acarretou benefícios as plantas nas condições deste experimento. Entre os microrganismos avaliados destacou-se o uso de *Bacillus subtilis* que proporcionou um aumento na lucratividade do produtor em 992,00 reais por hectare, aumento de 11% em comparação com a testemunha.

A aplicação de *Bacillus* via foliar apresentou uma forma rentável ao produtor e mais sustentável ao meio ambiente, proporcionando um sistema de produção no qual explora a relação entre plantas e organismos benéficos e reduz a necessidade da adubação química.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8, p.771-777, 2004.

ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 456-462, 2008.

ARAÚJO, A. S. F. de; FIGUEIREDO, M. do V. B. (ed.). **Microbial ecology of tropical soils**. New York: Nova Science Publishers, 2011. p. 109-137.

BUHELDT, A. C.; METZLER, C. R.; CASTIGLIONI, J. L.; DASSOLLER, T. F.; LUBIAN, M. S. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 4, p. 69-74, 2019.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Produção de grãos chega a 251,9 milhões de toneladas e matem recorde de safra. Glossário. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3282-producao-de-graos-chega-a-251-9-milhoes-de-toneladas-e-mantem-recorde-da-safra-brasileira>. Acesso em: 29 de março de 2020.

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.87-95.

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**, v.17, n.10, p.1023–1029, 2013.

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; p. 375-384, 2013.

FORNASIERI FILHO, D. Manual da Cultura do Milho. Jaboticabal: Funep, 2007. 574p.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E. FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 61, p. 819-828, 2014.

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, p. 413-425, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação Agropecuária - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Fev/2020.

KAPPES, C.; SILVA, R. G. da; FERREIRA, V. E. N. Aplicação foliar de *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura no milho safrinha. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 3, p. 366-373, 2017.

KUPPER, K. C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n.3, p. 251-257, 2003.

LIMA, F. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. do V. B.; ARAÚJO, F. F. de; LIMA, L. M.; ARAÚJO, A. S. F. de. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 544-550, 2011.

MAHESHWARI, D. K. (ed.). **Bacteria in agrobiolology: crop ecosystems**, Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. p. 37-59.

MAZZUCHELLI, R, C, L.; SOSSAI, B. F.; DE ARAUJO, F. F. Inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n. 2, p. 40-47, 2014.

MORENO, A. L. Crescimento do milho sob efeito da aplicação de rizobactérias e fertilizantes químicos. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 64 p., 2019.

MUMTAZ, M. Z.; AHMAD, M.; JAMIL, M.; HUSSAIN, T. Zinc solubilizing *Bacillus* spp. potential candidates for biofortification in maize. **Microbiological Research**, v. 202, n. 1, p. 51-60, 2017.

OLIVEIRA, F.A., CAVALCANTE, L.F., SILVA, I.F., PEREIRA, W.E., OLIVEIRA, J.C., FILHO, J.F.C. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.238-244, 2009.

PANDOLFO, C. A.; VOGT, G. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; ZOLDAN, S. R. Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura. **Agropecuária Catarinense**, v. 27, n. 3, p. 94-99, 2014.

REIS JUNIOR, F. B. et al. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 32, p. 1139-1146, 2008.

REIS, V. M. Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2007. 22 p. (Documentos, 232).

SANTINI, J. M. K.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GALINDO, F. S.; COAGUILA, D. N.; BOLETA, E. H. M. Doses and forms of *Azospirillum brasilense* inoculation on maize crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 373-377, 2018.

SOUZA, L. C. F. et al. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista brasileira de milho e sorgo**, v. 2, n. 3, 2003.

VASCONCELOS, A. C. P. de; SIQUEIRA, T. P.; LANA, R. M. Q.; FARIA, M. V. de; NUNES, A. A.; LANA, A. M. Q. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and N fertilization of corn in the Cerrado biome. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 732-740, 2016.