

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA

CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

JOÃO PAULO VERÍSSIMO

**DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E PARÂMETROS DE
PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO MILHO**

Ilha Solteira

2022

JOÃO PAULO VERÍSSIMO

**DOSES DE MODOS DE APLICAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E PARÂMETROS
DE PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha
Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”, como parte das exigências
para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Prof. Dr. ORIVALDO ARF

Orientador

Ilha Solteira

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

V517d Veríssimo, João Paulo.
Doses e modos de aplicação de azospirillum brasilense e parâmetros de produtividade na cultura do milho / João Paulo Veríssimo. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022

31 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Orivaldo Arf
Inclui bibliografia

1. Fixação biológica de nitrogênio. 2. Bactérias promotoras de crescimento de plantas. 3. *Zea mays* L. 4. Inoculação.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB-3 - 9999

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E PARÂMETROS DE PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO MILHO.

ALUNO: JOÃO PAULO VERÍSSIMO

ORIENTADOR: PROF. DR. ORIVALDO ARF

Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora. Nota: 10,0 (dez)

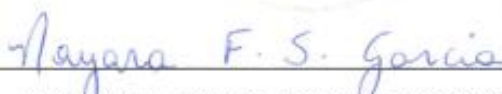
Comissão Examinadora:



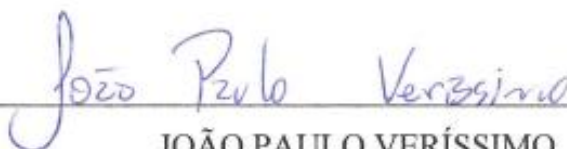
PROF. DR. ORIVALDO ARF
(ORIENTADOR)



LUCAS MARTINS GARÉ
(DOUTORANDO EM AGRONOMIA – UNESP/FEIS)



NAYARA FERNANDA SIVIERO GARCIA
(DOUTORA EM AGRONOMIA – UNESP/FEIS)



JOÃO PAULO VERÍSSIMO
ALUNO

Ilha Solteira(SP) 21 de julho de 2022.

DEDICO

Ao meu avô **Francisco Veríssimo Sobrinho** (*in memoriam*). Homem de valores inigualáveis, que teve papel fundamental em minha vida, transmitindo além de ensinamentos, o amor pela agricultura e pecuária. Se hoje estou realizando o sonho de ser Engenheiro Agrônomo, devo isso em grande parte ao senhor. Sinto sua falta.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, pelo dom da vida e por me proporcionar a oportunidade de me graduar em Engenharia Agrônômica.

Aos meus pais João Francisco Veríssimo e Magda Cristina Scipioni Veríssimo. Pessoas que sempre se esforçaram ao máximo para que eu e minha irmã, Luana Veríssimo (a qual também sou grato por sempre me apoiar) conseguíssemos realizar nossos maiores sonhos. Tenho muito orgulho de ser filho de vocês e saibam que serei eternamente grato por me apoiarem e me incentivarem a sempre buscar meus sonhos, mesmo que muitas vezes pareça impossível. Obrigado principalmente pelos ensinamentos e pela educação que me deram, vocês são meus heróis, sem vocês nada disso seria possível.

Pai, você é uma grande fonte de inspiração e exemplo para mim, por tudo que faz por nossa família. Uma vez o senhor me disse que se tivesse tido a oportunidade de fazer uma faculdade, o curso de Engenharia Agrônômica seria a sua escolha. Hoje seu filho está se tornando um Engenheiro Agrônomo, devo isso ao senhor. Muito obrigado.

Mãe, como professora acredito que seu maior sonho está se realizando, seus dois filhos agora são graduados. Espero que a senhora esteja orgulhosa tanto de mim como da Luana, mas saiba que na verdade somos nós, seus filhos, que temos orgulho da senhora. Muito obrigado.

À minha avó Balbina Martins Veríssimo, mulher que com sua simplicidade e valores, encanta a qualquer um. A senhora teve papel fundamental em minha formação.

Ao meu avô materno, Oswaldo Scipioni (*in memoriam*) e a minha avó materna Aparecida Maria Rizo Scipioni. Importantíssimos em minha vida.

À toda minha família, por sempre estarem ao meu lado e acreditarem em mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Orivaldo Arf, pela oportunidade e honra de poder trabalhar ao seu lado. O senhor é um grande exemplo para mim, tanto como agrônomo quanto como pessoa. Muito obrigado por todos os ensinamentos.

Aos meus irmãos de república, pelos momentos mais felizes e importantes de minha vida. Obrigado por estarem ao meu lado durante esses anos de graduação, vocês foram e são muito importantes para mim. Em especial aos que moraram comigo: Bruno, Gabriel, Matheus, Tiago, João Pedro, Caio, Diego, Carlos, Nelson, Vinicius, Lucas, Miguel, Brian, Guilherme e Pedro.

Ao meu grande amigo Diego Frederice de Freitas Nascimento. Algumas amizades marcam, a sua é uma. Obrigado por tudo “Nissin”, você é uma pessoa incrível, de quem me orgulho de ser amigo.

À minha namorada Maria Clara Gonçalves Coelho, por todo companheirismo e apoio, nos melhores e principalmente nos piores momentos. Agradeço também à sua família, Enio Coelho, Mirna Gonçalves Coelho e Pedro Coelho, pelo acolhimento que deram a mim.

Aos colegas do grupo de estudos que me ajudaram na condução desse trabalho e de outros que realizei.

Também agradeço a Fundação de Ensino, Pesquisa e Extensão de Ilha Solteira (FEPISA) e a empresa Biosoja Agrociência, como órgãos financiadores deste trabalho científico.

Por fim, um agradecimento especial aos professores e demais funcionários da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Ilha Solteira. Vocês fizeram com que essa trajetória árdua que é a graduação, se tornasse a melhor experiência que eu tive em toda minha vida. Muito obrigado.

RESUMO

O milho é uma cultura de extrema importância para a população mundial, uma vez que seus grãos com características energéticas, são utilizados na alimentação humana e animal. Devido a sua relevância, muitas pesquisas são feitas a fim de buscar melhorias na produtividade e também reduzir os custos de produção. Nos últimos anos questões ambientais ganharam força, portanto a busca por uma agricultura mais sustentável vem aumentando. O objetivo do trabalho foi avaliar como os modos de aplicação e as doses de inoculante contendo a bactéria *Azospirillum brasilense*, interferem no desenvolvimento e na produtividade da cultura do milho. O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão, pertencente a UNESP-campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria- MS. O solo encontrado no local onde o experimento foi implantado é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, tendo 7 tratamentos com 5 repetições. T₁: testemunha (sem aplicação de nitrogênio mineral e *A. brasilense*); T₂: adubação mineral nitrogenada 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura (S) + 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura (C); T₃: adubação mineral nitrogenada 20 kg ha⁻¹ de N na S + 90 kg ha⁻¹ de N em C; T₄: inoculação de sementes com 100 ml ha⁻¹ de *A. brasilense* + 20 kg ha⁻¹ de N na S + 90 kg ha⁻¹ de N em C; T₅: aplicação do *A. brasilense* no sulco de semeadura na dose de 200 ml ha⁻¹ + 20 kg ha⁻¹ de N na S + 90 kg ha⁻¹ de N em C; T₆: aplicação do *A. brasilense* via foliar em 200 ml ha⁻¹ em V₆ + 20 kg ha⁻¹ de N na S + 90 kg ha⁻¹ de N em C; T₇: aplicação do *A. brasilense* via foliar em 300 ml ha⁻¹ em V₆ + 20 kg ha⁻¹ de N na S + 90 kg ha⁻¹ de N em C. A inoculação com a bactéria *A. brasilense*, acarretou em maiores valores para a população final de plantas e também para a produtividade em comparação com os demais tratamentos, sendo que os melhores resultados foram encontrados na inoculação via tratamento de sementes com dose de 100 ml ha⁻¹ do inoculante contendo o *A. brasilense*.

Palavras-chave: Fixação biológica de nitrogênio, bactérias promotoras de crescimento de plantas, *Zea mays* L., inoculação.

ABSTRACT

Corn is an extremely important crop for the world population since its grains with energy characteristics are used in human and animal food. Due to its relevance, many researchers are carried out to seek improvements in productivity and to reduce production costs. In recent years environmental issues have gained strength, so the search for a more sustainable agriculture has been increasing. The objective of the work was to evaluate how the application modes and doses of inoculant containing the bacterium *Azospirillum brasilense*, interfere in the development and productivity of the corn crop. The experiment was carried out at the Research and Extension Teaching Farm, belonging to UNESP- Ilha Solteira campus, located in Selvíria-MS. The soil found in the place where the experiment was implemented is classified as RED LATOSOL, typical clayey dystrophic. The experimental design used was in randomized blocks, with 7 treatments with 5 replications. Control (without application of mineral nitrogen and *A. brasilense*); T2: mineral nitrogen fertilization 30 kg ha⁻¹ of N at sowing (S) + 120 kg ha⁻¹ of N in top dressing (C); T3: mineral nitrogen fertilization 20 kg ha⁻¹ of N in S + 90 kg ha⁻¹ of N in C; T4: seed inoculation with 100 ml ha⁻¹ of *A. brasilense* + 20 kg ha⁻¹ of N in S + 90 kg ha⁻¹ of N in C; T5: application of *A. brasilense* in the furrows at a dose of 200 ml ha⁻¹ + 20 kg ha⁻¹ of N in S + 90 kg ha⁻¹ of N in C; T6: foliar application of *A. brasilense* at 200 ml ha⁻¹ in V6 + 20 kg ha⁻¹ of N in S + 90 kg ha⁻¹ of N in C; T7: foliar application of *A. brasilense* at 300 ml ha⁻¹ in V6 + 20 kg ha⁻¹ of N in S + 90 kg ha⁻¹ of N in C. The inoculation with the bacterium *A. brasilense*, resulted in higher values for the final population of plants and for the productivity in comparison with the other treatments, and the best results were found in the inoculation by seed treatment with a dose of 100 ml ha⁻¹ of the inoculant containing *A. brasilense*.

Keywords: Biological nitrogen fixation, plant growth promoting bacteria, *Zea mays* L., inoculation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24
ANEXOS	29

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) é de extrema importância não só para o Brasil, mas para o mundo todo. Pode-se utilizá-lo de diversas formas, tanto para a alimentação humana como para a animal. A área cultivada com milho na safra 2021/22 no Brasil atingiu 21,661 milhões de hectares, 8,6% maior que a safra anterior. (CONAB, 2022).

Devido ao déficit hídrico enfrentado pela Região Sul do país durante a primeira safra de 2021/2022, a produtividade foi menor em 19,2%, gerando um decréscimo na produção de 14,4% para essa região em relação à safra anterior. Contudo estima-se que a produção total das três safras de 2021/2022 seja de 115,2 milhões de toneladas, um aumento de 32,3% em relação à safra anterior. (CONAB, 2022).

Muitos fatores influenciam no desenvolvimento da cultura no campo, podendo beneficiar ou prejudicar a produção. A época de semeadura é um fator, assim como outros, que implica na produção. Escolher a época correta para implantar a cultura é importante para obter uma boa produtividade na colheita (NASCIMENTO, 2015).

O tipo de preparo do solo também influencia na produtividade da cultura, sendo que o que traz mais benefícios ao desenvolvimento da cultura é o sistema plantio direto (SPD), garantindo um aumento do número de espigas por hectare, melhor produtividade e população de plantas, diminuição dos dias para o florescimento, etc, são alguns benefícios que se tem ao adotar o SPD (POSSAMAI, 2001).

O cultivo mínimo do solo também traz benefícios para o sistema de produção. Segundo Dallmeyer (1994) esse manejo do solo necessita de menos operações no momento do preparo do solo. O cultivo mínimo assim como o sistema plantio direto, pode ser considerado um manejo conservacionista do solo e da água (FREITAS et al. 2016).

A fertilidade do solo é muito importante para que se tenha um bom desenvolvimento da cultura e consequentemente uma boa produção. O nitrogênio (N) é entre os macronutrientes o mais consumido pelas gramíneas, por isso deve-se garantir que não se tenha deficiência dele, para que não haja prejuízos à produção. Em condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura a absorção de N pode chegar a 150 kg ha⁻¹ (AMADO, 2002).

O nitrogênio é facilmente volatilizado e também pode se perder por lixiviação, pensando nisso o que se faz é o parcelamento da adubação nitrogenada, onde se realiza a aplicação de N no momento da semeadura e uma outra aplicação, mas dessa vez em cobertura, entre 20 e 30 dias após a emergência. Essa prática visa diminuir a perda do nutriente tanto por

lixiviação como por volatilização, diminuindo por consequência o custo na produção (EMBRAPA, 2006).

O grande problema com a adubação mineral é o custo. O Brasil é um grande importador de adubo e isso encarece a produção, segundo a Conab (2022) 85% dos fertilizantes minerais utilizados na agricultura brasileira provêm de outros países.

A importação de adubos no Brasil bateu recorde no ano de 2021, segundo a CONAB (2022), foram importados 41,6 milhões de toneladas entre janeiro e dezembro de 2021. O custo dessas importações foi de US\$ 15,1 bilhões (COMEX STAT, 2022).

O emprego de métodos e manejos que venham a diminuir os custos de produção com a adubação mineral é importante quando se trata de uma agricultura cada vez mais sustentável. Segundo Silva et al. (2017), a utilização da adubação verde e a manutenção da palhada sobre o solo, traz benefícios ao longo do tempo tanto para os atributos químicos como para os atributos físicos do solo, através do incremento da matéria orgânica (M.O) e da ciclagem dos nutrientes.

Com os avanços na pesquisa, descobriu-se bactérias que fazem a fixação biológica de nitrogênio em associação com às gramíneas. O uso do *Azospirillum* vem trazendo muitos benefícios ao produtor. Essa associação entre a bactéria e o milho é muito vantajosa, tendo em vista a fixação do nitrogênio e também a produção de fitormônios que estimulam o crescimento da planta (HUNGRIA, 2011).

As chamadas bactérias promotoras de crescimento de plantas estão cada vez mais sendo utilizadas como forma de reduzir custos e trazer benefícios ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo Spolaor et al., (2016) o uso dessas bactérias pode trazer benefícios para o desenvolvimento da cultura do milho, que teve melhor desempenho quando inoculado com o *A. brasilense*, mas deve-se levar em consideração a interação entre o genótipo da planta com o genótipo da bactéria.

O objetivo do trabalho em questão foi avaliar como os modos de aplicação e as doses de inoculante contendo a bactéria *A. brasilense*, interferem no desenvolvimento e na produtividade da cultura do milho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O milho (*Zea mays L.*) pertence à família das Poaceae, tem seu caráter monoico e sistema radicular fasciculado. A planta que se tem hoje, é resultado da seleção natural e também do melhoramento genético que visa uma planta anual, robusta, ereta e que seja muito eficiente em produzir grãos (MAGALHÃES, 2002).

Segundo Aldrich et. al. (1982) citado por Magalhães et al. (2002), o milho é uma das plantas mais eficientes que se tem na natureza, pois de uma semente em um espaço de tempo de cerca de 17 ou 20 semanas se tem entre 600 e 1000 sementes produzidas.

O milho é uma planta muito adaptada a diferentes climas, podendo ser cultivado em regiões com precipitações entre 300 e 5.000 mm anuais. Durante todo o ciclo da cultura a absorção de água para suprir às necessidades fisiológicas é de aproximadamente 600 mm (ALDRICH, 1982). O estresse hídrico pode acarretar em uma grande perda de produção, uma vez que dois dias de falta de água no florescimento pode gerar uma perda de 20% na produtividade de grãos. São três os momentos cruciais em que não se pode haver estresse hídrico: iniciação floral; período de fertilização e enchimento de grãos (MAGALHÃES, 1985).

O que pode maximizar a produtividade é a densidade da semeadura, a cultura é entre às gramíneas a espécie mais sensível às alterações da densidade populacional. Existem fatores que vão interferir na densidade ideal para cada região, esses fatores são: disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, ciclo do cultivar, época da semeadura e o espaçamento entre as linhas. De modo geral o que se utiliza no Brasil são populações entre 40.000 e 80.000 plantas ha⁻¹ (CRUZ, 2010).

Para que se consiga um manejo eficiente de irrigação ou até mesmo de adubação, é de extrema importância que se conheça os estádios fisiológicos da planta do milho. Em cada estágio de crescimento/desenvolvimento a planta tem uma necessidade característica. Sabendo determinar em qual estágio a planta está, fica mais fácil de identificar possíveis deficiências e corrigi-las (MAGALHÃES, 2002).

O interesse na cultura do milho está nos grãos, que podem ser usados para a alimentação humana e animal, além de ser usada como forrageira. Segundo Richards (2000), o rendimento dos grãos é determinado pelo número de grãos por área, já a massa dos grãos segundo Wang et al. (1999) influenciada pela taxa do enchimento dos grãos e pelo acúmulo de massa seca.

O número de grãos produzidos pela planta de milho, está associado segundo Andrade et al. (1999), a taxa de crescimento da planta no período do pendoamento. Esse é considerado por Kiniry & Ritchie (1985), o período mais crítico e mais suscetível a condições de estresse.

O grão de milho geralmente pesa entre 250 e 300 mg e sua composição seca, é em média 72% amido, 9,5% proteína, 9% fibra e 4% óleo. É considerado um alimento energético para as dietas humana e animal, por conta da sua alta concentração de carboidratos e lipídeos, no caso das proteínas presentes no grão do milho, apesar de estarem em grande proporção, são de menor qualidade em comparação com outras fontes (PAES, 2006).

Para que se consiga atingir grandes produtividades no milho, a adubação nitrogenada não pode estar em déficit, pois o N é o nutriente que mais influência na produção dos grãos de milho. Segundo Silva et al. (2020) no Brasil quando se busca grandes produtividades para a cultura, a adubação mineral nitrogenada deve ter doses acima de 100 kg ha⁻¹ de N.

O milho absorve grandes quantidades de N do solo, principalmente após 15 ou 20 dias depois da emergência período em que a planta se encontra no estágio V₄ de desenvolvimento. A partir desse momento o número de fileiras de grãos nas espigas começam a ser definidos, portanto qualquer interferência negativa e principalmente relacionadas a adubação, podem acarretar em queda de produção (MAGALHÃES, 2006).

O custo com a adubação mineral nitrogenada é elevado, portanto a busca por outras opções que consigam disponibilizar o N no solo de forma que às plantas consigam absorvê-lo de maneira mais econômica é muito importante. A utilização de bactérias promotoras de crescimento, como são chamadas, é um grande avanço para a diminuição do custo com a adubação (EMBRAPA, 2015).

O uso de bactérias fixadoras de nitrogênio é mais difundido nas leguminosas, e o principal exemplo é a soja (*Glycine max* L.). As bactérias são utilizadas na soja desde os anos 80, hoje 100% das lavouras com soja no Brasil, utilizam a inoculação dessas bactérias para auxiliar na disponibilização de N para as plantas. Essa simbiose é tão eficiente que por ano observa-se uma economia de aproximadamente 7 bilhões de dólares (EMBRAPA, 2012).

Quando se faz a inoculação de *Azospirillum* no milho, segundo Kennedy et al. (2004) citado por Quadros et al. (2014), observa-se aumento no rendimento de grãos em até 25%. As bactérias se fazem presentes naturalmente na maioria dos solos, existe também uma grande diversidade genética, porém para a utilização como inoculante deve-se selecionar as melhores estirpes para esse fim (ARDAKANI, 2011).

A adubação mineral nitrogenada surte efeito muito positivo para o desenvolvimento da cultura do milho. Quando se utiliza da inoculação do *Azospirillum* encontra-se melhorias

significativas em relação ao diâmetro basal do colmo, matéria seca da parte aérea e também a produtividade (DARTORA, 2013).

A inoculação com o *Azospirillum* surtiu efeito positivo, aumentando o teor de clorofila, o rendimento da matéria seca da parte aérea, o peso de 1000 grãos e melhorou a estrutura das plantas de milho, além disso, às bactérias permaneceram nas raízes até o final do ciclo da cultura (QUADROS, 2014).

Segundo Lin et al (1983) o milho inoculado com o *A. brasilense* teve um aumento entre 20 e 30% do peso seco da parte aérea. Além disso, houve também aumento na absorção de íons, o que indica um melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos à planta na forma mineral.

Quando se fala em inoculação muito se pensa em relação ao tratamento de sementes com fungicidas ou inseticidas, o questionamento é qual a interação existente entre esses defensivos e a bactéria que será inoculada via tratamento de sementes. Segundo Dartora et al. (2013), os fungicidas e inseticidas não influenciaram de forma negativa a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas inoculadas com o *Azospirillum*.

Por se tratar de um método barato em relação a adubação mineral e trazer benefícios ao crescimento da cultura, além da fixação de N ao solo, o uso do *Azospirillum*, vem sendo cada vez mais incrementado nas lavouras pelo Brasil. (EMBRAPA, 2015).

A inoculação com o *Azospirillum*, não substitui completamente a adubação mineral nitrogenada, a diminuição do custo da produção vem por conta da diminuição das doses do nitrogênio mineral, que passa a ter uma dose menor na semeadura e também na adubação em cobertura (EMBRAPA, 2015).

Como mostrado por Rocha et al. (2020), a inoculação da bactéria *A. brasilense* juntamente com a adubação mineral trouxe incrementos na produtividade da cultura do milho. Isso mostra que a associação da adubação mineral com a inoculação da bactéria, traz benefícios positivos ao desempenho da cultura.

Fazer a associação entre a inoculação e a adubação mineral, traz resultados notórios, pois aumenta a produtividade e a matéria seca do milho. Além disso, a inoculação por meio da fixação biológica do nitrogênio pode reduzir pela metade a adubação nitrogenada em cobertura, sem afetar negativamente o desenvolvimento e a produtividade da cultura (MUMBACH, 2017).

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados (DBC), contendo 7 tratamentos com 5 repetições. Cada parcela continha 6 linhas de 6m de comprimento.

Os 7 tratamentos utilizados foram:

- 1- **Testemunha** (sem aplicação de *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada);
- 2- **Adubação nitrogenada com 150 kg ha⁻¹ de N**, onde se aplicou 30 kg ha⁻¹ na semeadura (S) + 120 kg ha⁻¹ em cobertura (C) de forma parcelada em V₄ e V₇;
- 3- **Adubação nitrogenada com 110 kg ha⁻¹ de N**, aplicação de 20 kg ha⁻¹ na semeadura (S) + 90 kg ha⁻¹ em cobertura (C) de forma parcelada em V₄ e V₇;
- 4- ***Azospirillum brasilense* tratamento de sementes (TS)**, inoculação das sementes de milho com 100 ml ha⁻¹ do inoculante + aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura (S) + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura (C) de forma parcelada em V₄ e V₇;
- 5- ***Azospirillum brasilense* sulco**, aplicação do inoculante no sulco de semeadura com dose de 200 ml ha⁻¹ + aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura (S) + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura (C) de forma parcelada em V₄ e V₇;
- 6- ***Azospirillum brasilense* foliar 200 ml**, aplicação via foliar do inoculante com dose de 200 ml ha⁻¹ + aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura (S) + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura (C) de forma parcelada em V₄ e V₇;
- 7- ***Azospirillum brasilense* foliar 300 ml**, adubação nitrogenada + aplicação via foliar do inoculante, com dose de 300 ml ha⁻¹ + aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura (S) + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura (C) de forma parcelada em V₄ e V₇;

A estirpe da bactéria utilizada para a realização do experimento foi a Ab-V5.

O preparo do solo foi realizado com arado escarificador de 5 hastes atuando a uma profundidade de aproximadamente 35 cm. Na sequência foi realizada gradagem com grade leve para destorroamento e nivelamento do solo. O cultivar utilizado foi o AG 7098 (híbrido simples e precoce) recomendado para a região, utilizando-se espaçamento de 0,85m entrelinhas. Visando uma produtividade de 10 a 12 t ha⁻¹, fez-se necessário uma adubação com 60kg ha⁻¹ de P₂O₅ + 50kg ha⁻¹ de K₂O, seguindo as recomendações de Raij e Cantarella (1997). A adubação foi realizada no dia 12/11/2020. A semeadura foi feita no dia 16/11/2020 de forma manual colocando-se 2 sementes/cova distanciadas 0,20m. A emergência se deu 5 dias após a semeadura.

As sementes do cultivar utilizado continham tratamento químico. Sendo utilizado como fungicida fludioxonil (0,0275 g ingrediente ativo (i.a) kg⁻¹ de sementes), metalaxil-M

(0,022 g i.a kg⁻¹ de sementes) e tiabendazol (0,165 g i.a kg⁻¹ de sementes). Como inseticidas utilizou-se deltametrina (0,002 g i.a kg⁻¹ de sementes), pirimifós-metílico (0,0008 g i.a kg⁻¹ de sementes) e clotianidina (2,33 g i.a kg⁻¹ de sementes).

O volume de calda na aplicação no sulco de semeadura foi de 150 L ha⁻¹. Já em pulverização foliar foi de 200 L ha⁻¹ utilizando pulverizador elétrico de pressão constante e as aplicações foliares realizadas no final do dia, horários com alta umidade relativa do ar (UR) e baixa incidência de raios ultravioleta (UV).

Após a instalação do experimento deu-se início aos tratos culturais, sendo que com 7 dias após a emergência (DAE) foi realizado o controle de plantas daninhas e de pragas com a utilização dos herbicidas tembotriona (100,8 g i.a ha⁻¹) e atrazina (1000 g i.a ha⁻¹), dos inseticidas triflumurom (48 g i.a ha⁻¹) e metomil (129 g i.a ha⁻¹), além do óleo mineral 1.000 ml ha⁻¹.

A adubação nitrogenada em cobertura ocorreu de forma parcelada, sendo que a primeira dose foi aplicada com 12 DAE (estádio de desenvolvimento V₄) e a segunda dose com 25 DAE (estádio de desenvolvimento V₇), utilizando-se ureia como a fonte de N. Logo após a distribuição da ureia (46% de N) a área experimental foi irrigada com uma lâmina de 15mm de água para evitar perdas de nitrogênio por volatilização.

Se fez necessário a operação de desbaste, deixando apenas uma planta por cova, tendo em vista que na semeadura, fez-se a deposição de 2 sementes por cova para garantir que a população final estivesse de acordo com os padrões exigidos. O desbaste ocorreu 13 DAE no período matutino, no período vespertino foi feita uma aplicação para o controle de pragas, utilizando os inseticidas flubendiamida e triflumurom ambos com dose de 72 g i.a ha⁻¹.

A inoculação via foliar do *A. brasilense* nos tratamentos T₆ e T₇ foi realizada 18 DAE, ou seja, as plantas de milho estavam em V₆. A aplicação ocorreu após às 18:30 h, horário em que a incidência solar cai e a umidade aumenta, beneficiando o processo de inoculação.

Foram realizadas outras três aplicações na área experimental, uma com 19 DAE, com a utilização dos inseticidas flubendiamida (72 g i.a ha⁻¹) e triflumurom (72 g i.a ha⁻¹); do fertilizante foliar geo boro (201 g boro ha⁻¹); do fungicida tebuconazol (100 g i.a ha⁻¹) + trifloxitrobina (50 g i.a ha⁻¹) e espalhante. Com 26 DAE fez-se a aplicação do herbicida glifosato (1440 g i.a ha⁻¹) com jato dirigido nas entrelinhas da cultura, posteriormente com 27 DAE aplicou-se inseticida tiametoxan (28,2 g i.a ha⁻¹) + lambda- cialotrina (21,2 g i.a ha⁻¹) e fertilizante foliar geoboro (201 g boro ha⁻¹).

O florescimento das plantas ocorreu no dia 10/01/2021, ou seja, 50 DAE. Posteriormente ao florescimento 53 DAE fez-se a coleta de 8 plantas por parcela para a

obtenção do valor da massa seca da parte aérea, além da coleta do terço médio de 8 folhas da base da espiga para a análise do teor de N foliar.

A colheita do experimento aconteceu com 123 DAE, no dia 23/03/2021. Foram colhidas duas linhas de 6m por parcela além de 6 espigas por parcela para a análise dos componentes de produção. A umidade média dos grãos no momento da colheita era de 24,43%.

Os parâmetros que foram analisados no experimento são os seguintes:

1- **Massa seca da parte aérea:** Quando 50% das plantas de milho estavam em pleno florescimento, faz-se a coleta de 8 plantas de forma sequencial em uma das linhas de cada parcela, cortando-as rente ao solo, posteriormente foram pesadas e a partir dessa massa fez-se o cálculo da massa seca e convertidas para g planta⁻¹.

2- **Teor de N foliar:** No momento do aparecimento da inflorescência feminina foram coletadas o terço médio de 8 folhas opostas e abaixo da espiga para análise do teor de nitrogênio, segundo metodologia indicada em laboratório (MALAVOLTA, 1997);

3- **Diâmetro do colmo:** Utilizando um paquímetro digital, fez-se a medida do diâmetro da base do colmo de 6 plantas por parcela;

4- **Altura de plantas:** Com o auxílio de uma régua, mediu-se a altura de 6 plantas por parcela, tendo como base da medida a folha bandeira;

5- **Altura de inserção da espiga:** Assim como para a altura das plantas, a inserção da espiga foi medida com uma régua, medindo sempre a base da espiga em 6 plantas por parcela;

6- **Número de fileiras por espiga:** No ato da colheita, seis espigas por parcela foram coletadas, para contar o número de fileiras por espiga;

7- **Número de grãos por fileira:** Com às espigas coletadas para a contagem do número de fileiras, também se fez a contagem do número de grãos por fileira;

8- **População final de plantas:** No momento da colheita do experimento, contou-se o número de plantas existentes em duas linhas, para posteriormente fazer uma extrapolação encontrando como resultado o número de plantas por hectare.

9- **Massa de 100 grãos:** Foram coletadas de maneira aleatória, duas amostras de 100 grãos por parcela. Essas amostras foram pesadas e sua umidade determinada, para estimar a massa de 100 grãos corrigindo a umidade para 13%.

10- **Teor de N nos grãos:** Após a colheita foram coletadas amostras de grãos que após moídas foram levadas ao laboratório para a análise do teor de nitrogênio;

11- **Produtividade em kg ha⁻¹:** Com os grãos colhidos na área útil de cada parcela que era constituída de 2 linhas de 6 m, foi determinado o peso equivalente e com a umidade corrigida para 13%, faz-se o cálculo da produtividade, convertendo os valores para kg ha⁻¹.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 pode-se verificar os resultados para a massa seca da parte aérea, teor de N foliar, diâmetro de colmo e altura de plantas. Perante a análise estatística não se encontrou diferença significativa para nenhum dos parâmetros analisados, até mesmo o tratamento testemunha, que não recebeu adubação nitrogenada e inoculação de *A. brasilense*, teve um bom acúmulo de massa seca.

Como encontrado por Araújo, et al. (2004) o acúmulo de massa seca na parte aérea tende a aumentar com a disponibilização de N para a cultura. O que explicaria o fato de a testemunha ter estatisticamente valores iguais aos demais tratamentos seria o preparo do solo, que foi realizado com uma escarificação. Como encontrado por Araújo, et al. (2004), o preparo do solo com o escarificador traz benefícios aos atributos físicos do solo, principalmente com relação a porosidade e aeração, que por sua vez acelera a decomposição da M.O., assim mostrado por Pillon, et al. (2002) onde o pouco revolvimento do solo traz uma velocidade maior na decomposição dos resíduos vegetais. Como consequência ocorre a disponibilização de nutrientes, inclusive N, ao solo para a absorção das plantas.

Tabela 3. Massa seca da parte aérea (MSPA), teor de nitrogênio foliar (N Foliar), diâmetro de colmo (D. colmo) e altura de planta (Alt. planta) na cultura do milho em função de diferentes doses de nitrogênio e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, 2021.

Tratamentos	MSPA (g planta ⁻¹)	N Foliar (g kg ⁻¹)	D. colmo (mm)	Alt. planta (cm)
Testemunha	178,70	29,10	23,44	250,30
30+120 N	196,50	26,13	24,63	245,50
20+90 N	184,61	24,60	24,84	250,70
100mL TS	188,23	24,70	24,20	254,90
Sulco 200 mL	200,35	24,63	24,71	252,90
Foliar 200 mL	194,18	25,60	24,67	251,10
Foliar 300 mL	187,53	24,40	24,88	249,50
ANAVA				
T	0,57 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,21 ^{ns}
Média Geral	190,02	25,59	24,48	250,70
CV (%)	11,61	12,00	4,48	2,37

ns: não significativo pelo Teste F da Análise de Variância

Fonte: Dados do próprio autor.

Nota-se que os valores para o diâmetro do colmo apesar de não existir uma diferença entre os tratamentos, foram maiores onde se fez adubação nitrogenada, assim como onde foi feito a inoculação com a bactéria *A. brasilense*, como mostrado por Kappes et al. (2017), onde

em condições de solo e de clima parecidas com as do atual trabalho, houve também aumento no diâmetro do colmo com a disponibilização de N para a cultura. Isso de certa maneira é interessante pensando em diminuir a possibilidade de ocorrer acamamento na lavoura, uma vez que um colmo mais espesso, confere maior resistência para a planta.

Os valores para a altura de plantas não tiveram diferenças perante a análise estatística, mas é possível notar um valor maior para a inoculação via tratamento de sementes, assim como encontrado por Repke et al. (2013) onde mesmo em condições de clima diferentes das encontradas no local deste trabalho, se notou aumento na altura de plantas em função da disponibilidade de N para a cultura, uma vez que esse nutriente é de extrema importância para o desenvolvimento vegetativo da planta.

Analisando a Tabela 4 pode-se notar que os parâmetros de produção não diferiram em função dos tratamentos, com exceção da população final de plantas, onde se encontrou populações maiores para o tratamento 3, 4, 6 e 7, sendo que o maior valor se encontra no tratamento com inoculação via tratamento de sementes com a dose de 100 ml ha⁻¹ de *A. brasilense*, como mostrado por Thomazini et al. (2019), em trabalho realizado sob as mesmas condições de solo e de clima, a inoculação de sementes com a bactéria foi benéfico para se obter uma população de plantas maior. Quadros et al. (2014) explica esse fato através da promoção de crescimento radicular influenciado positivamente pela inoculação das sementes, garantindo uma maior resistência a planta aos intemperes e por consequência uma população maior.

Tabela 4. Altura de inserção da espiga (Alt. espiga), número de fileiras por espiga (F. espiga), número de grãos por fileira (G. fileira) e população final de plantas (Pop. final) na cultura do milho em função de diferentes doses de nitrogênio e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, 2021.

Tratamentos	Alt. espiga (cm)	F. espiga	G. fileira	Pop. final (plantas ha ⁻¹)
Testemunha	152,20	16,40	35,43	52.745 b
30+120 N	151,60	16,60	37,00	52.549 b
20+90 N	152,40	16,80	36,76	55.294 a
100mL TS	155,90	16,73	37,90	57.451 a
Sulco 200mL	151,10	16,73	38,30	53.725 b
Foliar 200mL	152,80	16,80	37,53	55.294 a
Foliar 300mL	152,10	16,53	37,90	55.490 a
ANAVA				
T	0,77 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,53 ^{ns}	3,97**
Média Geral	152,59	16,66	37,26	54.650
CV (%)	2,61	3,56	4,70	3,58

ns e **: não significativo e significativo à 1% pelo Teste F da Análise de Variância, respectivamente. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott (10%).

Fonte: Dados do próprio autor.

Os parâmetros altura de inserção da espiga, fileiras por espiga e grãos por fileira não diferiram, a explicação para isso, pode ser dada através do melhoramento genético que por meio dos materiais híbridos existentes no mercado tentam padronizar esses parâmetros, diminuindo suas variações. É muito importante ressaltar que apesar de não haver incremento no número de fileiras pode ocorrer sim um aumento na produção, assim como mostrado por Casagrande e Fornasieri Filho (2002), onde o híbrido com maior número de fileiras não obteve a maior produtividade.

Na Tabela 5 estão os resultados para a massa de 100 grãos, teor de N nos grãos e produtividade. Não se encontrou diferenças para a massa de 100 grãos e teor de N foliar, assim como já discutido para outros parâmetros anteriormente, o preparo mínimo do solo pode ter mascarado a real influência da adubação nitrogenada e da inoculação com a bactéria diazotrófica, uma vez que disponibilizou de maneira mais rápida o N encontrado no material orgânico. Ocorre uma maior velocidade na disponibilização de N onde se tem o revolvimento do solo, por conta do fracionamento do material vegetal, além do maior contato solo-resíduo e por conta da aeração do solo, fatores esses que facilitam a atividade microbiana e aceleram a decomposição da M.O (AMADO, 1997).

Tabela 5. Massa de cem grãos (M. 100 grãos), teor de nitrogênio nos grãos (N grãos) e produtividade de grãos (Prod.) na cultura do milho em função de diferentes doses de nitrogênio e modos de aplicação de *Azospirillum brasiliense*. Selvíria/MS, 2021.

Tratamentos	M. 100 grãos (g)	N Grãos (g kg ⁻¹)	Prod. (kg ha ⁻¹)
Testemunha	32,28	15,58	8.707 b
30+120 N	32,71	15,18	9.069 b
20+90 N	32,04	15,15	9.714 a b
100mL TS	32,66	15,90	10.444 a
Sulco 200mL	32,57	15,13	9.405 b
Foliar 200mL	33,09	16,05	9.578 b
Foliar 300mL	32,38	15,55	9.320 b
ANAVA			
T	0,93 ^{ns}	1,38 ^{ns}	3,58**
Média Geral	32,43	15,50	9.463
CV (%)	2,40	4,11	6,82

ns e **: não significativo e significativo à 1% pelo Teste F da Análise de Variância, respectivamente. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Scott Knott (10%).

Fonte: Dados do próprio autor.

Diferente dos demais parâmetros encontrados na Tabela 5, a produtividade diferiu em função dos tratamentos. Sendo nesse caso o tratamento testemunha, como esperado obteve o menor valor (8.707 kg ha⁻¹). A maior produtividade foi encontrada com a inoculação via

tratamento de sementes com 100 ml ha⁻¹ de *A. brasilense*, um aumento de 16,63% em relação à testemunha e 7% a mais que o Tratamento 3 (20 + 90 kg ha⁻¹ de N). Valores similares foram encontrados por Cavallet et al. (2000), onde houve um incremento médio de 17% na produtividade em decorrência da inoculação das sementes com a bactéria *A. brasilense*.

Pode-se observar que o Tratamento 4, ou seja, a inoculação de *A. brasilense* via sementes obteve o maior número para população final de plantas e por consequência, uma maior produtividade, corroborando com Imolesi et al. (2008) onde o ajuste da população de plantas implica em um aumento na produtividade de grãos para o produtor no momento da colheita.

Observa-se que a inoculação da bactéria *A. brasilense* contribuiu para o aumento da produtividade da cultura, mesmo com a redução da adubação mineral nitrogenada. Pensando em redução do custo de produção e em um sistema de produtivo mais sustentável, a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio e bactérias promotoras de crescimento de plantas, deve ser mais difundida e recomendada aos produtores rurais.

5 CONCLUSÃO

- O tratamento com a utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* inoculada via sementes com dose de 100 ml ha⁻¹, associada com a adubação mineral nitrogenada com dose de 110 kg ha⁻¹ de N (20 kg ha⁻¹ na semeadura + 90 kg ha⁻¹ em cobertura), acarretou em maior produtividade de grãos para a cultura do milho em relação aos demais tratamentos.

- Por ter um custo relativamente baixo e proporcionar ganho em produtividade para o produtor, a inoculação via tratamento de sementes com *Azospirillum brasilense*, pode sim ser utilizada pelos agricultores, afim de diminuir os custos com a adubação mineral na cultura do milho.

REFERÊNCIAS

- ALDRICH, S. R., SCOTT, W. O., & LENG, E. R. (1975). Modern corn production. *Modern corn production.*, (2. ed.). Acesso em: 05 de jul. 2022.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. Acesso em 05 de jul. 2022.
- AMADO, T. J. C. Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo. **Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 1997. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- AMADO, TELMO JORGE CARNEIRO; MIELNICZUK, JOÃO; AITA, CELSO. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 26, p. 241-248, 2002. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- ANDRADE, F. H.; VEGA, C. R.; UHART, S. A.; CIRILO, A. G.; CANTARERO, M. G.; VALENTINUZ OSCAR. Kernel number determination in maize. *Crop Science*, Madison. v.39, p. 453-459, 1999. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- ARAÚJO, M. A. et al. Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférrico após treze anos de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 495-504, 2004. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- ARDAKANI, M.R., MAZAHARI, D.; MAFAKHERI, S.; MOGLADDAM, A. (2011) Absorption efficiency of N, P, K through triple inoculation of wheat (*Triticum aestivum* L.) by *Azospirillum brasilense*, *Streptomyces* sp., *Glomus intraradices* and manure application. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. 2015. **Bactérias Aumentam Produtividade do Milho e Reduzem Adubos Químicos**. Disponível em: www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos>. Acesso em 03 de mai. 2022.
- BOLETIM LOGÍSTICO. **CONAB**. 2022. Disponível em: www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/boletim-logistico>. Acesso em 03 de mai. 2022.

- CANAL CLIMA DA UNESP ILHA SOLTEIRA. CLIMA.FEIS. 2022. **Dados climáticos diários – Estação Ilha Solteira**. Disponível em: < <http://clima.feis.unesp.br/> >. Acesso em: 27 de jul. 2022.
- CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 33-40, 2002. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- CAVALLET, L. E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- COMEXVIS. **COMEX STAT**. Disponível em: <comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>. Acesso em 03 de mai. de 2022.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. 2022. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – 9º levantamento**. Disponível em: <www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 29 de jun. 2022.
- CRUZ, J. C. et al. EMBRAPA milho e sorgo. **Cultivo do milho**. Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf. Acesso em 05 de jul. 2022.
- DALLMEYER, A. U. Eficiência energética e operacional de equipamentos conjugados de preparo de solo. 1994. 157 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994. Acesso em: 26 de jul. 2022.
- DARTORA, J., et al. 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. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- DARTORA, J. et al. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 3, p. 175-181, 2013. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. 2013. **Anos 80 Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)**. Disponível em: https://sistemas.sede.embrapa.br/40anos/index.php/linha_do_tempo/historia/9. Acesso em 05 de jul. 2022.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. 2015. **Bactérias Aumentam Produtividade do Milho e Reduzem Adubos Químicos**. Disponível em: www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos>. Acesso em 03 de mai. 2022.
- FREITAS, L. A. et al. Efeito dos sistemas conservacionistas do solo e residual do gesso sobre a cultura da soja. *Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais*, Sinop, v. 4, n. 6, p.375-379, 2016. Acesso em: 26 de jul. 2022.
- HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 38 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325). Acesso em: 24 de jun. 2022.
- IMOLESI, Anderson Santos et al. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, 2008. Acesso em 24 de jun. 2022.
- KAPPES, C.; SILVA, G. R.; FERREIRA, V. E. N. **Aplicação foliar de *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura no milho safrinha**. *Sci. Agrar. Parana.* v. 16, n. 3, jul./set., p. 366-373, 2017. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- KINIRY, J.R.; RITCHIE, J. T. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. *Agronomy Journal*, Madison. v. 77, p. 711-715, 1985. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- LIN, W., Y. Okon, and R W Hardy. "Enhanced Mineral Uptake by Zea Mays and Sorghum Bicolor Roots Inoculated with *Azospirillum Brasilense*." *Applied and Environmental Microbiology* 45.6 (1983): 1775-779. Web. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- MAGALHÃES, P. C; DURÃES, F.O.M. **Circular técnica: Fisiologia do Milho**. Disponível em: docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circul22.pdf. Acesso em 05 de jul. 2022.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. Fisiologia da planta de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20). Acesso em: 05 de jul. 2022.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de milho. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2006. Acesso em: 24 de jun. 2022.
- MALAVOLTA, E. et al. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**, v. 2, p. 115-230, 1997. Acesso em: 05 de jul. 2022.
- MUMBACH, G. L. et al. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 97-103, 2017. Acesso em: 05 de jul. 2022.

NASCIMENTO, F. M. et al. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Ceres**, v. 58, n. 2, 2015. Acesso em: 24 de jun. 2022.

PAES, M. C. D. **Circular técnica: Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho.** Disponível em: www.agencia.cnptia.br/Repositorio/fisquitectnolmilho_000f9b2k97i02wx5eo0bp3uwfl1aa0n7.pdf. Acesso em: 05 de jul. 2022.

PILLON, C. N.; MIELNICZUK, J.; MARTIN NETO, L. Dinâmica da matéria orgânica no ambiente. **Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E)**, 2002. Acesso em: 05 de jul. 2022.

POSSAMAI, J.; SOUZA, C.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. *Bragantia*, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001. Acesso em: 05 de jul. 2022.

QUADROS, P. D. et al. Desempenho agrônomo a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 209-218, 2014. Acesso em: 05 de jul. 2022.

RAIJ, B. Van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A. & Furlani, A. M. C. (1997) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo** (2.ed. rev. atual.). Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 285. (Boletim Técnico, 100)

RAIJ, B. van et al. Milho para grãos e silagem. **Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, JA**, p. 56-59, 1996. Acesso em 05 de jul. 2022.

REPKE, R. A. et al. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, p. 214-226, 2013. Acesso em: 24 de jun. 2022.

RICHARDS, R.A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany*, Oxford. v. 51, p. 447-458, 2000. Acesso em: 05 de jul. 2022.

ROCHA, Rosana Andréia Da Silva; COLTRO, Gabriel Luiz; LIZZONI, Gian Carlos. Adubação nitrogenada associada à inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Biodiversidade**, v. 19, n. 4, 2020. Acesso em: 05 de jul. 2022.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; DOS ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356p. Acesso em 25 de jul. 2022.

SILVA, Helton de S.; SOUZA, Adailson P. de. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 11, p. 762-768, 2020. Acesso em: 26 de jul. 2022.

SILVA, M. P. et al. Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 60-67, 2017. Acesso em: 05 de jul. de 2022.

SPOLAOR, L. T., Gonçalves, L. S. A., Santos, O. J. A. P. D., Oliveira, A. L. M. D., Scapim, C. A., Bertagna, F. A. B., & Kuki, M. C. (2016). Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônômico de milho pipoca. *Bragantia*, 75, 33-40. Acesso em: 26 de jul. 2022.

THOMAZINI, G. et al. Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio mineral em milho cultivado em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 396-407, 2019. Acesso em: 05 de jul. 2022.

WANG, G.; KANG, M.S.; MORENO, O. Genetic analyses of grain-filling rate and duration in maize. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 61, p. 211-222, 1999. Acesso em: 05 de jul. 2022.

ANEXOS

Figura 1- Semeadura do milho (16/11/2020)



Fonte: Próprio autor

Figura 2 - Plantas com 13 DAE (04/12/2020)



Fonte: Próprio autor

Figura 3- Inoculação via foliar de *Azospirillum brasilense* (09/12/2020), 18 DAE



Fonte: Próprio autor

Figura 4- Adubação nitrogenada em cobertura (16/12/2020), 25 DAE



Fonte: Próprio autor

Figura 5- Plantas 38 DAE (29/12/2020).



Fonte: Próprio autor

Figura 6- Avaliação da matéria seca (13/01/2021), 53 DAE.



Fonte: Próprio autor