

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

PEDRO HENRIQUE GIOVA DA SILVA

**DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* NA
PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E CARACTERES DE PRODUTIVIDADE DA
CULTURA DO MILHO**

**Ilha Solteira
2022**

PEDRO HENRIQUE GIOVA DA SILVA

**DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* NA
PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E CARACTERES DE PRODUTIVIDADE DA
CULTURA DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orivaldo Arf
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

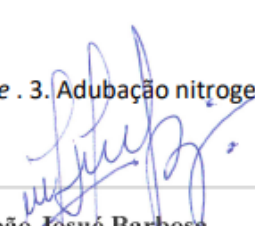
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S586d Silva, Pedro Henrique Giova da .
Doses e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense* na promoção de crescimento e caracteres de produtividade da cultura do milho / Pedro Henrique Giova da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
32 f.

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. Produção vegetal. 2. *Azospirillum brasilense* . 3. Adubação nitrogenada do milho.



João Josué Barbosa
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Diretor Técnico
CRB 8-5642

**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

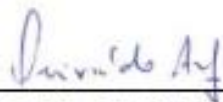
**TÍTULO: DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* NA
PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E CARACTERES DE PRODUTIVIDADE
DA CULTURA DO MILHO.**

ALUNO: PEDRO HENRIQUE GIOVA DA SILVA

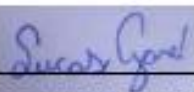
ORIENTADOR: PROF. DR. ORIVALDO ARF

Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora.

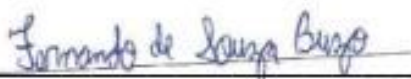
Comissão Examinadora:



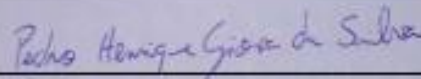
PROF. DR. ORIVALDO ARF
(ORIENTADOR)



LUCAS MARTINS GARÉ
(DOUTORANDO EM AGRONOMIA)



FERNANDO DE SOUZA BUZO
(DOUTORANDO EM AGRONOMIA)



PEDRO HENRIQUE GIOVA DA SILVA
ALUNO

Ilha Solteira (SP), 31 de janeiro de 2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, Renato Augusto Pereira da Silva (in memoriam) por todo apoio, suporte e ensinamentos. A minha mãe, Lizânia Gorete Giova da Silva e meu irmão, Murilo Augusto Giova da Silva por todo apoio durante esses anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai, por todo suporte e orientações dadas ao longo dos anos, um exemplo de ética e honestidade tanto na vida profissional quanto na pessoal. Saudades meu amigo.

A minha mãe e meu irmão pelo carinho e por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus avós, Ari, Leonor, Ozelde (in memorian) e Maria (in memorian), sei que sem vocês nada disso seria possível.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em especial ao câmpus de Ilha Solteira, por toda estrutura, oportunidades de ensino, crescimento profissional e pessoal.

Ao meu orientador, Orivaldo Arf, por todo comprometimento com todos da equipe de pesquisa e que nunca mediu esforços para nos auxiliar durante os anos.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), pelo apoio e parceria ao longo dos anos e durante a condução de todos os experimentos.

A todos os professores da graduação que passaram por minha formação, transmitindo seus conhecimentos e ensinamentos.

E a todos os membros do grupo de pesquisa, pelas parcerias na condução dos experimentos e na vida pessoal. Fiz amigos que levarei sempre comigo.

RESUMO

As pesquisas envolvendo a cultura do milho sempre tiveram grande relevância e as áreas destinadas à produção do cereal têm crescido nos últimos anos. O aumento na área é acompanhado por uma maior preocupação com a agricultura sustentável, agregando mais produtores. Nesse contexto, o presente trabalho buscou a utilização de um microrganismo promotor de crescimento de plantas (*Azospirillum brasilense*) beneficiando a cultura e reduzindo a quantidade de nitrogênio mineral aplicado no solo. O experimento foi realizado em blocos casualizados com 6 tratamentos e 5 repetições, sendo estes: T₁- Testemunha (sem aplicação de Biomax Azum® e de nitrogênio); T₂- Adubação nitrogenada – 30 kg ha⁻¹ na semeadura + 120 kg ha⁻¹ em cobertura parcelados em V₄ e V₇; T₃- promotor de crescimento de plantas 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura parcelados + aplicação de Biomax Azum® (100 mL ha⁻¹) no tratamento de sementes; T₄- 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura + aplicação de Biomax Azum® (200 mL ha⁻¹) no sulco de semeadura; T₅- 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura + aplicação de Biomax Azum® via foliar (200 mL ha⁻¹) quando milho estava no estágio V₆; T₆- 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 90 kg ha⁻¹ de N parcelados em cobertura + aplicação de Biomax Azum® via foliar (300 mL ha⁻¹) quando o milho estava nos estágio V₆. O trabalho de pesquisa foi realizado em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS. Concluiu-se que a adubação nitrogenada (sulco de semeadura e cobertura) bem como a aplicação de Biomax Azum® altera positivamente a maioria dos componentes de produção e a produtividade da cultura. A aplicação de Biomax Azum® nas sementes, no sulco de semeadura ou via foliar permitem a obtenção de produtividade semelhante ao tratamento com adubação nitrogenada (semeadura e cobertura) e com economia de 40 kg ha⁻¹ de N.

Palavras-chave: Produção vegetal, *Azospirillum brasilense*, Adubação nitrogenada do milho.

ABSTRACT

Research on corn has always had great relevance and the areas destined for cereal production have grown in recent years. The increase in area is accompanied by a greater concern with sustainable agriculture, adding a greater number of producers. In this context, the present work used a microorganism plant growth promoter (*Azospirillum brasilense*) seeking to benefit the crop and reduce the amount of mineral nitrogen applied to the soil. The experiment was carried out in randomized blocks with 6 treatments and 5 replications, as follows: T₁- Control (without application of Biomax Azum® and nitrogen); T₂- Nitrogen fertilization – 30 kg ha⁻¹ at sowing + 120 kg ha⁻¹ at coverage installments in V4 and V7; T₃- 20 kg ha⁻¹ of N at sowing + 90 kg ha⁻¹ of N in top dressing installments + application of Biomax Azum® (100 mL ha⁻¹) in the seed treatment; T₄- 20 kg ha⁻¹ of N at sowing + 90 kg ha⁻¹ of N in top dressing + application of Biomax Azum® (200 mL ha⁻¹) in the sowing furrow; T₅- 20 kg ha⁻¹ of N at sowing + 90 kg ha⁻¹ of N in top dressing + application of Biomax Azum® foliar application (200 mL ha⁻¹) when maize was at the V6 stage; T₆- 20 kg ha⁻¹ of N at sowing + 90 kg ha⁻¹ of N in top dressing installments + application of Biomax Azum® (300 mL ha⁻¹) when maize was at V6 stage. The research work was carried out in an experimental area belonging to the Faculty of Engineering - UNESP, Campus of Ilha Solteira, located in the municipality of Selvíria - MS. It was concluded that nitrogen fertilization (sowing furrow and covering), as well as the application of Biomax Azum®, positively alters most of the production components and crop productivity. The application of Biomax Azum® in the seeds, in the sowing furrow or foliar way, allows obtaining a productivity similar to the treatment with nitrogen fertilization (seeding and covering) and saving 40 kg ha⁻¹ of N.

Keywords: Crop production, *Azospirillum brasilense*, Nitrogen fertilization of corn

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo, amostrado antes da instalação do experimento. Selvíria, MS, Brasil, 2019.	16
Tabela 2. Valores de massa seca de plantas, diâmetro de colmo (D. Colmo), altura de plantas (Alt. Planta) e altura de espiga (Alt Espiga) em função da adubação nitrogenada e aplicação de <i>Azospirillum brasilense</i> na cultura do milho Selviria (MS), 2019/20.	21
Tabela 3. Teor de N foliar, grãos por fileira, fileira por espiga e população de planta em função da adubação com nitrogênio ou não e modos e doses de aplicação de <i>Azospirillum brasilense</i> na cultura do milho em Selviria (MS), 2019/20.	22
Tabela 4. Massa de 1000 grãos, teor de N grãos e produtividade em função da adubação com nitrogênio ou não e modos e doses de aplicação de <i>Azospirillum brasilense</i> na cultura do milho em em Selviria (MS), 2019/20.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Características do local.....	16
3.1 Delineamento experimental	16
3.2 Instalação e condução do experimento.....	17
3.3 Avaliações realizadas	19
3.5 Análise estatística dos resultados.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS.....	27
APÊNDICE – FOTOS DO DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO	31

1 INTRODUÇÃO

Para a safra de 2021/22, a estimativa para área cultivada de milho é de 20,9 milhões de hectares (ha), representando um aumento de 5,1% em relação a safra anterior. A produtividade esperada é de 5.391 kg ha⁻¹, apresentando aumento de 23,4% em relação a temporada passada. Por fim, a produção está estimada em 11,29 milhões de toneladas, representando acréscimo de 29,7% em comparação ao ano de 2020/21. O milho primeira safra, concentrará área 4,51 milhões de ha, representando aumento de 3,8% em relação a safra anterior. A estimativa de produtividade para a primeira safra é de 5.495 kg ha⁻¹ e a produção total estimada de 24,79 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

O nitrogênio (N) é o nutriente exigido em maior quantidade pelo milho, sendo que em determinadas situações seu suprimento não é adequado e impacta diretamente na produção (AMADO *et al.*, 2002). Desse modo é necessário utilizar outras técnicas para suprir a necessidade de N para as culturas. É de vasto conhecimento que o milho exporta grande quantidade de N. Desse modo quando se visa altas produtividades se faz necessário a reposição adequada deste nutriente. (EMBRAPA, 2006a).

No Brasil uma das técnicas muito utilizadas para a aplicação de N é o parcelamento, visando evitar perdas por lixiviação, desnitrificação ou volatilização. Porém deve-se conhecer o solo em que se está trabalhando, pois em solos de textura argilosa o parcelamento pode ser menor devido as características do solo. Em solos arenosos a aplicação de grandes quantidades deve ser feita parceladamente (EMBRAPA, 2006b).

Baseia-se em curvas de respostas para decisão da quantidade de N a ser aplicada. Em sequeiro utiliza-se de 40 a 80 kg de N ha⁻¹, mas na agricultura irrigada que se apoia no uso de alta tecnologia, a dose vai de 100 a 150 kg de N ha⁻¹ para obtenção de altas produtividades (EMBRAPA, 2006b).

Segundo a Associação Nacional Para Difusão de Adubos (ANDA), foram entregues 3.046 mil toneladas de adubos no mês de janeiro de 2020, número 10,3 % superior ao mesmo período do ano anterior. O Estado do Mato Grosso é líder, atingindo 921 mil toneladas e concentrando 30,2 % do total nacional (ANDA, 2020).

A importação de fertilizantes foi de 2.434 mil toneladas no mês de abril de 2020, apresentando crescimento de 34,1 % em relação ao mesmo período de 2019 (ANDA, 2020).

Cerca de 70% das vendas de fertilizantes ocorrem no segundo semestre do ano, quando ocorre a semeadura da safra de verão, evidenciando a sazonalidade do mercado brasileiro (INACIO, 2013). O Brasil se destaca mundialmente quando se trata da produção de grãos e alimentos, mas para que a cada ano esta produtividade cresça são necessários diversos investimentos em novas tecnologias e matéria-prima, e um dos gargalos da produção brasileira é a alta dos fertilizantes e a falta dos mesmos no mercado, visto que a maior parte dos insumos são obtidos via importação (FARIA e SOARES, 2019).

Há um grupo de microrganismos benéficos às plantas, promovendo o desenvolvimento das culturas por meio da capacidade de colonizar a superfície das raízes. Esse grupo é denominado como bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) (HUNGRIA, 2011).

O processo de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) deve-se a capacidade que alguns microrganismos possuem de utilizarem o N_2 disponível na atmosfera e ao se associarem as plantas disponibilizam esse nutriente para absorção em uma relação simbiote (HUNGRIA, 2011).

Bactérias promotoras de crescimento podem trazer benefícios às culturas, como no caso do *Azospirillum brasilense* para o milho. Sendo um investimento de baixo custo e responsivo quando comparado à adubação nitrogenada convencional (VIANA, 2015).

Esse grupo de bactéria é nomeado de promotoras de crescimento vegetal pela produção de hormônios que estimulam o desenvolvimento das plantas de modo geral, porém percebem-se melhores respostas nas raízes. Com isso as plantas aumentam seu volume radicular e estão mais aptas a absorção de água e nutrientes disponíveis no solo resultando em um melhor desenvolvimento da cultura e consequente aumento na produção (VIANA, 2015).

Assim, o trabalho teve por objetivo verificar o efeito do *Azospirillum brasilense* em complementação à adubação nitrogenada no milho, em diferentes doses e modos de aplicação do inoculante Biomax Azum®.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O milho é uma planta que pertence à família Poaceae que possui caráter monoico. Os aspectos vegetativos e reprodutivos estão diretamente ligados ao ambiente e condições oferecidas para o seu desenvolvimento, ao longo da evolução foi melhorada para gerar plantas eretas e robustas. (EMBRAPA, 2002).

O milho, assim como as outras plantas, absorve água do solo para atender suas necessidades durante o desenvolvimento, os nutrientes são transportados juntamente com essa água absorvida. Dessa forma, estresse hídrico causado pela falta de água no solo ou por evapotranspiração acarretará negativamente no desenvolvimento da cultura e consequente perda de produtividade (EMBRAPA, 2002).

O cultivo de milho abrange diversas regiões do país, desse modo a precipitação varia conforme a localidade, porém para um desenvolvimento adequado são necessários cerca 600 mm, dessa forma a planta completa seu ciclo. Há períodos em que a cultura necessita de mais água que em outros momentos, como no florescimento (EMBRAPA, 2006a).

Segundo Uhart & Andrade (1995) e Escosteguy *et al.*, (1997) e citados por Araújo *et al.* (2004), o desenvolvimento da cultura do milho é determinado pelo N, aumentando área foliar e produção de matéria seca, o que resulta em aumento de produtividade de grãos.

A rotação de culturas é uma prática adotada para aumentar a produtividade do milho, semeando-o após o cultivo de soja, afetando os valores de N na matéria seca e nos grãos (ARAÚJO *et al.*, 2004).

Um dos problemas que afetam o crescimento da agricultura brasileira é o crescimento sustentável, há muitos anos se emprega políticas conservacionistas e manejos eficientes em preservar o solo, a palhada e os nutrientes disponíveis, de maneira a não causar, ou pelo menos minimizar, os danos causados ao ambiente. Com isso o surgimento de manejos que visam a rotação de culturas, a permanência de palhada no solo até o próximo cultivo e outros manejos que buscam não esgotar a capacidade do solo em nutrir as plantas. Nesse sentido, há também a utilização de microrganismos que podem ser benéficos as culturas, de forma que não seja prejudicial ao solo ou a planta e diminua os gastos do agricultor (REIS *et al.*, 2007).

O Brasil é um país de vasto crescimento e produção agrícola e para atingir altas produções faz-se necessário a utilização de técnicas de manejo para elevar a produtividade e uma prática muito utilizada ao longo dos anos é o suprimimento

adequado de nutrientes para as culturas. Porém a utilização de nutrientes minerais de origem fóssil e não renováveis está sendo um problema pensado para o futuro, visto também que o Brasil importa grande parte dos fertilizantes utilizados e isto aumenta significativamente o custo de produção (COSTA e SILVA, 2012).

A área semeada de milho segunda safra está crescendo cada vez mais por ser economicamente viável ao produtor. Porém problemas com a falta de N, em semeadura ou cobertura, causa problemas no desenvolvimento da planta. Algumas técnicas sugerem diminuir o suprimento de N em cobertura e aumentar na hora de semear (CASAGRANDE & FORNASIERI FILHO, 2002).

Segundo Cantarella (1999) e citado por Casagrande e Fornasieri Filho (2002) as características do solo influenciam na adubação de N, solos argilosos com baixo potencial produtivo não respondem adequadamente ao aumento em doses de N, porém em solos arenosos as respostas são altas mesmo com teto produtivo baixo.

Os produtores sempre estão em busca de maiores produtividades, e para isso acontecer deve-se proporcionar as melhores condições para o desenvolvimento da cultura. A adubação nitrogenada é uma importante ferramenta para elevar a produção da cultura, uma vez que é o nutriente mais requerido pela cultura e que a cada tonelada produzida, 21 kg de N são extraídos do solo (MOREIRA; VALADÃO; VALADÃO JÚNIOR, 2019).

No geral, os solos não fornecem naturalmente a quantidade necessária de N para as culturas, visto que o milho é muito exigente nutricionalmente e o N é o mais exigido pela planta, o que faz com que os agricultores elevem o custo de produção da lavoura. Muito se busca alternativas mais baratas e que sejam responsivas como a adubação mineral para a cultura, uma delas é a utilização de bactérias promotoras de crescimento, sendo que para o milho cada vez mais tem-se explorado estudos com *Azospirillum brasilense* (PANDOLFO *et al.*, 2015).

Azospirillum brasilense pertence a um grupo de bactérias endofíticas facultativas, atuando em associação com o interior e a superfície das raízes, além de colonizarem o milho também atuam em plantas como trigo, arroz, sorgo e aveia. Os benefícios desses organismos vão além da fixação biológica de nitrogênio, produzindo hormônios vegetais que induzem maior crescimento das plantas (NOVAKOWISKI *et al.*, 2011).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um dos vários processos que ocorrem na natureza e que são protagonizados por microrganismos. No caso da FBN é

realizada por um grupo de bactérias diazotróficas, sendo o *Azospirillum brasilense* o mais conhecido e estudado. Esta bactéria é muito utilizada em associação a gramíneas, nas quais proporciona maior desenvolvimento e uma das constatações para esta melhoria está relacionada produção de fitohormônios em associação das bactérias as raízes das plantas (KAPPES *et al.*, 2013).

A inoculação de gramíneas por bactérias fixadoras pode suprir em parte a adubação nitrogenada, reduzindo as doses a serem aplicadas sem implicar na redução da produtividade da cultura (MUMBACH, 2017).

As Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCP) estimulam o crescimento por diversas maneiras, atuando na FBN, produção de hormônios como auxinas, citocininas, giberelinas e outras moléculas. Dentre as BPCP, o gênero *Azospirillum* apresenta-se com grande importância devido sua relação benéfica quando combinada com gramíneas. Pesquisas relacionadas datam de décadas atrás, ganhando importância mundial na década de 70 (HUNGRIA, 2011).

A inoculação com *A. brasilense* não substitui a adubação mineral por completo, fazendo-se necessário o fornecimento de N mineral para a cultura, mas geralmente em quantidades menores do que o originalmente recomendado. Para agricultura de baixa tecnologia, na qual não há certeza de adubação mineral e sem visar teto produtivo da cultura, utiliza-se destes microrganismos que resultarão em produção de baixo custo (HUNGRIA, 2011).

Em trabalho desenvolvido por Dartora *et al.* (2013) o *Azospirillum brasilense* incrementou de 24 a 30% na produção do milho em comparação com a testemunha sem inoculação. Porém é necessário considerar a existência da especificidade entre algumas bactérias em relação ao hospedeiro. Os fatores que influenciam na interação das bactérias com a cultura do milho ainda não estão completamente esclarecidos, mas sabe-se que alguns fatores bióticos influenciam na interação desses elementos, incluindo a viabilidade do *A. brasilense* no momento da inoculação e as bactérias presentes no solo (MORAIS *et al.*, 2017).

A seleção correta das estirpes é um fator que deve ser considerado na inoculação de *Azospirillum* com diferentes culturas, visto que apresentam especificidade até com o cultivar utilizado, levando a melhores respostas de crescimento e produção (HUNGRIA, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características do local

O trabalho de pesquisa foi realizado no ano agrícola de 2019/20, em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (SANTOS *et al.*, 2018).

Segundo Alvares *et al.* (2013), de acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1322 mm e temperatura média anual de 23°C. A irrigação, quando necessário, foi realizada por aspersão convencional utilizando-se aspersores com vazão de 3,3 mm hora⁻¹.

Foi realizada a semeadura direta sobre palhada de milheto. O cultivar utilizado foi AG 7098 VT PRO 2, um híbrido recomendado para a região, no qual cada parcela possuía 6 linhas com 6,5 metros de comprimento espaçadas de 0,85 metros.

As características químicas do solo foram avaliadas antes da instalação do experimento e estão apresentadas na Tabela 1. A adubação mineral básica foi feita conforme as necessidades do solo e as recomendações de Raij e Cantarella (1997).

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo, amostrado antes da instalação do experimento. Selvíria, MS, Brasil, 2019.

Presina	M.O	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----				mmol _c dm ⁻³	-----		(%)
26	22	5,4	5,5	23	16	25	0	44,5	69,5	64
S-SO ₄	B	Cu			Fe		Mn		Zn	
mg dm ⁻³	-----				mg dm ⁻³		-----			
6	0,11	8,0			12		41,7		0,9	

Fonte: Laboratório de Fertilidade da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 5 repetições e os tratamentos foram os seguintes:

T1 - Testemunha (sem aplicação de Biomax Azum® e de nitrogênio)

- T2 - Adubação nitrogenada – 30 kg ha⁻¹ na semeadura + 120 kg ha⁻¹ em cobertura (V₄ - 40 kg ha⁻¹ - e V₇ - 80 kg ha⁻¹ -)
- T3 - 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura (40 kg ha⁻¹ em V₄ e 50 kg ha⁻¹ em V₇) + aplicação de Biomax Azum®* (100 mL ha⁻¹) no tratamento de sementes
- T4 - 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura + aplicação de Biomax Azum® (200 mL ha⁻¹) no sulco de semeadura**
- T5 - 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura + aplicação foliar de Biomax Azum® (200 mL ha⁻¹) quando milho estava no estágio V₆***
- T6 - 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura + aplicação foliar de Biomax Azum® (300 mL ha⁻¹) quando o milho estava no estágio V₆***

**Azospirillum brasilense com 3,8*10⁸ UFC mL⁻¹*

***Volume de calda para aplicação no sulco de semeadura: 150 L ha⁻¹.*

****Volume de calda para aplicação foliar: 200 L ha⁻¹ (A aplicação foi realizada no final do dia, horário com maior UR e baixa ocorrência de ventos).*

3.2 Instalação e condução do experimento

A semeadura foi realizada 27/11/2019 com condição ótima de temperatura, céu nublado e ocorrência de chuva logo após a semeadura (25 mm). Foram utilizadas sementes do híbrido simples AG 7098 VT PRO 2, de ciclo precoce. As sementes foram tratadas com 2 mL de Standak Top kg⁻¹ de sementes. No caso do tratamento com inoculação de sementes, a inoculação foi feita no local de instalação e logo após o procedimento foi semeado, aplicando-se o Biomax Azum® de forma uniforme para todas as sementes e logo após o procedimento foi realizada a semeadura. No tratamento com aplicação no sulco, foi realizada com pulverizador costal calibrado para vazão de 150 L ha⁻¹ utilizando Biomax Azum® diluído em água.

A adubação realizada constitui-se de 60 kg ha⁻¹ P₂O₅ na forma de Superfosfato Simples e 50 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl. Foi adicionado também 1 kg ha⁻¹ de boro na forma de ácido bórico.

A semeadura foi feita de forma manual, utilizando-se equipamento do tipo matraca que permitiu a colocação de 2 sementes por cova distribuídas uniformemente a 0,20 m entre covas na linha de semeadura. A emergência das sementes de todas as parcelas ocorreu no dia 02/12/2019.

A aplicação de herbicidas em pós emergência aos 13 dias após a emergência (DAE) e foram utilizados os seguintes produtos: tembotriona ($100 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); atrazina ($1250 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); adicionou-se também 1 L ha^{-1} de óleo mineral na calda.

No momento em que as plantas se apresentavam em V_4 , foi realizada a adubação de cobertura com 40 kg ha^{-1} de N, utilizando-se sulfato de amônio como fonte, em todas as parcelas, exceto no tratamento 1.

O debate do milho ocorreu no dia 19/12/2020, visto que no momento da semeadura distribuiu-se duas sementes por cova para se garantir população final uniforme. No dia seguinte foi feita a aplicação em jato dirigido nos cartuchos das plantas dos seguintes produtos: tiametoxam ($35 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$) e lambda-cialotrina ($26 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$); tebuconazol ($150 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$) e trifloxistrobina ($75 \text{ g ha}^{-1} \text{ i.a.}$) para o controle de pragas presentes.

Nos tratamentos com aplicação de *Azospirillum brasilense* foliar (5 e 6), esta aplicação foi feita quando o milho se apresentava em V_6 . A aplicação ocorreu aos 22 DAE entre as 18:00 e 18:45h, com temperatura menor e ausência de vento. O volume de calda durante a aplicação foi de 200 L ha^{-1} .

Quando as plantas estavam em V_7 completamente formadas, 30 DAE, foi realizada a segunda adubação de cobertura. O tratamento 2 recebeu 80 kg ha^{-1} de N e os tratamentos 3, 4, 5 e 6 receberam 50 kg ha^{-1} de N, ambos na forma de ureia, foi feita irrigação com lâmina de $3,3 \text{ mm h}^{-1}$ logo após a adubação para evitar perdas por volatilização da amônia.

Aos 50 dias após a emergência ocorreu o florescimento do milho (pendão e espigas). No dia seguinte realizou-se a coleta de 6 plantas por parcela em área útil da parcela para determinação de massa seca. Logo após coletou-se o terço médio das folhas na base da espiga em 10 plantas por parcela, para avaliação de N foliar.

As avaliações de população de plantas, altura de espigas, altura de plantas e diâmetro de colmo foram realizadas em 2 linhas de todas as parcelas aos 47 DAE

Aos 115 DAE realizou-se a colheita de três linhas centrais de cada parcela para produtividade do milho e 6 espigas de plantas consecutivas de uma outra linha para avaliação dos componentes de produção.

A emergência ocorreu no dia 02/12/2020, cinco dias após a semeadura e foi uniforme para todas os tratamentos. A colheita foi realizada aos 115 dias após a emergência e os grãos apresentavam umidade média de 26%.

3.3 Avaliações realizadas

- Altura de planta e espiga

Quando as plantas estavam completamente desenvolvidas, após o florescimento, mediu-se a altura das plantas e das espigas de 6 plantas de cada parcela nas linhas centrais com régua de madeira.

- Diâmetro de colmo

O diâmetro de colmo foi aferido logo acima do primeiro nó com paquímetro digital, a avaliação foi realizada nas plantas de 2 linhas de cada parcela simultaneamente com a avaliação acima.

- Massa seca de parte aérea

Por ocasião do florescimento pleno foram coletadas 6 plantas da área útil de cada parcela. Após a coleta as plantas foram levadas ao barracão para realizar a pesagem das mesmas e obtenção da massa verde. O híbrido utilizado apresenta fator de correção de massa verde para massa seca de 16,5 %.

- Teor de N foliar

No momento do aparecimento da inflorescência feminina coletou-se, 6 plantas, o terço médio da folha oposta e abaixo da espiga para análise do teor de N segundo metodologia indicada em laboratório (MALAVOLTA, 1997).

- Teor de N nos grãos

Após a colheita coletou-se amostra de grãos de cada parcela, posteriormente foram colocadas em estufa a 60 – 65 °C por 72 horas e após estarem secas foram moídas e levadas ao laboratório para a análise do teor de N nos grãos.

- Número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira

No momento da colheita, foram coletadas 6 espigas em local previamente estabelecido e no laboratório realizou-se a contagem do número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira.

- Massa de 1000 grãos

Após a trilha mecânica coletou-se, aleatoriamente, duas amostras de 100 grãos de cada parcela, que foram pesadas em balança de precisão e com isso determinou-se seu teor de umidade, afim de estimar a massa de 1000 grãos com correção do teor de umidade para 13% (base úmida – b.u.).

-Produtividade de grãos (kg ha⁻¹)

Determinou-se com a pesagem dos grãos oriundos das espigas colhidas na área útil de cada parcela (3 linhas centrais de cada parcela) e após a correção da umidade para 13% e a conversão para kg ha⁻¹ estimou-se a produtividade de todos os tratamentos.

3.5 Análise estatística dos resultados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e, em seguida, ao teste de Scott-Knott para comparação das médias dos tratamentos em cada parâmetro avaliado (FERREIRA, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de massa seca de plantas, diâmetro de colmo, altura de plantas e altura de espiga estão apresentados na Tabela 2. Para os valores de massa seca de plantas não houve diferença significativa entre os tratamentos, assim como os resultados apresentados por Kappes et al. (2017), no qual os tratamentos com doses de N com ou sem aplicação de *A. brasilense* não variaram. Já os outros caracteres

analisados na Tabela 2 apresentaram diferenças significativas em função dos tratamentos.

Tabela 2. Valores de massa seca de plantas, diâmetro de colmo (D. Colmo), altura de plantas (Alt. Planta) e altura de espiga (Alt Espiga) em função da adubação nitrogenada e aplicação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho Selviria (MS), 2019/20.

TRATAMENTOS	Massa seca (g planta ⁻¹)	D. Colmo (mm)	Alt. Planta (m)	Alt. Espiga (m)
T1-Testemunha	157,00	22,50 b	2,75 b	1,38 b
T2-Adubação N	172,00	23,72 ab	2,89 a	1,56 a
T3-TS-100mL	175,00	24,20 a	2,89 a	1,53 a
T4-Sulco-200mL	173,00	24,28 a	2,88 a	1,55 a
T5-Foliar-200mL	164,00	24,40 a	2,96 a	1,55 a
T6-Foliar-300mL	169,00	24,71 a	2,89 a	1,53 a
Teste F				
Tratamento	1,05	5,09 **	6,27 **	12,93 **
Média geral	170,00	23,97	2,88	1,52
CV (%)	8,42	3,25	2,18	2,7

** – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade;
CV – coeficiente de variação.

No diâmetro de colmo, verifica-se que o tratamento testemunha apresentou menor valor em relação aos tratamentos com aplicação de *Azospirillum brasilense* em todos os modos e dose de aplicação, enquanto que o tratamento com adubação nitrogenada não apresentou diferença estatística em relação tratamentos. Segundo Kappes et al. (2017) observaram valores maiores para os tratamentos com aplicação de N, ressaltando-se ainda a importância de plantas com maior diâmetro de colmo na resistência ao acamamento, que quando ocorre na lavoura leva a grandes prejuízos ao agricultor. Para altura de planta e de espiga o tratamento testemunha apresentou menores valores em relação aos demais tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2021), no qual não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos utilizando doses de N e a inoculação com *A. brasilense*. Segundo

Castro et al. (2008); Basseto Júnior et al. (2020) esta diferença pode ocorrer devido à falta de N para a testemunha, uma vez que este nutriente desempenha papel importante na fotossíntese das plantas e quando passa por deficiência deste nutriente apresenta menor desenvolvimento vegetativo. Entre os tratamentos que apresentaram aplicação de *A. brasilense* e com adubação nitrogenada não ocorreu diferença para as duas variáveis, indicando que a inoculação com *A. brasilense* pode fornecer N para as plantas e promover maior crescimento das mesmas.

Em trabalho realizado por Ferreira et al. (2019), os autores observaram que as variáveis altura de planta, diâmetro de colmo, índice de clorofila, massa total de grãos, massa de 100 grãos e produtividade responderam positivamente a doses de N. Os autores constataram que a utilização de *A. brasilense* na cultura do milho proporcionou uma redução de 25% na dose de fertilizante aplicado, mantendo a produtividade semelhante aos tratamentos com doses maiores de N.

A Tabela 3 apresenta os dados de teor de N foliar, grãos por fileira, fileiras por espiga e população final (plantas ha⁻¹). Pode-se observar que para o teor de N na folha houve diferença entre a testemunha e os demais tratamentos, fato que ocorreu devido a disponibilidade maior de N nos demais tratamentos, sendo por adubação mineral ou por utilização de *A. brasilense*. Estes resultados reforçam os resultados observados por Zecchin et al. (2017), no qual relataram valores significativos para os tratamentos com doses mais altas de N com e sem inoculação de *A. brasilense* em comparação a doses menores e ao controle (sem aplicação de N).

Tabela 3. Teor de N foliar, grãos por fileira, fileira por espiga e população de planta em função da adubação com nitrogênio ou não e modos e doses de aplicação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho em Selviria (MS), 2019/20.

TRATAMENTOS	Teor de N foliar	Grãos por fileira	Fileiras por espiga	População final (plantas ha ⁻¹)
T1-Testemunha	24,8 b	32,7 b	16,3	57.158
T2-Adubação N	27,7 a	35,1 ab	16,8	58.281
T3-TS-100mL	28,3 a	35,7 a	16,7	57.014
T4-Sulco-200mL	27,8 a	35,9 a	16,4	55.415

T5-Foliar-200mL	27,8 a	34,4 ab	17,2	57.919
T6-Foliar-300mL	27,0 a	36,0 a	16,6	59.548
Teste F				
Tratamento	2,73 *	3,54 *	1,27	1,83
Média geral	27,24	34,97	16,69	57.556
CV (%)	6,27	4,21	3,69	3,99

* e – significativo a 5% e de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.

Quando se analisa os valores de grãos por fileira, pode-se observar que houve diferença significativa entre os tratamentos, uma vez que quando se fez inoculação de sementes com *A. brasilense* (100mL), aplicação no sulco de semeadura (200mL) e aplicação foliar (300mL), os resultados obtidos foram estatisticamente maiores em comparação ao tratamento testemunha. Já para os tratamentos com adubação de nitrogênio (Adubação N) e aplicação foliar de 200 mL de *A. brasilense* não diferiram em comparação ao tratamento testemunha. Estes dados corroboram com os apresentados por Godoy et al. (2011), no qual, os tratamentos com aplicação de *A. brasilense* e adubação de N (na base e em cobertura) apresentaram resultados superiores ao tratamento testemunha para esta variável.

Para o número de fileiras por espiga, uma vez que os híbridos disponíveis no mercado atualmente buscam manter uniformidade nas espigas e isso influencia para que esta variável não apresente diferenças entre os tratamentos. As informações apresentadas por Tomazela (2005), no qual os valores de fileiras por espiga não apresentaram diferença significativa quando se aumentou as doses de N confirmam os resultados encontrados no presente trabalho. Vale ressaltar que apesar do número de fileiras por espiga ser um importante componente de produção, não ocorrer variação entre tratamentos não significa que não haverá diferença na produtividade, como demonstrou Casagrande e Fornasieri Filho (2002), em que o híbrido que possuía maior número de fileiras de grãos por espiga não foi o mais produtivo.

Quanto a população final de plantas, pode-se observar que não ocorreu diferença entre os tratamentos, isso se deve a boa distribuição de plantas no momento da semeadura e ao desbaste posteriormente realizado, fazendo com que todas as parcelas apresentassem valores próximos de número de plantas. Desta forma, os dados obtidos corroboram com os apresentados por Kappes (2017), no qual a

população de plantas não variou estatisticamente entre os tratamentos com adubação mineral de N e os com aplicação *A. brasilense*.

Na Tabela 4 estão apresentados os dados referentes ao peso de 1000 grãos, teor de N nos grãos e a produtividade (kg ha^{-1}) da cultura. Quando se observa os valores obtidos para o peso de 1000 grãos, pode-se perceber que não ocorreu diferenças entre os tratamentos. Segundo Repke et al. (2013) há variações nos resultados obtidos na literatura, no qual, o autor demonstrou neste mesmo trabalho que ocorreu diferença significativa para massa de 1000 grãos relacionando a produtividade com os componentes da espiga, em experimento com aplicação de *A. brasilense* e doses de N. Contrapondo Casagrande e Fornasier Filho (2002), no qual não encontraram variação para o peso de 1000 grãos quando aumentou-se as doses de N.

Tabela 4. Massa de 1000 grãos, teor de N grãos e produtividade em função da adubação com nitrogênio ou não e modos e doses de aplicação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho em Selviria (MS), 2019/20.

TRATAMENTOS	Massa de 1000 Grãos (g)	Teor de N grãos (g kg^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
T1-Testemunha	65,30	12,6 b	7.100 b
T2-Adubação N	66,16	14,8 a	7.996 a
T3-TS-100mL	67,86	15,4 a	7.589 a
T4-Sulco-200mL	65,66	15,6 a	7.833 a
T5-Foliar-200mL	66,02	15,0 a	7.771 a
T6-Foliar-300mL	66,18	15,3 a	7.873 a
Teste F			
Tratamento	2,31	9,76 **	2,45 *
Média geral	66,20	14,77	7.693,63
CV (%)	1,96	5,33	5.95

* e ** – significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (1000 grãos e N nos grãos) e 10% de probabilidade (produtividade); CV – coeficiente de variação.

Os valores obtidos para teor de N nos grãos apresentou diferença significativa quando se compara os valores do tratamento testemunha aos demais tratamentos, isso pode estar relacionado a maior disponibilidade de N para os outros tratamentos,

sendo de forma mineral ou pela FBN utilização de *Azospirillum brasilense*, e essa maior disponibilidade para as plantas quando se desenvolviam refletiu em amior teor nos grãos no final do ciclo do milho. Estes dados reforçam os obtidos por Zecchin et al. (2017) no experimento instalado em Eldorado do Sul - RS, no qual pode-se observar que os valores de N nos grãos foram maiores para os tratamentos com maior dose de N e inoculação com *A. brasilense* quando comparados aos tratamentos de dose 0 ou 50% de fornecimento de N.

Os resultados obtidos por Contardi et al. (2020) confirmam as respostas positivas em relação a utilização de doses menores de N em associação a inoculação com bactérias promotoras do crescimento, de modo a gerar economia ao produtor mantendo produtividade semelhante. Segundo Hungria (2011) o *Azospirillum brasilense* quando associado a cultura do milho apresenta aumento no potencial produtivo da cultura e com baixo custo de investimento. Observando os valores de produtividade da cultura, pode-se notar que o tratamento testemunha diferiu dos demais com menor produtividade (7.100 kg ha^{-1}), mas o tratamento com adubação nitrogenada não apresentou diferença estatística quando comparado aos tratamentos que receberam *A. brasilense*. Dessa forma pode-se observar que aplicando-se *A. brasilense* a produtividade se equipara em relação a adubação mineral com N, gerando incremento de até 10,89% em relação a testemunha e houve economia de 40 kg ha^{-1} de N nos tratamentos com inoculação de *A. brasilense* aplicado nas sementes, no sulco de semeadura ou via foliar.

5 CONCLUSÕES

- A adubação nitrogenada (sulco de semeadura e cobertura) bem como a utilização de *Azospirillum brasilense* altera positivamente a maioria dos componentes de produção e a produtividade da cultura;
- A aplicação de *Azospirillum brasilense* nas sementes, no sulco de semeadura ou via foliar permitem a obtenção de produtividade semelhante ao tratamento com adubação nitrogenada (semeadura e cobertura) e com economia de 40 kg ha⁻¹ de N.

REFERÊNCIAS

- 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, 2013.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. & AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no rs e sc adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 26:241-248, 2002.
- AMARAL FILHO, J. P R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. **Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho**. R. Bras. Ci. Solo, 29:467-473, 2005.
- Associação nacional para difusão de adubos – ANDA. **Macro indicadores**. Associação nacional para difusão de adubos. Disponível em:< <http://anda.org.br/estatisticas/>>. Acesso em 02 de jun de 2020.
- ARAÚJO, L. A. N. de; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. de. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista agropecuária brasileira**. v.39, n.8, p.771-777, ago. 2004.
- BASSETO JÚNIOR, N.; ALVES. G. H. T.; BELLETTINI, S.; BELLETTINI, N. M. T. Parcelamento de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6. 11, p. 89544-89663, nov. 2020.
- CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 33-40, jan. 2002.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008. 864 p.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Safra Brasileira de Grãos**. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso 02 de jan. 2022.
- CONTARDI, L. M. et al. Manejo de nitrogênio e modo de aplicação de *Azospirillum brasilense* em milho. **Research Society and Development**, v. 9, n. 8, e553985791, 2020. ISSN 2525-3409
- COSTA, Letícia Magalhães da; SILVA, Martim Francisco de Oliveira e. A indústria química e o setor de fertilizantes. BNDS - Biblioteca Digital, [s. l.], 2012. Disponível em:< https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2025/1/A%20ind%C3%BAstria%20qu%C3%ADmica%20e%20o%20setor%20de%20fertilizantes_P_A.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2019.

DARTORA, Janaína 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.

EMBRAPA. **Circular técnico 22**. Fisiologia do Milho. 1ªed. Sete Lagoas, MG, 2002.

EMBRAPA. **Circular técnico 75**. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. 1ªed. Sete Lagoas, MG, 2006a.

EMBRAPA. **Circular técnico 76**. Fisiologia da Produção de milho. 1ªed. Sete Lagoas, MG. Embrapa-MG, 2006c.

EMBRAPA. **Circular técnico 87**. Manejo da cultura do Milho. 1ªed. Sete Lagoas, MG, 2006b

FARIA, G. V. R.; ANDRADE, G. N. Informe Técnico. Competitividade do Gás Natural: Estudo de Caso na Indústria de Fertilizantes Nitrogenados”. **Empresa de Pesquisa Energética**. NºEPE-DEA-IT001/2019. 16 de ago de 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019

FERREIRA, A.; BOTIN, A. A.; RODRIGUES, B. R. A.; BEHLING, M.; RODRIGUES, R. A. R.; PEDREIRA, B. C.; NASCIMENTO, A. F. Fixação biológica de nitrogênio em gramíneas e leguminosas no estado do Mato Grosso. In: **Embrapa Agrossilvipastoril: Primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável**. – Brasília, DF: Embrapa, 2019. PDF (825 p.).

GODOY, J. C. S.; WATANABE, S. H.; FIORI, C. C. L.; GUARIDO, R. C. **Produtividade de milho em resposta a doses de nitrogênio com e sem inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense***. Campo Digit@l. v6. n1 p-2630, Campo Mourão, jan/jul, 2011.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 38 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).

INACIO, Stella Rocha Fernandes. Produção e comercialização de insumos para produção de fertilizantes: Um panorama mundial e os paradigmas do Brasil. **Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial – ESALQ-LOG**, Piracicaba, 2013. Disponível em:

<https://esalqlog.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2015/05/Producao-e-comercializacao-de-insumos-para-producao-de-fertilizantes-Um-panorama-mundial-e-os-paradigmas-do-Brasil-INACIO-S.-R.-F..pdf>. Acesso em: 4 jan. 2022.

KAPPES, C. et al. Aplicação foliar de *Azospirillum brasilense* e doses de Nitrogênio em cobertura no milho safrinha. **XII Seminário Nacional de Milho Safrinha**. Dourados, MS. 2013

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.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliações do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. Ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MORAIS, G. P. et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 38, n. 3, p. 109-116, 2017

MOREIRA, R; C.; VALADÃO, F. C. A.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; **Rev. Cienc. Agrar.** Desempenho agrônômico do milho em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada. v. 62, 2019.

MUMBACH G. L. et al. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Revista Scientia Agraria**, SA vol. 18 nº. 2 Curitiba Abr/Jun. 2017 p. 97-103.

NOVAKOWISKI, J.H. et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1687-1698, 2011.

PANDOLFO, C. M. et al. Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura. *Agropecu. Catarin.*, Florianópolis, v.27, n.3, p. 94-99, nov. 2014/fev. 2015

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, 1997. 285p.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J.; **Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, n.3. p. 214-226, 2013.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 5ed., rev. Ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, D. C. et al. Avaliação da adubação nitrogenada associada à inoculação com bactérias *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v.7, n.10, p. 99862-99881 oct. 2021.

TOMAZELA, A. L. **Adubação nitrogenada e de micronutrientes na produtividade e incidência de doenças foliares em milho**. 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VIANA, G. EMBRAPA Milho e Sorgo. Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos. Embrapa recursos naturais. 2015. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos#:~:text=Bact%C3%A9rias%20aumentam%20produtividade%20do%20milho%20e%20reduzem%20adubos%20qu%C3%ADmicos,-Compartilhar&text=Foto%3A%20Paulo%20Ribeiro-,Bact%C3%A9rias%20ben%C3%A9ficas%20%C3%A0%20cultura%20do%20milho>

%2C%20como%20o%20Azospirillum%20brasileiro,fertilizantes%20qu%C3%ADmicos%2C%20particularmente%20os%20nitrogenados.>. Acesso em: 19 de dez. de 2021

ZECCHIN, V. J. S.; MARRIEL, I. E.; SILVA, P. R. F. **Produtividade de milho inoculado com Azospirillum brasilense em diferentes doses de nitrogênio cultivado em campo no Brasil**. Revista de Ciências Agrárias, 40(4): pag. 795-798, 2017.

APÊNDICE – FOTOS DO DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO



Figura 1- Área após a semeadura



Figura 2- Emergência das plântulas



Figura 3- Plantas após o desbaste



Figura 4- Plantas aos 34 dias após a emergência



Figura 5- Espigas aos 69 dias após a emergência



Figura 6- Plantas aos 92 dias após a emergência



Figura 7- Plantas e espigas dias antes da colheita