

IDEAU

**POTENCIAL DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS E DE SOLO PARA
PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO NA CULTURA DO MILHO**

**POTENTIAL OF ENDOPHYTIC AND SOIL BACTERIA FOR
GROWTH PROMOTION IN CORN CROP**

**POTENCIAL DE BACTERIAS ENDOFÍTICAS Y DEL SUELO
PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ**

Fernanda Espíndola Assumpção Bastos

Doutora em Produção Vegetal, Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: feabastos@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9538-3141>

Kamille Rodrigues de Souza Sganzerla

Graduada em Engenharia Agrônômica, Pontifícia Universidade Católica do
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: kamille.sganzerla@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-1575-548X>

Eduardo Pradi Vendruscolo

Doutor em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul –
Unidade Cassilândia, Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brasil.
E-mail: agrovendruscolo@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3404-8534>

Rosenilda de Souza

Doutora em Recursos Genéticos Vegetais, Pós-Doutoranda pela Fundação
Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
(FAPERJ), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de
Janeiro, Brasil. E-mail: rosenilda.agro@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7820-2516>

Nayara Guetten Ribaski

Doutora em Sustentabilidade Ambiental e Urbana, Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil.
E-mail: nayribaski@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8871-657X>

RESUMO

O milho é uma cultura de grande importância nacional e global o seu cultivo e desempenho impactam tanto o setor agropecuário brasileiro quanto o mercado de commodities de modo geral, impactando também a sociedade de forma direta e indireta. Sendo a cultura também exigente e dependente de grande

Submitted on: 10.06.2024 | Accepted on: 11.07.2023 | Published on: 01.02.2024

suplementação via adubo mineral (recurso finito), a pesquisa referente a otimização de sua produtividade por meio da inoculação com microorganismo se mostra extremamente importante para a sustentabilidade do cultivo. Assim, a utilização de inoculação com micro-organismos em especial *Pseudomonas sp.* e *Azospirillum brasilense*, assim como a mistura de ambos, pode tornar-se prática importante para contemplar não somente a sustentabilidade ambiental, mas também a sustentabilidade econômica, otimizando os recursos em utilização para a produção do milho.

Palavras-chave: Microrganismos. Inoculação. Otimização da Produtividade. Milho.

ABSTRACT

Corn is a crop of great national and global importance. Its cultivation and performance impact both the Brazilian agricultural sector and the commodities market in general, also impacting society directly and indirectly. Since the crop is also demanding and dependent on large supplementation via mineral fertilizer (a finite resource), research on optimizing its productivity through inoculation with microorganisms is extremely important for the sustainability of the crop. Thus, the use of inoculation with microorganisms, especially *Pseudomonas sp.* and *Azospirillum brasilense*, as well as the mixture of both, can become an important practice to contemplate not only environmental sustainability, but also economic sustainability, optimizing the resources used for corn production.

Keywords: Microorganisms. Inoculation. Productivity Optimization. Corn.

RESUMEN

El maíz es un cultivo de gran importancia nacional y mundial, su cultivo y desempeño impactan tanto al sector agrícola brasileño como al mercado de commodities en general, impactando también directa e indirectamente a la sociedad. Como el cultivo también es exigente y depende de una fuerte suplementación mediante fertilizantes minerales (un recurso finito), la investigación para optimizar su productividad mediante la inoculación con microorganismos es extremadamente importante para la sostenibilidad del cultivo. Así, el uso de la inoculación con microorganismos, especialmente *Pseudomonas sp.* y *Azospirillum brasilense*, así como la mezcla de ambos, puede convertirse en una práctica importante para contemplar no sólo la sostenibilidad ambiental, sino también la sostenibilidad económica, optimizando los recursos utilizados para la producción de maíz.

Palabras clave: Microorganismos. Inoculación. Optimización de la Productividad. Maíz.

1 INTRODUÇÃO

Possivelmente o Milho se mostra a planta comercial mais importante com origem nas Américas. A sua importância vem de suas diversas utilidades na alimentação animal e até na indústria de alta tecnologia, sendo o primeiro o mais representativo no consumo do cereal, representando cerca de 70% do consumo mundialmente. Ainda que o grão não possua grande participação na alimentação humana, o mesmo é de importância em áreas de baixa renda por ser fonte de energia. Nota-se que o crescimento do grão está intimamente ligado com o aumento de produção de suínos e aves no Brasil, além de fazer parte também da alimentação de bovinos e pequenos animais (EMBRAPA, 2021).

Notavelmente além das finalidades citadas anteriormente o grão também é matéria prima para indústria, bebidas, conversão para alimentos, bioenergia e derivados, sendo o milho hoje uma das maiores commodities do agronegócio brasileiro, relevante tanto no âmbito econômico quanto social (EMBRAPA, 2022).

A inoculação do milho com *Azospirillum brasilense* tem se mostrado uma prática promissora, permitindo economias significativas no uso de nitrogênio e aumentando a produtividade da cultura. Esses microrganismos promovem o crescimento das plantas por meio da fixação biológica de nitrogênio e outros mecanismos, contribuindo para a sustentabilidade econômica e ambiental da produção agrícola.

No entanto, o uso de agroquímicos em excesso pode levar à resistência de pragas e a impactos negativos no meio ambiente e nas comunidades rurais. Assim, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) se destaca como uma estratégia que combina diferentes métodos de controle, incluindo o uso de microrganismos endofíticos, para manter as pragas em níveis não prejudiciais e garantir a sustentabilidade da produção.

Dada a crescente demanda por segurança alimentar e sustentabilidade, é crucial o estudo contínuo de microrganismos, incluindo aqueles que já são utilizados e outros ainda não explorados, devido ao seu potencial de trazer benefícios significativos para a agricultura e o meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O milho, como discutido anteriormente, é uma cultura de extrema importância, e por se caracterizar como tal a otimização de sua produção é de grande importância tanto para o produtor quanto para o consumidor, e uma ferramenta de extrema importância para tal é a inoculação. Para realizar a inoculação de uma cultura, os métodos utilizados irão variar de acordo com a natureza do microorganismo utilizado e as especificidades da cultura. Exemplificando tal processo, a inoculação do milho com *Azospirillum brasilense* em geral é realizado via semente, porém a bactéria em questão apresenta penetração passiva na planta, tornando possível a utilização de outros métodos como via sulco e via pulverização foliar (Andrade, 2019).

Em estudo realizado pela EMBRAPA, 2019, no estado do Amazonas a inoculação do milho com *Azospirillum brasilense* (inoculação por semente) permitiu a economia de 20 kg de nitrogênio por hectare e rendimento superior a 104% comparado com a média da cultura no estado. Tal resultado foi possível pois a bactéria em questão se enquadra no grupo de bactérias promotoras de crescimento (BPCP), que quando associadas a gramíneas realiza a fixação biológica de nitrogênio (FBN) e sendo o Nitrogênio o nutriente mais exigido pelo milho, 2 representa um dos maiores custos na produção, o aporte natural do mesmo gera aumento de produtividade, rentabilidade e sustentabilidade (econômica e ambiental). Segundo KHAN, 2022: As bactérias promotoras de crescimento, promovem o acréscimo na taxa de crescimento de diferentes modos que podem ser o aumento na absorção de nutrientes ou ativando mecanismos de defesa do hospedeiro contra patógenos.

E tais atributos fazem desta categoria de organismos, extremamente interessantes para a agricultura sustentável, potencializando o funcionamento interno do hospedeiro, para que o mesmo possa ter sua performance otimizada, com as mesmas condições ambientais anteriormente sujeitas a ele, e como explanado, até se sobressair com a menor utilização de recursos. Mais especificamente estes micro-organismos possuem mecanismos diretos e indiretos para tal finalidade, sendo eles: Mecanismos diretos: - Fixação de

Nitrogênio; - Solubilização de Fosfato; - Solubilização de Potássio; - Produção de fitohormônios. Mecanismos indiretos: - Produção de Sideróforos; - Resistência Sistemática Induzida (RSI); - Produção de enzimas líticas.

Desde 1950, quando a revolução verde teve seu início, o processo de produção agrícola tradicional sofreu grandes mudanças. A utilização de químicos foi disponibilizada em prol do controle de pragas e doenças, e conseqüentemente do aumento de produtividade. No entanto muitas vezes a força de trabalho não foi devidamente qualificada quanto ao uso destes produtos, o que colocou a as comunidades rurais, e o ambiente em seu entorno em riscos até então desconhecidos originadas do uso intensivo de substâncias químicas, sem o acompanhamento técnico devido (Silva *et al.*, 2022).

Ainda as doses e frequências inadequadas de uso das moléculas químicas, induzem no alvo de controle resistência, acarretando em aplicações ineficazes e prejuízo financeiro. No entanto, é imprescindível voltar-se para a realidade brasileira, estando o país localizado na zona tropical, as condições climáticas e tipos de solo favorecem a 3 biodiversidade e a produção agrícola do país, todavia, em relação a países de clima temperado, os desafios também são maiores, especialmente no caso de manejo de pragas (Bayer, 2024).

Não havendo, temperaturas demasiadamente amenas, o clima não proporciona a quebra de ciclo de pragas e patógenos, e sim os favorece, fazendo com que o controle químico seja muitas vezes irrevogavelmente necessário, para garantir a sustentabilidade econômica da lavoura e sua rentabilidade. Esta ideia é reforçada por LOPES, 2017: "...o clima permite a sobrevivência dessas pragas mesmo durante o inverno...essa diferença climática explica, em grande parte, a maior necessidade da aplicação dos "agrotóxicos".

Visto tanto a necessidade de usar os agroquímicos com responsabilidades e em doses adequadas às culturas agrícolas, para a proteção do ambiente e de comunidades rurais, e também a necessidade de obter segurança econômica para a produção com o uso da tecnologia advinda de moléculas químicas, os microorganismos endofíticos entram em uma importante faceta do manejo de pragas, o MIP (Manejo Integrado de Pragas), tanto referente a conferencia de vigor e promoção de crescimento atrelado ao manejo de

daninhas e conferindo maior tolerância a doenças ou quanto as suas propriedades atreladas ao controle biológico de pragas. O MIP associa o ambiente e a dinâmicas populacional da espécie, fazendo uso de todas as técnicas adequadas, mantendo a população da praga em níveis abaixo daqueles capazes de causar dano econômico (EMBRAPA, 2022). As bases do MIP vêm do monitoramento e conhecimento da biologia e ecologia tanto da cultura quanto de suas pragas. Sendo seus pilares: Controle cultural, biológico, comportamental, genético, químico e resistência de plantas, incluindo a utilização de biotecnologia (Bayer,2022).

Os micro-organismos endofíticos dentro do MIP são imprescindíveis para a manutenção da sustentabilidade de produção e até mesmo das moléculas químicas, auxiliando em sua longevidade, contribuindo para que não seja induzida a resistências a estas tecnologias por parte das pragas. Ainda, atualmente há além da exigência ambiental e do consumidor quanto a sustentabilidade, também constata-se outra pauta contemporânea, a segurança alimentar que além da qualidade do alimento trata também da disponibilidade de alimento em quantidade suficiente para suprir a necessidade dos habitantes do planeta, e é fato que o Brasil é hoje uma grande potência produtora de alimentos, tornando-se um player importante para garantir a segurança alimentar presente e futura (Adami, 2021). No entanto ele terá de acomodar a sustentabilidade, e para tal deve produzir mais, utilizando a menor quantidade de recursos possíveis. Nesta pauta, entra também o tema citado anteriormente referente a Manejo Integrado e utilização de tecnologias em sinergia, não deixando uma de fora, mas utilizando o conjunto para potencializar a eficácia do manejo, proporcionando o aumento de produtividade necessário para atender a necessidade alimentar da crescente população mundial. Como citado também, esta necessidade é assistida por descobertas científicas que potencializam o rendimento das lavouras como os micro-organismos endofíticos.

Tendo tais organismos diversas utilizações benéficas a agricultura, sendo estes utilizados para finalidades como: agentes de controle biológico, bioherbicidas, biorremediação de solos contaminados com poluentes e ainda como vetores para introdução de genes em plantas hospedeiras (EMBRAPA,

2021), entrando como agentes em diversos pilares do MIP. Além disso, estes microorganismos podem ajudar na disponibilização de nutrientes, aumento de tolerância a estresses abióticos e bióticos e ainda realizando a produção de hormônios vegetais funcionais e produção de enzimas. Acredita-se também que certas bactérias endofíticas desencadeiam um processo denominado resistência sistêmica adquirida (ISR), a ISR ativa-se quando o mecanismo de defesa é engajado em resposta à infecção primária pelo agente patogênico, sendo a ISR eficaz contra diferentes tipos de agentes patogênicos (Rodrigues, 2014).

Um aspecto realmente fascinante dos micro-organismos está atrelado a sua ampla diversidade e sua importância para os processos geoquímicos na biosfera. Sendo eles muito utilizados na agricultura, e também com grande destaque na indústria farmacêutica, no entanto, apesar de sua importância, se conhece pouquíssimo da biodiversidade existente, mais precisamente em torno de 5% do total (Embrapa, 2021).

Visto tal lacuna, torna-se imperativo o estudo e a pesquisa referente tanto a novos micro-organismo, quanto ao aprofundamento do conhecimento daqueles já estudados, estando diante da infinidade de benefícios que estes podem trazer ao meio ambiente e a população mundial.

3 METODOLOGIA

Na Fazenda Experimental Galha Azul (-25.6581639, -49.2885947), no dia 15 de novembro de 2023, foi realizada a implantação do cultivo do milho, respeitando dados da EMBRAPA (ZARC), referente a análises agroclimáticas que permitem determinar os períodos em que o ambiente local propicia melhores condições de desenvolvimento à cultura de interesse, assim como ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Zoneamento Agroclimático (ZARC)



Fonte: Aplicativo EMBRAPA, ZARC - Plantio Certo, 2023.

Como etapa precedente ao plantio, foi realizada a pesagem de 4 lotes de 10 sementes, para determinar a quantidade de inoculante necessário para cada parcela. Tendo inicialmente como base de cálculo o peso hipotético de 5g por 10 sementes, para inocular 30 sementes seriam necessários 0,09 ml ou 90 μ l, no entanto, a média de peso dos 4 lotes se mostrou 3,25 g sendo necessário adequar a quantidade de inoculante para 58,5 μ l considerando 30 sementes. Por conseguinte, para o cálculo final, foi-se considerado a população recomendada para a cultivar a ser utilizada, Forseed 575 pwu, para o milho safra, o perfil do híbrido indica que a população ideal é de 60 - 75.000 pl/ha (FORSEED, 2023). Considerando a população de 70.000 pl/ha, e sabendo-se que cada repetição ocuparia a área de 44 metros quadrados (5 x 8,8 m), definiu-se que haveriam 31 sementes por cada linha de 5 metros (sendo o espaçamento entre linhas de 0,80 m, totalizando 10 linhas por repetição), concluindo-se portanto que em cada tratamento seriam utilizadas 310 sementes, necessitando de 604,5 μ l de inoculante por parcela (ou se mista 302 μ l de cada inoculante). No total foram feitas 4 repetições, totalizando uma área de 176 metros quadrados para cada tratamento, possuindo o experimento 4 tratamentos, sendo eles: - T1, 2084: *Azospirillum brasilense* 7 - T2, 99: *Pseudomonas* sp. - T3, 2084 + 99: *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas* sp. - T4: Controle O tratamento controle segue a mesma lógica quanto a população e espaçamento, no entanto não foi inoculado com nenhum microorganismo. Os tratamentos foram dispostos no campo experimental de maneira aleatória. No dia 20 de março de 2024 foi realizada a colheita do milho (Figura 2 e 3), quando o mesmo já havia atingido maturidade fisiológica. Foram coletadas 15 plantas/ repetição ou 60 plantas por

tratamento, realizando a coleta destas da parte interna da parcela (meio), de modo aleatório. Para manter a integridade das raízes para sua posterior análise utilizou-se de uma pá cortadeira para paralelamente a planta inserir a lâmina no solo e alavancar a raiz e a planta. Após a coleta de cada conjunto de plantas de uma repetição as mesmas eram enfardadas, assim como mostra a Figura 2, e separadas para a posterior análise.

Figura 2 - Plantas de Milho enfardadas de acordo com a repetição e o tratamento da qual foram coletadas



Fonte: A autora, 2024.

Figura 3 - Espiga de milho sadia no fechamento do ciclo



Fonte: A autora, 2024.

Como algumas das variáveis eram sensíveis ao tempo (massa fresca em decorrência da perda de umidade) e pelo transporte das plantas de milho ser extremamente oneroso visto a natureza volumosa e de grande massa dos materiais, muitas das análises foram feitas no mesmo dia da colheita, no laboratório da fazenda experimental onde foi implantado o experimento. As variáveis analisadas foram: - Altura da planta - Comprimento da raiz - Número de espigas por planta - Massa fresca das plantas - Massa fresca das espigas - Peso de mil grãos fresco - Peso de mil grãos seco, altura da planta, comprimento de raiz, número de espiga por planta, massa fresca das plantas e massa fresca das espigas foram variáveis analisadas no mesmo dia em que foi colhido o material. Para realizar as medições foram utilizadas balanças com capacidade adequada ao peso total do material e fitas métricas. As variáveis peso de mil grãos fresco e peso de mil grãos seco, foram variáveis analisadas no laboratório da universidade pontifícia católica do Paraná (PUCPR), onde foram utilizadas balanças de precisão. Para realizar a contagem, foram separados 250 grãos de cada repetição do tratamento (todos juntos totalizando 1000 grãos), esses foram pesados gerando uma média do peso de mil grãos para cada tratamento. Para

a medição do peso seco, os grãos foram colocados em uma estufa de secagem a 60°C, e realizaram-se pesagens sequenciais até que o resultado das pesagens se estabilizasse, indicando que o material estaria seco. Todos os dados coletados foram passados para uma planilha onde estão contidos dados gerais, dados separados por tratamento e os dados prontos para passarem pela análise estatística. Os testes estatísticos utilizados foram Tukey e ANOVA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como ilustrado nas tabelas 1, 2 e 3 dispostas à cima, apenas para o comprimento de raiz os tratamentos *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas sp.* e a mistura de ambos foram eficazes, porém, não tendo diferenciação entre si, já que a diferença se mostrou apenas para a testemunha que teve a pior performance entre os tratamentos.

Tabela 1 - Comparação estatística das variáveis comprimento de planta (m), comprimento de raiz (cm) e Número de espigas por planta

Tratamento	Comprimento de planta (m)	Comprimento de Raiz (cm)	Número de espiga por planta (un)
	Média	Média	Média
AzospBras	2,59a	24,01a	1,08a
Pseudomonas sp. 99	2,57a	24,00a	1,01a
AzospBras + Pseudomonas sp.	2,53a	23,02a	1,08a
Testemunha	2,51a	19,97a	0,99a
Média	2,55	22,75	1,04
C.V. (%)	4,09	5,19	7,13

Fonte: A autora, 2024.

Tabela 2 - Comparação estatística das variáveis massa fresca da planta (kg), e massa fresca da espiga (kg)

Tratamento	Massa fresca da planta (kg)	Massa fresca da espiga (kg)
	Média	Média
AzospBras	1,26a	0,22a
Pseudomonas sp. 99	1,21a	0,17a
AzospBras + Pseudomonas sp.	1,10a	0,21a
Testemunha	1,07a	0,20a
Média	1,16	0,20
C.V. (%)	19,74	18,92

Fonte: A autora, 2024.

Tabela 3 - Comparação estatística das variáveis peso de mil grãos fresco (kg) e peso de mil grãos seco (kg)

Tratamento	Peso de mil grãos fresco (g)	Peso de mil grãos seco (g)
	Média	Média
AzospBras	342,57a	229,96a
Pseudomonas sp. 99	320,36a	213,68a
AzospBras + Pseudomonas sp.	320,32a	213,54a
Testemunha	312,72a	206,34a
Média	323,99	215,88
C.V. (%)	10,65	10,95

Fonte: A autora, 2024.

Como citado neste trabalho, a literatura indica que os micro-organismos utilizados e abordados, se mostram benéficos e de extrema relevância para o incremento de produtividade (EMBRAPA, Rodrigues, Adami, Khan).

No entanto a pouca diferença estatística dos tratamentos, mostra que no experimento os resultados foram um tanto quanto opostos ao que diz a literatura, sendo o resultado do crescimento de raiz, apenas concordante quanto ao encontrado no presente trabalho.

Todavia, a safra 2023/2024 encontrou alguns desafios quanto a estresses

	Peso de mil grãos fresco (g)	Peso de mil grãos seco (g)	Tratamento	Média	Média
AzospBras	342,57a	229,96a	<i>Pseudomonas</i> sp.	99	320,36a
AzospBras + <i>Pseudomonas</i> sp.	320,32a	213,54a	Testemunha	312,72a	206,34a
	Média	323,99		215,88	
	C.V. (%)	10,65		10,95	13

abióticos e também o material utilizado pode ser melhor analisado para entender a disparidade entre as pesquisas na área e o presente documento.

Quanto a natureza do material, a resposta obtida pode estar relacionada com o fato de que os inoculantes são derivados de cepas em estudo e ainda não comerciais, o que faz com que as unidades formadoras de colônia recomendadas estejam em estado experimental o que pode levar a uma subdose de microorganismos, acarretando em impacto negativo em seus efeitos benéficos. Também deve-se levar em consideração a natureza mais instável do material que está em fase de desenvolvimento e não possui um “shelf-life”.

Além disso a safra 2023/2024 enfrentou duros períodos de seca e o Paraná e Mato Grosso do Sul (dentre outros) foram estados consideravelmente impactados, caracterizando uma quebra de safra, com uma queda de 7% na produção comparado a safra anterior o que representa 22,27 milhões de toneladas. (CONAB, 2024).

O período de seca pode também ser observado na figura 4, que ilustra o balanço hídrico da cultura do Milho à partir do momento de sua emergência. A estação meteorológica dos quais os dados climáticos foram coletados se encontra na mesma localidade de onde foi implantado o experimento (aproximadamente 400 m lineares).

Figura 4 - Balanço hídrico da cultura do milho



Fonte: SISDAGRO, 2024.

Como demonstrado no relatório gerado pelo SISDAGRO (INMET), houve uma produtividade final de 69,69%, caracterizando perda considerável. Ainda pôde-se notar que durante a safra choveu na localidade 492,98 mm, que correlacionando com os dados apresentados pela CONAB e pelo infográfico à cima, confirma a quebra de safra em decorrência da seca. Já que a cultura do milho necessita durante seu ciclo de em torno de 600 mm (EMBRAPA, 2024), ou seja, a cultura encontrou taxas de chuva 18% a baixo da quantidade que atende suas necessidades fisiológicas. Do mesmo modo, ainda é possível observar picos significativos representando períodos de seca durante o ciclo como ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Deficiência hídrica durante o ciclo do milho



Fonte: SISDAGRO, 2024.

Assim, diante do cenário de quebra de safra nacional, os dados meteorológicos obtidos que representam mais especificamente as condições do local do experimento, e também a natureza experimental do material, podem explicar o resultado com pouca diferença estatística entre tratamentos. No entanto mesmo em face de diversidades, é promissor observar o resultado positivo encontrado para o crescimento radicular, com todos os tratamentos, o que com repetições deste experimento em seguintes safras pode gerar resultados ainda mais positivos para esse parâmetro e talvez para os demais parâmetros também. Ainda, seria interessante comparar o material experimental com cepas comerciais do mesmo gênero de micro-organismos para averiguar a suposta influência da natureza do material nos resultados.

5 CONCLUSÃO

Analisando diversas variáveis, averiguou-se que estatisticamente a diferença entre tratamentos não foi relevante, somente para o comprimento de raiz, onde os inoculantes se mostram mais eficientes na potencialização de produtividade que a testemunha. Assim, como discorrido seria importante realizar novamente o experimento na próxima safra, tanto com a comparação de cepas comerciais, quanto para analisar o grau de influência do ano atipicamente seco, e de quebra de safra, nos resultados dos inoculantes.

REFERÊNCIAS

ADAMI, A. SEGURANÇA ALIMENTAR E O PAPEL DO BRASIL NA OFERTA MUNDIAL DE ALIMENTOS. CEPEA. ESALQ, 2021. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/seguranca-alimentar-e-o-papel-do-brasilna-oferta-mundial-de-alimentos.aspx> >. Acesso em: 5 Jan. 2024

ANDRADE, A. de F.; ZOZ, T.; ZOZ, A.; OLIVEIRA, C. E. da S.; WITT, T. W. Modos de inoculação de *Azospirillum brasilense* em milho e sorgo. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 49, p. e53027, 2019. Disponível em: . Acesso em: 16 fev. 2024.

BAYER. O Manejo Integrado de Pragas auxilia os agricultores a produzir de forma sustentável. Disponível em: . Acesso em: 17 Jan. 2024.

CONAB. Nova estimativa para a produção de grãos na safra 2023/2024 está em 297,54 milhões de toneladas. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/ultimasnoticias/5579-nova-estimativa-para-a-producao-de-graos-na-safra-2023-2024-estaem-297-54-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 18 Jul. 2024.

EMBRAPA. Endofíticos. Agricultura e meio ambiente. Embrapa Agricultura e Meio ambiente. 22 dez 2021. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-deinformacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/manejo/recursosgeneticos/endofiticos>>. Acesso em: 28 dez 2023.

EMBRAPA. Manejo integrado de pragas e doenças. Embrapa tabuleiros costeiros. 22 fev 2022. Disponível em:. Acesso em: 18 Jan. 2024.

EMBRAPA. Inoculante reduz uso de nitrogênio em milho e aumenta produtividade em mais de 100%. Portal Embrapa - Notícias. Jul. de 2019. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45031761/inoculante-reduz-uso-de-nitrogenio-em-milho-e-aumenta-produtividade-em-maisde-100>>. Acesso em: 16 Fev. 2024.

EMBRAPA. Espaçamento e densidade de semeadura para trigo irrigado no cerrado. Guia Técnico do Produtor Rural. Embrapa Cerrados. Número 3, 1996. EMBRAPA. Relações com o clima. Embrapa Milho e Sorgo, 2021. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/preproducao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/relacoes-com-oclima>>. Acesso em: 18 Jul. 2024.

FORSEED. FORSEED 575. Disponível em: Acesso em: 13 nov. 2023.

KHAN, A.R.; MUSTAFA, A.; HYDER, S.; VALIPOUR, M.; RIZVI, Z.F.; GONDAL, A.S.; YOUSUF, Z.; IQBAL, R.; DARAZ, U. *Bacillus* spp. as

Bioagents: Uses and Application for Sustainable Agriculture. *Biology* 2022, 11, 1763. Disponível em: . Acesso em: 16 Fev. 2024.

LOPES A. C. É possível produzir alimentos para o Brasil sem agrotóxicos?. *Ciência e Cultura*, São Paulo , v. 69, n. 4, p. 52-55, Out. 2017 . Disponível em: . Acesso em: 14 Fev. 2024.

RODRIGUES, M. V. M.; Potenciais aplicações de micro-organismos endofíticos na promoção do desenvolvimento vegetal. Instituto de ciências biológicas, UFMG, Belo Horizonte, 2014. Disponível em:
https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/VRNS-9UPF9Y/1/potenciais_aplica__es_de_micro_organismos_endof_ticos_na_promo__o_do__dese_nvolvimento_vegetal.pdf. Acesso em: 29 dez. 2023.

SILVA, T. H. C., MOREIRA, L. R. C., JORDÃO, L. R., SILVA, N. R. R. do N., & RODRIGUES, V. D. V. (2022). O uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura, seus impactos na saúde do trabalhador rural e a consequente responsabilidade civil no Brasil. *Revista De Direito Sanitário*, 22(2), e0007. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9044.rdisan.2022.173146>.

SISDAGRO. Balanço hídrico de cultivo e perda de produtividade. INMET - instituto de meteorologia, 2024. Disponível em: . Acesso em: 18 Jul. 2024.