Congresso Internacional da Agroindústria
10 e 11 de junho
CIAGRO 2021
Inovação, Gestão e Sustentabilidade na Agroindústria

USO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR E *AZOSPIRILLUM BRASILIENSE* NA PRODUÇÃO DE MILHO SAFRINHA EM TANGARÁ DA SERRA-MT

USO DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR *AZOSPIRILLUM BRASILIENSE* EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ SAFRINHA EN TANGARÁ DA SERRA-MT

USE OF POLYMER WATERRETENTAND *AZOSPIRILLUM BRASILIENSE* IN THE PRODUCTION OF SAFRINHA CORN IN TANGARÁ DA SERRA-MT

Tulio Martinez-Santos [1]; João Felipe Barbosa da Silva [2]; Adrielle da Conceição Dias[3] Ilio Fealho de Carvalho[4]; Roberto Antonio Savelli Martinez[5]

DOI: https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0078

RESUMO
A utilização de técnicas visa a diminuição de custos associados a adubação e de danos associados ao déficit hídrico no milho safrinha na região central do Brasil, vem ganhando importância cada vez maior no cenário da produção atual, visto a irregularidade frequente de chuvas nesse período e do valor de fertilizantes, assim como o valor agregado que o milho adquiriu. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo, avaliar a influência do uso de hidrogel e da inoculação da bactéria *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho na região de Tangará da Serra- MT. O presente estudo foi realizado em delineamento com blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais sendo: T1 - testemunha (condições normais de plantio); T2 - Azospirillum + Hidrogel; T3 - Azospirillum + condições normais de plantio; T4 - Hidrogel + condições normais de plantio. As avaliações das características agronômicas foram realizadas nas áreas uteis de cada parcela, sendo aferida a altura de planta, comprimento da espiga, peso de mil grãos, rendimento de grãos e acamamento. Foi observado que a utilização do Azospirillum e hidrogel, combinadas ou individualmente obtiveram resultados satisfatórios na altura de planta e rendimento dos grãos, na cultura do milho. Os dados foram submetidos à análise de variância através do teste F e as diferenças significativas dos dados foram submetidas ao teste de Scott-Knott para verificar a diferença entre as medias das cultivares estudadas. Foi possível concluir que a utilização do Azospirillum e hidrogel, combinadas ou individualmente alteraram significativamente a altura de planta e rendimento dos grãos, na cultura do milho.
Palavras-Chave: Hidrogel, Bactérias inoculantes, *Zea mays*.

RESUMEN
El uso de técnicas destinadas a reducir los costos asociados a la fertilización y los daños asociados al déficit hídrico en el maíz safrinha en la región central de Brasil está adquiriendo una importancia creciente en el escenario productivo actual, dada la frecuente irregularidad de las lluvias en este período y el valor de los fertilizantes, así como el valor agregado que está adquiriendo el maíz. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia del uso del hidrogel y la inoculación de la

[1]Mestre em Agricultura Tropical, IFMT, tulio.santos@gta.ifmt.edu.br
[2]Graduando em Agronomia, UNEMAT, joao.silva@agroamazonia.com
[3] Graduanda em Agronomia, UNEMAT, adrielle.dias@unemat.br
[4] Professor Doutor em Biotecnologia, UNEMAT, iliocarv@gmail.com
[5] Professor Doutor em Fitotecnia, UNEMAT, robertosavelli@unemat.br

bacteria Azospirillum brasiliense en el cultivo de maíz en la región de Tangará da Serra- MT. Este estudio se llevó a cabo en un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, con un total de 20 parcelas experimentales: T1 - control (condiciones normales de plantación); T2 - Azospirillum + Hidrogel; T3 - Azospirillum + condiciones normales de plantación; T4 - Hidrogel + condiciones normales de plantación. Las evaluaciones de las características agronómicas se realizaron en las zonas útiles de cada parcela, midiéndose la altura de la planta, la longitud de la mazorca, el peso de los mil granos, el rendimiento del grano y el encamado. Se observó que el uso de Azospirillum e hidrogel, combinados o individualmente obtuvieron resultados satisfactorios en la altura de la planta y el rendimiento del grano, en el cultivo del maíz. Los datos se sometieron a un análisis de la varianza mediante la prueba F y las diferencias significativas de los datos se sometieron a la prueba de Scott-Knott para verificar la diferencia entre las medias de los cultivares estudiados. Se pudo concluir que el uso de Azospirillum e hidrogel, combinados o individualmente, alteraron significativamente la altura de la planta y el rendimiento del grano, en el cultivo de maíz.
Palabras Clave: Hidrogel, bacterias inoculantes, Zea mays.

ABSTRACT
The use of techniques aimed at reducing costs associated with fertilization and damage associated with water deficit in safrinha corn in the central region of Brazil is gaining increasing importance in the current production scenario, given the frequent irregularity of rainfall in this period and the value of fertilizers, as well as the added value that corn is gaining. In this sense, the present study aimed to evaluate the influence of the use of hydrogel and inoculation of Azospirillum brasiliense bacteria in corn culture in the region of Tangará da Serra- MT. This study was conducted in randomized block design, with four treatments and five repetitions, totaling 20 experimental plots, being: T1 - control (normal planting conditions); T2 - Azospirillum + Hydrogel; T3 - Azospirillum + normal planting conditions; T4 - Hydrogel + normal planting conditions. Evaluations of agronomic characteristics were performed in the usable areas of each plot, measuring plant height, ear length, thousand-grain weight, grain yield and lodging. It was observed that the use of Azospirillum and hydrogel, combined or individually, obtained satisfactory results in plant height and grain yield, in corn culture. The data were submitted to variance analysis through F test and the significant differences of the data were submitted to Scott-Knott test to verify the difference between the means of the studied cultivars. It was possible to conclude that the use of Azospirillum and hydrogel, combined or individually, significantly altered the plant height and grain yield, in corn culture.
Keywords: Hydrogel, inoculating bacteria, Zea mays.

INTRODUÇÃO

A safra brasileira 2018/2019 de milho, alcançou mais de 100 milhões de toneladas de produção e produtividade média de 5,7 t ha^{-1} do grão, com projeção de 200 milhões de toneladas para a safra 20/21 (CONAB,2019). Segundo o levantamento realizado pelo USDA (United States Department of Agriculture), os três maiores produtores mundiais de milho são Estados Unidos, China e Brasil respectivamente, tendo o país norte americano colhido na última safra cerca de 364,3 milhões de toneladas (FIESP, 2019).

Mais de 90% do milho produzido no estado de Mato Grosso, maior produtor brasileiro do grão, é cultivado em segunda safra, ou seja, entre os meses de fevereiro e julho. Se a semeadura não é realizada logo nos primeiros meses do ano, o desenvolvimento da cultura pode ser comprometido devido a ocorrência de veranicos, principalmente em estágios críticos entre o 3° e o 5° estádio vegetativo e durante o florescimento até o enchimento de grãos

(DALLACORT et al., 2011; BARBIERI et al., 2015).

Dentre os estresses abióticos que ocorrem na cultura, o déficit hídrico é o evento de maior relevância (SIONIT e KRAMER, 1977). A falta de agua além de interferir diretamente no processo de geração de energia, causa a abscisão das flores, impede a antese, afeta a massa de grãos e consequentemente a produção (FAGERIA et al., 2014; JÚNIOR el al., 2018; DA SILVA et al;. 2021). Como alternativas para amenizar esse déficit e principalmente a irregularidade da distribuição de água, moléculas hidrotentoras estão sendo estudadas desde a década de 70 (SAMPAT, 1973; KRAISIG et al., 2018).

Com a evolução de alguns trabalhos, foi possível verificar efeitos benéficos desses produtos principalmente em solos com textura média e ou arenosos, visto que em solos argilosos, pode ocorrer a obstrução de poros diminuindo a porosidade total para até 10% (SAAD et al., 2009 NARJARY et al. 2012).

Custos com adubação principalmente de nitrogênio na cultura do milho, sofrem muita alteração ao decorrer dos anos, principalmente em função da cotação do dólar, podendo encarecer muito os custos de produção (SOUZA et al., 2012). Visando principalmente diminuir custos e possivelmente perdas de N por lixiviação e ou volatilização, a utilização de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) vem sendo estudadas (HUNGRIA, 2011; DUARTE et al., 2020).

Dentro desse complexo de bactérias, as do gênero Azospirillum, são conhecidas por estimular o crescimento das plantas e interagir de forma benéfica na rizosfera das plantas e por consequência podendo garantir maior absorção de nutrientes e também possível resistência a estresse hídrico (BASHAN et al., 2006; QUADROS et al., 2014).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do uso de hidrogel e da inoculação da bactéria *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho na região de Tangará da Serra- MT.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização de atividades metabólicas é crucial que nutrientes e água estejam disponíveis (FAGERIA et al., 2014), a água é considerada um fator limitante e que influencia diretamente nas atividades e no desenvolvimento. As plantas respondem ao défit hídrico com o intuito de resistir ao estresse, todavia estas ações afetam no crescimento e produtividade (JÚNIOR et al., 2018).A planta de milho é sensivel a deficiencia hídrica, sendo o florescimento o estádio mais sensível, reduzindo a fertilidade da planta e dessa forma reduzindo a produção (AMARAL et al., 2016).

Como existem regiões que passam por períodos de estiagem a utilização do biopolimero pode ser uma possibilidade de reduzir os efeitos do período mais crítico, colaborando para manter umidade no solo, pois os biopolimeros são eficazes na retenção de água (KRAISIG et al., 2018).

O hidrogél é um produto que tem a capacidade de reter água e de proporcionar a planta, o solo também é um beneficiado com a possibilidade de elevar a capacidade de armazenamento de água no solo (AZEVEDO et al., 2002). O polímero tem a capacidade de reter água contribui para a redução da frequência de irrigação. Dessa forma, os polímeros hidrorretentores atuam como opção para disponibilidade de água quando há situações de estiagem ou déficit hrídrico (MENDONÇA et al., 2013).

De acordo com Coelho et al. (2017), sementes inoculadas com *Azospirillum* podem ter resultados de varios fatores que favorecem o desenvolvimento das plantas, como a influencia no sistema radicular, a bactéria também pode contribuir na produção de hormônios e substancias que regulam o crescimento da planta. Quadros et al. (2014) ressalta que a bactéria proporciona melhoria no solo quanto a disponibilidade de nitrogênio e maior rendimento de matéria seca da parte aérea da planta, mas para que tenha sua atividade realizada depende de fatores ambientais e propriedades do solo.

Considerando que um dos limitantes para a produção do milho, está correlacionado a fatores nutricionais em especial ao manejo da adubação nitrogenada, estratégias como a utilização de microrganismos como os do genero *Azospirillum* que em uma relação benéfica com as plantas promevem o crescimento dessas, estudos vem sendo realizados para avaliar a sua eficácia tanto de maneira isolada, como de forma associada com outros produtos disponíveis no mercado, visando aumentar o potencial produtivo das plantas. (DARTORA et al., 2013; REPEK et al.,2013)

METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido no município de Tangará da Serra - MT, latitude -14º 37’ 40”, longitude -57º 30’ 25” com altitude de 440m (INMET, 2018), entre os meses de março a junho de 2019. De acordo com Alvares et al., (2013), na classificação de koppen, o estado de Mato Grosso caracteriza-se por dois tipos climáticos: regiões ao norte do estado identificado com Am (clima tropical úmido ou sub úmido) e a região central do estado (Pantanal Mato-Grossense) caracterizada com Aw (clima tropical, com inverno seco). O solo da área de estudo é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico

O experimento foi regido por delineamento em blocos casualizados com quatro

tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais, sendo T1: Testemunha (condições normais de plantio) T2 :Azospirillum + Hidrogel; T3: Azospirillum + Condições normais de semenadura T4: Hidrogel + Condições normais de semeadura.

A semeadura foi realizada no dia 03/03/2019, em uma área experimental de 200 m^2, foi utilizado a cultivar de milho MG 580 PW, o qual possui um alto potencial produtivo, tanto no verão, quanto, para a safrinha podendo chegar a uma população de 75 mil plantas por hectare na safra de verão, dependendo da região de semeadura. Foi utilizado 4 plantas por metro linear, espaçadas por 0,50 m entre linhas, totalizando 80.000 plantas por hectare.

As parcelas foram constituídas de quatro fileiras, com 5 metros de comprimento e espaçamento de 0,5 metros entre linhas e foi colocado 1g m^{-1} de hidrogel no sulco de plantio (FIDELIS et al., 2018;). A área útil experimental foi considerada as duas linhas centrais para efeito de coleta de dados e observações. Foram eliminadas as duas fileiras externas assim com 50 cm no final de cada extremo das linhas do bloco experimental

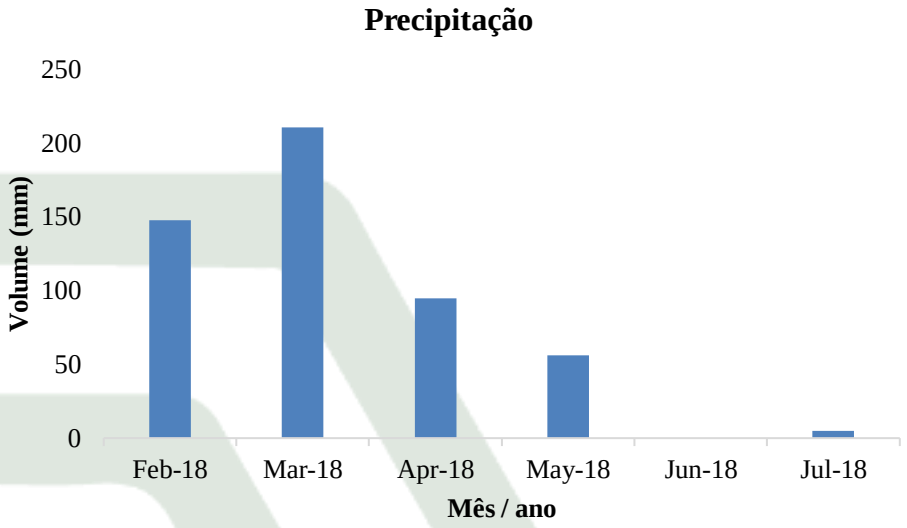
A análise de solo da área, coletado na camada de 0-0,2 m de profundidade, foi classificado como Latossolo vermelho distrófico (EMBRAPA, 2017; SOIL SURVEY STAFF, 2014). A caracterização química e granulométrica, seguiu a metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997), apresentando as seguintes características, pH ($CaCl_2$) = 5.1 MO = 40.8 g Kg^{-1}; P = 1.2 mg dm^{-3} ($Mehlich^{-1}$); K = 0,1 mg • dm^{-3}; Ca = 0.8 cmolc dm^{-3}; Mg = 0.6 cmolc dm^{-3}; Al = 0 cmolc dm^{-3}; H + Al = 5 cmolc dm^{-3}, 580 g kg^{-1} areia, 140 g kg^{-1} silte e 280 g kg^{-1} argila.

Com base nesses dados, antes da semeadura foi realizada a correção da acidez do solo, para se elevar a saturação por bases para 60% e as demais necessidades nutricionais seguiram as recomendações preconizadas por (SOUZA, 2004; BRITO et al., 2019), utilizando-se do preparo convencional da área, para realizar a semeadura.

O inoculante contendo a bactéria promotora de crescimento, foi utilizado na forma líquida, possuía a estirpes Ab-V5 e Ab-V6 na concentração $1x10^9$ $UFC.mL^{-1}$. A dose de 350 ml para 50 kg de sementes, foi aplicado no dia da semeadura da cultura como preconiza Hungria (2011). Os tratos culturais posteriores seguiram o recomendado de acordo com a necessidade da cultura.

Não foram realizadas quaisquer suplementações hídricas durante a realização do experimento que teve duração de 180 dias durante o ano de 2018. A precipitação pluviométrica apresentou os seguintes volumes em mm entre os meses de fevereiro e julho como pode ser observado na (Imagem 1). Os dados foram coletados da estação meteorológica GEOCLIMA-MT, localizada a 200m da área experimental.

Figura 1: Precipitação mensal durante a execução do experimento.



No momento da colheita foram avaliados a altura de 10 plantas aleatórias dentro da área útil. Foi aferida com auxílio de uma trena medindo-se a distância do solo até a última folha completamente expandida da planta, Farinelli et al. (2012). O tamanho das espigas, foi aferido com auxílio de uma fita métrica graduada longitudinalmente. Os componentes de produtividade como PMG (Peso de mil grãos) e rendimento de grãos, foram aferidos logo após a debulha das espigas e a devida correção da umidade dos grãos a 13%.

Após a obtenção e tabulação dos dados, foi utilizada análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5%, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise de variância (Tabela 1) é possível observar que as variáveis resposta rendimento (REND) e altura de planta (AP), foram influenciados pelos tratamentos a 5 e 1 % de probabilidade respectivamente. Por outro lado, o PMG (peso de mil grãos) e o CE (comprimento das espigas), não sofreram influência significativa dos tratamentos testados.

Tabela 1. Quadrados médios e respectiva significância da análise de variância das características PMG, CE, AP e REND, Tangará da Serra 2019.

FV	Gl	PMG (g)	CE (cm)	AP (cm)	REND (kg)
Bloco	4	97,50	1,038	0.029	3123139,20

Tratamento	3	453,42	1,560	0.030**	1425419,73*
Erro	12	327,36	0,70	0,006	503265,07
CV %		6,86	4,61	4,17	9,17
Média		263,85 g	13.18 cm	1,88 m	7740,4 kg

PMG: Peso de mil grãos; CE: Comprimento de espiga; AP: Altura de planta; REND: Rendimento ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente.

Os coeficientes de variação (CV %) observados no experimento estão dentro dos parâmetros aceitáveis para este tipo de experimento. A influência dos tratamentos nas características estudadas podem ser verificadas na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo das médias dos tratamentos relativos à altura das plantas (AP), comprimento da espiga (CE), peso de mil grãos (PMG) e rendimento (REND.), obtidos no experimento sobre a influência do hidrogel e do *Azospirillum brasiliense* nas características agronômicas na cultura do milho.

TRATAMENTO	**AP**	**CE**	**PMG**	**REND.**
----------m----------		----------cm----------	----------g----------	----------kg ha^{-1}-----
T1	1,78 b	12,50 a	249,92 a	6958,4 b
T2	1,95 a	13,08 a	265,80 a	7896,0 a
T3	1,93 a	13,29 a	268,80 a	7945,6 a
T4	1,88 a	13,85 a	270,90 a	8161,6 a

T1: Testemunha (condições normais de plantio) T2 :Azospirillum + Hidrogel; T3: Azospirillum + Condições normais de semenadura T4: Hidrogel + Condições normais de semeadura.

Medias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Esperava-se que os comprimentos da espiga e o peso de mil grão fossem alterados com os tratamentos aqui aplicados. Afirma-se que uma alta população de plantas e ou um crescimento exacerbado atrelado ao excesso de N, podem acarretar competição intraespecífica de água, nutrientes e luminosidade, dessa forma podendo ocorrer uma redução do comprimento de espiga (PINOTTI, et al., 2014; THOMAZINNI, et al., 2019) e do peso de mil grãos (FUMAGALLI, 2017)

Neste experimento os o uso do hidrogel e ou do *A. brasiliense* não tiveram efeito nessas variáveis como foi mencionado anteriormente. Assim foram encontrados comprimentos de espiga variando entre 12,5 cm a 13,85 cm, e para a variável peso de mil grãos os valores foram de 249,92 g a 270,9 g (Tabela 2).

Por outro lado com base nos resultados obtidos, é possível inferir que a associação do hidroretentor e o *A brasiliense*, podem ter estimulado a absorção de N e a produção de hormônios em maiores quantidades nas plantas, assim como, a melhora na absorção e

disponibilidade de água às plantas, desse modo, deixado as plantas tratadas com maiores alturas e sendo mais produtivas (DIDONET et al., 2000; NUNES et al., 2015).

Apesar de que houve diferença entre os tratamentos para essa característica, as plantas não sofreram nenhum acamamento, dentro das parcelas estudadas (dados não apresentados). Todos os tratamentos estudados aqui foram superiores à testemunha Tabela 2. Para o tratamento T2 (*Azospirillum* + Hidrogel) houve um aumento na altura das plantas de 9,5% em relação a testemunha. Já o tratamento T3 (*Azospirillum* + Condições normais de semeadura) obteve um crescimento de 8,4% em comparação a testemunha. E por fim o tratamento T4 (Hidrogel + Condições normais de plantio) resultou-se em um aumento de 5,6% em confrontação à testemunha.

A altura de planta, apesar de não ser um componente ligado diretamente a produção das plantas, influencia indiretamente algumas características produtivas, principalmente, quanto à perspectiva de maior número de folhas e ou maior comprimento dessas, potencializando a produção de fotoasimilados nas plantas, possibilitando assim maior produção. O metabolismo C4 da cultura do milho, proporciona alcançar máxima fotossíntese, perante situações de alta disponibilidade de radiação solar (BERGAMASCHI et al., 2004). Assim a interceptação da radiação solar de uma cultura pode ser potencializada com uma maior densidade de plantas, podendo proporcionar aumento ao potencial produtivo da cultura (SANGOI et al., 2013; DE ASSIS OLIVEIRA et al., 2020).

De acordo com Cacciari et al. (1989) a bactéria diazotróficas *A brasiliense* apresenta a capacidade de produção de hormônios principalmente giberelinas e citocininas. As giberelinas em combinação com a absorção de nitrogênio aumentam a força do dreno através do aumento do comprimento e da taxa de crescimento da célula, assim ocorre um aumento na altura da planta através do estímulo do crescimento de gemas, indução de divisão mitótica nas folhas promovendo assim o aumento da altura de plantas (HAFEEZ et al., 2018; GHODRAT et al., 2012; SÃO JOSE et al., 2014)). Além dos hormônios mencionados o AIA é produzido pela rizobactéria sendo este especialmente promotor do crescimento de plantas, podendo permanecer durante longos períodos após a inoculação bacteriana na muda vegetal (BASHAN; BASHAN, 2010).

Outro efeito induzido pelas bactérias é o de interação com diversos nutrientes. Assim D'Angioli et al. (2017), mensurando os efeitos da exsudação de carboxilato radicular na interação com *Azospirillum brasilense*, verificaram que o comprimento de raiz das plantas inoculadas foi positivamente correlacionado com o suprimento de P, indicando que o suprimento de P afeta a comunidade microbiana, consequentemente a produção das plantas,

visto que o P é um elemento essencial para a geração foto assimilados e reserva da planta.

Oliveira et al. (2018) avaliando combinações de aplicação de N e de *A. braziliensis*, identificaram que a inoculação com Azospirillum na semeadura + N mineral na cobertura proporcionou produtividade semelhante à do N mineral na semeadura e cobertura para ambas as cultivares de milho. Sendo assim, a utilização da bactéria é uma boa alternativa para suprir a demanda de N na cultura.

A utilização do hidrogel provavelmente permitiu que a água absorvida pela planta durante o seu ciclo pode ter sido melhor distribuída o que permitiu, por sua vez, melhorar a eficiência de absorção de nutrientes. O uso do hidrogel como uma nova ferramenta nos cultivos agrícolas tem como função fornecer disponibilidade de água do solo regularmente o que favoreceria a eficiência de absorção de nutrientes e, por consequência, o aumento da produtividade (MENDONÇA et al., 2013).

Levando em consideração a altura de plantas, este componente está diretamente relacionado com o rendimento de grãos. Os tratamentos afetaram da mesma forma essa característica pelo hidrogel e o Azospirillum (Tabela 2). Verificou-se incrementos na produtividade em relação ao tratamento controle na ordem de, 13.5, 14.2 e 17.3%, para os tratamentos T2 (*Azospirillum* + Hidrogel), T3 (*Azospirillum* + Condições normais de plantio), T4 (Hidrogel + Condições normais de plantio), respectivamente.

Este efeito pode ser observado em estudos conduzidos com hidrogel + Nitrogênio na cultura do trigo, demonstrando resultados que comprovam que, o hidrogel melhora a eficiência de absorção de nutrientes (MAMANN et al., 2016). Scremin (2017), identificou que ao utilizar o polímero, verificou aumentou na eficiência do aproveitamento de nitrogênio na produtividade da aveia. Ou seja, o hidrogel demonstrou eficiência em gramíneas de interesse econômico e provavelmente, este mesmo efeito pode ser observado no milho.

No que se tange a utilização dessa BPCP (bactéria promotora de crescimento de plantas), estudo realizado por Souza et al. (2020) demonstrou que inoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada ou combinada pode amenizar os efeitos adversos da deficiência hídrica na cultura da soja, mantendo o crescimento e o acúmulo de matéria seca de plantas quando expostas à restrição hídrica, principalmente pelo estímulo ao crescimento radicular das plantas.

A utilização do hidrogel provavelmente permitiu que a água absorvida pela planta durante o seu ciclo ter sido melhor distribuída o que comportou, por sua vez, melhorar a eficiência de absorção de nutrientes.

Scremin et al. (2017) avaliando a utilização de polímero hidrotentor no aproveitamento

de N pela cultura da aveia, verificaram que a utilização do hidrogel colaborou para o aproveitamento do nutrientes em doses entre 30 e 60 kg.ha¹, entretanto, esse aproveitamento é extremamente dependente do sistema de cultivo adotado e também de condições meteorológicas.

Quando utilizado em solos argilosos e em condições de homogeneidade da disponibilidade hídrica, não são observadas diferenças significativas quanto a utilização do hidrogel (SANTANA et al., 2007; PELEGRIN et al., 2017; KRAISIG et al., 2018). Pode até mesmo, causar a morte de raízes quando utilizado em solos pouco aerados ou quando submetidos a taxas de precipitação que prejudiquem a sua aeração (SAAD et al., 2009).

Narjary et al. (2012) avaliando em laboratório a aplicação de hidrogel em diferentes tipos de solo, verificaram que a aplicação de hidrogel em solos argilisos, reduziu para 10% a porosidade total do solo, ficando próximo a níveis críticos, entretanto, em solos arenosos, aumentou em até 4 vezes a retenção de água.

O solo da área de estudo, foi classificado texturalmente como franco argilo-arenoso, sendo mais propenso a melhorias da utilização do hidrogel pois, quando se considera que durante o período de execução do experimento, mais de 70% das precipitações correram nos dois primeiros meses de condução experimental pode ser verificado o efeito desse polímero no sistema. O hidrogel pôde proporcionar assim, boa aeração e promoveu maior retenção de água dentro do perfil do solo, assim como, condições adequadas para o desenvolvimento da bactéria em estudo.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados elucidados na presente pesquisa é possível concluir que a utilização de *A. braziliensis* assim como a de hidrogel seja de forma individual ou combinadas, interferiram significativamente o rendimento de grãos e a altura de plantas de milho produzidos na entressafra na região de Tangará da Serra - MT, demonstrando assim que o uso do produto pode ser uma alternativa viável para os produtores de milho da região.

REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMARAL, T.A. et al. Resposta de Cultivares de Milho ao Estresse Hídrico. **Embrapa milho e sorgo,** Sete Lagoas, 2016. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161052/1/doc-207-1.pdf

AZEVEDO, T.L.F; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A.C.A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v.1, n.1, p.23-31, 2002.

BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; ROCHA, R. P.; CARVALHO, M. A. C. Zoneamento agroclimático de amendoinzeiro para a Bacia do Alto Paraguai (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p.231-240, 2015.

BASHAN, Y. e BASHAN, L. E. de. How the plant growth-promoting bacterium Azospirillum promotes plant growth—a critical assessment. **Advances in Agronomy**, v. 108, p. 77 – 136, 2010. ISSN 0065-2113.

BASHAN, Y.; BUSTILLOS, J.J.; LEYVA, L.A.; HERNANDEZ, J.-P.; BACILIO, M. Increase in auxiliary photoprotective photosynthetic pigments in wheat seedlings induced by Azospirillum brasilense. **Biology and Fertility of Soils**, v.42, p.279-285, 2006.

BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.831-839, 2004.

BRITO, A. R.; PEREIRA, H. S. ; BRACHTVOGEL, E. Luiz. Saturação por bases na integração lavoura-pecuária com cultivo de milho nos dois primeiros anos. **Colloquium Agrariae.** 2019. p. 58-68.

CACCIARI, I; LIPPI, D; PIETROSANTI, T; PIETROSANTI, W. phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of Azospirillum and Arthrobacter. **Plant and Soil**,v.115, p. 151-153, 1989.

COELHO, A.E. et al. Inoculação de sementes com Azospirillum brasilense em plantas de milho submetidas à restrição hídrica. **Scientia Agraria Paranaensis,** v. 16, n. 2, p. 186-192, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Série histórica das safras (2019). Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20.

D'ANGIOLI, M. A. et al. Inoculation with Azospirillum brasilense (Ab-V4, Ab-V5) increases Zea mays root carboxylate-exudation rates, dependent on soil phosphorus supply. **Plant and soil**, v. 410, n. 1-2, p. 499-507, 2017.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p.193-200, 2011.

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.

DA SILVA, T. R. G. et al. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021.

DE ASSIS OLIVEIRA, Felipe et al. Níveis crescentes de irrigação e maior densidade de plantas aumentam a produtividade do milho verde. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43371-43381, 2020.

DIDONET, A. D. et al. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido a inoculação de Azospirillum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 401-411, 2000.

DUARTE, C. F. D. et al. Inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal em Urochloa Ruziziensis. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Manual de Métodos de Análise de Solo**, ed. 2, Rio de Janeiro, 212p, 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Sistema Brasileiro de classificação de solos**, 3 ed. Brasília, 353p. 2013.

FAGERIA, N. K.; CARVALHO, M. C. S.; DOS SANTOS, F. C. Root growth of upland rice genotypes as influenced by nitrogen fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, v. 37, n. 1, p. 95-106, 2014.

FARINELLI, R. et al. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, v. 40, n.1, 2012.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. ISSN 1983-0823. https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450.

FIDELIS, R.R. et al. Influence of hydrogel use on soybean cultivation hydrical stress. **Bioscice Journal**,.v.34, n.5, p.1219-1224, 2018.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Safra Mundial de Milho(2019). São Paulo: Fiesp. Disponível em: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - Fiesp. (2019). Safra Mundial de Milho.

FUMAGALLI, Maurício et al. Desempenho produtivo do milho híbrido simples em função de espaçamentos entre fileiras e populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo16**, p. 426-439, 2017.

GHODRAT, V. E M. J. Rousta. Effect of priming with gibberellic acid (GA3) on germination and growth of corn (Zea mays L.) under saline conditions. **Int. J. Agric. Crop Sci**., v.4, n.1, p. 882-885, 2012.

HAFEEZ, U. R; SAJJAD, A; LAIQ, Z; ZAID, K; MUHAMMAD, A. K. Yield and Growth Response of Maize Crop to Urea and Gibberellic 0038 Acid Potash Salt (Ga-K Salt) in Calcarious Soil. **JOJ Hortic Arboric**. v.1, n.2, 2018.

HUNGRIA, M. Inoculação com Azospirillum brasiliense: inovação em rendimento a baixo custo. **Embrapa Soja**, Londrina, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29560/1/DOC325.2011.p>.

INMET. Estações automáticas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoe

Sautomaticas Acesso em: 17 mar. 2020.

JÚNIOR, G. do N. A. et al. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. **Pubvet**, v. 13, p. 148, 2018.

KRAISIG, A. R. et al. Análise da superfície de resposta sobre o uso do biopolímero hidrogel no sistema soja/aveia. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, n. 1, 2018.

MAMANN, A. T. W., DA SILVA, J. A. G., SCREMIN, O. B., MANTAI, R. D., SCREMIN, A. H., e DORNELLES, E. F. Nitrogen efficiency in wheat yield through the biopolymer hydrogel. **Revista Brasileira De Engenharia Agricola e Ambiental**, v.21, n.10, p. 697–702, 2017.

MENDONÇA, T. G. et al. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Instituto Nacional do Semiárido**, Campina Grande, v.2, p. 87-92, 2013.

NARJARY, B.; AGGARWAL, P.; SINGH, A.; CHAKRABORTY, D., SINGH, R. Water availability in different soils in relation to hydrogel application. **Geoderma**, n.187 e 188, p.94–101, 2012.

NUNES, P. H. M. P. et al. Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e à inoculação com Azospirillum brasilense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 1, p. 174-182, 2015.

OLIVEIRA, I.J., FONTES, J.R.A., PEREIRA, B.F.F. Inoculation with Azospirillum brasiliense increases maize yield. **Chem. Biol. Technol. Agric**. v.5, n.6, 2018. https://doi.org/10.1186/s40538-018-0118-z.

PELEGRIN, A.J., NARDINO, M., FERRARI, M., CARVALHO, I.R., SZARESKI, V.J., BELLE, R., CARON, B.O., SOUZA, V.Q. Polímeros hidroretentores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul. **Rev Cienc Agra (Lisboa)**. v.40, n.1, p. 175-182, 2017.

PINOTTI, E. B. et al. Características agronômicas de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 25, p. 17-33, 2014.

QUADROS, P.D. et al. Desempenho agronômico a campo de híbridos de milho inoculados com Azospirillum. **Revista Ceres**, v.61, n.2, p.209-218, 2014.

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.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. dos Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de Eucalyptus urograndis em dois solos diferentes. **Eng. Agríc.,** v.29, n.3, p.404-411, 2009.

SAMPAT, A. G. **Física de suelos**; principios y aplicaciones. México: Limusa-Wiley, 1973. 351p.

SANGOI, L. et al. Senescência foliar e resposta de híbridos de milho liberados comercialmente para cultivo em diferentes épocas ao adensamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 21-32, 2013.

SANTANA, B. H.; MARTÍNEZ, A. P.; EMÉSTICA, O. A. S.; REYES, G. G. Efecto del hidrogel sobre el rendimiento de semilla en tres cultivares de Brachiaria spp en el valle de Iguala, México. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria**. v.8, n.9, 2007.

SÃO JOSÉ, Abel Rebouças et al. Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. SPE1, p. 176-183, 2014.

SCREMIN, O. B. et al. Eficiência do nitrogênio na produtividade da aveia pelo biopolímero hidrogel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 6, p. 379-385, 2017.

SIONIT, N.; KRAMER, J.P. Effect of water stress during different stages of growth of soybeans. **Agron. J. Madison**, v.69, p.274-8, 1977.

SOIL SURVEY Staff. **Keys to Soil Taxonomy**. Washington, DC: USDA, Natural Resources Conservation Service. (2014).

SOUSA, F. G. et al. 2020. Inoculation and co-inoculation of bradyrhizobium japonicum and azospirillum brasilense in soybean culture. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, 2020 DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3553.

SOUZA, D. M. G. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Embrapa, Cerrados, ed. 2, Brasília, 2004.

SOUZA, J. A., BUZETTI, S., TARSITANO, M. A. A., VALDERRAMA, M. Lucratividade do milho em razão das fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Revista Ceres**, v.59, n.3 p.321-329, 2012. http://dx.doi. org/10.1590/S0034-737X2012000300005.df.

THOMAZINI, GABRIELA 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.