

THAIS CRISTINA MAESTÁ

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) ADUBADO COM DIFERENTES DOSAGENS DE NPK

JI-PARANÁ-RO

2020

THAIS CRISTINA MAESTÁ

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) ADUBADO COM DIFERENTES DOSAGENS DE NPK

Artigo apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário São Lucas de Ji-paraná-Rondônia, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Me. Marcos Giovane
Pedroza de Abreu

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M186	Maestá, Thais Cristina Inoculação de <i>Azospirillum brasiliense</i> na cultura do milho (<i>Zea mays</i>) adubado com diferentes dosagens de NPK. / Thais Cristina Maestá. Ji-Paraná: Centro Universitário São Lucas, 2020. 19 f. : il. Orientador: Me. Marcos Giovane Pedroza de Abreu. Artigo Científico - Graduação em Engenharia Agrônômica – Centro Universitário São Lucas, Ji-Paraná/RO. 1. Bactérias de crescimento. 2. Crescimento vegetativo. 3. Fixação biológica de N2. 4. Milho 5. <i>Azospirillum brasiliense</i>. I. Título. II. Abreu, Marcos Giovane Pedroza. CDU 631.8
------	---

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

THAIS CRISTINA MAESTÁ

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) ADUBADO COM DIFERENTES DOSAGENS DE NPK

Artigo apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário São Lucas de Ji-paraná-Rondônia, como requisito para obtenção do grau de bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Me. Marcos Giovane Pedroza de Abreu.

Ji-Paraná, ____ de _____ de 2020.

Resultado: _____.

BANCA EXAMINADORA

Resultado: _____.

Me. Marcos Giovane P. de Abreu Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná

Me. Alisson Nunes da Silva Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná

Alan Miotti Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná

JI-PARANÁ-RO
2020

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) ADUBADO COM DIFERENTES DOSAGENS DE NPK¹

Thais Cristina Maestá²

Marcos Giovane Pedroza de Abreu³

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo e o peso da matéria seca do milho (*Zea mays*) com o uso de inoculante a base de *Azospirillum brasiliense* associado a adubação com NPK, conduzido na Rodovia Br-364, Km 333 s/n Zona Rural do município de Ji-Paraná (RO) nos meses de março a junho de 2020. Foi utilizada as sementes de milho safrinha (*Zea mays*) variedade K9606 VIP3, usando delineamento de blocos casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas a campo, com espaçamento entre plantas de 25cm e entre linha de 50cm, feito de forma manual. Quanto aos resultados, as variáveis de diâmetro do colmo, altura da inserção da espiga e altura da planta o tratamento realizado com inoculante e NPK 100% apresentou média superior, e, quanto à matéria seca, o tratamento com inoculante e NPK 50% apresentou média superior, porém, nenhum dos tratamentos utilizados apresentou diferenças estatisticamente significativas. O uso de inoculantes contendo bactérias como *Azospirillum brasiliense* tende a se tornar cada vez mais uma boa alternativa para se obter maior eficiência na disponibilidade deste elemento tão dinâmico que é o nitrogênio. As estirpes bacterianas que compõem os inoculante além de fixadoras de N₂, são bactérias promotoras de crescimento de plantas, promove maior desenvolvimento do sistema radicular, com maior absorção de água e nutrientes, e também um maior crescimento vegetativo para a cultura, resultando em plantas mais vigorosas.

PALAVRAS-CHAVES: Bactérias promotoras de crescimento, Crescimento vegetativo, Fixação biológica de N₂.

INOCULATION OF *Azospirillum brasiliense* IN MAIZE CULTURE (*Zea mays*) FERTILIZED WITH DIFFERENT DOSES OF NPK

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the vegetative development and the dry matter weight of maize (*Zea mays*) with the use of inoculant based on *Azospirillum brasiliense* associated with fertilization with NPK, carried out on Rodovia Br-364, Km 333 s / n Zona Rural in the municipality of Ariquemes (RO) from March to June 2020. Small crop maize (*Zea mays*) seeds, variety K9606 VIP3 were used, using a randomized block design, with four treatments and five replications, totaling 20 field plots, with spacing between plants of 25cm and between line of 50cm, done manually. As for the results, the variables of stem diameter, height of ear insertion and plant height, the treatment carried out with inoculant and 100% NPK showed a higher average, and, in terms of dry matter, the treatment with inoculant and 50% NPK showed an average. Higher, however, none of the treatments used showed statistically significant differences. The use of inoculants containing bacteria such as *Azospirillum brasiliense* tends to become an increasingly good alternative to obtain greater efficiency in the availability of this element so dynamic that it is nitrogen. The bacterial strains that make up the inoculants in addition to N₂ fixers, are bacteria that promote plant growth, promote greater development of the root system, with greater absorption of water and nutrients, and also greater vegetative growth for the crop, resulting in more vigorous.

KEYWORDS: Plant growth promoting bacteria, Vegetative growth, N₂ biological fixation,

¹ Artigo apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário São Lucas, campus de Ji-Paraná RO, como pré-requisito para conclusão do curso, sob orientação do Prof. Ms. Marcos Giovane Pedroza de Abreu. E-mail: marcos.abreu@saolucas.edu.br

² Thais Cristina Maestá, graduanda do curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário São Lucas, campus de Ji-Paraná RO, 2020. E-mail: t.maesta@hotmail.com.

³ Marcos Giovane Pedroza de Abreu, Mestre em ciências do solo e professor do Centro Universitário São Lucas, campus de Ji-Paraná RO.

1 INTRODUÇÃO

Sendo considerada uma das culturas de maior cultivo no mundo, o milho *Zea mays L.* se destaca com maior valor de produção de produtos na forma de grão. No Brasil o cultivo do milho na primeira safra 2019/2020 chegou a 4,2 milhões de hectares, 3,2% acima da safra anterior (CONAB, 2020).

Para atingir uma boa produção da cultura é necessário que sua nutrição seja eficaz. O nutriente que o milho mais carece para sua produção é o nitrogênio, sendo o nutriente que determina a produção de grãos, sendo de extrema importância nos processos bioquímicos da planta, como produção de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (LAGOAS, 2006).

Considerando o total de Nitrogênio (**N**) que é aplicado a cada ciclo de cultura, uma grande parte é exportada, sendo retirado do campo com os produtos colhidos e uma parcela considerável é perdida para processos como, desnitrificação, lixiviação e imobilização pelos microrganismos do solo. Contudo, os fertilizantes permanecem sendo uma das fontes de **N** de maior importância para as culturas (VIEIRA, 2017).

O alto consumo de insumos nitrogenados nas lavouras está trazendo preocupações aos pesquisadores, um dos motivos é o alto custo dos produtos juntamente com o custo do petróleo, os valores significativos das emissões de gases de efeito estufa (GEE), e levando em consideração também que cerca de 70% do fertilizante nitrogenado usado no Brasil é importado (EMBRAPA, 2019a).

O uso de inoculantes contendo bactérias como *Azospirillum brasilense* tende a se tornar cada vez mais uma boa alternativa para se obter maior eficiência na disponibilidade deste elemento tão dinâmico que é o nitrogênio, assim, reduzir os custos de produção e impactos ambientais provocados por adubos químicos na cultura. As estirpes bacterianas que compõem os inoculante além de fixadoras de N₂, são bactérias promotoras de crescimento de plantas, podendo além de fornecer N-NH₃, promover maior desenvolvimento do sistema radicular, com maior absorção de água e nutrientes, e também um maior crescimento vegetativo para a cultura, resultando em plantas mais vigorosas (HUNGRIA, 2011).

Através do processo de fixação biológica de nitrogênio que essas bactérias são capazes de fazer, consegue-se diminuir o uso de fertilizantes sintéticos na plantação, assim como a emissão de CO₂ na atmosfera, evitando também a contaminação dos

lençóis freáticos pelo processo de lixiviação. A disponibilidade de N para planta de milho favorece para o acúmulo de matéria seca da mesma (EMBRAPA, 2019a).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desenvolvimento vegetativo do milho (*Zea mays*) com o uso de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* associado à adubação com NPK, a fim de responder o seguinte questionamento: há diferença entre o desenvolvimento vegetativo do milho com inoculação e sem inoculação?

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Milho (*Zea mays*)

“O milho apresenta significativa importância econômica no mundo, pois possui variadas formas de utilização como no uso para consumo humano, alimentação de animal, matéria prima para indústria, entre outros.” (GARCIA et al., 2006).

Temos os Estados Unidos, China e o Brasil com maior produção de milho no mundo. Com 36% da produção mundial os Estados Unidos está em primeiro, como segundo maior produtor com 20% do total temos a China, e como terceiro maior produtor mundial, o Brasil apresentando 7,4% do total de produção (KÖKSAL; PENEZ, 2015). O cultivo no Brasil se concentra nas regiões do Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.

De acordo com Cruz et al. (2006), o milho por ser versátil, se adequa a diversos tipos de sistemas de produção. Propício a uma produção elevada de fitomassa de alta relação C/N, essencial nos sistemas de rotação de culturas em plantio direto.

Para que a cultura do milho manifeste seu potencial genético pleno, níveis de fatores climáticos, especialmente o fotoperíodo, a temperatura, e a precipitação pluviométrica, devem estar em ótimas considerações para seu desenvolvimento. (CRUZ et al., 2010). Para que o milho tenha um bom desenvolvimento até a floração, a temperatura ideal é entre 24 e 30°C. Para obter maior produção de MS e de grãos entre 25°C, 21°C e 18°C, a que tem melhor desempenho na cultura é a temperatura de 21°C (CRUZ et al., 2010).

1.1.2 Importância econômica

No mês de abril, a produtividade como a de cereais, leguminosas e oleaginosas para o ano de 2020 estima-se em 247,0 milhões de toneladas, 2,3% a mais que a safra de 2019. Considerando a área a ser colhida é de 64,5 milhões de hectares, 2,0% a mais da área do ano de 2019 (IBGE, 2020).

Contudo, produtos de maior importância como o arroz, o milho e a soja que estão nesse grupo, onde juntos, tem 92,6% da estimativa da produção, onde, 87,4% desta área será colhida. Comparado com ano passado, tendo um aumento de 1,7% da área do milho (IBGE, 2020).

Destaque na estimativa de abril de 2020 em relação a março sobre a produção do milho, conforme dados do IBGE (2020b) relata que: A estimativa da produção aumentou 0,1%, com total de 97,1 milhões/t. Comparando com ano anterior, a produção está inferior em 3,5 milhões de toneladas (-3,4%), com decréscimo de 5,7% no rendimento médio, e aumentos de 1,8% na área a ser plantada e de 2,4% na área a ser colhida. Na 1ª safra de milho, a produção chegou a 26,6 milhões de toneladas, com um aumento de 0,8% em relação a mês de março. Em relação a 2019, a produção foi 2,2% superior, tendo acréscimos de 2,3% na área plantada e redução de 1,9% no rendimento médio. A área a ser colhida demonstrou um aumento de 4,1%. Para a 2ª safra, a estimativa da produção foi de 70,6 milhões de toneladas, com uma redução de 0,2% em relação ao mês anterior. O declínio mais intenso da estimativa da produção foi no Paraná. Já os maiores crescimentos devem vir de Rondônia (9,0% ou 73,6 mil toneladas), Alagoas (12,7% ou 6,5 mil toneladas) e Goiás (0,6% ou 54,9 mil toneladas). Na comparação anual, a produção do milho 2ª safra apresenta declínio de 5,4%.

1.1.3 Adubação nitrogenada e exigência do milho

A necessidade de NPK, cálcio e magnésio no milho, aumenta conforme seu crescimento, onde, a maior exigência segue do N e K, seguindo-se Ca, Mg e P. Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de milho é muito pequeno (COELHO; FRANCA; FILHO, 1995).

Segundo Quinebre (2020), o macronutriente de maior demanda pela cultura do milho é o N, chegando perto de 23,4 kg de N/t de grãos, com isso, a disponibilidade de nitrogênio para planta carece conforme sua extração. Encontramos o nitrogênio em ação no solo na forma de N orgânico, a decomposição da Matéria Orgânica (MO) está associado na disponibilidade do macronutriente para a planta, com isso, a dose a ser aplicada será definida conforme o histórico da área e o seu teor de matéria orgânica que compõe o solo, sendo liberado 30 kg de N para cada 1% de MO.

O milho apresenta períodos diferentes de intensa absorção, com o primeiro ocorrendo durante a fase de desenvolvimento vegetativo, V12 a V18 folhas, quando o número potencial de grãos está sendo definido; e, o segundo, durante a fase reprodutiva ou formação da espiga, quando o potencial produtivo é atingido (LAGOAS, 2006).

1.1.4 Nitrogênio

Encontrado na natureza na forma (N_2), formando cerca de 78% do ar atmosférico, NH_4^+ , NO_2^- e NO_3^- e ainda, em diversas estruturas orgânicas como aminoácidos e nucleotídeos (RNA, DNA). Alguns aspectos devem ser considerados para o manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho (COELHO, 2006). A esse respeito Coelho (2006) declara que, o primeiro aspecto está associado ao consumo de nitrogênio da cultura ao longo do crescimento. A extração de nitrogênio é maior quando inicia os 40 dias depois da semeadura até o desenvolvimento do aparelho reprodutivo masculino, cerca de 70% na absorção de nutrientes da sua carência nutricional total. O segundo está nas doses de N a serem aplicadas. Doses superiores a 120 kg/ha seu manejo deve ser maior. O terceiro aspecto trata do potencial de perdas por lixiviação em função da textura do solo e sobre certos tipos de impedimentos tanto físicos e químicos que diminui a profundidade de exploração pelas raízes.

Maior produtividade na cultura de milho com a adubação nitrogenada têm sido resultado em muitos trabalhos realizados, Caires e Milla (2016) relatam que “adubação nitrogenada melhora a estatura e o estado nutricional das plantas, bem como os parâmetros da espiga de milho, exceto o número de fileiras de grãos”.

O Nitrogênio é de grande importância na cultura do milho, pois é absorvida em quantidade elevada tornando um dos nutrientes com maior efeito para obter produtividades satisfatória na colheita (FERNANDES; LIBARDI; TRIVELIN, 2008).

Na média de investimento, a cultura concentra 63% de todo o Nitrogênio durante seu ciclo até o estágio de pré-floração, além disso, cerca de 37% serão usados pela planta no período de pós-florescimento (JANDREY, 2019).

O milho é uma planta que necessita de alta quantidade de N para a sua produção. Para produzir 9,20 t de grãos ha⁻¹, a planta absorve um total de 185 kg ha⁻¹ de N, onde 138 kg ha⁻¹ são para produção dos grãos e 47 kg ha⁻¹ se encontra na palhada (LAGOAS, 2006). Sendo um dos componentes de maior importância nas estruturas das biomoléculas, como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas, o nitrogênio é visto como um elemento essencial para as plantas (LEA, 1976).

1.1.5 Fixação biológica de nitrogênio associativa (FBN)

A fixação biológica de nitrogênio é uma atividade feita através de uma enzima que se chama nitrogenase que contém nas bactérias. Essas bactérias destroem a tripla ligação que contém no meio de dois átomos do N₂, tornando em amônia (NH₃). A ação de nitrificação ocorre através da oxidação do NH₃, onde é alterada em nitrato, que é absorvível pelas plantas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

As bactérias *Azospirillum* são promotoras de crescimento de gramíneas, onde fazem a FBN e a síntese de hormônios, através desse mecanismo benéfico que essas bactérias conseguem fazer, a planta absorve o N capturado do ar, a inoculação com bactérias fornece N pela fixação reduzindo o uso de insumo (EMBRAPA, 2019).

Sobre o uso de inoculante, a Embrapa (2019a) declara que, além do ganho econômico, fazendo o uso do inoculante no milho conseguimos reduzir na emissão de gases de efeito estufa, substituindo no uso de fertilizantes químicos nitrogenados. Conforme estimativa do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), utilizando um quilograma de fertilizantes nitrogenados equivale a emissão dez quilos de dióxido de carbono (CO₂). Com a utilização de inoculantes no cultivo e desta forma a substituição dos fertilizantes químicos, como isso, proporciona menor emissão

de gases de efeito estufa e se evitando a lixiviação de nitrogênio que contaminaria rios e lençóis freáticos.

No Brasil, as culturas mais importantes, tanto pela extensão da área que ocupam como pelo alto consumo de fertilizantes, são culturas que podem em algum grau serem beneficiadas por processos biológicos, como a FBN, a saber; soja, cana-de-açúcar, milho, feijoeiro comum + feijão-caupi, arroz e trigo. Juntas, essas culturas ocupam 61,3 milhões hectares (Mha) e consomem 1.890 milhões de toneladas (Mt) de fertilizantes nitrogenados. A estimativa é de que em 2030 a área cultivada com estas culturas ultrapasse 70 Mha e o consumo de fertilizante nitrogenado será superior a 2,5 Mt. (EMBRAPA, 2019a).

1.1.6 *Azospirillum brasiliense*

Dentre os processos biológicos que ocorrem na natureza, a fixação biológica de nitrogênio atmosférico feita através certo tipo de bactérias, nomeadas de diazotróficas. No meio destas, as do gênero *Azospirillum*, em especial da espécie *A. brasiliense*, usada na inoculação de várias espécies de planta, tais como: cereais, algodão, cana-de-açúcar, café, braquiárias e outras (REIS, 2007).

Em várias regiões do Brasil estão usando a inoculação do *Azospirillum*, tecnologia criada pela Embrapa, onde, reduz o custo das lavouras e aumenta a produtividade (EMBRAPA, 2019).

“Muitos estudos têm demonstrado que o *Azospirillum* estimula o crescimento e a produtividade de várias espécies de plantas, sendo muitas delas com grande relevância agronômica e ecológica” (HUNGRIA, 2011).

Alguns trabalhos na literatura comprovam que *Azospirillum* ajuda no fornecimento de fitohormônios, na qual ajuda no desenvolvimento de raízes em várias culturas. Tien; Gaskins e Hubbell (1979) alisaram “que os elementos agentes pelo estímulo do desenvolvimento de raízes liberados por *A. brasiliense* eram o ácido indol-acético (AIA), giberilinas e citocininas”.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Rodovia Br-364, Km 333 s/n Zona Rural, RO localizada a uma latitude 10° 57' 29.4" S, longitude 61° 54' 22.0" W e a uma altitude de 175 metros. O clima da região é caracterizado como Am (tropical-quente e úmido)(ARAÚJO; MATRICARDI; NAPPO, 2012).

Segundo a classificação de Köppen, a temperatura média anual oscila em torno de 25°C, durante o mês mais frio superior a 18 °C e um período seco bem definido durante a estação de inverno. A precipitação pluviométrica varia entre 1.400 e 2.600 mm/ano com umidade relativa do ar em torno de 80% a 90% no verão, e em torno de 75%, no outono-inverno (GOLFARI et al.,1978).

O experimento foi conduzido durante os meses de março a junho de 2020, depois de realizada a coleta a campo, o material foi levado para o laboratório de botânica do Centro universitário São Lucas da cidade de Ji-Paraná-RO, onde foram realizadas as avaliações. Para a semeadura foram utilizadas sementes de milho safrinha (*Zea mays*) variedade K9606 VIP3, utilizando o delineamento de blocos casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas a campo, com espaçamento entre plantas de 25cm e entre linha de 50cm, o plantio foi feito de forma manual. O solo local é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo com horizonte B eluvial (ADAMY, 2010), o resultado da análise química do solo é apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Análise de solo

RESULTADO ANALÍTICO DE AMOSTRA DE SOLO 0-20													
QUÍMICA										FÍSICA			
pH (H ₂ O)	pH (CaCl)	P	K	K	Ca	Mg	Al	H	H+Al	M.O	Areia	Silte	Argila
			mg/dm ³		Cmolc/dm ³					g/dm ₃		g/Kg	
6,04	-	4,80	113,39	0,29	2,27	0,44	0,00	1,95	1,95	-	705,0 0	120,0 0	175,00
MICRONUTRIENTES													
S		T		V	Zn	Cu	Fe	Mn		B	S		
(Soma de bases)		(CTC pH 7)		Sat. Bases		mg/dm ³							
3,00		4,95		60,61	5,00	0,78	252,28	44,16		0,39	7,25		

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Para a realização do plantio, as sementes de milho safrinha (*Zea mays*) foram inicialmente inoculadas com *Azospirillum brasiliense* na dosagem de 2ml do produto comercial para 0,5kg de sementes e deixadas por trinta minutos antes de serem

colocadas no solo; o plantio e adubação foram feitos manualmente, a adubação no plantio foi feita com a formulação NPK na proporção 4-14-8, 500 kg por hectare.

Após a realização do plantio foi feita a aplicação do herbicida pré-emergente Atrazina 500SC na dosagem de 2,5kg/há; o desbaste foi feito quando as plantas apresentaram de 3 a 4 folhas bem definidas, entre 10 e 15 dias após a semeadura.

A adubação de cobertura foi feita quando a planta atingiu os estágios V4 e V5 sendo incorporados 100kg de ureia (46% de N) e 2kg de sulfato de zinco (20% de Zn) por hectare na profundidade de 5cm para diminuir a volatilização, e o controle das plantas daninhas foi feito com Nicosulfuron 40SC na dosagem de 1,50L/há.

Os tratamentos utilizados para o desenvolvimento vegetativo da cultura do milho utilizando o inoculante *Azospirillum brasiliense* associado a diferentes dosagens de NPK constam na tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos

TRATAMENTOS	INOCULANTE	NPK
T1	COM	50%
T2	COM	100%
T3	SEM	50%
T4	SEM	100%

Fonte: Própria autora (2020).

Durante o experimento, foi avaliado a resposta vegetativa da planta de acordo com a utilização do inoculante com as diferentes dosagens e NPK. Avaliando a altura da inserção da espiga medido desde o nível no solo até o nó de inserção da espiga principal, altura da planta, medida desde o nível do solo até o colar da última folha e o diâmetro do colmo medido próximo ao nível do solo e o peso da matéria seca (FARINELLI; LEMOS, 2010).

Para determinar o teor de MS foi coletado 1,0 m x 1,0 m da parte vegetativa de cada tratamento, sem a parte reprodutiva. Após o corte do milho, ele foi colocado em sacos e levados para laboratório, onde, foram cortados em tamanhos de 6 á 7cm utilizando uma tesoura de poda, os materiais cortados foram colocados em sacos de papel e pesado. Desse material foi retirado uma subamostra de 500 g e secada em estufa a 60°C/72 horas.

Após a secagem, a amostra passou pela pesagem novamente para obtenção do peso seco, a determinação do teor de matéria seca (MS) da amostra, na qual, %MS= peso seco (g) / peso da amostra (g) x 100. A produção de matéria seca em kg

por 1 m² é determinada pelo peso do material colhido no campo (kg) x %MS (EMBRAPA, [s.d.]).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade, mediante constatação de diferenças significativas, comparados pelo teste de Tukey (p<0,05) com auxílio do *software* Sisvar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a análise dos dados obtidos, chegou-se aos seguintes resultados, com as médias listadas nas tabelas a seguir.

Para a variável de diâmetro do colmo, os dados não apresentaram diferenças estatística entre os tratamentos, porém, o tratamento 2 (**T2**) apresentou média superior aos demais com n= 13,9mm, **com** inoculante e NPK 100%, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Diâmetro de colmo (DC) de plantas de milho submetido a adubação mineral e inoculação com bactérias fixadoras de N₂.

TRATAMENTOS	DIÂMETRO DO COLMO (mm)
T1	9,6 a1
T2	13,9 a1
T3	13,3 a1
T4	13,3 a1

Fonte: Própria autora (2020).

Para a variável da altura da inserção da espiga, os dados não apresentaram diferenças estatística entre os tratamentos, no entanto, o tratamento 2 (**T2**) apresentou média superior aos demais com n= 106,85cm, **com** inoculante e NPK 100%, conforme explicitado na Tabela 4.

Tabela 4. Altura da inserção da espiga (AIE) de plantas de milho submetido a adubação mineral e inoculação com bactérias fixadoras de N₂.

TRATAMENTOS	ALTURA DA INSERÇÃO DA ESPIGA (cm)
T1	99,85 a1
T2	106,85 a1
T3	99,55 a1
T4	104,85 a1

Fonte: Própria autora (2020).

Para a variável de altura da planta, os dados não apresentaram diferenças entre os tratamentos, porém, o tratamento 2 (T2) apresentou média superior com n= 200,65cm, **com** inoculante e NPK 100%, conforme a Tabela 5 demonstra.

Tabela 5. Altura da planta (AP) de plantas de milho submetido a adubação mineral e inoculação com bactérias fixadoras de N₂.

TRATAMENTOS	ALTURA DA PLANTA (cm)
T1	180,55 a1
T2	200,65 a1
T3	190,6 a1
T4	196,6 a1

Fonte: Própria autora (2020).

Para a matéria seca, a tabela abaixo demonstra os dados encontrados na variável analisada não apresentou diferença estatística nos tratamentos, no entanto, o tratamento 2 (**T2**) apresentou média superior aos demais com n=1,174cm, **com** inoculante e NPK 100%, como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6. Matéria seca (MS) de plantas de milho submetido a adubação mineral e inoculação com bactérias fixadoras de N₂.

TRATAMENTOS	MATÉRIA SECA (kg)
T1	1,154 a1
T2	1,174 a1
T3	0,996 a1
T4	1,058 a1

Fonte: Própria autora (2020).

Desta forma, foi possível observar que não houve diferença estatística entre no desenvolvimento vegetativo do milho com inoculação para o desenvolvimento sem inoculação, no que tange ao número estatístico.

Algumas interferências ocorridas no processo podem ter alterado o desenvolvimento vegetativo do milho durante os tratamentos, visto que, qualquer mínima mudança durante a aplicação do método, pode alterar o resultado.

Durante o processo, parte da área do plantio sofreu alagação, por conta do alto volume de chuvas no período. Desta forma, buscou-se outros trabalhos presente na literatura científica, para comparar os resultados encontrados com a aplicação deste método, bem como os resultados alcançados.

Para fins de comparação, em um estudo realizado por Repke et al. (2013), o delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial duplo. O fator 1 teve dois tratamentos, sem e com aplicação da solução da bactéria *Azospirillum brasilense* nas sementes, e o fator 2, seis níveis, correspondentes a doses totais de nitrogênio de zero, 80, 105, 130, 155, 180 kg há⁻¹.

Como resultado, apresentou que em todas as avaliações efetuado, não apresentarão efeitos sob a utilização do inoculante com *Azospirillum brasilense* nas sementes de milho, somente diferenças quando submetido em doses de N separadas foram percebidos pela análise estatística realizada pelos autores.

No ensaio realizado por Araújo (2017) os tratamentos consistiram na aplicação associada ou não de *Azospirillum*, reguladores de crescimento vegetal e micronutrientes, e as doses foram recebidas através da aplicação foliar no estágio fenológico V4. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Como resultado, não foi possível observar diferenças significativas nas variáveis avaliadas (ARAÚJO, 2017).

Por último, a pesquisa realizada por Lopes (2016), avaliou a influência da utilização de diferentes métodos de inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento vegetativo e na produção de grãos da cultura do milho em diferentes zonas de relevo. O experimento foi realizado mediante a inoculação direta das sementes e aplicação de nitrogênio (T1); inoculação dirigida no sulco e aplicação de nitrogênio (T2) e a testemunha, com a aplicação de nitrogênio e sem inoculação das sementes (T3). Não houve interação entre os métodos de inoculação e as zonas de relevo. A inoculação da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*, tanto no tratamento de aplicação dirigida no sulco, como na inoculação direta das sementes de milho, proporcionou apenas maior altura média final das plantas, quando comparadas ao manejo tradicional, sem a utilização de inoculação das sementes (LOPES, 2016).

4 CONCLUSÃO

Diante o exposto, após condução do experimento realizado no município de Ji-Paraná (RO), observou-se que, embora a média superior no tratamento realizado (**T2** com inoculante e NPK 100%) demonstrem as mudanças ocorridas no desenvolvimento vegetativo do milho, estatisticamente, estes valores não foram significativos.

Portanto, é possível observar que, na maioria dos experimentos realizados com método de inoculação com NPK, conforme os experimentos supracitados, nem sempre os resultados apresentaram diferenças significativas, e, ao apresentar, pode

variar de acordo com o tipo de experimento conduzido e as interferências proveniente das particularidades de cada local de plantio.

Este estudo não teve a pretensão de esgotar a discussão a respeito deste tema, e nem garantir que todos os experimentos que pretendem avaliar o desenvolvimento vegetativo do milho (*Zea mays*) com o uso de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* associado à adubação com NPK, apresentem os mesmos resultados, pois podem variar de acordo com os protocolos de condução do experimento. No entanto, este trabalho objetivou contribuir para o corpus bibliográfico e científico sobre a temática tratada.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. S. **Aplicação de *Azospirillum brasilense* associado a reguladores de crescimento e micronutrientes na cultura do milho**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal de Uberlândia, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19018/1/Aplica%c3%a7%c3%a3oAzospirillumBrasilense.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- ARAÚJO, R. F.; MATRICARDI, E. A. T.; NAPPO, M. E. Zoneamento ecológico de pequena escala para espécies florestais tradicionais no Distrito Federal. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 421, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274167270_ZONEAMENTO_ECOLOGICO_DE_PEQUENA_ESCALA_PARA_ESPECIES_FLORESTAIS_TRADICIONAIS_NO_DISTRITO_FEDERAL. Acesso em: 15 maio 2020.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira 2019/2020**. Brasília, DF: Conab, 2020. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/33690_71305588b650dfe376aa0011b986350b. Acesso em: 15 maio 2020.
- BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Fixação biológica de nitrogênio**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>. Acesso em: 10 set. 2020a.
- BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Inoculante reduz uso de nitrogênio em milho e aumenta produtividade em mais de 100%**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45031761/inoculante-reduz-uso-de-nitrogenio-em-milho-e-aumenta-produtividade-em-mais-de-100#:~:text=FBN%20no%20milho-,O%20Azospirillum%20%C3%A9%20um%20g%C3%AAnero%20de%20bact%C3%A>

9rias%20promotoras%20de%20crescimento,processos%20ben%C3%A9ficos%20pa
ra. Acesso em: 9 set. 2020b.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Em abril, IBGE prevê alta de 2,3% na safra de 2020**. Brasília, DF: IBGE, 2020. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27649-em-abril-ibge-preve-alta-de-2-3-na-safra-de-2020#:~:text=Na distribuição da produção pelas,%2C4%25 do total nacional](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27649-em-abril-ibge-preve-alta-de-2-3-na-safra-de-2020#:~:text=Na%20distribui%C3%A7%C3%A3o%20da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20pelas,%2C4%25%20do%20total%20nacional.). Acesso em: 8 set. 2020.

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 87–95, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/brag/v75n1/0006-8705-brag-1678-4499160.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

COELHO, A. M. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, v.4, n.44, p. 12-13, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74273/1/Manejo-adubacao.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

COELHO, A. M. **Nutrição e Adubação do Milho**. Circular Técnica n. 78. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/490410>. Acesso em: 8 set. 2020.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G.; BAHIA FILHO, A. F. C. **Nutrição e adubação do milho forrageiro**. p. 29–43, 1995. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53041/1/Circ-14-Nutricao-adubacao.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

CRUZ, J. C. et al. **Manejo da cultura do Milho**. Circular Técnica n. 87. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19631/1/Circ_87.pdf. Acesso em: 15 maio 2020.

CRUZ, J. C. et al. **Cultivo do Milho**. Sistema de Produção-Cultivo do Milho. Sete Lagoas: Embrapa, 2010.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade e Eficiência Agronômica do Milho em Função da Adubação Nitrogenada e Manejos do Solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 135–146, 2010. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/299>. Acesso em: 9 set. 2020

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L.; TRIVELIN, P. C. O. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho e utilização do N residual pela sucessão aveia preta-milho. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1138–1141, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000400037. Acesso em: 9 set. 2020.

GARCIA, J. C. et al. **Aspectos econômicos da produção e utilização do milho**. Circular Técnica n.74. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Disponível em:

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/producaoutilmilho_000fghw1d5602wyiv80drauenaku42b6.pdf. Acesso em: 9 set. 2020.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Embrapa Documentos, v. 325, p. 36, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29676/1/Inoculacao-com-azospirillum.pdf>. Acesso em: 9 set. 2020.

JANDREY, D. B. **O manejo de nitrogênio para altas produtividades**. Blog Agronegócio, 2019. Disponível em: [http://www.pioneersementes.com.br/blog/84/o-manejo-de-nitrogenio-para-altas-produtividades#:~:text=A adubação nitrogenada em milho,dentre todos os nutrientes aplicados](http://www.pioneersementes.com.br/blog/84/o-manejo-de-nitrogenio-para-altas-produtividades#:~:text=A%20aduba%C3%A7%C3%A3o%20nitrogenada%20em%20milho,dentre%20todos%20os%20nutrientes%20aplicados). Acesso em: 15 set. 2020.

KÖKSAL, Y.; PENEZ, S. Efeitos da inoculação do Milho com *Azospirillum brasilense* Projeto. **Metrologia**, v. 53, n. 5, p. 1–116, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/133734>. Acesso em: 8 set. 2020.

LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, v. 15, n.6, 1976. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942200843629#!>. Acesso em: 8 set. 2020.

LOPES, M. M. **Pulverização dirigida no sulco e inoculação na semente de milho com *Azospirillum brasiliense***. 2016. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Universidade Federal de Santa Maria, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/13000/DIS_PPGAP_2016_LOPES_MARIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 nov. 2020.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: Editora UFLA, 2006. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/departamentos/lso/arquivos_aula/LSO_400%20Livro%20-%20Microbiologia%20e%20bioquimica%20do%20solo.pdf. Acesso em: 8 set. 2020.

QUINEBRE, S. R. **Adubação para a cultura do milho safrinha**. Blog Agronegócio em Foco, 2020. Disponível em: http://www.pioneersementes.com.br/blog/81/adubacao-para-a-cultura-do-milho-safrinha?gclid=CjwKCAjwzIH7BRAbEiwAoDxxTiK--A5g7FXFpEc96tn_rftWdHux0sOzepIPMpSwGjDb6yJ9EqBDgRoCTgcQAvD_BwE. Acesso em: 16 set. 2020.

REIS, V. M. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/34399/1/doc232.pdf>. Acesso em: 9 set. 2020.

REPLE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J. et al. **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. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104518/1/Eficiencia-Azospirillum.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

TIEN, T.; GASKINS, M.; HUBBELL, D. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of Pearl Millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 37, n. 5, p. 1016–1024, 1979. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC243341/>. Acesso em: 20 nov. 2020.