



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS DE GURUPI  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DAVID WILLKER DE SOUSA SANTOS**

**ANÁLISE DE TRILHA COM E SEM INOCULAÇÃO DE  
*Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO EM GURUPI-  
TO**

Gurupi/TO  
2021

**DAVID WILLKER DE SOUSA SANTOS**

**ANÁLISE DE TRILHA COM E SEM INOCULAÇÃO DE  
*Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO EM GURUPI-  
TO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Weder Ferreira dos Santos

Gurupi/TO  
2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

S237a Santos, David Willker de Sousa .

Análise de trilha com e sem inoculação de *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho em Gurupi-TO. / David Willker de Sousa Santos. – Gurupi, TO, 2021.

25 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2021.

Orientador: Weder Ferreira dos Santos

1. Bactéria. 2. Milho grão. 3. Path analysis. 4. Zea mays. I. Título

**CDD 630**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

DAVID WILLKER DE SOUSA SANTOS

### ANÁLISE DE TRILHA COM E SEM INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO EM GURUPI-TO

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

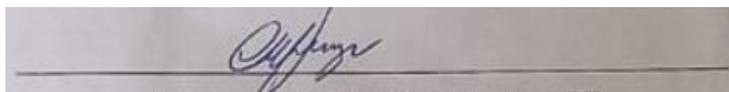
Data de aprovação: 15/ dezembro / 2021

Banca Examinadora

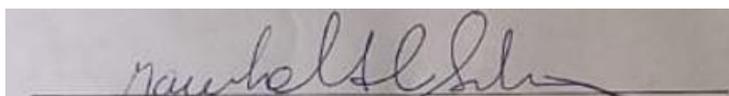


---

Prof. Dr. Weder Ferreira dos Santos, UFT



Prof. Dr. Clóvis Maurílio de Sousa, UFT



Prof. Dr. Marcela Cristina A. C. Silveira Tschoeke, UFT

*Dedico*

*Este trabalho, primeiramente aos meus Deus e meus pais, Jessé Augusto dos Santos e Maria Helena Evangelista de Sousa, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando, educando e dando amor, às minhas irmãs Jessica de Sousa Santos e Bruna de Sousa Santos.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre me abençoar e me dá a força para que eu conquiste meus sonhos e continue nesse caminho de bençãos.

Aos meus pais, Jessé Augusto do Santos e Maria Helena de Sousa Santos, minha irmã com suas crianças, Jessica de Sousa Santos, José Pedro Gomes de Sousa e Julia Gomes de Sousa, minha irmã caçula Bruna de Sousa Santos.

Ao orientador e amigo professor Dr. Weder Ferreira dos Santos por ter me dado todo apoio e suporte durante a minha trajetória acadêmica e com a realização do meu trabalho.

Aos membros da banca examinadora.

Aos amigos que essa trajetória me trouxe, em especial aos meninos do Grupo Eterno Agrônomo, Eduardo Tranqueira, Elias, Gabriel, Geovanne, Kayo, Leonardo e Rafael.

É as meninas que sempre estiveram me ajudando Divina Dálath Nunes, Lidiane Araújo, Nathália de Sousa, Natanni Ribeiro, Raiolleine Lopes e Renata Cardoso, Debora Thais. Entre outros colegas de curso pessoas que marcaram minha vida é espero trabalhar um dia com vocês.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa de melhoramento e fertilidade voltado para a cultura do milho orientados pelo professor Weder Ferreira dos Santos.

A todos que me apoiaram e incentivaram durante a caminhada.

## RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a análise de trilha com e sem inoculação de na cultura do milho no município de Gurupi-TO. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso. Utilizou-se de 20 tratamentos, num esquema fatorial 2x10. Os tratamentos foram constituídos por 10 cultivares de milho. As características agronômicas avaliadas foram: Número de grãos por fileira (NGPF), Número de fileiras na espiga (NFE), Altura de planta (AP), Altura da espiga (AE), Umidade (UMID) e produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (PRODG). A análise de trilha foi realizada por meio do programa computacional Genes. *Azospirillum brasilense* de acordo com a análise de trilhas, ele melhorou as seguintes características, Número de fileiras na espiga, altura de planta e umidade.

**Palavras-chaves:** Bactéria. Milho grão. *Path analysis*. *Zea mays*.

## ABSTRACT

The purpose of the study Was to evaluate the path analysis with and without inoculation of *Azospirillum brasilense* in corn crop in the city of Gurupi-TO. The experimental design used was randomized blocks. Twenty treatments were used, in a 2x10 factorial scheme. The treatments consisted of 10 maize cultivars. The agronomic characteristics evaluated were: Number of grains per row (NGPF), Number of rows in the ear (NFE), Plant height (AP), Ear height (AE), Moisture (UMID) and grain yield in kg ha<sup>-1</sup> (PRODG). *Azospirillum brasilense* according to the trail analysis, he improved the following characteristics, number of rows in the ear, plant height and moisture.

**Keywords:** Bacterium. Corn grain. *Path analysis*. *Zea mays*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Dados pluviométricos (mm) e as temperaturas médias (°C) diárias, no ano agrícola 2019/2020. Gurupi – TO. Fonte: Adaptado de INMET (2021). .....	13
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Atributos químicos e textuais na camada 0-20 cm para o local do experimento. Gurupi – TO, 2020, ano agrícola 2019/20. ....	14
<b>Tabela 2.</b> Características agronômicas das dez cultivares de milho utilizadas no experimento. ....	14
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância da característica Número de grãos por fileira (NGPF), Número de fileiras na espiga (NFE), Altura de planta (AP), Altura da espiga (AE), Umidade (DE) e produtividade de grãos em kg ha <sup>-1</sup> (PRODG), relativos a 10 genótipos de milho. ....	16
<b>Tabela 4.</b> Estimativas dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal, produtividade de grãos em kg ha <sup>-1</sup> (PRODG), e as explicativas: Número de grãos por fileira (NGPF), Número de fileiras na espiga (NFE), Altura de planta (AP), altura da espiga (AE), Umidade (UMID), relativos a 10 genótipos de milho. ....	17

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>20</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) vem se destacando ao ter bons resultados na produtividade e se tornando a maior cultura nas últimas décadas, com isso atingindo a marca de 1 bilhão de toneladas o valor expressivo que abandona o arroz e o trigo. O milho que se destaca por sua polivalência pois o vemos com diversas aplicações de mais de 3500 deste cereal, destacando no aspecto de segurança alimentar, na alimentação humana e, principalmente, animal, além da infinidade de produtos, tais como combustíveis, bebidas, polímeros etc. (CONTINI et al., 2019).

No Brasil, o milho possui grande importância econômica, ao lado soja sendo as duas principais commodities do país. Os estados com maior produção do cereal são, Mato Grosso, Paraná e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2021). A Conab prevê uma produção de 116,7 milhões de toneladas para a safra 2021/22 diante de um aumento esperado de 28% da produtividade das lavouras.

Embora muitos dos alimentos típicos no Brasil sejam feitos a partir de milho, apenas uma pequena fração do milho produzido é destinada ao consumo humano sua maior parcela e tem destino a alimentação animal, grãos são ricos em energia, carboidratos, proteínas, vitaminas, sais minerais e fibras (DUARTE et al., 2021).

Segundo Pinheiro et al. (2021) ao destacar que a cultura do milho vem se valorizando economicamente o que instiga a realizar novas pesquisas e lançar novas variedades, pois ela oferece base para avanços futuros. O milho vem ganhando espaço em território nacional, da mesma forma que todas as outras culturas tradicionais, que utilizavam tecnologia menos desenvolvida, buscando terras ainda não agricultáveis, bem como a fertilidade natural dos solos. A avaliação de propriedades de atributos físicos é uma alternativa para o melhoramento da qualidade do desempenho das produções de milho em grande escala, pois a partir dessas características pode-se almejar a produtividade.

Sendo esses fatores de interesse, análise de trilha (ou *path analysis*) consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de variáveis explicativas sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas. Apesar da correlação ser uma característica intrínseca de duas variáveis, em dada condição experimental, sua decomposição é dependente do conjunto de variáveis estudadas, que normalmente são avaliadas pelo pesquisador através do prévio conhecimento de sua importância e de possíveis inter-relações expressas em “diagramas de trilha” (CRUZ et al., 2014).

A busca é necessidade de encontrar fontes alternativas visando diminuir custo, além auxiliar a planta ter produtividade, as bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) sendo uma alternativa biológica que agem aumentando diversas atividades como redutase do nitrato, solubilização do fosfato e atuando como agente de controle biológico de patógeno. A capacidade dessas bactérias em fixar biologicamente o nitrogênio (DICKMANN, 2019).

O gênero *Azospirillum* vem se destacando em diversos estudos com ótimos resultados (LIMA, 2020). O *Azospirillum brasilense* promove o crescimento das plantas através da produção de hormônios vegetais e pela disponibilização de outros nutrientes, como o fósforo (HUNGRIA, 2016).

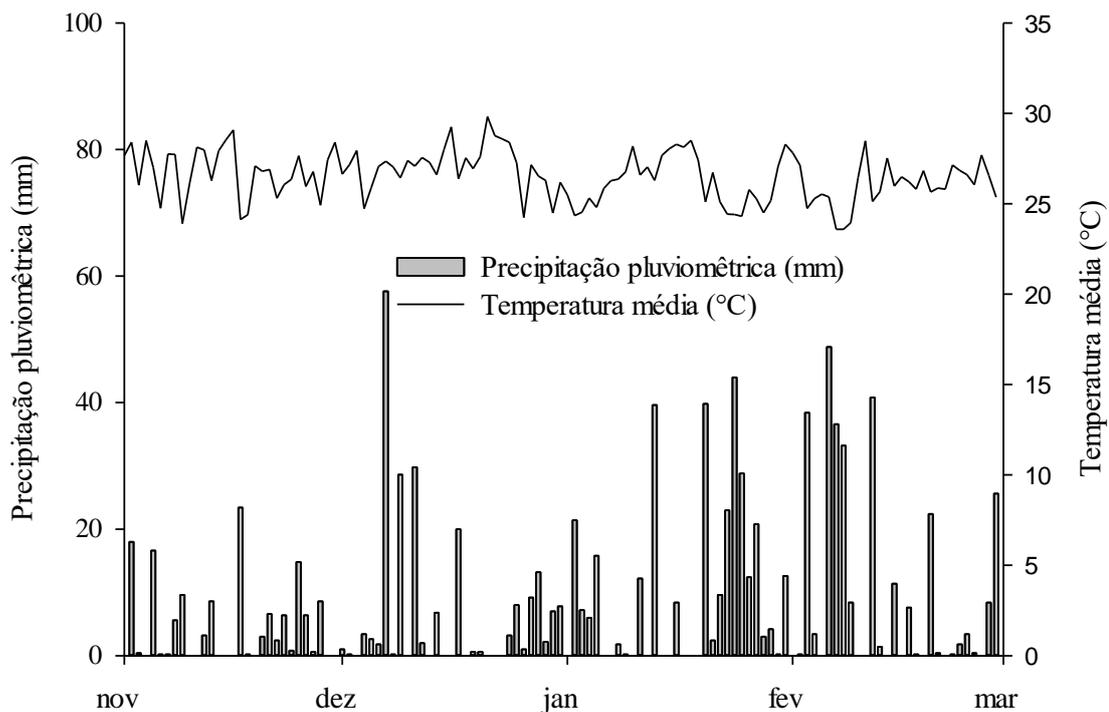
Estudos sobre *Azospirillum brasilense* na cultura do milho (COELHO et al., 2019; GARCIA et al., 2017; GUIMARÃES et al., 2021; JUNIOR et al., 2020; MORAIS et al., 2018; MUMBACH et al., 2017; PORTUGAL et al., 2017; RASPE & RASPE, 2021; ROCHA et al., 2020; ROCKENBACH et al., 2017; SILVA et al., 2021; ZEFFA et al., 2019). No entanto, no estado no Tocantins existem poucos estudos de análise de trilha associada ao *Azospirillum brasilense*.

Assim, diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar análise de trilha com e sem inoculação de *Azospirillum Brasilense* na cultura do milho em Gurupi-TO.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os Ensaio foram realizados na Universidade Federal do Tocantins (UFT) Gurupi (11°44' de latitude S, 49°05' de longitude W e altitude de 280 metros) na safra 2019/20. A região apresenta o clima (Figura 1) classificado como Aw, tropical, com uma moderada deficiência hídrica, a região tem temperaturas médias anual de 33°C nos períodos de seca e de médias de 26°C nos períodos chuvosos, tendo a precipitação anual em torno de 1804 mm, o verão chuvoso e invernos seco, segundo a classificação de Köppen (DUBREUIL et al., 2019).

**Figura 1.** Dados pluviométricos (mm) e as temperaturas médias (°C) diárias, no ano agrícola 2019/2020. Gurupi – TO. Fonte: Adaptado de INMET (2021).



Iniciando o preparo do solo a primeira atividade realizada foi a calagem na qual ocorreu a aplicação de duas toneladas de  $\text{ha}^{-1}$  de calcário dolomítico Filler, a qual foi feita incorporação no solo por meio de operações de aração e gradagem na camada superficial, logo após houve o sulcamento na área, em sequência foram feitas a aplicação dos fertilizantes e semeadura realizada manualmente, as doses de corretivos e fertilizantes seguindo, 5ª Aproximação (RIBEIRO et al., 1999), de acordo com as características obtidas na análise química e física do solo, expressos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos e textuais na camada 0-20 cm para o local do experimento. Gurupi – TO, 2020, ano agrícola 2019/20.

pH <sup>1</sup>	M.O.	P <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	Ca <sup>3</sup>	Mg <sup>3</sup>	Al <sup>3</sup>	H+Al <sup>3</sup>	SB	CTC	V	
	dag.kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmolc.dm <sup>-3</sup> -----									%
5,2	1,7	2,2	30	0,08	1,2	0,7	0,0	2,50	1,98	4,48	44	
Argila (g kg <sup>-1</sup> )			Silte (g kg <sup>-1</sup> )						Areia (g kg <sup>-1</sup> )			
275			50						675			

(1): CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>; (2): Extrator Mehlich; (3) KCL 1mol;

**Fonte:** Autor

A recomendação da adubação de base foi de 500 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 5-25-15 e para a adubação de cobertura 150 kg ha<sup>-1</sup> de Ureia (43% de N), fracionada em duas aplicações, no estádio V<sub>4</sub> (Quarta folha expandida) e V<sub>6</sub> (Sexta folha expandida).

Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 repetições, num esquema fatorial 2 x 10, totalizando 20 tratamentos. O primeiro fator foi constituído pela utilização de sementes tratadas no manejo com e sem *A. brasilense*. No tratamento com *A. brasilense* utilizou-se uma proporção de 100 ml do inóculo para 50 kg de semente sendo homogeneizada em saco plástico. O segundo fator refere-se às dez cultivares comerciais de milho, sendo estas, listadas abaixo (Tabela 2) com as respectivas características agrônômicas.

**Tabela 2.** Características agrônômicas das dez cultivares de milho utilizadas no experimento.

Nome comercial	Base genética	Transgenia	Ciclo	Nível tecnológico	Finalidade de uso
AG8088 PRO2	HS	PRO2	P	A	G/MV/SPI
M 274	HS	C	P	B/M	G/SPI
ANHEMBI	PPA	C	P	B/M	G/SPI
AG 1051	HD	C	SMP	M/A	G/MV/SPI
BR 2022	HD	C	P	B/M	G/SPI
BR 205	HD	C	P	B/M	G/SPI
BM 3051	HS	C	P	M/A	MV/SPI
CATIVERDE	PPA	C	SMP	M	G/MV/SPI
PR27D28	HD	C	SP	B/M	G/SPI
BRS 3046	HT	C	SMP	M/A	G/MV/SPI

**Fonte:** Autor

HS: híbrido simples, HD: híbrido duplo, HT: híbrido triplo, PPA: populações de polinização aberta, G: grão, MV: milho verde, SPI: silagem de planta inteira; C: convencional; PRO2: tecnologia VT PRO 2<sup>™</sup>; P: precoce; SMP: semiprecoce; SP: Superprecoce; A: alto; M: médio e B: baixo. Adaptado de Cruz et al. (2015), Pereira Filho e Borghi (2016), Pereira Filho e Borghi (2020).

A unidade experimental foi composta por duas fileiras de 3,0 m de comprimento, adotando espaçamento de 1 m entre linhas com uma área experimental de 6 m<sup>2</sup>. Em cada metro linear semeou-se 5 sementes obtendo uma população final de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Para as avaliações foi utilizada toda a área experimental.

Na pré-semeadura, foi realizado o tratamento das sementes com fungicida e inseticida (princípio ativo Piraclostrobina, Tiofanato Metílico e Fipronil). Para o controle da Lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), Lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) e Lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*) ao longo de todo o ciclo da cultura utilizou-se os inseticidas: Deltametrina (200 mL ha<sup>-1</sup>); Clorpirifós (1 L ha<sup>-1</sup>); Lambda-Cialotrina + Clorantranilprole (150 mL ha<sup>-1</sup>). Para controle do percevejo-barriga-verde (*Dichelops furcatus*), cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) e mosca branca (*Bemisia argentifolii*) utilizou-se: Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (180 mL ha<sup>-1</sup>), Imidacloprido + Bifentrina (400 mL ha<sup>-1</sup>) e Acetamiprido + Alfa-Cipermetrina (250 mL ha<sup>-1</sup>) (BORÉM et al., 2015).

O manejo para o controle de plantas infestantes, pragas e de doenças foi realizado de acordo com as recomendações técnicas encontradas na literatura para a cultura do milho (BORÉM et al., 2015).

A colheita foi realizada quando as plantas atingiram o estágio fisiológico ideal (R6) para a produção de grãos. Foram colhidas as espigas nas duas linhas centrais que compõem a área útil e avaliadas as características, produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (PROD<sub>G</sub>), e as explicativas: Número de grãos por fileira (NGPF), Número de fileiras na espiga (NFE), Altura de planta (AP), Altura da espiga (AE), Umidade (UMID) (MARAFON et al., 2015).

Após obtido e tabelado os dados, foi estimado os coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres. Adotou-se como significativa as correlações com valores de  $r \geq 0,6$  ou  $r \leq -0,6$ , oriundas da metodologia proposta por Dancey et al (2018), onde  $r$  acima de 0,6 é considerada de moderada a forte. Em seguida, foi realizada análise de trilha, sendo as correlações desdobradas em efeitos diretos e indiretos das variáveis (variáveis independentes) sobre a produtividade de espigas sem palha (PESP) (WRIGHT, 1921).

As análises foram realizadas utilizando-se o programa Computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2016).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância (Tabela 3), pode-se observar os efeitos representativos obtidos pela variação da bactéria *Azospirillum*, por meio do manejo com e sem aplicação de *Azospirillum brasilense*, observamos que teve diferença significativas nas seguintes características NGPF, PRODG (C/A; S/A), e nas características NFE, AP se obteve valores significativos somente (C/A).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância da característica Número de grãos por fileira (NGPF), Número de fileiras na espiga (NFE), Altura de planta (AP), Altura da espiga (AE), Umidade (DE) e produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (PRODG), relativos a 10 genótipos de milho.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios											
		NGPF		NFE		AP		AE		UMID		PRODG	
		C/A	S/A	C/A	S/A	C/A	S/A	C/A	S/A	C/A	S/A	C/A	S/A
Bloco	2	3,7	15,8	0,2	0,2	43,2	16,6	171	37,6	28,9	9,1	941135,0	283724,6
Cultivar	9	61,9*	49,4*	4,3*	2,8 <sub>s</sub> <sup>n</sup>	578,3 <sub>s</sub> *	233,1 <sub>s</sub> <sup>n</sup>	626	208,4 <sub>s</sub> <sup>n</sup>	4,9 <sup>ns</sup>	13,4 <sub>s</sub> <sup>n</sup>	6260931,8 <sub>s</sub> *	484970,0 <sub>s</sub> *
Resíduo	18	11,5	11,4	1,6	1,6	92,57	272,9	246	219	15,5	17,8	826231,6	1354864,4
Média		35	34	15,8	15,5	192	193	88	94	29,9	29,9	7167	6766
CV (%)		9,82	9,94	7,94	8,25	5,01	8,54	17,8 <sub>4</sub>	15,67	13,1 <sub>8</sub>	14,12	12,68	17,20

<sup>ns</sup>; \* não significativo e significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Fonte:** Autor

Os coeficientes de variação (CV) observamos que o coeficiente valores abaixo de 10% nas seguintes características NGPG, NFE e AP. O coeficiente de variação abaixo de 10% é considerado baixo o que indica boa precisão, já os valores quanto está 10 até 20% quer dizer médio como a literatura (CRUZ, 2019).

Os coeficientes de determinação revelam que temos uma forte relação com a Produtividade e as outras variáveis indiretas nas estimativas (Tabela 4). Com *Azospirillum* (0,9752) e sem *Azospirillum* (0,7809) sendo um ponto positivo demonstrando que essas variáveis têm uma contribuição significativa na produtividade do milho. Já Efeito Variável residual Com *Azospirillum* (0,1576) e sem *Azospirillum* (0,4681) são considerados baixos.

**Tabela 4.** Estimativas dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal, produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> (PRODG), e as explicativas: Número de grãos por fileira (NGPF), Número de fileiras na espiga (NFE), Altura de planta (AP), altura da espiga (AE), Umidade (UMID), relativos a 10 genótipos de milho.

Caracteres	Efeitos de Associação	C/A	S/A
		Estimativas	
NGPF	Efeito direto sobre PRODG	0,0240	0,9664
	Efeito indireto via NFE	-0,0954	-0,0094
	Efeito indireto via AP	0,1573	0,1392
	Efeito indireto via AE	0,0194	-0,3501
	Efeito indireto via UMID	0,5054	0,1023
	Total	0,6106	0,8484
NFE	Efeito direto sobre PRODG	0,2018	-0,0510
	Efeito indireto via NGPF	-0,0113	0,1774
	Efeito indireto via AP	-0,1582	0,0128
	Efeito indireto via AE	-0,0246	-0,0754
	Efeito indireto via UMID	-0,2540	-0,0251
	Total	-0,2464	0,0387
AP	Efeito direto sobre PRODG	0,4235	0,3112
	Efeito indireto via NGPF	0,0089	0,4322
	Efeito indireto via NFE	-0,0754	-0,0021
	Efeito indireto via AE	0,0899	-0,3544
	Efeito indireto via UMID	0,2651	0,1267
	Total	0,7119	0,5137
AE	Efeito direto sobre PRODG	0,1159	-0,4349
	Efeito indireto via NGPF	0,0040	0,7780
	Efeito indireto via NFE	-0,0429	-0,0088
	Efeito indireto via AP	0,3284	0,2536
	Efeito indireto via UMID	0,3138	0,1319
	Total	0,7192	0,7197
UMID	Efeito direto sobre PRODG	0,7183	0,1840
	Efeito indireto via NGPF	0,0169	0,5372
	Efeito indireto via NFE	-0,0714	0,0070
	Efeito indireto via AP	0,1563	0,2144
	Efeito indireto via AE	0,0506	-0,3118
	Total	0,8707	0,6308
Coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> )		0,9752	0,7809
Efeito da variável residual		0,1576	0,4681

Fonte: Autor

Rios et al. (2012) e Mundim et al. (2013), relatam que o valor do coeficiente de determinação reflete o quanto, em porcentagem, da variação da variável principal é explicada pelas utilizadas na análise de trilha.

Na Tabela 4 o NGPF em condições com *Azospirillum* (C/A) e sem *Azospirillum* (S/A) mostrou efeito direto positivo sobre a PRODG (0,0240 C/A) e (0,9664 S/A) e indiretos vias

estimativas AP de (0,1573 C/A) e (0,1392 S/A) e UMID (0,5054 C/A) e (0,1023 S/A) também AE (0,0194 C/A), entretanto apresentou efeitos indireto negativos nas variáveis em NFE de (-0,0954 C/A) e (-0,0094 S/A), também em AE de (-0,3501 S/A), tendo efeitos negativos sobre o efeito de PROD. GUIMARÃES et al., (2021), destaca que os tratamentos que houveram uso do *Azospirillum*, o NGPF houve maior contribuição sobre o efeito produtividade comparado ao Tratamento sem uso de inoculante.

Nas estimativas (C/A) que demonstra a relação o NFE que tem via efeito direto positivo PRODG (0,2018), com isso os efeitos indiretos negativos via NGPF (-0,0113), AP (-0,1582), AE (-0,2046) e UMID (-0,2540). Com um total na característica NFE via direta e indireta apresenta valor negativo (-0,2464). Na estimativa (S/A) a relação NFE nota-se que deu negativo NFE entre a via de efeito direto PRODG (-0,0510), indiretas via AE (-0,0754) e UMID (-0,0251), e indiretas positivo via NGPF (0,1774) e AE (0,0128). GUIMARÃES et al., 2021 destaca que a planta inoculada tem um melhor desenvolvimento vegetativo o que acarreta uma reserva maior de nitrogênio o que justifica tal resultado.

Mundim et al. (2013) relatam que valores altos das correlações e do efeito direto revelam associação direta, de causa-efeito, entre os atributos utilizados na análise.

Em relação à AP, notou-se efeitos diretos sobre a PRODG (0,4235 C/A) e (0,3112 S/A) e indireta via NGPF (0,0089 C/A) e (0,4322 S/A), UMID (0,2651 C/A) e (0,1267 S/A) e AE (0,0889 C/A), e negativo efeito indireto via NFE (-0,0754 C/A) e (-0,0021 S/A), AE (-0,3544 S/A).

A variável AE com *Azospirillum* notou-se efeito direto positivo sobre a PRODG (0,1159), e indireta via e NGPF (0,0040), AP (0,3284) e UMID (0,3138) e negativo via NFE (-0,0429). Já a variável AE sem *Azospirillum* nota-se efeito direto negativo sobre a PRODG (-0,4349) e indireto positivo via NFG (0,7780), AP (0,2536) e UMID (0,1319), porém apresentou efeito indireto negativo sobre NFE (-0,0088). Santos et al. (2017), observou em 16 genótipos de milho que, embora AE não tenha nenhuma relação com a produtividade, a espiga deve ser inserida na parte média da planta, possivelmente evitando acamamentos e quebra de plantas.

A UMID proporcionou efeito direto positivo sobre a PRODG (0,7183 C/A) e (0,1840 S/A), e indiretos positivos via NGPF (0,0169 C/A) e (0,5372 S/A) e AP (0,1563 C/A) e (0,2144 S/A), AE (0,0506 C/A) e NFE (0,0070 S/A), no entretanto apresentou efeito indireto negativo via NFE (-0,0714 C/A) e AE (-0,3118 S/A).

Guimarães et al. (2021) destaca que o uso da inoculação se mostrou agronomicamente eficiente na cultura do milho, sendo próximo dos valores apresentados neste trabalho onde o tratamento comparativo se usa do *Azospirillum*, as variáveis NFE, NGEF, AP e AE sobre o

efeito produtividade se obteve valores próximos ou superior a adubação somente com aplicação de nitrogênio o tratamento de uso do inoculante em conjunto da aplicação inicial o que dá embasamento no efeito das variáveis indiretas abordadas.

No contexto geral, os efeitos dos desdobramentos, mediante análise de trilha dos coeficientes de correlação de NGPF, AP, AE e UMID além de NFE (C/A), foram positivas apresentando elevadas significâncias. Porém o efeito NFE (C/A) que apresentou um efeito direto positivo com a PRODG mostrou-se negativo sendo explicados pelas variáveis de efeito indireto que se apresentaram negativos.

#### **4 CONCLUSÕES**

O *Azospirillum brasilense* de acordo com a análise de trilhas, ele melhorou as seguintes características, número de fileiras na espiga, Altura de Planta e Umidade sendo mais indicadas para seleção indireta para produtividade manejando milho com *Azospirillum brasilense* na Região Sul do Tocantins.

## REFERÊNCIAS

- BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho**: do plantio à colheita. Viçosa: Editora UFV, 46-47 2015.
- CARVALHO, E.V.; AFFÉRI, F.S.; PELUZIO, J.M.; COLOMBO, G.A.; DOTTO, M.A. Análise de trilha e variação genética na cultura do milho em condições de cerrado. **In Colloquium Agrariae**, v.14, n.2, p.13–23 2018.
- COELHO, B.A.; DIAS, V.; PELÚZIO, J.M.; SOUZA, C.; SIQUEIRA, G.; SANTOS, W. Produtividade do milho cultivado em baixa latitude na entressafra inoculado com *Azospirillum brasilense* com diferentes doses de nitrogênio. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.6, p.18-28, 2019.
- CONAB. **Boletim da Safra de Grãos**. 2021. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- CONTINI, E.; MOTA, M.M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R.D.; SILVA, A.D.; MENDES, S.M. **Milho**: caracterização e desafios tecnológicos. Brasília: Embrapa, 2019.
- CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, v.38, n.4, p.547-552, 2016.
- CRUZ, C.D. **GENES**: Programa para análise e processamento de dados baseado em modelos de genética e estatística experimental. Viçosa: UFV, 2019.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2014. 668p.
- CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; BORGHI, E.; SIMÃO, E.D.P. Quatrocentos e setenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de semente na safra 2015/16. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015.
- DANCEY, C.P.; REIDY, J.; VIALI, L. **Estatística Sem Matemática para Psicologia**: Usando SPSS para Windows. 7. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.
- DICKMANN, L. **Residual da adubação fosfatada e efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas em sistema plantio direto no Cerrado**. 2019. Tese. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Disponível em: <[https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UNSP\\_9d3530ff849aa10ecbc3e28cbd578c05](https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UNSP_9d3530ff849aa10ecbc3e28cbd578c05)>. Acesso em: 13 dez. 2021.
- DUARTE, J.O.; MATTOSO, M.J.; GARCIA, J.C. **Importância Socioeconômica**. 2021. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html)>. acesso em: 13 dez. 2021.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K.P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Climate change evidence in Brazil from Köppen's climate annual types frequency. **International Journal of Climatology**, v.39, n.3, p.1446-1456, 2019.

GARCIA, M. M et al. Effects of *Azospirillum brasilense* on growth and yield compounds of maize grown at nitrogen limiting conditions. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 353-362, 2017.

GUIMARÃES, V F; KLEIN, J.; KLEIN, D.K. Inoculante líquido contendo estirpe de *Azospirillum brasilense*, via sementes na cultura do milho, associado à adubação nitrogenada promovendo ganhos em produtividade. **Research, Society and Development**, v.10, n.3, p.e8210311292-e82018210311292, 2021.

HUNGRIA, M. **Azospirillum**: um velho novo aliado. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1057259/azospirillum-um-velho-novo-aliado>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2021. Disponível em [http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\\_dspDadosCodigo\\_sim.php?QTaxOQ==](http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTaxOQ==). Acesso em 13 dez. 2021.

JÚNIOR, N.B.; ALVES, G.H.T.; BELLETTINI, S.; BELLETTINI N.M.T. Parcelamento de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.11, p.89544-89663, 2020.

LIMA, C.S. **Rendimento da cultura do milho em resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense* associado às diferentes doses de nitrogênio e plantas de cobertura**. 2020. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6604>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

MARAFON, F.; NEUMANN, M.; RIBAS, T.M.B.; REINEHR, L.L.; POCZYNEK, M.; BUENO, A.V.I.; FIANCO, B. Análise do efeito da colheita da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos e do processamento dos grãos sobre a qualidade da silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.5, p.3257, 2015.

MORAIS, M; AMARAL, H.F.; NUNES, M. P. Desenvolvimento e assimilação de nutrientes da cultura de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 34, n.esp., p.160-176, 2018.

MUMBACH, G.L et al. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Scientia Agraria**, v.18, n.2, p.97-103, 2017.

MUNDIM, G.B., VIANA, J.M.S., MAIA, C., PAES, G.P., DELIMA, R.O. Genetic diversity and path analysis for nitrogen use efficiency in popcorn inbred lines. **Euphytica**, v.191, p.291-299, 2013.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. **Sementes de Milho**: nova safra, novas cultivares e contínua a dominância dos transgênicos. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214366/1/Doc-251.pdf>>. acesso em: 13 dez. 2021.

PEREIRA FILHO, I.A.; BORGHI, E. **Mercado de sementes de milho no Brasil**: safra 2016/2017. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 28p.

PEREIRA, L. C.; MARTELI, D.C.V.; BRACCINI, A.; MATERA, T.C.; SUZUKAWA, A. K.; LARA, L.M. Produtividade do milho em resposta a doses de *Azospirillum Brasilense* aplicado na caixa de semeadura. p. 5, 2017.

PINHEIRO, L.S et al. Análise de trilha dos atributos físicos de milho (*Zea mays* L.) em sistema de cultivo convencional. **Research, Society and Development**, v.10, n.1, p.e8010110832-e8010110832, 2021.

PORTUGAL, J.R et al. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho no Cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, p.639-649, 2017.

RASPE, D.T.; RASPE, C.R. Inoculação e aplicação de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* e sua influência no desenvolvimento da cultura do milho. **Revista Uningá Review**, v.36, p.eURJ3638-eURJ3638, 2021.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, Minas Gerais: Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais - CFSEMG, 1999.

ROCHA, R. A.S.; COLTRO, G.L.; LIZZONI, G.C.; Adubação nitrogenada associada à inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Biodiversidade**, v.19, n.4, 2020.

ROCKENBACH, M.D.A et al. Eficiência da aplicação de *Azospirillum brasilense* associado ao nitrogênio na cultura do milho. **Acta Iguazu**, v.6, n.1, p.33-44, 2017.

SILVA, E. H. D. Análise de coeficiente de trilha para caracteres agronômicos da cultura da chia no sul do Tocantins. In: **IV SICTEG-Semana Integrada de Ciência e Tecnologia de Gurupi**. 2018.

SILVA, Z. D et al. Path Analysis for Maize (*Zea mays*) Silage Cerrado-Amazon Ecotone. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v.8, n.4, p.057-063, 2021.

SODRÉ, L.F et al. Divergência genética em milho para baixo e alto nitrogênio visando à produção de óleo e proteína. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.22, n.1, p.1-7, 2017

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.

ZEFFA, D.M et al. *Azospirillum brasilense* promotes increases in growth and nitrogen use efficiency of maize genotypes. **PLoS One**, v.14, n.4, p.e0215332, 2019.