Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

INFLUÊNCIA DE *Azospirillum brasilense* NAS INTERAÇÕES ENTRE MILHO E PLANTAS DANINHAS

Influence of Azosprillum brasilense on interactions between maize and weeds

Christiano da Conceição de MATOS
Universidade do Estado de Minas Gerais
christiano.matos@uemg.br

Victor Cintra MEDEIROS
Universidade do Estado de Minas Gerais
victorcintra2014@gmail.com

Letícia Alves da SILVA
Universidade do Estado de Minas Gerais
leticia.1592713@discente.uemg.br

Marcos Aluísio de OLIVEIRA FILHO
Universidade do Estado de Minas Gerais
marcos.1501471@discente.uemg.br

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v6n1.426

Resumo

Objetivou-se avaliar se a inoculação de sementes de milho (*Zea mays* L.) com *Azospirillum brasilense* influencia as interações entre a cultura e as plantas daninhas corda-de-viola [*Ipomoea nil* (L). Roth] e tiririca (*Cyperus rotundus* L.). O experimento foi realizado em esquema fatorial com duas condições de inoculação (sementes de milho inoculadas com *A. brasilense* e sementes sem inoculação) e três formas de cultivo (monocultivo do milho e das plantas daninhas, convivência da cultura com a corda-de-viola ou com a tiririca), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As plantas foram cultivadas por 42 dias em casa de vegetação. De maneira geral, os tratamentos não influenciaram a altura e o diâmetro do colmo do milho. Comparando a mesma forma de cultivo, o milho em convivência com tiririca produziu menor matéria seca da parte aérea quando inoculado com *A. brasilense*. A competição com corda-de-viola e tiririca reduziu a matéria seca da parte área do milho inoculado com essa bactéria. Independente da forma de cultivo, o milho inoculado com *A. brasilense* foi mais prejudicado pela competição com as plantas daninhas que o não inoculado. Conclui-se que a inoculação com *A. brasilense* reduz a capacidade do milho de competir com corda-de-viola e tiririca.

Palavras-chave: Corda-de-viola. Microrganismo rizosférico. Promoção de crescimento. Tiririca.

Abstract

The aim of this work was to evaluate whether the inoculation of maize seeds (*Zea mays* L.) with *Azospirillum brasilense* influences the interactions between the crop and weeds morning glory [*Ipomoea nil* (L.) Roth] and nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). The experiment was carried out in a factorial design with two inoculation conditions (maize seeds inoculated with *A. brasilense* and seeds without inoculation) and three cultivation methods (monoculture of maize and weeds, coexistence of the crop with morning glory or nutsedge), in a completely randomized design with four replications. The plants were grown for 42 days in a greenhouse. In general, the treatments did not influence the height and diameter of the maize stalk. Comparing the same form of cultivation, maize coexisting with nutsedge produced less shoot dry matter when inoculated with *A. brasilense*. Competition with morning glory and nutsedge reduced the shoot dry matter of maize inoculated with this bacterium. Regardless of the cultivation method, maize inoculated with *A. brasilense* was more affected by competition with weeds than non-inoculated maize. It is concluded that inoculation with *A. brasilense* reduces the ability of maize to compete with morning glory and nutsedge.

Keywords: Morning glory. Rhizospheric microorganism. Growth promotion. Nutsedge.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho demanda diversos tratos culturais e uma prática que tem se tornado cada vez mais frequente é a aplicação de produtos biológicos, como para o manejo de pragas e doenças e fornecimento de nutrientes para as plantas (SANTOS; NOGUEIRA; HUNGRIA, 2021).

Na rizosfera existe uma série de interações entre plantas e microrganismos que podem ser benéficas ou não para o vegetal. Dentre esses microrganismos, há os promotores de crescimento vegetal (MPCV), que se associam com as plantas e estimulam o crescimento e o desenvolvimento dela. Esses MPCV têm a capacidade de induzir a promoção de crescimento mediante diferentes mecanismos, tais como: fixação biológica de nitrogênio (FBN), a solubilização de fosfatos e potássio, a produção de sideróforos e a produção de fitohormônios, tais como as giberelinas, auxinas, citocininas, entre outros (OROZCO-MOSQUEDA *et al.*, 2018). Alguns desses microrganismos têm sido bastante explorados na agricultura, como é o caso dos fungos micorrízicos arbusculares e das bactérias fixadoras de nitrogênio (OLIVEIRA-PAIVA *et al.*, 2021; SARANGI *et al.*, 2021). Dentre esses microrganismos, destaca-se a bactéria *Azospirillum brasilense*, usada frequentemente na cultura do milho por ser capaz de fixar N e produzir reguladores de crescimento, como auxinas e giberelinas, promovendo o crescimento de plantas e auxiliando na absorção de água e nutrientes (DE ZAMAROCZY, 1995; SANTOS; NOGUEIRA; HUNGRIA, 2021).

A inoculação do milho com *A. brasilense* pode aumentar o crescimento em altura de planta, produtividade e reduzir a aplicação de nitrogênio (N) em cobertura sem afetar o desenvolvimento e o rendimento da cultura (BOLETA *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2018; PICAZEVICZ; KUSDRA; MORENO, 2017). Outro possível efeito de *A. brasilense* sobre culturas agrícolas é sua interferência nas interações entre as plantas cultivadas e as daninhas. Em sementes de trigo inoculadas com *A. brasilense*, por exemplo, foi observado favorecimento dessa cultura na competição com azevém nos estádios iniciais de desenvolvimento do trigo (BARBOSA *et al.*, 2019).

A inoculação com microrganismos, que promovem crescimento da cultura, pode ser uma ferramenta para auxiliar no manejo integrado das plantas daninhas. Com maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, a cultura pode se tornar mais competitiva, podendo minimizar os danos causados pela interferência de plantas daninhas (JIN *et al.*, 2011; LI *et al.*, 2016; MATOS *et al.*, 2019b). A inoculação de isolados bacterianos rizosféricos na mostarda (*Brassica juncea* L.) aumentou em até 191% a matéria seca dessa planta e reduziu em 92 % a produção de matéria seca da planta daninha (*Lathyrus aphaca* L.), devido a liberação de ácido delta-aminolevulínico (ALA) (PHOUR; SINDHU, 2019).

Pouco se sabe sobre os efeitos de MPCV sobre as interações ecológicas de competição e facilitação entre culturas e plantas daninhas. Apesar do crescente uso de *A. brasilense* no cultivo de milho, estudos sobre possíveis efeitos desse microrganismo nas interações dessa cultura com plantas daninhas são escassos. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar se a inoculação com *A. brasilense* influencia as interações entre milho e as plantas daninhas corda-de-viola e tiririca nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Existem diversos gêneros que compõem o grupo de microrganismos promotores de crescimento, dentre eles o *Azospirillum* tem se destacado. Essas bactérias têm capacidade de produzir reguladores de crescimento vegetal, como o ácido indolacético, o qual promove o crescimento radicular e o ganho em biomassa, além de aumentar a tolerância a estresses bióticos e abióticos (OKUMURA *et al.*, 2013). As bactérias do gênero *Azospirillum* vivem naturalmente na maioria dos solos brasileiros e apresentam ampla variabilidade genética, entretanto, para utilizar como inoculantes, faz-se necessária uma seleção de estirpes eficientes para esse fim (ARDAKANI *et al.*, 2011). Essas bactérias também são conhecidas por serem fixadoras de nitrogênio, através de uma enzima chamada dinitrogenase, capazes de romper a tripla ligação de N_2 e reduzi-lo a amônia, forma a qual as plantas absorvem o N (HUNGRIA *et al.*, 2010).

A inoculação de *Azospirillum* no milho pode gerar a economia de 30 a 50 kg ha^{-1} de fertilizantes minerais nitrogenados (FANCELLI, 2010). Além disso, essa prática pode reduzir até 50% o uso desses fertilizantes sem comprometer a produtividade do milho (VINHAL-FREITAS; RODRIGUES, 2010). A forma de atuação direta dessas bactérias resulta em maior produção de hormônios que promovem crescimento, como auxina, giberelinas e citocinas. Já no mecanismo indireto, possui atuação em resistência sistemática a doenças, biossíntese de hormônios relacionados ao estresse, como ácido jasmônico, ácido abscísico, etileno e biossíntese de compostos antimicrobianos (DE ZAMAROCZY, 1995; SANTOS; NOGUEIRA; HUNGRIA, 2021).

Diversas plantas são capazes de infestar áreas agrícolas e prejudicar a cultura, dentre as quais se destacam a corda-de-viola (*Ipomoea* sp.) e a tiririca (*Cyperus rotundus*), pois estão presentes em praticamente todo o território brasileiro e distribuídas em várias partes do mundo (SILVA; SILVA, 2007). A tiririca é uma planta de ciclo fotossintético C_4, capaz de se propagar por sementes e por estruturas vegetativas, como rizomas, bulbos e tubérculos, o que favorece a sobrevivência e a agressividade dessa planta até mesmo em situações adversas (PEERZADA, 2017). Espécies do gênero *Ipomoea*, popularmente conhecidas como corda-de-viola, são plantas trepadeiras que prejudicam a absorção de luz e, consequentemente, reduzem a fotossíntese das culturas, além de comprometer o rendimento operacional da colhedora, causando sérios problemas em cultivos de culturas como milho e cana-de-açúcar (BHULLAR *et al.*, 2012; GIRALDELI; FONTANETTI; MONQUERO, 2019).

Os microrganismos do solo têm papel chave na habilidade competitiva de diferentes espécies vegetais e podem influenciar diretamente a produtividade e a aquisição de nutrientes pelas plantas (VAN DER HEIJDEN; WIEMKEN; SANDERS, 2003). Assim, a inclusão dos microrganismos do solo em estudos sobre as interações entre plantas é interessante, pois as relações planta-microrganismo podem ser decisivas para o estabelecimento, sucesso competitivo e sobrevivência de uma espécie em um determinado ambiente (CALLAWAY *et al.*, 2004; REINHART; CALLAWAY, 2006).

A influência da microbiota do solo na promoção ou inibição de crescimento de plantas é uma área que tem recebido muita atenção, com estudos recentes sobre a influência dos microrganismos sobre as interações cultura-planta daninha (MATOS *et al.*, 2019a; MONTEIRO *et al.*, 2021). Nesse sentido, é necessário compreender as interações entre culturas, plantas daninhas e micro-organismos do solo para desenvolver práticas eficientes de manejo integrado de plantas daninhas (JORDAN; ZHANG; HUERD, 2000; LI *et al.*, 2016).

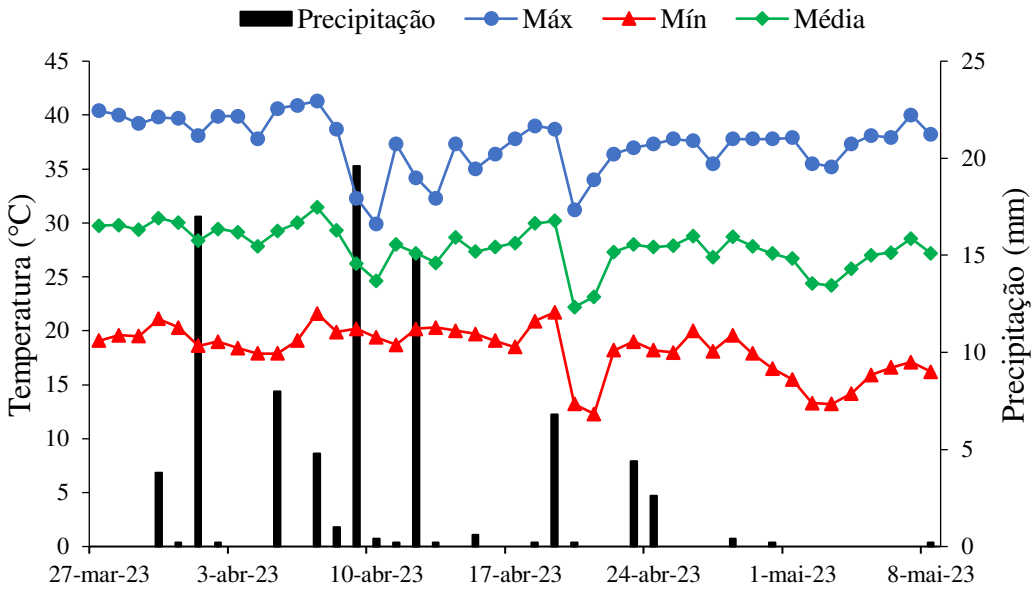
2 MATERIAIS E MÉTODOS

O Experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade do Estado de Minas Gerais, unidade de Ituiutaba, durante os meses de março a maio de 2023 na cidade de Ituiutaba - Minas Gerais. O município está situado a 605m de altitude, latitude - 18° 57' 55" Sul, Longitude: 49° 27' 49" Oeste. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é definido como Aw, tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso.

Amostra de solo de área agrícola, localizada na cidade de Ituiutaba/MG, foi coletada da camada de 0 – 20cm de profundidade, seca ao ar e peneirada em malha de 4 mm de diâmetro. Vasos plásticos de 24,0 x 19,0 x 23,0 cm (diâmetro superior, diâmetro inferior e altura) foram preenchidos com 8kg desse solo, cujas características físicas e químicas foram pH 5,86; 38,40 g kg^{-1} de matéria orgânica; 5,55 mg dm^{-3} de $P_{Mehlich-1}$, 66,20 mg dm^{-3} de K; 1,51; 0,43; 0,00; 4,85 e 6,98 cmolc dm^{-3} de Ca, Mg, Al, H + Al, e CTC efetiva, respectivamente. A análise física obteve 12,4% argila, 2,6% silte e 85,0% areia. A adubação de pré-plantio foi realizada incorporando ao solo 400mg dm^{-3} de P_2O_5, utilizando como fonte o adubo 0 – 23 – 0.

A temperatura da casa de vegetação durante o período de condução do experimento foi monitorada diariamente por meio de leitura em termômetro digital de máxima e mínima instalado na bancada onde foram colocados os vasos do experimento (Figura 1). Dados de precipitação, apresentados na Figura 1, para o período de realização do experimento, foram obtidos por consulta à estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2023).

Figura 1- Temperatura mínima, média e máxima da casa de vegetação e precipitação diária da região durante o período de condução do experimento. Ituiutaba/MG, 2023.



Fonte: Autoria própria

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

O experimento foi realizado em esquema fatorial com duas condições de inoculação (sementes de milho inoculadas com *Azospirillum brasilense* e sementes sem inoculação) e três formas de cultivo (milho em monocultivo, milho em convivência com corda-de-viola e milho em convivência com a tiririca). Além disso, foram realizados dois tratamentos adicionais com o monocultivo das plantas daninhas, corda-de-viola [*Ipomoea nil* (L). Roth] e tiririca (*Cyperus rotundus* L.). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

A inoculação das sementes de milho da variedade BM790 Pro3, foi realizada aplicando-se inoculante líquido comercial contendo cepas Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense* ($2x10^8$ UFC / mL), densidade de 1,00 g mL^{-1}, na dose de 4 mL de produto comercial por quilo de sementes. Foi realizada a adição de 0,33 mL de um aditivo para inoculação juntamente com a dose do inoculante. Esse produto foi aplicado sobre as sementes de milho e homogeneizado para que todo material propagativo fosse coberto pelo inoculante.

Imediatamente, após a realização da inoculação, cinco sementes de milho foram semeadas a 5cm de profundidade no solo dos vasos, conforme o tratamento. As sementes de corda-de-viola foram previamente escarificadas para superação de dormência, sendo distribuídas 20 propágulos por vaso a uma profundidade média de 3 cm. A semeadura da tiririca foi realizada pelo plantio de oito tubérculos (≅ 0,5 x 10 mm) a 3 cm de profundidade em cada vaso. O desbaste das plantas foi realizado aos 10 dias após semeadura (DAS), sendo mantido 2 plantas de milho e 4 plantas daninhas por vaso, conforme tratamento.

A adubação de cobertura foi realizada aos 23 DAS, aplicando-se 10 mL / vaso de soluções de nitrato de amônio e cloreto de potássio, para adicionar ao solo 50 mg dm^{-3} de N e K, respectivamente. Aos 35 DAS foi realizada adubação foliar das plantas por meio da pulverização de solução contendo 5 mL L^{-1} do formulado 03 – 02 - 02 + micros (Foliar Agrofert®). Nesse momento, também foi aplicado via solo 2 mL / vaso desse mesmo adubo.

Aos 24, 32 e 42 DAS, mensurou-se o diâmetro do colmo / caule das plantas de milho, corda-de-viola e de tiririca. Nessas mesmas ocasiões, também foi avaliada a altura das plantas de milho e tiririca. O diâmetro do caule (mm) foi aferido com paquímetro digital a uma altura de 4cm do solo. A altura das plantas foi determinada com o auxílio de uma trena, considerando na medição a distância da superfície do solo até o ápice da folha bandeira do milho ou da tiririca. Aos 42 DAS, as plantas foram cortadas rente ao solo e separadas em parte aérea e raiz. Todos os tecidos vegetais foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, onde permaneceram por 72 horas, até que atingiram massa constante. Logo após, o material vegetal foi pesado em balança digital (0,0001 g), para a determinação da matéria seca que foi expressa em g / vaso.

Os efeitos da competição entre plantas em função das condições de cultivo (milho inoculado com *A. brasilense* ou milho sem inoculação) foram analisados pelo "*relative interaction index*" (RII) (ARMAS; ORDIALES; PUGNAIRE, 2004). Esse índice foi calculado conforme a equação 1:

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

(1)

$$RII = \frac{(Matéria\ seca\ total\ da\ planta\ em\ competição - matéria\ seca\ total\ da\ planta\ em\ monocultivo)}{(Matéria\ seca\ total\ da\ planta\ em\ competição\ +\ matéria\ seca\ total\ da\ planta\ em\ monocultivo)}$$

O RII é uma medida da força de interação entre as espécies e varia de -1 a 1, é simétrico em torno de zero. Valores negativos indicam efeitos supressivos devido à competição por recursos ou outros efeitos antagônicos; valores positivos indicam efeitos de facilitação.

Os dados de diâmetro do colmo, altura de plantas e massa da matéria seca da parte aérea, raiz e total de milho e os dados de RII foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ($p \leq 0,05$). Quando a ANOVA foi significada, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Os dados de diâmetro de caule, altura, MSPA, MSR e MST das plantas daninhas corda-de-viola e tiririca foram apresentados na forma de média ± erro padrão. O software em planilha eletrônica SPEED Stat foi utilizado para as análises estatísticas (CARVALHO *et al.*, 2020).

3 RESULTADOS

3.1 EFEITO NA INOCULAÇÃO E DA CONVIVÊNCIA ENTRE PLANTAS NO CRESCIMENTO DO MILHO

Não houve interação significativa entre os tratamentos inoculação e forma de cultivo do milho para as variáveis altura e diâmetro do colmo, independente do período de avalição (Tabela 1). Por outro lado, houve efeito isolado da convivência com as plantas daninhas e, ou da inoculação com *A. brasilense* aos 24 e 32 DAS.

Tabela 1 - Quadro resumo da análise de variância com os valores de p-valor de altura e diâmetro do colmo de milho (*Zea mays*) aos 24, 32 e 42 dias após semeadura das sementes (DAS).

		Altura (cm)			Diâmetro (mm)		
Fonte de variação	GL	24 DAS	32 DAS	42 DAS	24 DAS	32 DAS	42 DAS
Inoculação	1	0,007*	0,065^{ns}	0,087^{ns}	0,31^{ns}	0,90^{ns}	0,458^{ns}
Convivência	2	0,048*	0,202^{ns}	0,784^{ns}	0,014*	0,008*	0,055^{ns}
Interação	2	0,584^{ns}	0,186^{ns}	0,698^{ns}	0,545^{ns}	0,225^{ns}	0,337^{ns}
Tratamentos	5	0,020*	0,098^{ns}	0,501^{ns}	0,058^{ns}	0,031^{ns}	0,136^{ns}
C.V. (%)		15,750	11,130	20,950	19,550	16,260	24,970

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; C.V. Coeficiente de Variação

Fonte: Autoria própria

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Aos 24 DAS, observou-se, independente da convivência com a planta daninha, que a altura do milho foi menor em plantas inoculadas com *A. brasilense* (Tabela 2). Por outro lado, independente da inoculação, plantas de milho em convivência com a corda-de-viola apresentaram menor altura que aquelas que cresceram na presença da tiririca. Aos 32 e 42 DAS não houve efeito dos tratamentos no crescimento em altura de plantas de milho (Tabela 2).

Tabela 2 - Altura da planta (cm) de milho sem e com inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, cultivas em monocultivo, convivência com corda-de-viola (*Ipomoea nil*) ou com tiririca (*Cyperus rotundus*) aos 24, 32 e 42 dias após a semeadura (DAS).

	Sem inoculação	*A. brasilense*	Média
	24 DAS		
Milho	33,31	29,88	31,59 ab
Milho x corda-de-viola	32,81	25,75	29,28 b
Milho x tiririca	40,35	31,69	36,02 a
Média	35,50 A	29,10 B	
C.V.(%)	15,75		
	32 DAS^{ns}		
Milho	33,13	30,75	31,94
Milho x corda-de-viola	37,00	30,13	33,56
Milho x tiririca	35,31	35,56	35,44
Média	35,15	32,15	
C.V.(%)	11,13		
	42 DAS^{ns}		
Milho	28,94	24,88	26,91
Milho x corda-de-viola	26,25	24,50	25,38
Milho x tiririca	30,44	23,94	27,19
Média	28,54	24,44	
C.V. (%)	20,95		

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%de probabilidade; ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. C.V. (%) = Coeficiente de Variação.

Fonte: Autoria própria

Observou-se interação significativa entre os tratamentos inoculação e forma de cultivo do milho somente para a produção de massa de matéria seca da parte área dessa cultura (Tabela 3). Os tratamentos não influenciaram a produção de matéria seca da raiz do milho. Em contrapartida, houve efeito isolado da convivência entre plantas para a matéria seca total do milho. Adicionalmente, houve efeito isolado da convivência com as plantas daninhas e da inoculação com *A. brasilense* para os valores de RII do milho.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Tabela 3 - Quadro resumo da análise de variância com os valores de p-valor de massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) de milho (*Zea mays*), e *relative interaction index* (RII) calculado para matéria seca total de milho e das plantas daninha.

Fonte de variação	GL	MSPA	MSR	MST	RII milho	RII daninhas
Inoculação	1	0,138 ^{ns}	0,869 ^{ns}	0,287 ^{ns}	0,027*	0,075 ^{ns}
Convivência	2	< 0,001*	0,285 ^{ns}	0,004*	0,016*	0,627 ^{ns}
Interação	2	0,047*	0,922 ^{ns}	0,205 ^{ns}	0,700 ^{ns}	0,258 ^{ns}
Tratamentos	5	< 0,001*	0,715 ^{ns}	0,013*		
C.V. (%)		17,340	22,770	16,190		

* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; C.V. Coeficiente de Variação

Fonte: Autoria própria

O milho inoculado com *A. brasiliense* produziu menor matéria seca da parte área somente quando cultivado em convivência com a tiririca (Tabela 4). Nessa condição de cultivo, a MSPA do milho inoculado com a bactéria foi cerca de 25% menor que a de plantas não inoculadas cultivadas em convivência com essa planta daninha. A presença de plantas daninhas, tanto de corda-de-viola quanto de tiririca, reduziu a MSPA de milho inoculado com *A. brasiliense*. Em contrapartida, a produção de MSPA do milho sem inoculação foi semelhante entre o monocultivo e os cultivos da cultura em convivência com as plantas daninhas.

A produção de matéria seca total do milho foi influenciada somente pela convivência entre a cultura e as plantas daninhas. Independente da inoculação das sementes, a presença de corda-de-viola reduziu cerca de 28% a produção de MST do milho em comparação com o monocultivo (Tabela 4). O milho cultivado na presença de tiririca apresentou produção de MST semelhante ao do monocultivo.

Tabela 4 - Massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) de milho (*Zea mays*) sem e com inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, cultivadas em monocultivo, convivência com corda-de-viola (*Ipomoea nil*) ou com tiririca (*Cyperus rotundus*) aos 42 dias após a semeadura (DAS).

	Sem inoculação	*A. brasilense*	Média
	MSPA (g / vaso)		
Milho	4,39 Aab	4,97 Aa	4,68
Milho x corda-de-viola	3,24 Ab	2,59 Ab	2,91
Milho x tiririca	4,89 Aa	3,65 Bb	4,27
Média	4,17	3,74	
C.V.(%)	17,34		
	MSR (g / vaso)^{ns}		
Milho	2,29	2,45	2,37
Milho x corda-de-viola	2,08	2,07	2,08
Milho x tiririca	1,98	1,94	1,96
Média	2,12	2,15	
C.V.(%)	22,77		
	MST (g / vaso)		
Milho	6,68	7,26	6,97 a
Milho x corda-de-viola	5,32	4,66	4,99 b
Milho x tiririca	6,87	5,59	6,23 ab
Média	6,29	5,84	
C.V.(%)	16,19		

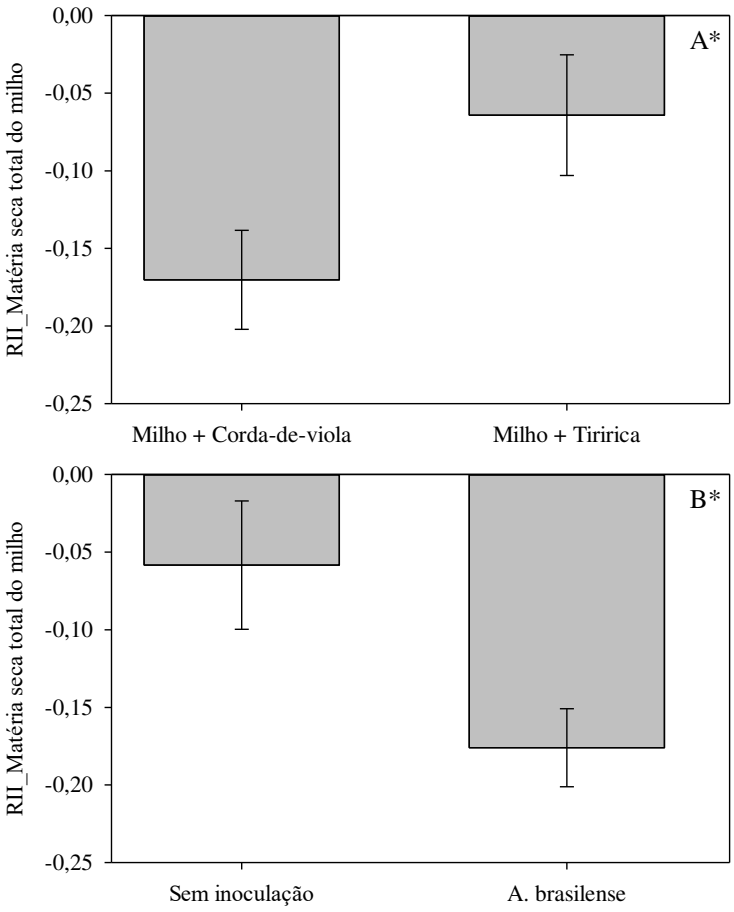
Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%de probabilidade; ^{ns} Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; C.V. (%) = Coeficiente de Variação.

Fonte: Autoria própria

Não houve efeito da interação entre a inoculação e a convivência entre plantas no RII do milho (Tabela 3). Por outro lado, observou-se efeito isolado tanto da inoculação quanto da convivência entre as plantas para esse índice. Quando analisado o efeito da convivência entre as plantas, foi observado que o menor valor de RII (mais negativo) ocorreu para plantas de milho cultivadas na presença de corda-de-viola (Figura 2A), ao passo que a inoculação com *A. brasilense* levou a valores mais negativos de RII para o milho, independente da planta daninha em convivência com essa cultura (Figura 2B).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 2 – Efeito da convivência de milho (*Zea mays*) com as plantas daninhas corda-de-viola (*Ipomoea nil*) ou tiririca (*Cyperus rotundus*) (A) e da inoculação de sementes dessa cultura com *Azospirillum brasilense* (B) sobre a interação entre cultura e as plantas daninhas (mensurada pelo *relative interaction index* – RII) para o milho após 42 dias de cultivo. Barras representam o erro padrão da média (n = 8).



* Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro

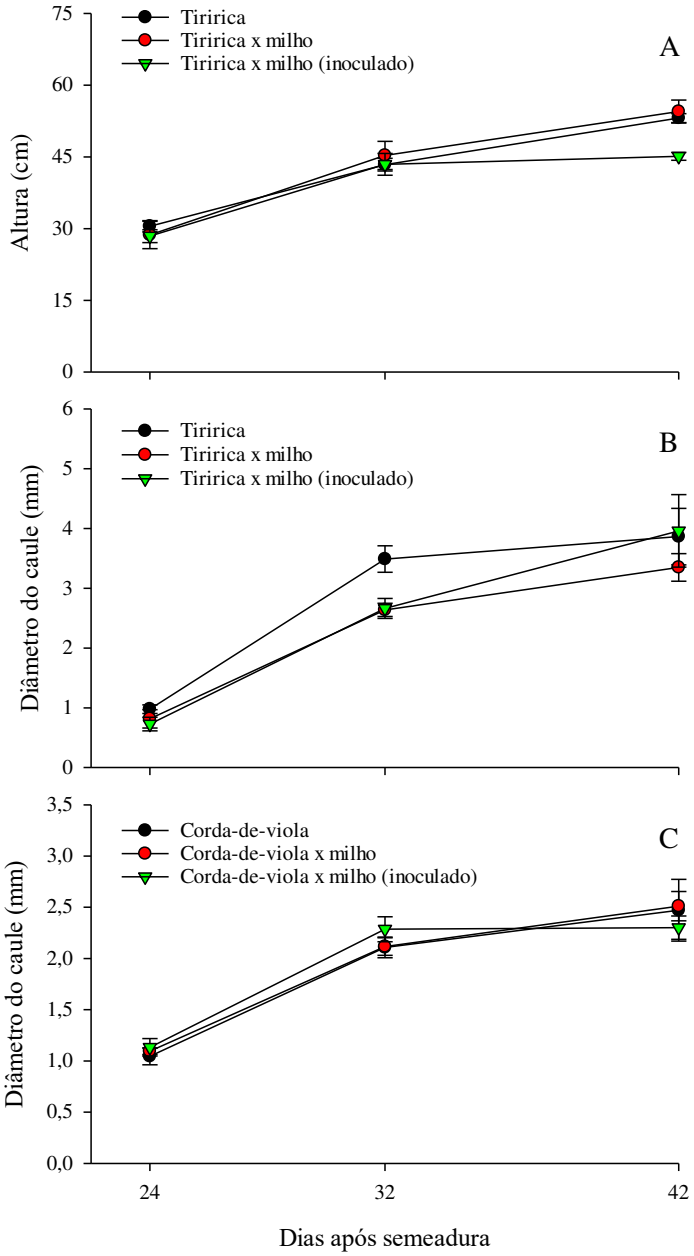
Fonte: Autoria própria

3.2 EFEITO NA INOCULAÇÃO E DA CONVIVÊNCIA ENTRE PLANTAS NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS DANINHAS

A convivência com o milho praticamente não influenciou o crescimento em altura da tiririca nas avaliações realizadas aos 24 e 32 DAE (Figura 3A). Por outro lado, aos 42 DAE observou-se menor altura de plantas de tiririca cultivadas na presença do milho inoculado com *A. brasilense*. De maneira geral, o diâmetro do caule da tiririca e da corda-de-viola não foi afetado pela convivência com plantas de milho durante todo o cultivo (Figura 3B e C).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 3 – Altura (A), diâmetro do caule (B) de tiririca (*Cyperus rotundus*) e diâmetro do caule de corda-de-viola (*Ipomea nil*) (C) cultivada em convivência com plantas milho (*Zea mays*) sem ou com inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* aos 24, 32 e 42 dias após a semeadura. Barras representam o erro padrão da média (n = 4).

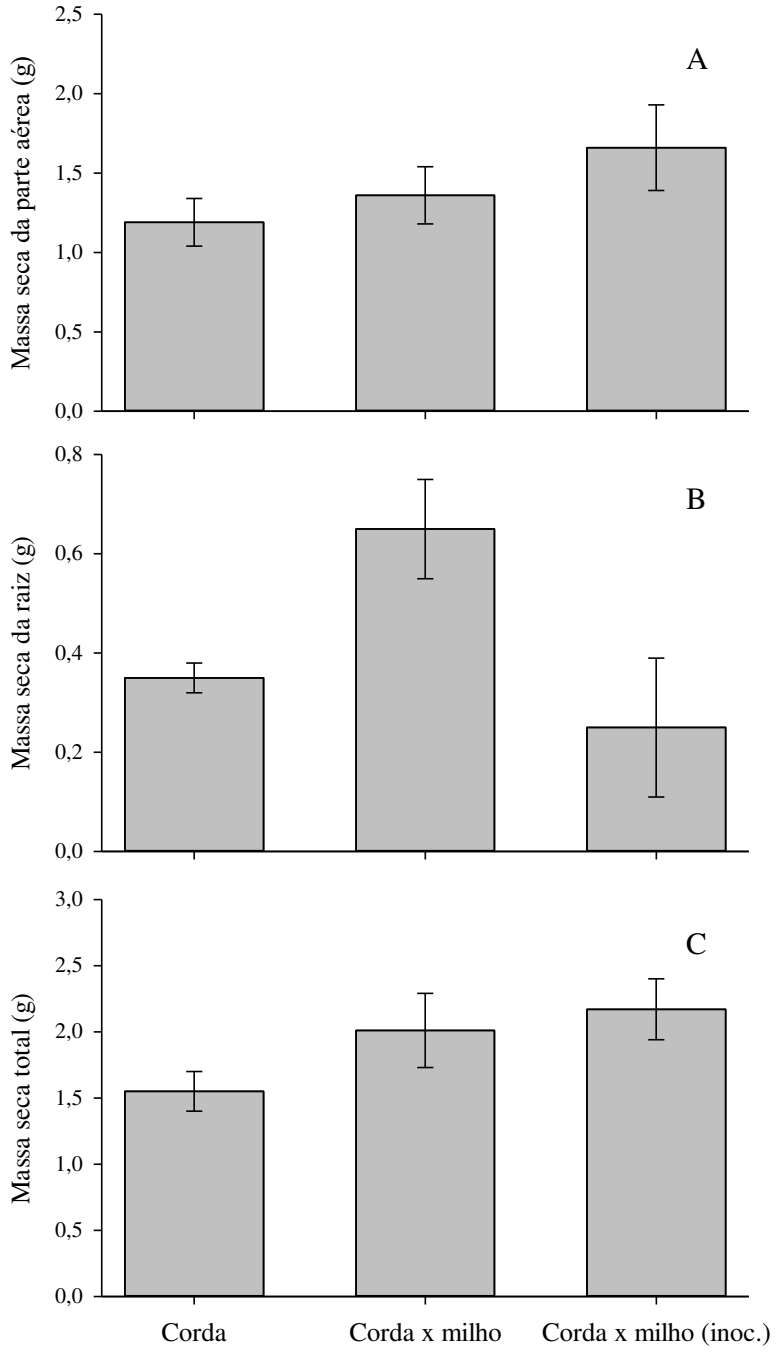


Fonte: Autoria própria

A corda-de-viola apresentou maiores valores de MSPA quando foi cultivada em convivência com o milho inoculado com *A. brasilense* (Figura 4A). Entretanto, nessa mesma condição de cultivo, a planta daninha apresentou a menor produção de matéria seca da raiz (Figura 4B). Plantas de corda-de-viola aumentaram a produção de matéria seca total, quando cultivadas em convivência com milho, se comparado com o monocultivo dessa planta daninha (Figura 4C).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 4 – Massa da matéria seca da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) de corda-de-viola (corda) (*Ipomea nil*) cultivada em convivência com plantas milho (*Zea mays*) sem ou com inoculação (inoc.) das sementes dessa cultura com *Azospirillum brasilense* aos 42 dias após a semeadura. Barras representam o erro padrão da média (n = 4).

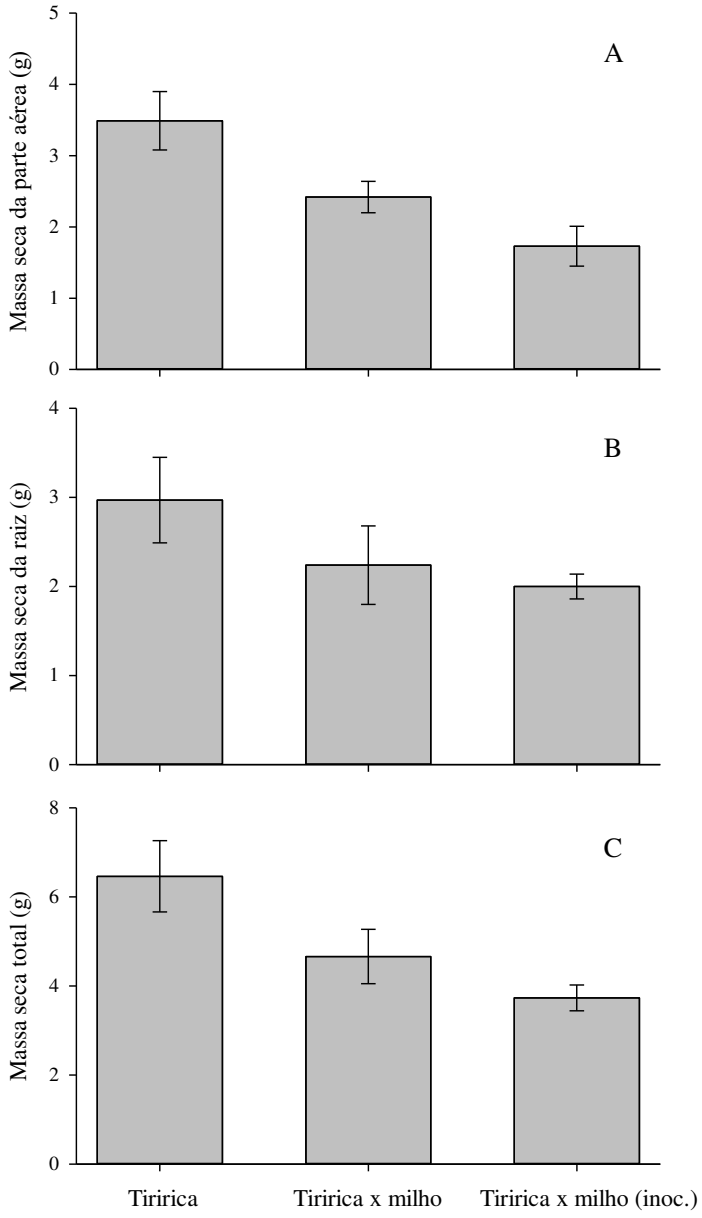


Fonte: Autoria própria

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

A convivência com o milho reduziu a produção de matéria seca das plantas de tiririca (Figura 5). Observou-se que, de maneira geral, essa planta daninha produziu menor matéria seca da parte aérea, raiz e total quando em convivência com plantas de milho inoculadas com *A. brasilense.*

Figura 5 – Massa da matéria seca da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) de tiririca (Cyperus rotundus) cultivada em convivência com plantas milho (Zea mays) sem ou com inoculação (inoc.) das sementes dessa cultura com Azospirillum brasilense aos 42 dias após a semeadura. Barras representam o erro padrão da média (n = 4).

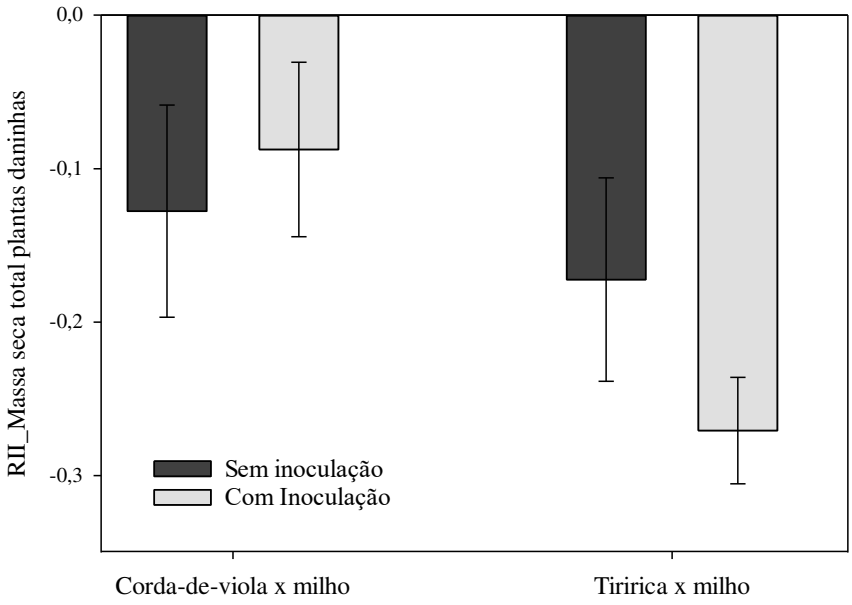


Fonte: Autoria própria

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 1, jan./abr. 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

A inoculação com *A. brasilense* em sementes de milho causou interações semelhantes (RII) entre as plantas daninhas e essa cultura (Tabela 3). Os valores de RII foram negativos para todas as situações de convivência entre plantas daninhas e o milho, indicando que houve uma interação de competição entre as plantas (Figura 6).

Figura 6 – Efeito da inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* sobre a interação entre as plantas (mensurada pelo *relative interaction index* – RII) para corda-de-viola (*Ipomoea nil*) e tiririca (*Cyperus rotundus*) cultivas em convivência com milho (*Zea mays*) após 42 dias de cultivo. Barras representam o erro padrão da média (n = 4).



4 DISCUSSÃO

A inoculação das sementes de milho com *A. brasilense* modificou a intensidade das interações entre a cultura com a corda-de-viola e com a tiririca. Durante o período de cultivo, estabeleceu-se uma relação de competição entre o milho e as plantas daninhas, evidenciada pelos valores negativos de RII (Figura 2 e 6). A inoculação com *A. brasilense* não influenciou o crescimento inicial do milho, cultivado em monocultivo, porém, na presença dessa bactéria, houve menor produção de matéria seca da parte aérea dessa cultura cultivada em competição com a tiririca e a corda-de-viola (Tabela 4). Curiosamente, a produção de matéria seca total da tiririca foi menor quando essa planta daninha cresceu em competição com o milho inoculado com *A. brasilense*.

O uso de *A. brasilense* em milho pode estimular o desenvolvimento da planta no período vegetativo da cultura (QUADROS *et al.*, 2014). O incremento no crescimento de plantas inoculadas com *A. brasilense* ocorre em razão dessas bactérias produzirem fitohormônios, principalmente o ácido indolacético que é excretado e desempenha papel essencial no crescimento de plantas (BASHAN; HOLGUIN; DE-BASHAN, 2004). A inoculação de milho no Brasil com as cepas de bactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPB) *A. brasilense* Ab-V5 e Ab-V6 aumentou em média 12,1% a massa da raiz, 4,3% a concentração de N na

folha, 5,4% a produtividade de grãos e 3,6% de N nos grãos (BARBOSA *et al.*, 2022). Esses resultados diferem dos encontrados nessa pesquisa em que a inoculação com essa bactéria não influenciou o crescimento inicial do milho. Isso pode acontecer devido ao fato de que a maioria dos estudos analisados por Barbosa *et al.* (2022) foram realizados em condições de campo e avaliaram a cultura no final do ciclo produtivo. Sendo assim, é possível que a promoção do crescimento da cultura pelo *A. brasilense* seja maior em estágio de desenvolvimento superior aos 42 DAS avaliados nessa pesquisa. Corrobora essa hipótese o fato de a inoculação com *A. brasilense* não ter influenciado a morfofisiologia e o crescimento inicial de milho, independentemente das condições de cultivo e das estirpes testadas (JALES *et al.*, 2021).

Bactérias como *A. brasilense* podem produzir metabolitos capazes de realizar controle biológico sobre populações de plantas indesejáveis (BARBOSA *et al.*, 2019). Tal fato não foi observado no presente trabalho, em que plantas de milho inoculadas com *A. brasilense* não tiveram promoção significativa de crescimento inicial ou benefício competitivo contra plantas de corda-de-viola ou tiririca (Tabela 1 e 3). Ausência de promoção de crescimento de planta de milho por *A. brasilense* também foi observada em outros estudos (CUNHA *et al.*, 2014; DARTORA *et al.*, 2013). Muitos fatores podem influenciar o comportamento de *A. brasilense*, como, por exemplo, textura do solo, matéria orgânica, capacidade de retenção de água, temperatura adequada e níveis de carbono e nitrogênio do solo (BASHAN *et al.*, 1995; SANTOS; NOGUEIRA; HUNGRIA, 2021). Além disso, colonização de *A. brasilense* pode ser afetada pelas condições ambientais e pela competição com outras estirpes e microrganismos nativos do solo (JALES *et al.*, 2021). Todos esses fatores podem ter contribuído para a ausência de efeito da inoculação com *A. brasilense* nas sementes de milho.

Houve relação de competição entre a cultura e as plantas daninhas (Figura 2 e Figura 6), sendo que a inoculação do milho com *A. brasilense* levou a menor crescimento dessa cultura e de tiririca nos cultivos com convivência entre essas duas plantas (Tabela 4 e Figura 5). As plantas são capazes de moldar a comunidade microbiana do solo por meio da liberação de rizodeposições (HELLEQUIN *et al.*, 2021). Essa habilidade pode conferir à planta melhores condições de crescimento pelo recrutamento de microrganismos que exercem interações positivas com elas, aumentando a disponibilidade e a absorção de nutrientes, por exemplo (SANTOYO, 2022). Plantas capazes de moldar a comunidade microbiana do solo, mesmo em condições de competição com outros vegetais, podem conseguir uma vantagem na disputa por recursos (MASSENSSINI *et al.*, 2014). Todavia, as interações entre plantas e microrganismos do solo são complexas. A reconstituição da microbiota de solos esterilizados alterou as interações e o crescimento de plantas de milho e das daninhas picão-preto (*Bidens pilosa*) e caruru (*Amaranthus viridis*), sendo observado que a estrutura da comunidade microbiana dos monocultivos dessas plantas diferiu das situações de convivência entre as espécies (MATOS *et al.*, 2019a). Dessa forma, as mudanças na microbiota do solo alteraram a resposta competitiva do milho. Hipotetiza-se que o menor crescimento, em tratamento com inoculação de *A. brasilense*, de milho e tiririca cultivados em convivência pode estar associado a uma provável alteração da comunidade microbiana do solo ocasionada pelas interações entre essa bactéria, a cultura e a planta daninha.

A inoculação com *A. brasilense* não contribuiu para ganhos competitivos do milho em relação às plantas daninhas (Tabela 4, Figura 2). A inoculação de sementes de trigo com *A. brasilense* aumentou em 68% o acúmulo de massa seca das plantas cultivadas em monocultivo, mas não influenciou o crescimento dessa cultura cultivada em convivência com azevém por 34 dias após emergência (BARBOSA *et al.*, 2019). Dessa forma, a matocompetição pode restringir os efeitos

da interação entre *A. brasilense* e as culturas, possivelmente por diminuir a disponibilidade de recursos, como água, luz e nutrientes, para as plantas. Portanto, somente a inoculação com essa bactéria pode não ser suficiente para favorecer a cultura em competição com as plantas daninhas.

CONCLUSÃO

O uso de *Azospirillum brasilense* não promoveu o crescimento inicial do milho, mas modificou as interações entre a cultura e as plantas daninhas corda-de-viola e tiririca, sendo que a resposta competitiva da cultura foi melhor na ausência da bactéria.

A inoculação com *A. brasilense* não melhora a capacidade do milho em competir com as plantas daninhas corda-de-viola e tiririca, durante os estágios iniciais de crescimento da cultura.

REFERÊNCIAS

ARDAKANI, M. R.; MAZAHERI, D.; MAFAKHERI, S.; MOGHADDAM, A. Absorption efficiency of N, P, K through triple inoculation of wheat (*Triticum aestivum* L.) by *Azospirillum brasilense*, Streptomyces sp., Glomus intraradices and manure application. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 17, n. 2, p. 181–192, 12 abr. 2011.

ARMAS, C.; ORDIALES, R.; PUGNAIRE, F. I. Measuring plant interactions: a new comparative index. **Ecology**, v. 85, n. 10, p. 2682–2686, out. 2004.

BARBOSA, J. de A.; PEREGO, I.; TOCHETTO, C.; COSTA, N. V. da. Efeito da Inoculação de *Azospirillum brasilense* em Plantas de Trigo Submetidas a Convivência com Azevém. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 23, n. 2, p. 115, 9 dez. 2019.

BARBOSA, J. Z.; ROBERTO, L. de A.; HUNGRIA, M.; CORRÊA, R. S.; MAGRI, E.; CORREIA, T. D. Meta-analysis of maize responses to *Azospirillum brasilense* inoculation in Brazil: Benefits and lessons to improve inoculation efficiency. **Applied Soil Ecology**, v. 170, p. 104276, fev. 2022.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L. E. Azospirillum -plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 50, n. 8, p. 521–577, 1 ago. 2004.

BASHAN, Y.; PUENTE, M. E.; RODRIGUEZ-MENDOZA, M. N.; TOLEDO, G.; HOLGUIN, G.; FERRERA-CERRATO, R.; PEDRIN, S. Survival of *Azospirillum brasilense* in the Bulk Soil and Rhizosphere of 23 Soil Types. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, n. 5, p. 1938–1945, maio 1995.

BHULLAR, M. S.; WALIA, U. S.; SINGH, S.; SINGH, M.; JHALA, A. J. Control of Morningglories (*Ipomoea* spp.) in Sugarcane (*Saccharum* spp.). **Weed Technology**, v. 26, n. 1, p. 77–82, 20 mar. 2012.

BOLETA, E. H. M.; SHINTATE GALINDO, F.; JALAL, A.; SANTINI, J. M. K.; RODRIGUES, W. L.; LIMA, B. H. de; ARF, O.; SILVA, M. R. da; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Inoculation With Growth-Promoting Bacteria *Azospirillum brasilense* and Its Effects on Productivity and Nutritional Accumulation of Wheat Cultivars. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, 23 dez. 2020.

CALLAWAY, R. M.; THELEN, G. C.; RODRIGUEZ, A.; HOLBEN, W. E. Soil biota and exotic plant invasion. **Nature**, v. 427, n. 6976, p. 731–733, 19 fev. 2004.

CARVALHO, A. M. X. de; MENDES, F. Q.; MENDES, F. Q.; TAVARES, L. de F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 3, 2020.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; BASTOS, F. J. C.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; TEIXEIRA, M. B.; ROCHA, A. C.; SOUCHIE, E. L. Efeito da *Azospirillum brasilense* na Produtividade de Milho no Sudoeste Goiano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 261–272, 30 dez. 2014.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. 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, out. 2013.

DE ZAMAROCZY, M. Genetic control of nitrogen assimilation and nitrogen fixation in free living *Azospirillum brasilense*: A review. *In*: **Azospirillum VI and Related Microorganisms**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1995. p. 77–89.

FANCELLI, A. L. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura de milho. **nformações Agronômicas**, n. 131, p. 1–16, 2010.

GIRALDELI, A. L.; FONTANETTI, A.; MONQUERO, P. A. Managements morning glory in competition with maize in organic system. **Brazilian Journal of Agriculture - Revista de Agricultura**, v. 94, n. 2, p. 117–129, 26 ago. 2019.

HELLEQUIN, E.; BINET, F.; KLARZYNSKI, O.; HALLIN, S.; JUHANSON, J.; DABURON, V.; MONARD, C. Shaping of soil microbial communities by plants does not translate into specific legacy effects on organic carbon mineralization. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 163, p. 108449, dez. 2021.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of Azospirillum brasilense and A. lipoferum improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1–2, p. 413–425, 13 jun. 2010.

INMET, (Instituto Nacional de Meteorologia). **Dados meteorológicos**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em 04 de junho de 2023.

JALES, H. F.; MAGALHÃES, P. C.; RONCHI, C. P.; PAIVA, A. P. L. de; CARVALHO, L. P. de; GOMES JÚNIOR, C. C. **Morfofisiologia do milho inoculado com Azospirillum brasilense submetido à restrição hídrica e à adubação nitrogenada.** Sete Lagoas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, 2021.

JIN, L.; ZHANG, G.; WANG, X.; DOU, C.; CHEN, M.; LIN, S.; LI, Y. Arbuscular mycorrhiza regulate inter-specific competition between a poisonous plant, Ligularia virgaurea, and a co-existing grazing grass, Elymus nutans, in Tibetan Plateau Alpine meadow ecosystem. **Symbiosis**, v. 55, n. 1, p. 29–38, 2011.

JORDAN; ZHANG; HUERD. Arbuscular-mycorrhizal fungi: potential roles in weed management. **Weed Research**, v. 40, n. 5, p. 397–410, out. 2000.

LI, M.; JORDAN, N. R.; KOIDE, R. T.; YANNARELL, A. C.; DAVIS, A. S. Meta-analysis of crop and weed growth responses to arbuscular mycorrhizal fungi: Implications for integrated weed management. **Weed Science**, v. 64, n. 04, p. 642–652, 20 dez. 2016.

MASSENSSINI, A. M.; BONDUKI, V. H. A.; MELO, C. A. D.; TÓTOLA, M. R.; FERREIRA, F. A.; COSTA, M. D. Soil microorganisms and their role in the interactions between weeds and crops. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 873–884, dez. 2014.

MATOS, C. .; MONTEIRO, L. C. P.; GALLO, S. A. D.; COSTA, M. D.; SILVA, A. A. Changes in soil microbial communities modulate interactions between maize and weeds. **Plant and Soil**, v. 440, n. 1–2, p. 249–264, 26 jul. 2019a.

MATOS, C. C.; COSTA, M. D.; SILVA, I. R.; SILVA, A. A. Competitive Capacity and Rhizosphere Mineralization of Organic Matter During Weed-Soil Microbiota Interactions. **Planta Daninha**, v. 37, p. e019182676, 18 fev. 2019b.

MONTEIRO, L. C. P.; MATOS, C. da C. de; CÂNDIDO, A. de O.; MENDES, T. A. de O.; SANTANA, M. F.; COSTA, M. D. Changes in rhizosphere microbial diversity and composition due to NaCl addition to the soil modify the outcome of maize-weed interactions. **Applied Soil Ecology**, v. 159, p. 103818, mar. 2021.

OKUMURA, R. S.; DE CINQUE MARIANO, D.; DALLACORT, R.; DE ALBUQUERQUE, A. N.; DA SILVA LOBATO, A. K.; GUEDES, E. M. S.; DE OLIVEIRA NETO, C. F.; DA CONCEIÇÃO, H. E.; ALVES, G. A. R. Azospirillum: A new and efficient alternative to biological nitrogen fixation in grasses. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 11, n. 1, p. 1142–1146, 2013.

OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; BINI, D.; MARRIEL, I. E.; GOMES, ELIANE APARECIDA SANTOS, FLÁVIA CRISTINA DOS COTA, L. V.; SOUSA, S. M. de; ALVES, V. M. C.; LANA, U. G. de P.; SOUZA, F. F. de; OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; BINI, D. .; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; SANTOS, F. C. DOS.; COTA, L. V.; SOUSA, S. M. DE.; ALVES, V. M. C.; LANA, U. G. DE P.; SOUZA, F. F. de. Inoculante à base de bactérias solubilizadoras de fosfato nas culturas do milho e da soja (BiomaPhos®): dúvidas frequentes e boas práticas de inoculação. **Comunicado Técnico 252; Embrapa, Sete Lagoas, MG, outubro, 2021**, p. 1–17, 2021.

OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J. R. A.; PEREIRA, B. F. F.; MUNIZ, A. W. Inoculation with *Azospirillum brasiliense* increases maize yield. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 6, 29 dez. 2018.

OROZCO-MOSQUEDA, M. del C.; ROCHA-GRANADOS, M. del C.; GLICK, B. R.; SANTOYO, G. Microbiome engineering to improve biocontrol and plant growth-promoting mechanisms. **Microbiological Research**, v. 208, p. 25–31, mar. 2018.

PEERZADA, A. M. Biology, agricultural impact, and management of Cyperus rotundus L.: the world's most tenacious weed. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 39, n. 12, p. 270, 10 dez. 2017.

PHOUR, M.; SINDHU, S. S. Bio-herbicidal effect of 5-aminoleveulinic acid producing rhizobacteria in suppression of Lathyrus aphaca weed growth. **BioControl**, v. 64, n. 2, p. 221–232, abr. 2019.

PICAZEVICZ, A. A. C.; KUSDRA, J. F.; MORENO, A. de L. Maize growth in response to *Azospirillum brasilense, Rhizobium tropici*, molybdenum and nitrogen. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 9, p. 623–627, set. 2017.

QUADROS, P. D. de; ROESCH, L. F. W.; SILVA, P. R. F. da; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. de O. Desempenho agronômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 209–218, abr. 2014.

REINHART, K. O.; CALLAWAY, R. M. Soil biota and invasive plants. **New Phytologist**, v. 170, n. 3, p. 445–457, 2006.

SANTOS, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Outstanding impact of Azospirillum brasilense strains Ab-V5 and Ab-V6 on the Brazilian agriculture: Lessons that farmers are receptive to adopt new microbial inoculants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, 24 fev. 2021.

SANTOYO, G. How plants recruit their microbiome? New insights into beneficial interactions. **Journal of Advanced Research**, v. 40, p. 45–58, set. 2022.

SARANGI, S.; SWAIN, H.; ADAK, T.; BHATTACHARYYA, P.; MUKHERJEE, A. K.; KUMAR, G.; MEHETRE, S. T. Trichoderma-mediated rice straw compost promotes plant growth and imparts stress tolerance. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 32, p. 44014–44027, 12 ago. 2021.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. 367 p.

VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; WIEMKEN, A.; SANDERS, I. R. Different arbuscular mycorrhizal fungi alter coexistence and resource distribution between co-occurring plant. **New Phytologist**, v. 157, n. 3, p. 569–578, mar. 2003.

VINHAL-FREITAS, I. C.; RODRIGUES, M. B. Fixação bilofica do nitrogênio no milho. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 143–154, 2010.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) pela conceção de bolsa de produtividade em pesquisa (PQ / UEMG) do primeiro autor e pelo fornecimento de apoio técnico, equipamentos e instalações para a realização dessa pesquisa. Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela conceção de bolsa de iniciação científica da terceira autora.

Recebido em: *11 de julho 2023*

Aceito em: *19 de abril 2024*