



PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA COM *Azospirillum* NAS SEMENTES EM SOLO ARENOSO

Ricardo Fachinelli⁽¹⁾, Renato Albuquerque da Luz⁽¹⁾, Thaís Stradioto Melo⁽²⁾, Agílio Antonio da Silva Neto⁽³⁾ e Gessi Ceccon⁽⁴⁾

1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no mundo, sendo que fatores como a fertilidade do solo e o nível tecnológico adotado no uso de insumos afetam diretamente a produção. Segundo Hungria (2011), a produtividade da cultura é garantida pela utilização de doses normais de nitrogênio associada com aplicação de *Azospirillum brasiliense*.

Uma das alternativas para assegurar elevadas produtividades com redução no consumo de fertilizantes nitrogenados consiste na inoculação com bactérias diazotróficas, que fixam o N atmosférico no solo, deixando-o disponível às plantas (Hungria, 2011). Entretanto, relatos indicam que o sucesso da inoculação pode estar diretamente relacionado com a especificidade da interação entre genótipos de plantas e estirpes de bactérias, bem como, outros fatores relacionados como o edafoclimatologia de cultivo (Pandolfo et al., 2015).

Outra estratégia interessante é a inserção da braquiária no sistema de produção de milho safrinha, visa incrementar a cobertura do solo com palha, contribuindo assim para reduzir a incidência de plantas infestantes (Concenço et al., 2013) e possibilitar o aumento na produtividade das culturas subsequentes (Ceccon et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a biometria e produção de massa para cobertura de solo a partir do cultivo de milho, solteiro e em consórcio com *Panicum maximum* cv. Mombaça, em dois espaçamentos de semeadura sob efeito de inoculação com *Azospirillum brasiliense* em solo de textura arenosa.

⁽¹⁾Engenheiro(s) Agrônomo(s), Mestrando(s) em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados - MS. Bolsista(s) CAPES. E-mails: rfachinelli@hotmail.com; renatoalbuquerquealuz@gmail.com

⁽²⁾Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), UFGD, Dourados - MS. Bolsista CNPq. E-mail: thais.stradioto1@gmail.com

⁽³⁾Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), Aquidauana - MS. Bolsista CAPES. E-mail: agilioagron@hotmail.com

⁽⁴⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados - MS, E-mail: gessi.ceccon@embrapa.br





2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no município de Vicentina – MS. Com altitude de 368 m ao nível do mar, a área do estudo era composta por um solo formado por Areias Quartzosas Álica (Aqa), por estar localizada na formação mineral do arenito Caiuá. O clima da região, de acordo com classificação de Köppen, é Tropical Monsônico (Am).

O delineamento experimental foi em faixas, com parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais estavam as modalidades de cultivo (forrageira, milho e consórcio de forrageira e milho) submetidos a dois espaçamentos (reduzido: 0,45 m entre linhas e convencional: 0,9 m entre linhas) e ao fornecimento de nitrogênio (adubação nitrogenada mineral e realização ou não da inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasilense*).

O ensaio foi semeado no dia 16/02/2017, utilizando a forrageira *Panicum maximum* cv. Mombaça e o híbrido de milho Feroz® (Syngenta). Para a adubação utilizou-se 206 kg ha⁻¹ do formulado 08-16-16 de NPK.

A inoculação das sementes de milho foi realizada no dia da semeadura com *Azospirillum brasilense*, utilizando-se um formulado comercial contendo as estirpes Abv5 Abv6, na concentração mínima de 1x10⁸ células por mL de inoculante. A dose utilizada foi de 120 ml por kg de sementes de milho.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a aplicação de 1,44 L ha⁻¹ e.a. de glifosato para dessecação em pré-semeadura, seguida da aplicação de 1,5 kg ha⁻¹ i.a. de atrazina em pós-emergência. O controle de pragas foi realizado com uma aplicação de deltametrina na dose de 0,005 L ha⁻¹.

Na maturação do milho foi realizada a coleta das plantas de milho e forrageiras, nas linhas centrais das parcelas, para determinar o número de espigas do milho, a biomassa das plantas de acordo com o sistema de cultivo (quantificando o peso de matéria seca com ajuda de balança), a altura de planta e de inserção de espigas (com auxílio de fita métrica graduada em centímetros) e diâmetro do colmo (através de paquímetro graduado em milímetros). Na mesma ocasião foi realizada a coleta de plantas de forrageira de uma linha de 1,0 m em cada parcela para avaliar a biometria e produção de massa da forrageira. A massa seca total do consórcio foi obtida a partir da soma da massa seca do milho e da massa da braquiária.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05).





3. Resultados e Discussão

A interação entre os espaçamentos, modalidades de cultivo e inoculação apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) para inserção de espiga, diâmetro de colmo, número de espigas por planta, rendimento de massa seca do milho e rendimento de massa seca do consórcio. As demais variáveis não apresentaram efeito dos tratamentos, sendo as médias obtidas iguais a 181,9 cm de altura de plantas e 2.459 kg ha⁻¹ para massa seca de mombaça em consórcio.

Para altura de plantas milho, a inoculação com *A. brasilense* foi equivalente a adubação nitrogenada, seja em cultivo consorciado ou solteiro, em ambos espaçamentos utilizados. Quanto à altura de inserção da espiga, observou-se que o milho cultivado a 0,9 m entre linhas com inoculação apresentou o menor valor para a variável (Tabela 1), sendo que o melhor resultado foi observado nesse mesmo sistema, com o espaçamento reduzido, de 0,45 m. Cavallet et al. (2000) encontraram resultados semelhantes, em que a inoculação com *A. brasilense* não proporcionou incrementos na altura de plantas e de inserção de espigas, o que é um fator positivo, uma vez que o aumento destes fatores pode elevar o índice de tombamento das plantas de milho.

Tabela 1. Altura de plantas de milho e inserção de espiga em função do sistema de cultivo, espaçamento e inoculação em um solo de textura arenosa. Vicentina – MS (2017).

	Altura de planta de milho (cm)		Inserção da espiga (cm)	
	Sem	Com	Sem	Com
	<i>Azospirillum</i>	<i>Azospirillum</i>	<i>Azospirillum</i>	<i>Azospirillum</i>
Consórcio 0,45 m	185,2 a A	171,5 a A	106,0 a A	101,5 a AB
Consórcio 0,9 m	187,0 a A	179,2 a A	100,2 a A	96,2 a AB
Milho 0,45 m	171,2 a A	191,7 a A	107,0 a A	109,0 a A
Milho 0,9 m	190,5 a A	179,0 a A	100,5 a A	73,7 a B
Média		181,9		99,28
CV (%)		10,93		16,53

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ de probabilidade. Consórcio entre milho e *P. Mombaça*. Milho: cultivo de milho solteiro. CV: coeficiente de variação.

Ao avaliar a interação de híbridos de milho com *A. brasilense*, Quadros et al. (2014), observaram que a o processo de inoculação proporcionou incremento no teor de clorofila das plantas e elevou o rendimento de matéria seca da parte aérea da maioria dos híbridos avaliados, sendo que a quase a totalidade dos híbridos inoculados não apresentaram respostas à inoculação para a variável altura de plantas, tendência seguida neste estudo.



O diâmetro de colmo de milho e o número de espigas por planta não sofreram efeitos da inoculação, sendo estatisticamente igual a adubação nitrogenada mineral. Entretanto, o sistema de cultivo demonstra que o milho quando cultivado em sistema consorciado em espaçamento reduzido, o diâmetro de colmo é menor em relação aos demais sistemas avaliados (Tabela 2).

Pode-se inferir que o espaçamento reduzido promoveu maior número de espiga por plantas, tanto em cultivo de milho solteiro como o consorciado, enquanto que quando cultivado a 0,9 m de espaçamento em sistema consorciado, tanto o milho inoculado como o milho com adubação nitrogenada mineral, apresentaram o menor número de espigas por planta.

Tabela 2. Diâmetro do colmo de milho e média do número de espigas por planta em função do sistema de cultivo, espaçamento e inoculação em um solo de textura arenosa. Vicentina – MS (2017).

	Diâmetro do colmo (mm)		Número de espigas por planta	
	Sem	Com	Sem	Com
	<i>Azospirillum</i>	<i>Azospirillum</i>	<i>Azospirillum</i>	<i>Azospirillum</i>
Consórcio 0,45 m	17,59 a B	14,53 a B	1,75 a A	1,25 a AB
Consórcio 0,9 m	22,37 a A	20,54 a A	1,00 a B	1,00 a B
Milho 0,45 m	19,47 a AB	17,92 a AB	1,75 a A	1,75 a A
Milho 0,9 m	21,74 a AB	20,94 a A	1,00 a B	1,25 a AB
Média		19,39		1,34
CV (%)		11,94		26,47

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ de probabilidade. Consórcio entre milho e *P. Mombaça*. Milho: cultivo de milho solteiro. CV: coeficiente de variação.

Ao avaliar o efeito dos tratamentos para a produção de massa seca de milho (Tabela 3), observou-se que a adubação nitrogenada foi mais eficiente em relação à inoculação quando cultivado em consórcio sob espaçamento reduzido. O rendimento final de massa seca do milho solteiro em espaçamento de 0,9 m demonstra que a inoculação é mais eficiente, com produção superior de 33% que a adubação nitrogenada.

Nos demais espaçamentos e modalidades de cultivo, as fontes de nitrogênio para a cultura foram equivalentes para a variável rendimento de massa seca provenientes do milho. A equivalência de rendimento da biomassa da parte aérea de milho encontrada neste trabalho, corrobora com Lana et al. (2012) que observaram um incremento da parte aérea da cultura quando submetida a inoculação com *A. brasilense*.



Ao avaliar o rendimento de massa seca provenientes do capim-mombaça cultivada em consórcio, verificou-se que não houve efeito dos espaçamentos e das fontes de nitrogênio, garantindo a produção da forrageira sob inoculação nas modalidades de cultivos estudadas.

Para a adubação mineral, a maior produção de massa seca total foi observada para cultivo solteiro com espaçamento reduzido, que estatisticamente, é igual ao cultivo consorciado em espaçamento reduzido. Já com fonte de nitrogênio proveniente de fixação biológica não se observou diferenças estatísticas entre as modalidades de cultivos e espaçamentos para produção de massa seca, exceto no milho cultivado a 0,9 m, em que a adubação mineral foi proporcionou redução neste parâmetro.

Tabela 3. Rendimento de massa seca de milho, capim Mombaça e o cultivo consorciado de ambos em função do sistema de cultivo, espaçamento e inoculação em um solo de textura arenosa. Vicentina, MS – 2017.

	Rendimento de massa seca (kg ha ⁻¹)					
	----- Milho -----		----- Mombaça -----		----- Consórcio -----	
<i>Azospirillum</i>	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
Cons. 0,45 m	7.079 a B	5.164 b B	2.155 a A	2.374 a A	9.234 b A	7.538 a A
Cons. 0,9 m	4.673 a B	5.537 a B	2.581 a A	2.727 a A	7.254 a B	8.664 a A
Milho 0,45 m	9.918 a A	8.900 a A	-	-	-	-
Milho 0,9 m	5.427 b B	8.075 a A	-	-	-	-
Média	6.847		2.459		8.073	
CV (%)	17,99		32,54		13,03	

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p < 0,05$ de probabilidade. Cons: consórcio entre milho e forrageira. Milho: cultivo de milho solteiro. CV: coeficiente de variação.

4. Conclusões

O rendimento de massa seca do milho cultivado em consórcio com espaçamento reduzido e solteiro em espaçamento largo é favorecido pela inoculação do milho com *Azospirillum brasilense* nas sementes, mas sem interferir na massa seca da forrageira. A inoculação do milho com *Azospirillum brasilense* pode ser uma tecnologia viável para milho safrinha.



Referências

CAVALLET, L.E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, J.J.; HELMICH, P.R.; OST, C.F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, p.129-132, 2000.

CECCON, G.; STAUT, L.A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L.A.Z.; NUNES, D.P.; ALVES, V.B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.37, n.1, p.204-212, 2013.

CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I.V.T.; LEITE, L.F.; ALVES, V.B. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v.31, n.2, p.359-368, 2013.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. (Documentos, 325).

LANA, M.C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J.E. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v.59, p.399-405, 2012.

PANDOLFO, C.M.; VOGT, G.A.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; GALLOTTI, G.J.M.; ZOLDAN, S.R. Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.27, n.3, p.94-99, 2015.

QUADROS, P.D.; ROESCH, L.F.W.; SILVA, P.R.F.; VIEIRA, V.M.; ROEHR, D.D.; CAMARGO, F.A.O. Desempenho agrônomico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v.16, n.2, p.209-218, 2014.

