

Respostas agronômicas de milho consorciado e co-inoculado cultivado em dois tipos de solo

Ricardo Fachinelli⁽¹⁾; Priscila Akemi Makino⁽²⁾; Valquiria Krolikowski⁽³⁾; Hadassa Kathyuci Antunes de Abreu⁽¹⁾; Renato Albuquerque da Luz⁽¹⁾; Gessi Ceccon⁽⁴⁾.

- (1) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; rfachinelli@hotmail.com; hadassa.antunes@gmail.com; reantoalbuquerque@luz@gmail.com; (2) Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; priscila_akemi17@hotmail.com; (3) Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Aquidauana, MS; valkrolikowski@hotmail.com; (4) Analista Embrapa Agropecuária Oeste; Dourados, MS; gessi.ceccon@embrapa.br

RESUMO: O nitrogênio é um elemento fundamental para garantir bom desenvolvimento e produtividade da cultura de milho. Por ser um insumo de elevado custo, a co-inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio podem ser uma alternativa viável para disponibilizá-lo a cultura. Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia da inoculação e a co-inoculação em plantas de milho cultivadas em vasos, sob o sistema consorciado em dois tipos de solo. O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Agropecuária Oeste, em casa de vegetação, com cultivo das plantas de milho em vasos. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com solo Arenoso e Argiloso, seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiam em: sem nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão; com nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão; sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão; sem nitrogênio e com *Azospirillum* no verão; sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão e Com *Azospirillum* na safrinha; sem nitrogênio, Com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* no verão e com *Azospirillum* na safrinha. As plantas cultivadas em solo argiloso apresentaram maior altura, produção de massa seca total e teor de clorofila, e em todas as formas de inoculação apresentaram resultados inferiores ao tratamento com adubação nitrogenada. Os tratamentos com inoculação de *Bradyrhizobium* e com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão e

Azospirillum na safrinha, mostraram ser eficiente para produção de grãos, igualando-se ao de adubação nitrogenada. Conclui-se que a inoculação com *A. brasilense* promove produtividade de grãos equivalentes a adubação nitrogenada em plantas de milho consorciadas cultivadas em vaso.

Termos de indexação: *Bradyrhizobium*; *Azospirillum*; Fitotecnia.

INTRODUÇÃO

Dentro da produção agrícola do milho, os fertilizantes nitrogenados constituem um dos mais altos custos do cultivo, devido ao grande uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, obtidos da importação (Hungria, 2011). Um dos objetivos da agricultura sustentável é o aproveitamento eficiente do N atmosférico (Graham & Vance, 2000). A busca por alternativas para reduzir a utilização de fertilizantes sem diminuir a produção possibilita minimizar os custos de cultivo e os problemas ambientais relacionados.

A inoculação da cultura com bactérias do gênero *Azospirillum*, aumentam a eficiência da cultura, pois atuam estimulando seu crescimento por múltiplos mecanismos, incluindo síntese de fito-hormônio, melhoria da nutrição nitrogenada, mitigação de estresse e controle biológico da microbiota patogênica (Bashan & Bashan, 2010).

A inoculação de bactérias diazotróficas pode ser uma alternativa na busca pela sustentabilidade dos sistemas agrícolas, pois promovem maior disponibilidade de N para a planta pela atuação de microrganismos (Baldani et al., 2002).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da inoculação e co-inoculação em plantas de milho cultivadas em vasos, sob o sistema de consórcio com a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás em dois tipos de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado no Centro de Pesquisas da Embrapa Agropecuária Oeste, conduzido em casa de vegetação não climatizada. Foram utilizados vasos cilíndricos (40 x 60 cm) com capacidade de 60 kg de solo seco. O cultivo anterior correspondeu ao plantio de soja inoculada com *Bradyrhizobium*.

O híbrido de milho DKB 390 PRO foi semeado em fevereiro de 2016, sob sistema de cultivo consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás. Foram semeadas quatro sementes de milho e doze de braquiária em cada vaso e após a emergência realizou-se o desbaste, permanecendo uma planta de milho e quatro de braquiária em cada vaso. A irrigação foi realizada durante todo o ciclo da cultura, para manutenção da umidade do solo na capacidade de campo.

No plantio foi utilizado a dose de 2,5 g de adubo 0-20-20 por vaso, e nos tratamentos com adubação nitrogenada foram adicionados 2,5 g de ureia.

Na maturação fisiológica da cultura, foi realizada a coleta das plantas de milho para avaliar a altura de planta (m), medindo o comprimento da base até o ápice; massa seca total (g planta⁻¹), calculada a partir do somatório de peso seco de colmo, espigas e folhas; produção de grãos por planta (g planta⁻¹); e teor de clorofila total, com leituras realizadas na folha oposta e abaixo da espiga, no período de florescimento, utilizando clorofilômetro.

Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com dois tipos de solo (arenoso e argiloso), seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram: sem nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no

verão (SN+SB); com nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão (CN+SB); sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão (SN+CB); sem nitrogênio e com *Azospirillum* no verão (SN+CA); sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão e com *Azospirillum* na safrinha (SN, CB+CA safrinha); sem nitrogênio, com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no verão e com *Azospirillum* na safrinha (SN, CB+A verão +CA safrinha).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ($P \leq 0,05$) e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito significativo da interação entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas, exceto teor de clorofila, o qual apresentou efeito isolado do tratamento com inoculação e tipo de solo.

A altura de planta foi maior no tratamento sem adubação e sem inoculação (SN+SB) e no tratamento com adubação nitrogenada (CN+SB), em ambos os solos, demonstrando que a inoculação não foi eficiente para elevar o valor do parâmetro avaliado. As plantas cultivadas no solo argiloso apresentaram maior crescimento em altura.

Segundo Castro et al. (2008), a altura de planta é influenciada pela disponibilidade de nitrogênio no solo, uma vez que este nutriente participa diretamente na divisão e expansão celular e no processo fotossintético. Isso evidencia que plantas nutridas adequadamente com N podem ter maior desenvolvimento vegetativo.

Na contribuição da fixação biológica por *Azospirillum*, pode-se dizer que a transferência do N fixado para a planta ocorre muito lentamente. Apenas uma pequena parte torna-se disponível para o vegetal e as bactérias não secretam altas quantidades de amônia durante o crescimento diazotrófico (Cassan et al., 2001). Com isso, o crescimento em altura da planta pode ser prejudicado, acarretando em plantas de menor porte.

As plantas cultivadas em solo argiloso apresentaram maior massa seca total, sendo a

maior no tratamento sem inoculação e adubação (SN+SB). Em solo arenoso, os tratamentos sem inoculação e adubação (SN+SB) e com adubação nitrogenada (CN+SB) apresentaram maior massa seca total em relação aos demais.

O mesmo foi observado por Repke (2013), que trabalhando com plantas de milho inoculadas com *A. brasilense* sob doses de nitrogênio, não verificou influência da inoculação para a produção de matéria seca, apenas das doses do fertilizante nitrogenado.

A avaliação de clorofila das plantas de milho mostrou melhor resultado nas plantas cultivadas em solo argiloso, enquanto que nos tratamentos, a maior produção de clorofila foi observada no tratamento sob adubação nitrogenada (CN+SB).

A produção de grãos foi superior nas plantas cultivadas em solo argiloso, sendo os tratamentos com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão (SN+CB) e com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão e *A. brasilense* na safrinha (SN, CB verão+CA safrinha), mostraram ser tão eficientes quanto a adubação nitrogenada em relação à esta variável. Em solo arenoso, a maior produção de grãos por planta foi observada apenas no tratamento com adubação nitrogenada sem inoculação (CN+SB).

A importância da adubação nitrogenada reflete no processo de crescimento do vegetal, o qual depende do N para realização da síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, proporcionando uma vegetação verde e abundante, com aumento da folhagem e rápido crescimento (Okumura et al. 2011).

CONCLUSÕES

A inoculação com *A. brasilense* em milho consorciado com braquiária, não influencia a maioria dos parâmetros agrônômicos avaliados, no entanto possibilita aumentar a produção de grãos.

As variáveis analisadas apresentam melhores resultados quando o milho é cultivado em solos argilosos, sob adubação nitrogenada e na ausência de inoculação.

REFERÊNCIAS

BALDANI, J.I. Potencial biotecnológico de bactérias diazotróficas associativas e endofíticas. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J.L. **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002. 433p.

BASHAN, Y.; BASHAN, L. E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. **Advances in agronomy**, v.108, n. 77-136, 2010.

CASSAN, F. et al. *Azospirillum brasilense* and *Azospirillum lipoferum* hydrolyze conjugates of GA20 and metabolize the resultant aglycones to GA1 in seedlings of Rice dwarf mutants. **Plant Physiology**. Washington. v.125, n.4, p.2053-2058, 2001.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. 1. ed. Editora Agrônômica Ceres, 2008. 864p.

GRAHAM, P. H.; VANCE C. P. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, p. 93-106, 2000.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**. The Hague. v.331, p.413-425, 2011.

OKUMURA R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v.4, n.2, 2011.

REPKE, R. A. Eficiência da *Azospirillum brasilense* na fixação de nitrogênio em milho. Dissertação (Mestrado)



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências
Agrárias. [s. n.] Botucatu-SP, 2013.

Tabela 1 – Altura de plantas, massa seca total, produção de grãos e teor de clorofila, em tratamentos com inoculação e co-inoculação de plantas de milho em consórcio com a *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás em dois tipos de solo, em Dourados, MS, 2016.

	Altura (m)		Massa seca total (g)				Produção de grãos (g planta ⁻¹)		Teor de Clorofila					
	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso						
SN+SB	152,7	bA	186,2	aA	169,54	bA	338,04	aA	1,5	bB	27,78	aAB	22,27	b
CN+SB	158	aA	163,7	aAB	206,77	aA	200,21	aB	33,98	aA	30,66	aAB	37,19	a
SN+CB	111,3	bB	152,5	aB	88,55	bB	189,26	aB	7,73	aB	19,08	aAB	22,44	b
SN+CA	118,8	bB	154,8	aB	86,4	bB	210,69	aB	0,52	bB	13,66	aB	22,18	b
SN+CB (verão) +CA (safrinha)	112,3	bB	151	aB	92,65	bB	227,66	aB	1,2	bB	36,69	aA	22,28	b
SN+CB+A (verão) +CA (safrinha)	115,8	bB	159,2	aB	94,36	bB	198,21	aB	0,22	bB	16,56	aB	21,05	b
Média		144,69			175,19					15,8			24,57	
CV%		9,26			20,6					69,89			13,49	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 2 – Teor de clorofila de plantas de milho em consórcio com a *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás, em dois tipos de solo, em Dourados, MS, 2016.

	Clorofila	
Arenoso	21,71	b
Argiloso	27,43	a
Média	24,57	
CV%	13,49	

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).