

PRODUTIVIDADE DE MILHO INOCULADO COM *Azospirillum brasilense* EM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO, EM LATOSSOLO VERMELHO – Safra 2012/13

Carla Maria Pandolfo¹, Gilcimar Adriano Vogt², Alvadi Antonio Balbinot Junior³,
Gilson José Marcinichen Gallotti⁴, Sérgio Roberto Zoldan⁵

INTRODUÇÃO

A produtividade de grãos de milho é fortemente influenciada pela disponibilidade de nitrogênio (N) mineral no solo (Schroder et al., 2000). Sua deficiência, segundo Fancelli & Dourado Neto (2008), pode reduzir o rendimento de grãos de milho entre 14 e 80%. Portanto, para obter uma produtividade elevada, faz-se necessário adubação nitrogenada, e, dentre os nutrientes aplicados o nitrogênio é o que mais onera os custos de adubação, chegando a representar cerca de 75% dos custos da adubação do milho e 40% do custo total de produção (Machado et al., 1998).

Uma das alternativas para manutenção da produtividade do milho com redução no consumo de fertilizantes nitrogenados é a inoculação de sementes com bactérias diazotróficas, ou seja, que possuem a capacidade de fixação no solo de N atmosférico.

No Brasil, *Azospirillum brasilense* é a principal espécie de bactéria que vem sendo pesquisada para a cultura do milho (Hungria, 2011). O N fixado pela bactéria torna-se disponível para a planta pela excreção direta ou via mineralização de bactérias mortas, não existindo uma relação de simbiose como a que ocorre, por exemplo, entre as raízes da soja e *Bradyrhizobium japonicum*. Na associação não simbiótica ocorre colonização da rizosfera pelas bactérias e não há penetração dos microrganismos nos tecidos radiculares ou formação de nódulos. Adicionalmente, as bactérias podem estimular a produção de hormônios nas plantas, como a auxina, que promove crescimento de raízes, podendo se refletir em maior capacidade de utilização de água e nutrientes, principalmente em situações de seca e salinidade (Tien et al., 1979). Desta forma, há necessidade de se esclarecer a interação entre a inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade do milho cultivado em Latossolo Vermelho na safra 2012/13, na presença ou ausência de inoculação de sementes com *A. brasilense*, em diferentes doses de N em cobertura.

¹ Eng.-agr., Dr., Epagri, Estação Experimental de Campos Novos, BR 282, km 342, Trevo, Campos Novos, SC, fone (47) 35410748, e-mail: pandolfo@epagri.sc.gov.br

² Eng.-agr., M.Sc., Epagri, Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, 1101, Campo da Água Verde, Canoinhas, SC, fone (47) 36274199, e-mail: gilcimar@epagri.sc.gov.br

³ Eng.-agr., Dr., Embrapa Soja, C.P. 231, 86001-970, Londrina, PR, fone: (43)33716058, e-mail: alvadi.balbinot@embrapa.br

⁴ Eng.-agr., M.Sc., Epagri, Estação Experimental de Canoinhas, BR 280, 1101, Campo da Água Verde, Canoinhas, SC, fone (47) 36274199, e-mail: gallotti@epagri.sc.gov.br

⁵ Eng.-agr., Dr., Epagri, Estação Experimental de Campos Novos, BR 282, km 342, trevo, Campos Novos, SC, fone (47) 35410748, e-mail: szoldan@epagri.sc.gov.br

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2012/13 foram conduzidos dois experimentos, um no município de Papanduva, SC (longitude 50°16'37'' Oeste, latitude 26°22'15'' Sul e altitude de 800 m) e outro em Campos Novos, SC (longitude 51°24'55'' Oeste, latitude 27°29'10'' Sul e altitude de 820 m). O solo, em ambos os locais, foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2004). O milho foi cultivado em sucessão à aveia preta em ambos os locais.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completamente casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 2 x 6. O primeiro fator experimental correspondeu à presença ou ausência de inoculação com *A. brasilense*, utilizando-se inoculante líquido Azototal© que possuía as estirpes Ab-V5 e Ab-V6. A dose utilizada de inoculante foi de 100 ml para 60.000 sementes. A inoculação foi realizada no dia da semeadura da cultura. O segundo fator experimental foi constituído de seis doses de N em cobertura: 0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha⁻¹. As unidades experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros, espaçadas de 0,80 metros entre si. Como área útil utilizou-se as duas linhas centrais (8 m²). A cultivar utilizada nos experimentos foi a SCS155 Catarina. A densidade de semeadura foi de aproximadamente 50 mil plantas por hectare. Em ambos os locais foi realizada adubação de base com 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK 9-33-12. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada com uréia, aplicada em superfície ao lado das fileiras de milho, quando as plantas apresentavam quatro folhas expandidas. O controle de plantas daninhas foi realizado com os herbicidas mesotrione (120 g i.a.ha⁻¹) + atrazine (1600 g i.a.ha⁻¹).

Foi avaliada a produtividade de grãos em kg ha⁻¹, estimada pela colheita das espigas presentes na área útil, as quais foram trilhadas e os grãos pesados. A produtividade foi corrigida para 13% de umidade. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F. Quando constatado efeitos significativos dos tratamentos, realizou-se análise de regressão polinomial, utilizando-se o modelo que melhor se ajustou aos dados e ao fenômeno, considerando cada local individualmente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito da inoculação, de doses de N e da interação entre inoculação e doses de N para a variável produtividade de grãos em Campos Novos (Tabela 1). A produtividade de grãos foi baixa (média de 2.553 kg ha⁻¹), em decorrência do déficit hídrico ocorrido durante o desenvolvimento do milho. A ausência de resposta do milho às doses de N aplicadas em cobertura, com ou sem inoculação, pode ser atribuída à deficiência hídrica e/ou à má distribuição de chuvas. Nesse local, a precipitação no mês de novembro de 2012 foi de 10,7 mm sendo que a média histórica para esse mês é de 134,8 mm (Dados da Estação Experimental da Epagri de Campos Novos).

Em Papanduva ocorreram condições mais favoráveis para a cultura e a produtividade média de grãos foi de 6.758 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Não houve efeito significativo da inoculação e nem da interação entre inoculação e doses de N para a variável produtividade de grãos (Tabela 2). No entanto, houve efeito significativo ($P \geq 0,05$) para doses de N, de modo que se constatou incremento na produtividade de

grãos com o aumento das doses de N em cobertura (Figura 1), demonstrando a importância desse macronutriente para obtenção de produtividades elevadas de grãos de milho. Os efeitos da inoculação de sementes de milho sobre a produtividade de grãos é dependente das características genéticas das plantas e das estirpes, bem como das condições de ambiente (Hungria, 2011). Em trabalho desenvolvido no Oeste de Santa Catarina Bulla & Balbinot Jr. (2011) verificaram aumento de 4,5% na produtividade de grãos de milho em função da inoculação, na média de cinco doses de N em cobertura, sendo a produtividade média do ensaio bastante elevada (acima de 12.500 kg ha⁻¹). Por outro lado, em levantamento de experimentos realizados em 20 anos, Okon & Labandera-Gonzales (1994) constataram que em 30 a 40% dos casos não ocorreram incrementos de produtividade em função da inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Nesse contexto, outros ensaios precisam ser realizados para explicar os efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense* sobre o desempenho da cultura do milho, bem como esclarecer a possível interação dessa prática com as doses de N usadas na adubação de cobertura.

CONCLUSÕES

A inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* não proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos de milho cultivados na safra 2012/13, em Latossolo Vermelho de Campos Novos e de Papanduva.

Em Papanduva, as doses de N aplicadas em cobertura aumentaram a produtividade de grãos de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BULLA, D.; BALBINOT JR., A.A. Inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* em diferentes doses de nitrogênio. *Agropecuária Catarinense*, v. 25, p. 61-63, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. *Solos do Estado de Santa Catarina*. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 2004. 745 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 46. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/santa_catarina.zip>. Acesso em: 28 jun. 2010.

FANCELLI, L.A.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. Livroceres:livraria e Editora Agropecuária Ltda, 2ª edição, 2008, 360p.

HUNGRIA, M. *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p.

MACHADO, A.T.; SODEK, L.; DÖBEREINER, J.; REIS, V.M. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, p.961-970, 1998.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v.26, n.12, p.1591-1601, 1994.

SCHRODER, J.J.; NEETESON, J.J.; OENEMA, O. et al. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crop Research*, Amsterdam, v.66, n.1, p.151-164, 2000.

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v.37, p.1016-1024, 1979.

Tabela 1. Produtividade de grãos de milho em função da ausência ou presença de inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* em seis doses de nitrogênio. Epagri, Campos Novos, safra 2012/13.

Dose N (kg ha ⁻¹)	Campos Novos					
	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)					
	Sem Inoculação		Com Inoculação		Média Geral	
0	1.931	ns	1.790	ns	1.860	ns
25	1.810		2.139		1.974	
50	2.117		2.836		2.477	
75	2.778		3.021		2.899	
100	3.184		3.140		3.162	
125	3.082		2.808		2.945	
Média	2.484		2.622		2.553	
C.V.(%)			36,7			

ns = Não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Produtividade de grãos de milho em função da ausência ou presença de inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* em seis doses de nitrogênio. Epagri, Papanduva, safra 2012/13.

Dose (kg ha ⁻¹)	Papanduva				
	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)				
	Sem Inoculação	Com Inoculação	Média Geral		
0	5.103	5.488	5.295 *		
25	5.773	6.322	6.048		
50	6.912	6.848	6.880		
75	6.607	7.222	6.914		
100	7.580	7.395	7.488		
125	7.848	7.998	7.923		
Média	6.637	ns	6.879	ns	6.758
C.V.(%)			11,5		

ns = Não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

* Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

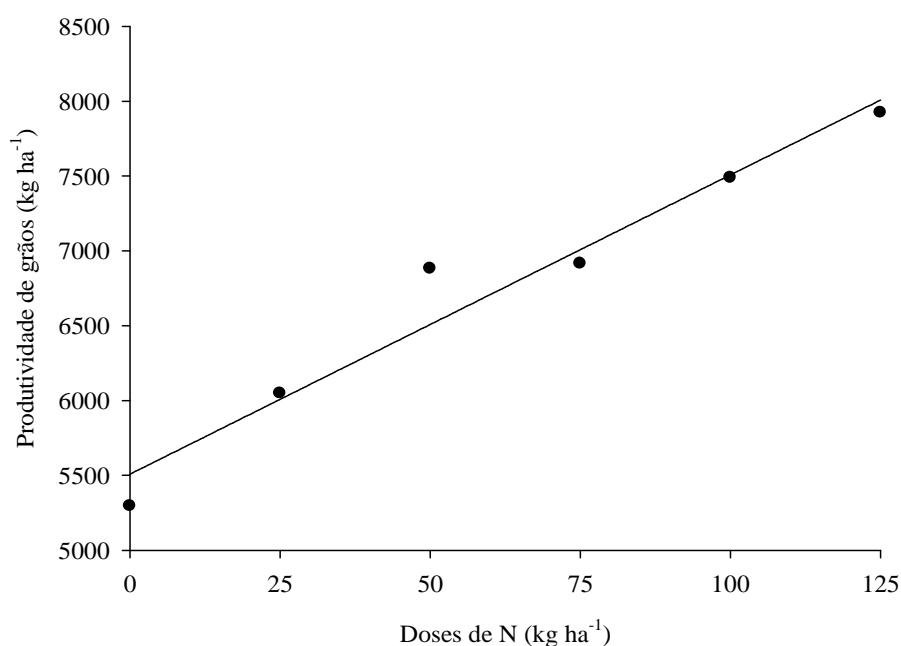


Figura 1. Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Média dos dados obtidos sem e com inoculação com *Azospirillum brasilense*. $\hat{Y}=5508,77+19,99x$ $R^2=0,96$ (coeficientes significativos a 5% de probabilidade).