

Inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* em diferentes doses de nitrogênio

Diego Bulla¹ e Alvadi Antonio Balbinot Junior²

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da cultura do milho na presença ou ausência de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* com diferentes doses de nitrogênio (N) aplicado em cobertura. O experimento foi conduzido em Erval Velho, SC, no ano agrícola 2010/11, utilizando-se delineamento experimental de blocos completos, com três repetições, em esquema fatorial 2 x 5. Foram utilizadas sementes com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense* e testadas cinco doses de N em cobertura: 0, 40, 80, 135 e 200kg/ha. Para produtividade de grãos não houve interação entre inoculação e doses de N. Entretanto, houve aumento da produtividade em função da inoculação e do incremento das doses de N.

Termos para indexação: Bactéria diazotrófica, adubação nitrogenada, crescimento vegetal, produtividade de grãos.

Corn seed inoculation with *Azospirillum brasilense* in different doses of nitrogen

Abstract – The objective of this study was to evaluate the performance of maize in the presence or absence of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* using different nitrogen (N) rates. One experiment was carried out in Erval Velho, Santa Catarina state, Brazil, during the 2010/11 crop season. The experimental design was a complete block with three replications in a 2 x 4 factorial scheme. Seeds with and without inoculation and five N rates (0, 40, 80, 135 and 200kg/ha) were used. As to grain yield, no interaction between inoculation and N rates was observed. However, both the inoculation and the N fertilization promoted yield increment.

Index terms: Diazotrophic bacteria, nitrogen fertilization, plant growth, grain yield.

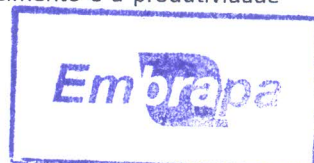
É crescente a necessidade de aumento da produtividade de culturas agrícolas associada à redução do uso de insumos externos às propriedades, os quais demandam energia para ser sintetizados e podem causar impacto ambiental negativo, além de aumentarem os custos de produção. O milho é uma cultura importante, já que seus grãos são usados para várias finalidades, especialmente na fabricação de rações para aves, suínos e bovinos. A produtividade de grãos de milho é fortemente influenciada pela disponibilidade de nitrogênio (N) mineral no solo (Schroder et al., 2000). Na fabricação de fertilizantes nitrogenados há consumo de energia e, em determinadas situações, seu uso pode aumentar a concentração

de nitrato em águas superficiais e subsuperficiais, o qual pode causar problemas de saúde em humanos (Masclaux-Daubresse et al., 2010).

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 nem formação de nódulos. Adicionalmente, as bactérias podem estimular a produção de hormônios nas plantas, como a auxina, que promove crescimento de raízes, podendo refletir-se em maior capacidade de utilização de água e nutrientes, sobretudo em situações de seca e salinidade (Tien et al., 1979).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de sementes de milho com *A. brasilense* e diferentes doses de N aplicado em cobertura sobre o crescimento e a produtividade da cultura. ▶



Aceito para publicação em 22/05/12.

¹ Estudante de Agronomia, Unoesc / Campus Aproximado de Campos Novos, Rua Benjamim Colla, 289, 89620-000 Campos Novos, SC, fone: (49) 3551-0300, e-mail: diego_bulla@hotmail.com.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Embrapa Soja, C.P. 231, 86001-970 Londrina, PR, fone: (43) 3371-6058, e-mail: balbinot@cnpso.embrapa.br (autor para correspondência).

O experimento foi conduzido em Erval Velho, SC, no ano agrícola 2010/11, utilizando-se delineamento experimental de blocos completos, com três repetições. Cada parcela possuía seis fileiras de milho espaçadas em 0,75m, com 9m de comprimento (40,5m²). A área útil foi composta por quatro fileiras centrais, descartando 0,5m em cada extremidade (24m²). A Figura 1 mostra o ensaio.

Antes da instalação do experimento, no período de inverno, a área foi cultivada com pastagem composta por aveia-preta e azevém. A cobertura vegetal foi dessecada com glyphosate (1.200g i.a./ha) + setoxidim (180g i.a./ha) + óleo mineral (0,5L/ha). A semeadura foi rea-

lizada no dia 28 de setembro de 2010, utilizando-se semeadora equipada com facção sulcador. A adubação de base foi composta por 500kg/ha da fórmula 9-33-12, conforme resultado da análise do solo para obtenção de 12.000kg/ha de grãos (Sociedade..., 2004). A dose total de N recomendada para atingir essa produtividade foi de 170kg/ha. O híbrido de milho utilizado foi Pioneer 30F53 Hx. A densidade final foi de 75 mil plantas/ha.

O primeiro fator experimental correspondeu à presença ou ausência de inoculação das sementes de milho com *A. brasilense*. Foi utilizado inoculante líquido com as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 da bactéria, na quantidade

de 100ml/25kg de sementes. O segundo fator experimental foi constituído de cinco doses de N em cobertura: 0, 40, 80, 135 e 200kg/ha. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada com ureia, aplicada na superfície do solo úmido, ao lado das fileiras de milho. Essa prática foi realizada quando as plantas de milho apresentavam quatro folhas expandidas. O controle de plantas daninhas foi realizado com os herbicidas mesotrione (120g i.a./ha) + atrazine (1.600g i.a./ha).

Foram avaliadas a altura final de plantas e a altura de inserção da espiga principal em dez plantas presentes na área útil de cada parcela; peso de mil grãos; e produtividade de grãos, 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 teste F. Quando constatados efeitos significativos dos tratamentos, realizou-se análise de regressão polinomial, utilizando-se os modelos que melhor se ajustaram aos dados e ao fenômeno investigado.

Não houve efeito da inoculação nem da interação entre inoculação e doses de N para altura de plantas e altura da espiga principal. No entanto, houve efeito do fator doses de N para essas duas variáveis (Figura 2), de modo que se constatou incremento na altura de plantas e na altura da espiga principal com o aumento das doses de N em cobertura.

Para produtividade de grãos não houve efeito da interação entre inoculação e doses de N. Todavia, houve efeito dos fatores de forma isolada. A inoculação com *A. brasilense* promoveu aumento de aproximadamente 4,5% na produtividade de grãos de milho (Figura 3), considerando a média das cinco doses de N testadas. Isso demonstra o efeito benéfico da inoculação com bactéria diazotrófica na produtividade de grãos de milho.

Em levantamento de experimentos realizados em 20 anos, Okon & Labandera-González (1994) constataram



Figura 1. Vista da área experimental em Erval Velho, SC, ano agrícola 2010/11

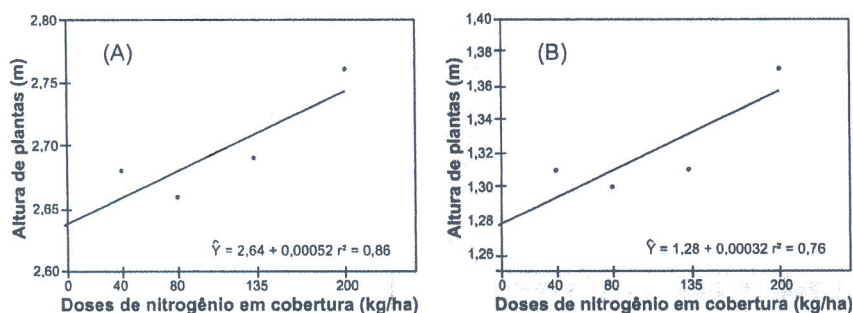


Figura 2. Altura (A) de plantas de milho e (B) da espiga principal em função de doses de nitrogênio em cobertura. Média de duas situações de inoculação com *Azospirillum brasilense*

que em 60% a 70% dos casos ocorreram incrementos de produtividade em função da inoculação com *A. brasilense*. Cavallet et al. (2000) concluíram que a inoculação de sementes com bactérias do gênero *Azospirillum* aumentou a produtividade de grãos de milho em 17% em relação à testemunha. Contudo, enfatiza-se que a resposta de espécies de gramíneas à inoculação pode ser influenciada pelas características genéticas das plantas e das estirpes, bem como pelas condições de ambiente (Hungria, 2011). A produtividade de grãos foi diretamente proporcional ao aumento da dose de N em cobertura (Figura 4), demonstrando a importância desse macronutriente para obtenção de produtividades elevadas de grãos de milho.

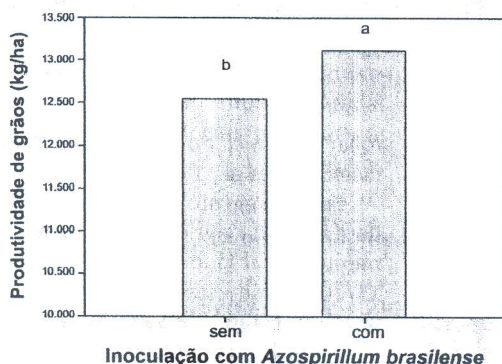


Figura 3. Produtividade de grãos de milho em função da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. Média de cinco doses de nitrogênio. Médias comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade e coeficiente de variação de 3,9%

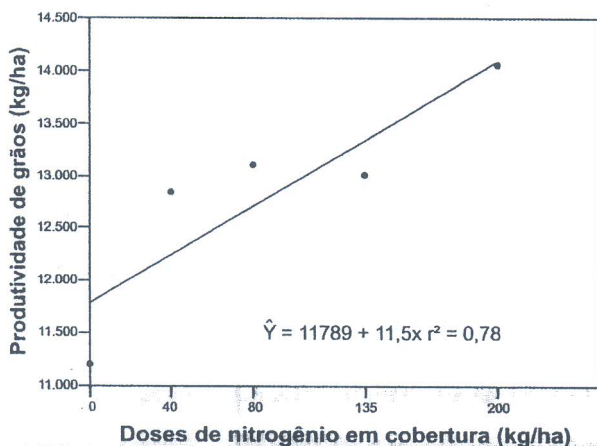


Figura 4. Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Média de duas situações de inoculação com *Azospirillum brasilense*

Em relação ao peso de mil grãos, que é um dos componentes de rendimento, não houve efeito de inoculação com *A. brasilense* nem da interação entre inoculação e doses de N. Essa variável foi afetada somente pelas doses de N (Figura 5). O aumento das doses de N proporcionou a formação de grãos com maior peso.

Nesse contexto, nas condições do presente experimento, a inoculação de sementes de milho com *A. brasilense* e o aumento das doses de nitrogênio proporcionaram incremento na produtividade de grãos de milho.

Literatura citada

- CAVALLET, L.E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, J.J. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.* *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.1, p.129-132, 2000.
- HUNGRIA, M. *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo.* Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p.

- MASCLAUX-DAUBRESSE, C.; DANIEL-VEDELE, F.; DECHORGNAT, J. et al. Nitrogen uptake assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Annals of Botany*, v.105, p.1141-1157, 2010.
- 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.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.* 10.ed. Porto Alegre, RS: SBRS/Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 394p.
- 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.

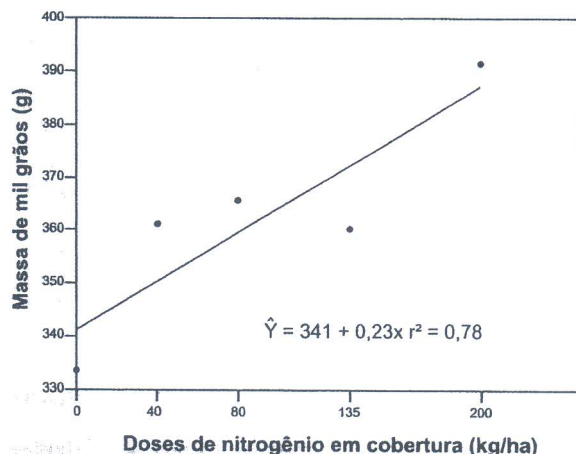


Figura 5. Massa de mil grãos de milho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Média de duas situações de inoculação com *Azospirillum brasilense*