

**Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes e no sulco de semeadura sobre a cultura do milho**

Tânia Maria Müller<sup>1</sup>, Simone Basi<sup>2</sup>, Édina Cristiane Pereira Lopes<sup>3</sup>, Fabiano Pacentchuk<sup>4</sup>,  
Jaqueline Huzar Novakowiski<sup>5</sup>, Itacir Eloi Sandini<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Mestranda, bolsista CAPES, Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR. (mullertania@hotmail.com). <sup>2</sup>Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR. (simonebasi@hotmail.com). <sup>3</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR. (edinacristiane@hotmail.com). <sup>4</sup>Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR. (fabiano-tec@hotmail.com). <sup>5</sup>Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR. (jaquehuzar@hotmail.com). <sup>6</sup>Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR. (isandini@hotmail.com).

**RESUMO** - A cultura do milho remove grandes quantidades de nitrogênio e por isso requer maior uso de adubação nitrogenada. Estudos mostram que bactérias do gênero *Azospirillum* podem fixar nitrogênio podendo reduzir a utilização de fertilizantes nitrogenados. O objetivo, do trabalho foi avaliar a produtividade e massa de mil grãos com a inoculação de *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes e em doses diferenciadas no sulco de semeadura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: 200 mL ha<sup>-1</sup>, 400 mL ha<sup>-1</sup>, 600 mL ha<sup>-1</sup> e 800 mL ha<sup>-1</sup> no sulco de semeadura, tratamento de sementes mais 400 mL ha<sup>-1</sup> no sulco, tratamento de sementes e controle. A partir dos resultados obtidos não foi constatada diferença significativa sobre a produtividade e massa de mil grãos pelas diferenças formas de inoculação de *A. brasilense*. Há necessidade de mais estudos para verificar a eficiência do uso desta bactéria diazotrófica.

**Palavras-chave:** Adubação nitrogenada, *Zea mays* L., produtividade, bactérias diazotróficas.

### Introdução

A cultura do milho necessita de quantidades elevadas de nitrogênio (N), a qual dificilmente poderá ser suprida pelo solo, necessitando o uso de outras fontes suplementares. Uma alternativa para redução do uso de fertilizantes sintéticos, é a inoculação de bactérias diazotróficas (BARRILI et al., 2011). Entre essas bactérias, destacam-se as do gênero *Azospirillum* que podem colonizar raízes e colmos das plantas. Esta é uma alternativa promissora, pois os microrganismos irão atuar na disponibilidade de N para a planta, além da produção de auxinas, substâncias responsáveis pelo estímulo do crescimento, podendo reduzir a utilização de fertilizantes nitrogenados sintéticos na cultura do milho (REIS, 2007). As bactérias do gênero *Azospirillum* são de vida livre, capazes de promover o crescimento das plantas e aumentar as colheitas em muitas culturas de importância agrônômica (DOBBELAERE et al., 2003).

O efeito da bactéria *Azospirillum* spp. no desenvolvimento do milho e em outras gramíneas tem sido pesquisado, não somente quanto ao rendimento das culturas, mas também, com relação às causas fisiológicas que, possivelmente, aumentam esse rendimento (BÁRBARO et al., 2008). A capacidade de colonizar o interior da planta inteira e localizar-se dentro de nichos protegidos de oxigênio ou outros fatores tornam o grupo de bactérias diazotróficas mais promissor associadas com gramíneas e outras plantas não leguminosas (BALDANI, et al., 1997).

A fim de reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade, nos últimos anos, têm-se inovações tecnológicas desenvolvidas para a cultura do milho, por ser uma cultura que demanda grandes quantidades de N, normalmente requer que se faça adubação nitrogenada em cobertura para completar a quantidade suprida pelo solo. A inoculação com a bactéria *Azospirillum* spp. tem sido realizada nas sementes, e pesquisas tem relevado que há aumento de produtividade com a utilização desta tecnologia (BRACCINI et al., 2008).

Didonet et al. (1996) informaram que são muitas as evidências de que a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasilense* seja responsável pelo aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, principalmente na presença de elevadas dosagens de nitrogênio, o que parece estar relacionado com o aumento da atividade das enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio.

A inoculação com *Azospirillum* é realizada de forma bastante semelhante à das leguminosas, ou seja, com aplicação nas sementes, com inoculantes que podem ser aplicados via sólida (como turfa) ou via líquida. Os cuidados no armazenamento e na aplicação do inoculante também são os mesmos tomados em relação aos inoculantes para a cultura da soja e de outras leguminosas, uma vez os dois que carregam microrganismos vivos (HUNGRIA, 2000).

Atualmente a forma de inoculação dessa bactéria no milho é realizada através das sementes, entretanto estudos obtidos em outras culturas inoculadas (principalmente soja) mostram um efeito positivo quando se aplica o inoculante no sulco de semeadura (RAMOS & RIBEIRO, 1993).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a produtividade e massa de mil grãos com o uso de *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes e em doses diferenciadas no sulco.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na safra 2011/2012, na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), na cidade de Guarapuava, PR. O solo é classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico (EMBRAPA, 2006). O clima da região foi classificado como temperado de altitude – Cfb (subtropical mesotérmico úmido), segundo Köppen.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram: controle, *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes (TS), *Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura nas doses de 200 mL ha<sup>-1</sup>, 400 mL ha<sup>-1</sup>, 600 mL ha<sup>-1</sup> e 800 mL ha<sup>-1</sup> no sulco de semeadura e TS + 400 mL ha<sup>-1</sup> no sulco. No tratamento de sementes foi aplicado 100 mL ha<sup>-1</sup>. Tanto no tratamento de sementes quanto no sulco foi utilizado o inoculante Gelfix<sup>®</sup> Gramíneas.

A parcela experimental foi constituída por 4 linhas de semeadura espaçadas 0,60 m e com comprimento de 7 m. A área útil para avaliação foi de apenas uma das linhas centrais. A população utilizada foi de 85 mil plantas por hectare.

A área experimental foi ocupada no período do inverno por azevém. Foi efetuada a dessecação com glifosato (720 g i.a. ha<sup>-1</sup>) quinze dias antes da semeadura, a qual foi realizada de forma manual no dia 04/11/12 em sistema de semeadura direta. O híbrido de milho utilizado foi o 30R53. Para adubação foi aplicado 350 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 12-31-17 na semeadura. Para adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia no estágio fenológico V4. Não foi efetuado controle de doenças ou pragas.

Após o estágio de maturação fisiológica fez-se a colheita manual das espigas da área útil da parcela. Após debulha, pesagem e determinação da umidade dos grãos e sua correção para 14% foi obtida a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>. A massa de mil grãos foi determinada pela pesagem de uma amostra de 300 grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa estatístico Assisat.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das médias obtidas, onde se nota que não houve diferença significativa nos tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados obtidos diferem das pesquisas já realizadas anteriormente. Segundo Salomone & Döbereiner (1996) estudando a resposta de vários genótipos de milho à inoculação de quatro estirpes de *Azospirillum* spp. isoladas na Argentina e três de raízes de sorgo e milho isoladas no Brasil, constataram aumento de peso de grãos, variando em diferentes genótipos, da ordem de

1.700 a 7.300 kg ha<sup>-1</sup>, entretanto, esses resultados são muito influenciados pelas condições de solo, ambiente e genótipos de planta.

Segundo Reis (2007), as variações de resultados de trabalhos com *Azospirillum* spp. estão ligadas a interações edafoclimáticas e interações com a biota do solo, além de fatores ligados à bactéria tais, como: o número ideal de células por semente e a fisiologia da semente. Nesse sentido seria importante a contagem do número de células por planta, pois a falta de resultado significativo pode estar relacionada ao não desenvolvimento das bactérias fixadoras.

Entretanto, conforme a Figura 1, quando analisadas somente as diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* aplicados no sulco de semeadura, obteve-se uma resposta quadrática, observando-se um incremento da produtividade.

Conforme Bárbaro et al. (2008), vários aspectos devem merecer atenção dos pesquisadores em relação à eficiência da bactéria, ressaltando-se a seleção de estirpes adaptadas às condições locais e às culturas e cultivares usadas em cada região, sendo necessário testar as estirpes de *Azospirillum*, selecionando-se aquelas mais adaptadas às situações de clima e do manejo de culturas.

São necessários mais estudos relacionados quanto à forma de uso do *Azospirillum brasilense*, para poder se verificar as potencialidades da bactéria.

### **Conclusão**

- 1) Não houve diferença significativa para variáveis agronômicas avaliadas quanto ao uso de *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes e em doses diferenciadas no sulco de semeadura.
- 2) Quando avaliados somente as diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum brasilense*, aplicadas no sulco de semeadura, acompanhado do aumento das doses obteve-se um incremento da produtividade.

### **Literatura Citada**

BALDANI, J.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DÖBEREINER, J.. Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biology and Biochemistry*, v.29, n.5 p.911-922, Jun 1997.

BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.. É possível fixação biológica de nitrogênio no milho. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_2/fixacao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/fixacao/index.htm)>. Acesso em: 25 mai. 2011. (INFOBIBOS – Informações Tecnológicas, 2008).

BARILLI, D.R.; TSUTSUMI, C.Y.; MAY, A.; MIRANDA, A.M.; HACHMANN, T.L.; MODOLON, T.A.. Eficiência na inoculação de milho com *Azospirillum brasilense* em

diferentes períodos antes da semeadura. Fortaleza, CE. 12 dez.2011. VII Congresso Brasileiro de Agroecologia.

BRACCINI, Alessandro de Lucca e; ÁVILA, Marizangela Rizzatti; ALBRECHT, Leandro Paiola; CATO, S.C.; BARBOSA, M.C.. Eficiência da inoculação das sementes com *Azospirillum* spp na cultura do milho. In: XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2008, Londrina. Anais XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2008.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasiliense*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.16, n.9, p.645-651, 1996.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y.. Plant Growth-Promoting Effects of Diazotrophs in the Rhizosphere. Critical Reviews in Plant Sciences. v.22, n.2 p.107- 149, 2003.

HUNGRIA, M. Inoculante em milho: uma novidade no mercado. Revista Campo & Negócios, 2000.

Ramos, M.L.G. & Ribeiro, W.Q. Effect of fungicides on survival of *Rhizobium* on seeds and the nodulation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Soil. 1993, 152:145-150.

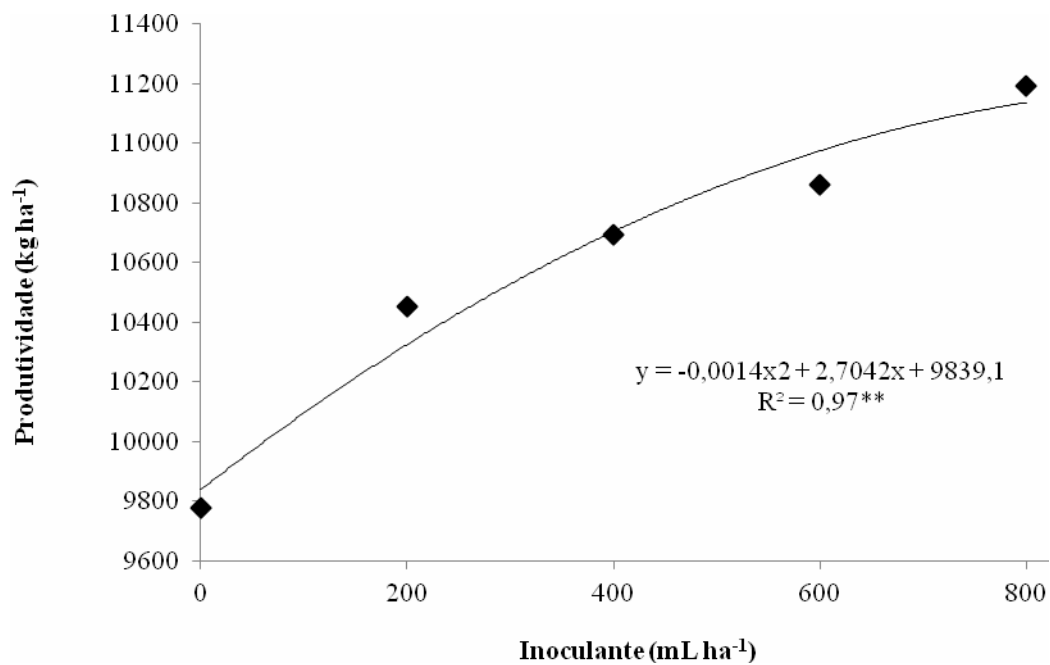
REIS, V. M. Uso de Bactérias Fixadoras de Nitrogênio como Inoculantes para Aplicação em Gramíneas. Embrapa Agrobiologia. Seropédica, RJ. 22 p., 2007. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 232).

SALOMONE, G.; DÖBEREINER, J. Maize genotypes effects on the response to *Azospirillum* inoculation. Biology Fertilizer Soils, Oxford, v.21, p.193-196, 1996.

**Tabela 1.** Médias dos tratamentos para população, produtividade, massa de mil grãos e umidade. Guarapuava, PR, 2012.

Tratamento	Produtividade	Massa de mil grãos
	(kg ha <sup>-1</sup> )	(gramas)
Controle	9776,95 a	293,41 a
200 mL ha <sup>-1</sup>	10454,06 a	303,33 a
400 mL ha <sup>-1</sup>	10692,03 a	300,59 a
600 mL ha <sup>-1</sup>	10862,52 a	306,00 a
800 mL ha <sup>-1</sup>	11194,52 a	303,01 a
Tratamento de sementes	10066,33 a	294,20 a
Tratamento de sementes + 400 mL ha <sup>-1</sup>	11068,47 a	297,93 <sup>a</sup>
Média	10670,59	308,58
Coefficiente de variação (%)	5,91	3,86

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



**Figura 1.** Produtividade de milho em função das doses de inoculante à base de *Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Guarapuava, PR, 2012.