

EFEITO DA INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L)

ANDRÉ BARTCHECHEN¹; CLÁUDIA CRISTINA LEITE FIORI²; SÉRGIO HITOSHI WATANABE²; ROBERTO CARLOS GUARIDO²

¹ Acadêmico do curso de Agronomia da Faculdade Integrado de Campo Mourão – PR. e-mail: andrebartchechen@hotmail.com

² Professor do Curso de Agronomia da Faculdade Integrado de Campo Mourão. Rodovia BR-158, Km 207, s/n, CEP 87300-970 – Campo Mourão – Paraná – Brasil. e-mail: claudiafiori@grupointegrado.br

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a resposta do efeito da inoculação de *Azospirillum brasiliense* no híbrido de milho AG-9010 YG. O experimento foi implantado na safrinha 2009 no Município de Araruna - PR. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizado composto por seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: 1) testemunha (somente com adubação de base); 2) inoculação da semente com *A. brasiliense*; 3) inoculação da semente com *A. brasiliense* + 62kg ha⁻¹ de uréia em cobertura (½ dose de N); 4) aplicação de 62kg ha⁻¹ de uréia em cobertura; 5) inoculação da semente com *A. brasiliense* + 124Kg ha⁻¹ de uréia em cobertura (dose cheia recomendada); 6) aplicação de 124Kg ha⁻¹ de uréia em cobertura. A variável analisada foi a produtividade de grãos de milho. Embora o tratamento com *A. brasiliense* tenha proporcionado um incremento em produtividade em relação à testemunha, não houve diferença significativa entre os tratamentos com inoculação da bactéria relacionada às doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Portanto, em relação à produtividade, a inoculação com *A. brasiliense* não proporcionou maiores produtividades.

Palavras-Chave: *Zea mays*; *Azospirillum brasiliense*; Fixação biológica de nitrogênio.

EFFECT OF INOCULATION OF *Azospirillum brasiliense* IN PRODUCTIVITY THE MAIZE (*Zea mays*)

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of inoculation of *Azospirillum brasiliense* in the maize hybrid AG-9010 YG. The trial was set for second season 2009 in the city of Araruna - PR. The experimental design was randomized blocks with six treatments and four replications. The treatments were: 1) control (only with the fertilizer), 2) seed inoculation with *A. brasiliense*, 3) seed inoculation with *A. brasiliense* + 62kg ha⁻¹ urea fertilization (½ N dose), 4) application of 62kg ha⁻¹ urea in coverage, 5) seed inoculation with *A. brasiliense* + 124Kg ha⁻¹ urea in coverage (full recommended dose), 6) application of 124Kg ha⁻¹ urea in coverage. The variable analyzed was grain yield of maize. Although treatment with *A. Brasiliense* has brought an increase in productivity compared to the control, no significant difference between treatments with inoculation of bacteria related to levels of nitrogen applied dressing. Therefore, in relation to productivity, inoculation with *A. brasiliense* not resulted in higher yield.

Keywords: *Zea mays*; *Azospirillum brasiliense*; Biological nitrogen fixation.

O milho tem diversas utilizações na alimentação humana, animal ou como biocombustível assumindo, portanto, um relevante papel sócio econômico (1). É uma das culturas mais estudadas do ponto de vista nutricional, dada sua grande importância. Entre os três nutrientes primários fornecidos pelos fertilizantes, o nitrogênio desempenha um papel importante para o aumento da produção e das proteínas nos grãos (2), aumento significativo na área foliar e na produção de massa de matéria seca, resultando em maior produtividade de grãos (3). Segundo Fancelli; Dourado Neto (1), a

deficiência de nitrogênio na cultura pode reduzir o rendimento de grãos entre 14 e 80%.

Portanto, para obter uma produtividade elevada faz-se adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade não suprida pelo solo (2). Segundo Embrapa (4), dentre os nutrientes aplicados o nitrogênio é o que mais onera os custos de adubação, chegando representar cerca de 40% do custo total de produção na cultura do milho. Nesse contexto, a busca de alternativas para diminuir o consumo de fertilizantes nitrogenados fez

ampliarem, na década de 70, as pesquisas na área de fixação biológica de nitrogênio (5).

As bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*, fixadoras de nitrogênio atmosférico, que associadas à rizosfera das plantas podem, possivelmente, contribuir com a nutrição nitrogenada delas (6). Conforme Cavalett et al. (7), o efeito da bactéria *Azospirillum* spp. no desenvolvimento do milho e em outras gramíneas, tem sido pesquisado nos últimos anos, não somente quanto ao rendimento das culturas, mas também, com relação às causas fisiológicas que, possivelmente, aumentam esse rendimento. Segundo Didonet et al. (8), são muitas as evidências de que a inoculação das sementes de milho com *A. brasilense* seja responsável pelo aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, o que parece estar relacionado com o aumento da atividade das enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio. Além do efeito sobre a cultura, a bactéria possui ainda os seguintes benefícios como inoculante: a bactéria é endofítica, ou seja, penetra na raiz das plantas; apresenta antagonismo a agentes patogênicos; produz fitormônios; não é muito sensível às variações de temperatura e ocorre em todos os tipos de solo e clima (9).

A utilização de bactérias diazotróficas como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as culturas pode ser uma opção menos onerosa e mais viável ecologicamente. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da inoculação da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho no Município de Araruna - PR.

O experimento foi conduzido em área de plantio direto sobre resteva de soja no Município de Araruna - PR, com latitude 23°53' 20,5 L, longitude 52°37' 41,1 W e altitude de 558 metros, sob Latossolo Vermelho Distrófico (10). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical (11).

Em todos os tratamentos foi feita adubação de base na semeadura, na dosagem de 206,6 kg ha⁻¹ do formulado NPK 8-20-20, conforme a necessidade indicada pela análise de solo. Nos tratamentos com a aplicação de nitrogênio em cobertura, utilizou-se uréia 30 dias após a emergência, quando a cultura se encontrava no estágio V4.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados composto por seis tratamentos e

quatro repetições. Os tratamentos foram: 1) testemunha (somente com adubação de base); 2) inoculação da semente com *Azospirillum brasilense*; 3) inoculação da semente com *A. brasilense* + 62kg ha⁻¹ de uréia em cobertura (½ dose de N); 4) aplicação de 62kg ha⁻¹ de uréia em cobertura; 5) inoculação da semente com *A. brasilense* + 124Kg ha⁻¹ de uréia em cobertura (dose cheia recomendada); 6) aplicação de 124Kg ha⁻¹ de uréia em cobertura.

A inoculação com *A. brasilense* foi efetuada com o produto comercial Masterfix Gramíneas® na dosagem de 100mL de produto por saca de 20kg de semente. As sementes e o Masterfix Gramíneas® foram adicionados em tambores plásticos e homogeneizados por 30 segundos.

A semeadura foi realizada em 24/02/2009, utilizando o híbrido AG-9010 YG da Agroceres. Cada parcela foi constituída por cinco linhas de 6,0m de comprimento, totalizando uma área de 24,0m². O espaçamento utilizado foi de 0,8m entre linhas.

Para a avaliação dos tratamentos, em cada parcela, foram excluídas as duas linhas laterais de bordadura e 0,5m das extremidades de cada linha. Após 18 dias da emergência, foi feito o desbaste, deixando cinco plantas por metro linear, proporcionalizando uma população de 62.500 plantas ha⁻¹.

A colheita foi realizada em 30/07/2009. Foi efetuada manualmente e as espigas debulhadas com trilhadora manual. Para o cálculo de produtividade, os teores de umidade dos grãos foram padronizados em 14% de umidade. Esses resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (P= 0,05) pelo programa SASM-Agri (12).

Todos os tratamentos apresentaram produtividades superiores à testemunha (sem a aplicação de N em cobertura). O tratamento somente com a inoculação de *Azospirillum brasilense*, apesar de ter apresentado resultado superior ao da testemunha, proporcionou resultados inferiores aos demais tratamentos. A maior produtividade foi obtida nos tratamentos com adubação de cobertura com dose cheia de N, com e sem a inoculação da bactéria, mostrando, conforme a tabela 1, que não houve diferença significativa entre os tratamentos com dose cheia de N e com dose cheia de N mais a inoculação da bactéria. Em

relação aos tratamentos com adubação de cobertura com ½ dose de N, observou-se que eles obtiveram produtividades significativamente inferiores aos tratamentos com dose cheia de N. Porém, eles não diferiram entre si, demonstrando assim que a bactéria não proporcionou uma maior produtividade no tratamento com ½ dose de N associado à inoculação com a bactéria em

relação ao tratamento com ½ dose de N sem a inoculação com a bactéria (tabela 1). Tais dados permitem afirmar que no presente trabalho, a inoculação da bactéria *A. brasiliense*, não promoveu um incremento de produtividade na cultura do milho quando associada à utilização de adubação de N em cobertura.

Tabela 1. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasiliense* na produtividade da cultura milho no Município de Araruna-PR, 2009.

Tratamentos	Sacas ha ⁻¹	Produtividade Kg ha ⁻¹
Testemunha	51,82d	3.109,25d
Azospirillum	59,50c	3.570,00c
Azospirillum + ½ dose de uréia	68,71b	4.380,00b
½ dose de uréia	68,71b	4.123,00b
Azospirillum + dose cheia de ureia	77,60a	4.656,00a
Dose cheia de ureia	76,12a	4.567,50a
CV%		4,71

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade.

Vários pesquisadores têm demonstrado o efeito da inoculação de *A. brasiliense* em várias culturas. Cavalleti et al. (7) quando analisaram a produtividade de milho com a inoculação de *Azospirillum*, observaram um aumento de 17% no comprimento médio das espigas, de 13,6 para 14,4cm, mas a inoculação não teve efeito sobre o número de linhas de grãos por espiga e altura de plantas, contudo aumentou significativamente a produtividade média de grãos em relação ao peso dos mesmos. Barros Neto (13) obteve um aumento médio de 9% na produtividade de grãos de milho com a inoculação de *A. brasiliense*. Porém, Didonet (8) ao trabalhar com a inoculação de duas estirpes de *A. brasiliense* em cultura de trigo, demonstrou que existem estirpes que apresentam desempenho diferenciado no incremento de N na planta, observando que nem todas as estirpes de uma mesma espécie proporcionam o mesmo resultado na fixação de N pela planta.

Houve um aumento de produtividade do tratamento somente com a inoculação de *A. brasiliense* em relação à testemunha que não recebeu adubação de N em cobertura, demonstrando que a inoculação proporcionou, provavelmente, uma maior fixação de N, porém, quando houve a interação do adubo nitrogenado com a inoculação, não ocorreu aumento de produtividade. Salomone; Dobereiner (14), ao realizarem experimentos com genótipos de milho brasileiro e argentino, obtiveram resultados diferentes em relação ao incremento total de N, pois, em função da resposta dos genótipos, houve um incremento de N em quatro genótipos argentinos e dois brasileiros, mas não houve incremento de N

em um genótipo argentino, confirmando que a resposta de fixação de N pode estar relacionada ao genótipo utilizado. Além disso, os autores supracitados também afirmam que pode haver a influência da associação em relação ao metabolismo do nitrogênio nas folhas das plantas, onde pode ocorrer uma interferência na ação da enzima nitrato-reductase e isso pode proporcionar respostas diversas em relação aos genótipos utilizados. E segundo Caballero-Mellado (15), as bactérias do gênero *Azospirillum* podem afetar a produção de fitormônios nas plantas inoculadas, o que também poderia responder pela eficiência, ou não, da inoculação.

Segundo Bárbaro; Brancalião; Ticelli (16), 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.

A inoculação das sementes de milho com *A. brasiliense*, nas condições em que o trabalho foi realizado, não proporcionou um incremento na produtividade de grãos de milho em relação à adubação nitrogenada de cobertura. Apesar disso, novas pesquisas devem ser realizadas, uma vez que fatores como genótipo, condições edafoclimáticas e estirpe da bactéria utilizada, podem ter contribuído para esse resultado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) FANCELI, L.A.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Livrocere: Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 2^o Edição, 2008, 360p.
- (2) FERNANDES, G.P. et al. Avaliação da produtividade de milho em função de diferentes doses de nitrogênio. **XI Encontro Anual de Iniciação Científica**, 1^o a 4/10/2002 - Maringá – PR. Universidade Estadual de Maringá/Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, 2002.
- (3) ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.771-777, 2004.
- (4) EMBRAPA – AGROBIOLOGIA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Seleção de Genótipos de Milho e Arroz mais Eficientes Quanto ao Ganho de N Através de Fixação Biológica de N₂**. Embrapa/Rio de Janeiro. Brasília: Embrapa, Seropédica-RJ, Documentos, 07 p. 23 Novembro/1998.
- (5) REIS, V.M. **Ecofisiologia de bactérias diazotróficas e contribuição da fixação biológica de nitrogênio em gramíneas e palmeiras**. EMBRAPA – AGROBIOLOGIA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/pesquisas/projetos/012000031.html>> acesso em: 08 agosto. 2009.
- (6) BODDEY, R.M.; DÖBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: Recent progress and perspectives for the future. **Fertilizer Research**, Oxford, v.42, p.241-250, 1995.
- (7) CAVALLET, L.E. 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.
- (8) 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.
- (9) ARAUJO, S. C. Realidade e perspectivas para o uso de *Azospirillum* na cultura do milho. **Revista informações agrônômicas**, Piracicaba, n.122, p.4-6, 2008.
- (10) EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412p.
- (11) IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas – Classificação climática**. Disponível em: <<http://www.iapar.br>. > Acesso em: 10 mai. 2009.
- (12) CANTERI, M.G. et al. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v.1, p.18-24, 2001.
- (13) BARROS NETO, C.R. **Efeito do nitrogênio e da inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* no rendimento de grãos de milho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 28p, 2008.
- (14) SALOMONE, G.; DÖBEREINER, J. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. **Biol Fertil Soils**, vol.21, n.193-196, 1996.
- (15) CABALLERO-MELLADO, J. **Programa de Ecología Molecular y Microbiana, Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno**, UNAM, Cuernavaca-México, 2006, 564p.
- (16) BÁRBARO, I.M.; BRANCALIÃO, S.R.; TICELLI, M. Muito conhecida na soja, a fixação biológica do nitrogênio é possível também no milho. **Revista Attalea Agronegócios**, n.15, 2007.



Recebido 15/Mar/2011
Aceito 16/Mar/2011