

## **Influência de *Azospirillum brasilense* em Associação a Adubação Nitrogenada em Genótipos de Milho**

Janaína Dartora<sup>1</sup>, Vandeir Francisco Guimarães<sup>1</sup>, Deniele Marini<sup>1</sup>, Edilaine Della Valentina Gonçalves<sup>1</sup>, Gerson Sander<sup>1</sup>, Daiana Raquel Pauletti<sup>1</sup> e Artur Soares Pinto Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR.

janaina\_dartora@hotmail.com, vandeirfg@yahoo.com.br, denielemarini@yahoo.com.br, edilainevalentina@gmail.com, gerson\_sander@hotmail.com; daiana\_pauletti@hotmail.com, artur\_bio@hotmail.com

**RESUMO** – Diversos cereais podem ser beneficiados pela associação com bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da inoculação de *A. brasilense* associada a diferentes níveis de nitrogênio (N) em dois genótipos de milho. O experimento foi conduzido na safra de verão 2010/2011, com os híbridos 30F53 e CD 386 no município de Marechal Cândido Rondon – Paraná. O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois híbridos de milho (30F53 e CD386); inoculação ou não de produto comercial a base de *A. brasilense*, e cinco doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>). Foram avaliados altura, diâmetro de colmo, área foliar, massa seca de parte aérea e teor de N foliar. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p•0,05). A resposta dos genótipos foi variável, sendo verificados incrementos na área foliar e massa seca de parte aérea com a inoculação de *A. brasilense*. É necessário aliar genótipos e estirpes eficientes a adubação nitrogenada, visando obter-se benefícios da associação planta-bactéria.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., bactérias diazotróficas, híbridos.

### **Introdução**

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais exploradas no mundo, apresentando-se como o mais valioso dos cereais de grãos pelo enorme potencial para ser usado na alimentação humana e na produção animal.

O nitrogênio (N) é considerado um dos maiores fatores de produção responsáveis pelo aumento da produtividade e da proteína dos grãos de milho, sendo que os fertilizantes nitrogenados representam 75% dos custos da adubação do milho, o que corresponde a cerca de 40% dos custos totais de produção da cultura (MACHADO et al., 1998). Considerando ainda que a produção industrial de fertilizantes é um processo energeticamente caro, a fixação biológica de N aparece como uma alternativa de relevante importância no suprimento do N necessário à cultura do milho. Por este motivo, pesquisas sobre a associação de bactérias fixadoras de N ou diazotróficas com gramíneas têm avançado no caminho de um maior conhecimento das interações entre o genótipo da planta e a seletividade da população bacteriana envolvida.

Além da fixação biológica do nitrogênio, bactérias do gênero *Azospirillum* promovem incrementos significativos no desenvolvimento radicular das plantas, fato que pode resultar em melhor aproveitamento e utilização de nutrientes e água e, conseqüentemente, melhor desenvolvimento das plantas (BALDANI et al., 1997).

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da inoculação e produto comercial a base de *A. brasilense* em associação a diferentes níveis de adubação nitrogenada em dois genótipos de milho.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na safra verão 2010/2011, em Marechal Cândido Rondon - PR. O município está localizado a uma longitude de 54° 22' W, latitude 24° 46' S e altitude média de 420 metros.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2x2x5, com quatro blocos. O primeiro fator referiu-se aos híbridos de milho, 30F53 (H1) e CD 386 (H2), ambos híbridos simples e de ciclo precoce; o segundo fator à inoculação ou não de produto comercial a base de *A. brasilense* (líquido) e o terceiro fator referiu-se às diferentes doses de N, sendo elas 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Cada parcela constou de 6 linhas (0,7 m entre linhas) com 5 m de comprimento. Anteriormente à sementeira, aplicou-se no sulco de sementeira 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se como fonte de fósforo e potássio o superfosfato triplo e o cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada foi realizada inicialmente no sulco de sementeira na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N de acordo com os tratamentos, e o restante das doses em cobertura no estádio V6, a fonte de N utilizada foi a uréia. Os demais tratos culturais foram realizados conforme as necessidades da cultura.

Para a inoculação das sementes foi utilizado um produto comercial a base das estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense* na proporção de 100 mL do produto para 60.000 sementes de milho.

No estádio do florescimento foram efetuadas amostragens foliares conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997), a fim de determinar o teor de N no tecido foliar. Para tanto, coletou-se o terço médio da folha oposta e abaixo da inserção da espiga principal, num total de 10 folhas por unidade experimental.

Para avaliação biométrica das plantas, foram coletadas duas plantas por parcela experimental no estádio reprodutivo da cultura (R3). Ainda a campo foram mensuradas a altura de plantas e o diâmetro de colmo de duas plantas por parcela, com auxílio de régua

graduada e paquímetro digital, respectivamente. Posteriormente, as plantas foram coletadas e levadas ao laboratório, sendo então seccionadas em diferentes partes para determinação da massa seca de parte aérea. Para a quantificação da área foliar utilizou-se o método de amostragens proposto por Benincasa (2003).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias relativas aos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Para as variáveis com significância estatística (teste F) em função das doses de N foi utilizada análise de regressão, com a utilização do teste t de Student.

### **Resultados e Discussão**

A interação entre os fatores híbridos, inoculação e doses de N não foi significativa para nenhuma das variáveis avaliadas. Houve diferença estatística entre os híbridos para altura de plantas, diâmetro do colmo, área foliar e teor de N foliar, sendo que o híbrido 30F53 mostrou-se estatisticamente superior ao CD386 para altura e área foliar enquanto para as demais obtidos resultados inversos. A diferença estatística entre os híbridos de milho quanto ao teor de N foliar demonstra que um é mais eficiente em relação ao outro na utilização do N. Segundo Alfoldi et al. (1992), a diferença entre híbridos de milho quanto à eficiência de utilização de N, se deve a variações genéticas.

A inoculação de *A. brasilense* proporcionou efeitos positivos e significativos para área foliar e massa seca de parte aérea (Tabela 1). Reis Júnior et al. (2008) observaram incremento na massa seca de raízes de milho inoculadas com *Azospirillum* spp., e consideraram que o maior rendimento em massa seca por plantas inoculadas sejam devidos à produção de substâncias promotoras de crescimento pelas bactérias.

Quanto às doses de N, apenas para massa seca de parte aérea não foi verificado efeito significativo. Para altura de plantas houve uma resposta polinomial quadrática em função das doses de N aplicadas (Figura 1A). A máxima altura de plantas (2,24 m) foi observada com a dose de 112,5 kg ha<sup>-1</sup> de N. Sá (1996), avaliando a combinação das doses de 0, 30 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura e 0, 60 e 120 em cobertura, também verificou redução de crescimento das plantas no nível de 0 kg ha<sup>-1</sup> de N.

A análise de regressão para diâmetro de colmo e área foliar em função das doses de N aplicadas permitiu um ajuste de equação linear para ambas as características (Figura 1B e 1C). Sabe-se que a deficiência de N induz ao menor crescimento e desenvolvimento da planta, proporcionando menor índice de área foliar e duração de folhas metabolicamente ativas. Este

fato influi diretamente sobre a quantidade de radiação interceptada, produção de matéria seca e conseqüentemente na produtividade de grãos (BÜLL, 1993; UHART e ANDRADE, 1995).

Observa-se na Figura 1D que houve comportamento polinomial quadrático para o teor de N nas folhas de milho em função das doses de N aplicadas. Com a dose de 87,4 kg ha<sup>-1</sup> de N obteve-se o máximo teor de N nas folhas (40,41 g kg<sup>-1</sup>). Segundo Below (2002) um importante impacto do metabolismo do N no crescimento e rendimento do milho refere-se à função deste nutriente em estabelecer e manter a capacidade fotossintética. Com a senescência das folhas, a capacidade fotossintética diminui, assim como o suprimento de assimilados e o rendimento de grãos.

### **Conclusão**

Há variabilidade quanto às repostas de diferentes genótipos de milho aos fatores de produção, sendo necessários mais estudos aliando genótipos e estirpes eficientes à adubação nitrogenada, visando obterem-se benefícios da associação planta-bactéria.

### **Agradecimentos**

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná, afiliada à Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SETI; CAPES/PNPD e ao CNPq/INCT pelo suporte financeiro.

### **Literatura Citada**

ALFOLDI, Z.; PINTER, L.; FEIL, B. Accumulation and partitioning of biomass and soluble carbohydrates in maize seedlings as affected by source of nitrogen, nitrogen concentration and cultivar. *Journal of Plant Nutrition*, v.15, p.2567-2583, 1992.

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

BELOW, F.E. *Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho*. Piracicaba: Potafos, 2002. (Informações Agronômicas, 99)

BENINCASA, M.M.P. *Análise de Crescimento de Plantas: Noções Básicas*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, 1993. p.63-131.

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.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

REIS JÚNIOR, F.B.; MACHADO, C.T.T.; BALDANI, A.T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1139-1146, 2008.

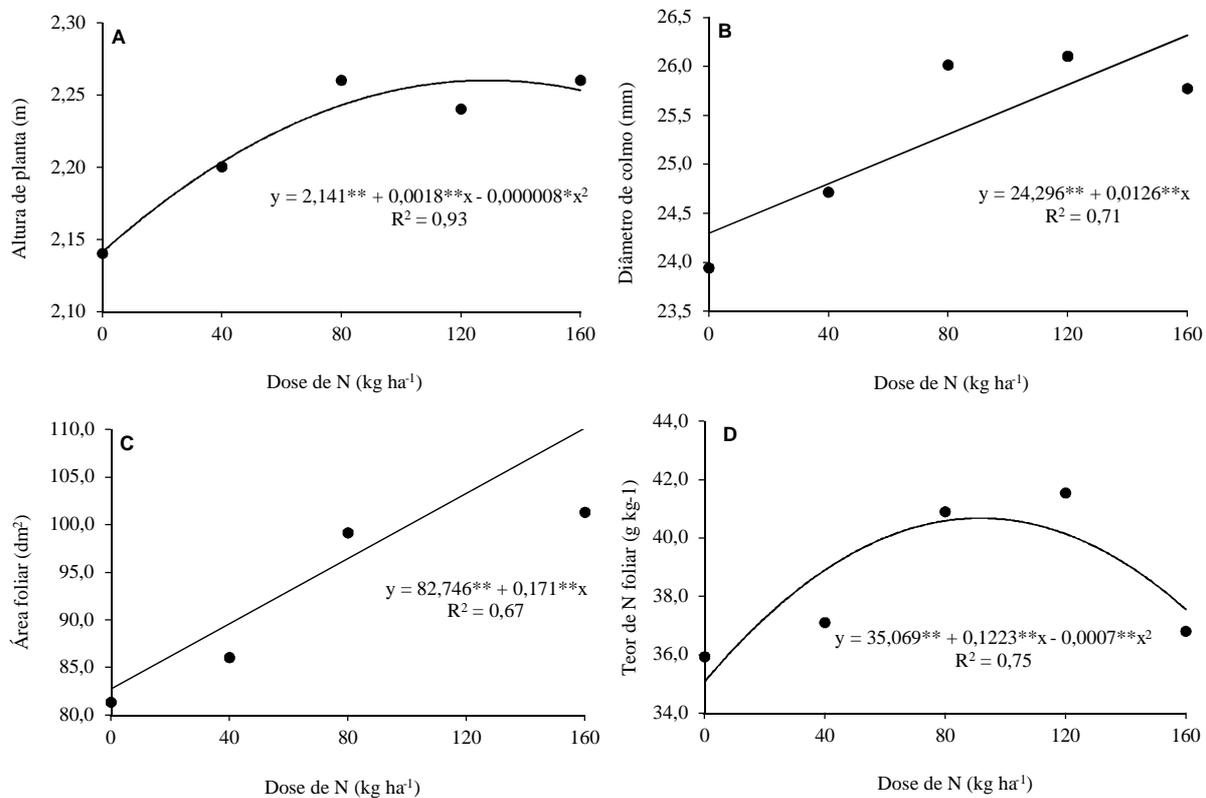
SÁ, J.C.M. Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema de plantio direto. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 23p.

UHART, S.A.; ANDRADE, F.H. Nitrogen deficiency in maize. II. Carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. *Crop Science*, v.35, p.1384-1389, 1995.

**Tabela 1.** Altura (ALT), diâmetro de colmo (DC), área foliar (AF), massa seca de parte aérea (MSPA) e teor de nitrogênio foliar (NF) de plantas de milho e função do híbrido de milho e da inoculação com *A. brasilense*. Unioeste, Marechal Cândido Rondon – PR, 2010/2011.

FONTE DE VARIÇÃO	ALT	DC	AF	MSPA	NF
<b>HÍBRIDO</b>	m	mm	dm <sup>2</sup>	g/planta	g kg <sup>-1</sup>
30F53	2,31 a	24,86 b	105,59 a	597,05 a	37,21 b
CD386	2,13 b	25,75 a	87,27 b	659,43 a	39,67 a
<b>INOCULAÇÃO</b>					
Controle	2,23 a	25,63 a	91,26 b	591,75 b	38,20 a
<i>A. brasilense</i>	2,21 a	24,98 a	101,59 a	664,73 a	38,68 a
DMS	0,03	0,82	9,84	64,83	1,78
C.V (%)	3,65	7,29	22,80	23,05	10,33

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a  $p < 0,05$ .



**Figura 1.** Altura (A), diâmetro de colmo (B), área foliar (C) e teor de N foliar (D) de plantas de milho em função da aplicação de diferentes doses de N. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon – PR, 2010/1011. (Obs. \*\*: significativo a 1% pelo teste t).