

Desempenho de Híbridos de Milho com Inoculado Com Três Estirpes de *Azospirillum brasilense*

Simone Basi¹, Tânia Maria Müller¹, Valmiler Vidal¹, Luciano Farinha Watzlawick¹, Itacir Eloi Sandini¹ e Jackson Huzar Novakowski¹

¹Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, simonebasi@hotmail.com, mullertania@hotmail.com, valmiler.vidal@hotmail.com, farinha@unicentro.br, isandini@hotmail.com, jacksonhuzar@hotmail.com.

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar a massa de mil grãos e a produtividade de dois híbridos de milho sob efeito de diferentes estirpes de *Azospirillum brasilense*, separadas ou associadas. O delineamento foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 (*Azospirillum brasilense* – controle, estirpe BR11005, estirpes Abv5 e Abv6 e estirpes BR11005 + Abv5 e Abv6) x 2 (híbridos – 2A550 HX e P30F53 HX). Avaliou-se a massa de mil grãos e produtividade da cultura. Para obter a produtividade, os grãos foram pesados, a umidade corrigida para 14 % e o valor obtido foi convertido para kg ha⁻¹. Para avaliar a massa de mil grãos foi efetuada a pesagem de 300 grãos de cada parcela e corrigido a umidade para 14%. A inoculação das estirpes de *A. brasilense*, tanto separadas quanto associadas não proporcionaram diferença significativa para a produtividade e massa de mil grãos. O híbrido 2A550 HX submetido à inoculação com as estirpes BR11005 + Abv5 + Abv6 proporcionou os melhores resultados de produtividade. Esses resultados demonstram a importância da escolha de um genótipo capaz de ter uma boa relação com a bactéria.

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

Introdução

O milho é um dos cereais de maior importância no cenário nacional, utilizado tanto para alimentação humana quanto animal. No que se refere à produtividade, a adequada nutrição desta gramínea é um fator essencial, onde o nitrogênio (N) é um dos nutrientes exigidos em maiores quantidades por estar diretamente relacionado a processos fisiológicos essenciais a vida da planta (TAIZ e ZEIGER, 2004).

No entanto, o uso inadequado da adubação nitrogenada pode prejudicar o potencial produtivo da cultura, elevar os custos de produção e também desfavorecer o meio ambiente através da poluição dos lençóis freáticos (WOLSCHICK, 2000). Diante disso, a fixação biológica por bactérias do gênero *Azospirillum* vem como uma alternativa de fornecimento de N para a cultura do milho, resultando em incremento de produtividade (HUNGRIA et al., 2010). Esse é um processo que depende de vários fatores, sendo dois deles de grande importância: a escolha do inoculante e do híbrido de milho a ser utilizado.

Para que essas bactérias possam estabelecer uma relação de troca benéfica com a planta devem ser utilizadas estirpes selecionadas de *Azospirillum* para compor o inoculante

(HUNGRIA, 2011). Para o milho, existem produtos no mercado com as estirpes Abv5, Abv6 e BR11005 de *Azospirillum brasilense* as quais já foram testadas e registradas para a cultura.

O estabelecimento da fixação biológica de nitrogênio só ocorre se houver interação entre o genótipo e a bactéria. Essa interação é dependente dos exudatos liberados pelas raízes da planta, os quais podem ou não ser atrativos a determinado microorganismo (NEHL E BROWN, 1996), fenômeno este conhecido por quimiotaxia.

Cada híbrido tem um genótipo distinto, com composição química e quantidade de exudato diferente, demonstrando que para o sucesso com a inoculação é necessário escolher híbridos propensos à colonização pela *Azospirillum*, para que então ocorra a associação benéfica entre a planta e a bactéria, de modo que, o nitrogênio atmosférico fixado seja disponibilizado para a planta (QUADROS, 2009).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a massa de mil grãos e a produtividade de dois híbridos de milho inoculado com três estirpes separadas ou associadas de *Azospirillum brasilense*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Guarapuava, na safra de 2011/2012. O clima da região é classificado como Cfb (MAAK, 1968) e o solo é do tipo Latossolo Bruno Distroférico Típico (EMBRAPA, 2006). Implantou-se o experimento em sucessão a cultura do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial de 4x2 com quatro repetições. O primeiro fator diz respeito à presença ou ausência de inoculação no sulco de semeadura com distintas estirpes de *Azospirillum brasilense* associadas ou separadas: controle sem inoculação; inoculação com a estirpe BR11005; dupla associação de Abv5 + Abv6; tripla associação das estirpes BR1105 + Abv5 + Abv6. O segundo corresponde aos híbridos DOW 2A550 HX e PIONEER 30F53 HX. Ambos são híbridos precoces de alto potencial produtivo recomendados para a região.

Cada parcela apresentou quatro linhas com espaçamento de 0,60 m entre elas e comprimento de 4 m. A área útil para avaliação foi de 2,4 m². Para adubação de base foi aplicado a lanço em pré-semeadura 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fonte o superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Para adubação de base foi aplicado 30 kg ha⁻¹ de N em base e 200 kg ha⁻¹ de N em cobertura de forma parcelada

em 50% nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas) e V6 (seis folhas expandidas), utilizando como fonte a uréia.

A inoculação ocorreu via sulco de semeadura com auxílio de uma máquina de pulverização costal. As doses de inoculantes utilizadas foram: 100 mL o Gelfix[®] Gramíneas para o tratamento com a estirpe BR11005 isolada, 100 mL de Masterfix[®] Gramíneas para uso das estripes Abv5/Abv6 e nos tratamentos com as três estripes foi utilizado 5 mL do Gelfix[®] Gramíneas e 50 mL do Masterfix[®] Gramíneas, todos eles no momento da semeadura. As estripes foram veiculadas no meio líquido, na concentração de $1,1 \times 10^9$ u.f.c mL⁻¹.

Avaliou-se a massa de mil grãos e produtividade da cultura. Para obtenção da produtividade, as espigas foram colhidas manualmente, após debulha fez-se a pesagem dos grãos e correção da umidade para 14 %, o valor obtido foi convertido para kg ha⁻¹. Para avaliar a massa de mil grãos foi efetuada a pesagem de 300 grãos de cada parcela e, posteriormente dói corrigida a umidade para 14%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa estatístico Assisat.

Resultados e Discussões

Conforme os dados da Tabela 1, a inoculação das estripes de *Azospirillum brasilense*, associadas ou separadas, não apresentaram diferença do controle para a massa de mil grãos e produtividade. O mesmo foi observado por Santos et al. (2011a), que testaram várias doses de inoculante à base de Abv5 e Abv6 no sulco de semeadura e constataram que a produtividade nas crescentes doses de *Azospirillum brasilense* não diferiu do tratamento controle (sem inoculação).

No entanto, é possível notar uma tendência para aumento de produtividade quando a cultura é inoculada, sendo que a associação tripla de estripes (BR11005 + Abv5 + Abv6) proporcionou o maior ganho de 494 kg ha⁻¹ de grãos em relação ao tratamento controle, mesmo sem ter diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 1).

Braccini et al. (2012) verificaram que a inoculação com *Azospirillum* (estripes Abv5 e Abv6) proporcionou incremento no rendimento de grãos de milho quando comparado a não inoculação, via semente. Da mesma forma, Basi et al. (2011) constataram que a inoculação com *Azospirillum brasilense* (Abv5/Abv6) seja ela via semente ou sulco de semeadura proporcionou incremento de produtividade na cultura do milho, independente da dose de N aplicada em cobertura.

Com relação aos híbridos utilizados, foram verificadas diferenças significativas para a massa de mil grãos e para a produtividade. O híbrido 2A550 HX foi o que proporcionou os melhores resultados. Também houve interação significativa entre os fatores de variação para a produtividade do milho, sendo que o híbrido 2A550 HX submetido à inoculação com as estirpes BR11005 + Abv5 + Abv6 de *Azospirillum brasilense* proporcionou incremento de 1052 kg ha⁻¹ de produtividade (13360 kg ha⁻¹) em relação ao tratamento controle (12584 kg ha⁻¹) e produziu 990 kg ha⁻¹ a mais que o P30F53 HX (12646 kg ha⁻¹) (Tabela 2).

Santos et al. (2011b) estudando sete híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense* (Abv5/Abv6) observou incremento de produtividade de acordo com o genótipo de milho que foi utilizado, uma vez que o híbrido 2A550 HX proporcionou incremento 1132 kg ha⁻¹, representando o híbrido de melhor resposta do experimento.

Esses resultados demonstram a importância da escolha de um genótipo capaz de ter uma boa interação com a bactéria. Segundo Mendonça et al. (2006) a eficiência dessa interação planta-bactéria pode vir a influenciar no desenvolvimento radicular e absorção de nutrientes pela planta, que conseqüentemente refletirá na produtividade da cultura, já que a *Azospirillum brasilense* além de fixar N atmosférico, também produz substâncias promotoras de crescimento, como auxinas, giberelinas e citocininas (OKON & VANDERLEYDEN, 1997).

Conclusão

Conclui-se com este trabalho que o híbrido 2A550 HX é tendente à associação com *Azospirillum brasilense* (BR11005 + Abv5 + Abv6) e, assim, proporciona incremento significativo de produtividade para a cultura do milho.

Literatura Citada

BASI, S.; LOPES, E.C.P.; KAMINSKI, T.H.; SANDINI, I.E. *Azospirillum brasiliense* nas sementes e no sulco de semeadura da cultura do milho. Resumos expandidos. In: ANAIS DA II SEMANA DE INTEGRAÇÃO, ENSINO E EXTENSÃO, 4, 2011, Guarapuava.

BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHTL.P.; BARBOSA, M.C.; ORTIZ, A.H.T. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense*, associated with the use bioregulators in maize. Revista Caatinga, v.25, n.2, p.58-64, 2012.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasil: Rio de Janeiro, 2006. 306p.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Documentos 325, EMBRAPA SOJA, 37p., 2011.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.S.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant Soil*, v. 331, n.1-2, p. 413-425, 2010.

MAAK, R. Geografia física do estado do Paraná. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

MENDONÇA, M.M.; URQUIAGA, S.S.; REIS, V.M.; Variabilidade genotípica de milho para a inoculação de nitrogênio e contribuição da fixação biológica de nitrogênio. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, 1681-1685, 2006.

NEHL, D.B.; BROWN, J.F. Deleterious rhizosphere bacteria: na integrating perspective. *Applied Soil Ecology*, Oxford, v.5, p.1-20, 1996.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. *ASM News*, v.63, n.7, p.366-370, 1997.

QUADROS, P.D. Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009, 74p. (Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

SANTOS, K.C.; BANZZANEZZI, A.N.; NOVAKOWISKI, J.H.; CHENG, N.C.; PIVATTO, R.A.D.; SANDINI, I.E. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes e aplicação no sulco de semeadura na cultura do milho sob diferentes doses de nitrogênio. Resumos expandidos. In: ANAIS DO XX ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, X ENCONTRO DE PESQUISA, 5, 2011a, Ponta Grossa.

SANTOS, K.C.; NOVAKOWISKI, J.H.; BAZZANEZI, A.N.; HUZAR NOVAKOWISKI, J.; PACENTCHUK, F.; SANDINI, I.E. Efeito da Inoculação de *Azospirillum brasilense* sobre a produtividade e massa de mil grãos de diferentes híbridos de milho. Resumos expandidos. In: ANAIS DA II SEMANA DE INTEGRAÇÃO, ENSINO E EXTENSÃO, 4, 2011b, Guarapuava.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição Mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, p.96-101.

WOLSCHICK, D. Perdas de nitrogênio por lixiviação durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do milho em condições de excesso hídrico. Santa Maria, 2000. 45p. (Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria).

Tabela 1. Médias de massa de mil grãos e produtividade dos híbridos de milho 2A 550 HX e P30F53 HX com inoculação de diferentes estirpes de *Azospirillum brasilense*, separadas ou associadas no sulco de semeadura. Guarapuava, PR, 2012.

Fatores de variação	Tratamentos	Variáveis Analisadas	
		Massa de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
<i>Azospirillum brasilense</i>	Controle	341,70 a ¹	12647 a
	Estirpes BR11005	348,94 a	12799 a
	Estirpes Abv5/Abv6	348,44 a	12700 a
	BR11005 + Abv5/Abv6	353,46 a	13141 a
Híbridos	2A550 HX	362,60 a	13029 a
	P30F53 HX	333,67 b	12614 b
CV %	-	5,87	3,48

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Médias da interação entre fatores de variação para a produtividade dos híbridos de milho 2A 550 HX e P30F53 HX inoculação de diferentes estirpes de *Azospirillum brasilense*, separadas ou associadas no sulco de semeadura. Guarapuava, PR, 2012.

Híbrido	Estirpes de <i>Azospirillum brasilense</i>			
	Controle	Cepa BR11005	Cepas Abv5/6	BR11005 + Abv5/6
2A 550	12584 aB ¹	13081 aAB	12815 aAB	13636 aA
P30F53	12710 aA	12516 aA	12584 aA	12646 bA

¹ Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.