

Resposta de cultivares crioulas de milho a inoculação com bactérias diazotróficas e adubação orgânica⁽¹⁾.

Magaiver Gindri Pinheiro⁽²⁾; **Aline de Liz Ronsani**⁽²⁾; **Carla Cândida Cleto**⁽²⁾; **Sonia Purin**⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Curitiba e Total Biotecnologia.

⁽²⁾ Estudantes do curso de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina; Rodovia Ulisses Gaboardi km 3 – Fazenda Pessegueirinho; Curitiba, SC; gpmagaiver@gmail.com; ⁽³⁾ Professora da Universidade Federal de Santa Catarina; Rodovia Ulisses Gaboardi km 3 – Fazenda Pessegueirinho, Curitiba, SC; s.purin@ufsc.br.

RESUMO: A utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio vem sendo amplamente pesquisada em espécies agrícolas leguminosas e gramíneas. Nos últimos anos, as tecnologias de inoculação vêm recebendo investimento crescente principalmente na cultura do milho. Por consequência, os benefícios de inoculantes comerciais estão sendo testados em diferentes cultivares e regiões do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação e da adubação orgânica em cultivares crioulas de milho. O experimento foi conduzido na safra 2012/2013 em Curitiba – SC, em delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 3x2x2, com 4 repetições. Foram testadas 3 variedades de milho (Catarina, Fortuna e Pixurum), 2 níveis de fertilizante (com e sem) e 2 níveis de inoculação (com e sem). Aos 90 DAE foram avaliadas altura da planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo. A maior altura foi observada na cultivar Fortuna diferindo significativamente do tratamento com ausência de fertilizante e inoculante. O diâmetro foi maior na cultivar Catarina quando inoculado com *Azospirillum brasilense* em relação ao tratamento testemunha. Quanto à inserção da espiga, ambos os tratamentos com fertilizante e inoculante incrementaram este parâmetro e a cultivar Pixurum destacou-se quando comparado a cultivar Catarina. O uso de inoculante e adubo são recomendados para o aumento do crescimento das cultivares Fortuna e Catarina. Tanto a aplicação de adubo orgânico como a inoculação de sementes não resultam em melhor desempenho da variedade Pixurum.

Termos de indexação: fixação biológica de nitrogênio, *Azospirillum*, milho crioulo.

INTRODUÇÃO

Na safra 2011/12 o Brasil tornou-se o terceiro produtor mundial de milho, ultrapassando a União Europeia. Esta posição do Brasil tende a permanecer, pois tanto a área e a produtividade nacional aumentam a cada ano. Entretanto, a área cultivada de milho no Estado de Santa Catarina vem

decrecendo desde 2003, sendo que a menor queda foi na safra 2011/12 (2%). Entretanto, como a produtividade diminuiu 15,7% a produção estadual apresentou um recuo de 17,5% (Instituto CEPA, 2012). Esta produção menor é seguida de um consumo crescente e alto custo de sementes de cultivares híbridas de alta produtividade. Este fato associado à resistência das pequenas propriedades aos transgênicos, muitas vezes faz os pequenos produtores, os quais predominam no estado de Santa Catarina, optarem por variedades crioulas fornecidas pelos sindicatos.

A microrregião de Curitiba – SC é responsável por 7,7% da concentração da produção de milho no estado fazendo desta a 4ª maior produtividade do estado (Instituto CEPA, 2012). Tendo em vista esta produtividade observada, juntamente com a utilização de cultivares crioulas, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas para maximizar a produção e minimizar a utilização de fertilizantes nitrogenados.

Com o intuito de reverter esta problemática, a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio vem sendo amplamente pesquisada. Bactérias do gênero *Azospirillum* ganharam grande destaque mundialmente a partir da década de 1970 (Döbereiner & Day, 1976; Döbereiner et al., 1976). Contudo, é importante salientar que o processo de fixação biológica por essas bactérias consegue suprir apenas parcialmente as necessidades das plantas gramíneas (Hungria, 2011). Entretanto, a inoculação pode minimizar expressivamente os custos com adubação nitrogenada e refletir em aumento de produtividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação com bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* e a adubação com fertilizante orgânico no crescimento de variedades crioulas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

O experimento foi conduzido na safra 2012/2013 no município de Curitiba – SC localizado entre as coordenadas geográficas de 27°16'44" de latitude Sul e 50°34'57" de longitude. A área utilizada foi anteriormente destinada ao cultivo de feijão em sistema de plantio convencional por um período de

sete anos rotacionando-se com culturas de inverno como aveia e azevém e eventualmente milho. O solo ocorrente na área experimental é classificado como Latossolo Bruno e a análise de solo na camada 0 a 0,20m apresentou os seguintes resultados: M.O. 38,87g dm⁻³; P 2,05 mg dm⁻³; K 0,08 cmol_c dm⁻³; pH CaCl₂ 5,30; CTC 12,07 cmol_c dm⁻³.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x2x2, com 4 repetições. Foram testadas 3 variedades de milho, 2 níveis de fertilizante (com e sem) e 2 níveis de inoculação (com e sem). As variedades de milho utilizadas foram Catarina, Fortuna e Pixurum, todas crioulas e fornecidas pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Curitiba. O fertilizante utilizado foi Terraplant, a base de esterco e cama de aves com as seguintes concentrações: 1,0% de nitrogênio total, 20% de carbono orgânico, 25% de umidade, pH 7,5 e CTC 340,00 cmol_c dm⁻³, aplicado na dose de 1,5Kg por linha. O inoculante utilizado foi Azomax® a base de *Azospirillum brasilense* estirpes AbV5 e AbV6 contendo 2,0 x 10⁸ UFC/mL. A inoculação foi feita na dose de 1,5mL por Kg de semente, efetuando-se a mistura em sacos plásticos e a secagem a sombra imediatamente antes da semeadura.

As unidades experimentais consistiram em parcelas de 6x4m. Foram utilizadas 4 linhas por parcela com espaçamento de 0,80m. O espaçamento entre parcelas foi de 0,80m e 1m entre blocos. A área delimitada do experimento foi dessecada uma semana antes do plantio com Glifosato na concentração de 2L/ha. O plantio foi efetuado com plantadeiras manuais e o raleio foi feito três semanas após a semeadura, mantendo-se a quantidade aproximada de 5 plantas por metro linear.

A coleta de dados foi realizada aos 90 dias após a emergência considerando-se apenas as plantas das duas linhas centrais de cada parcela. As variáveis avaliadas foram: altura da planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Duncan a 5% de probabilidade com o auxílio do programa Assistat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável altura sofreu efeito da interação entre os três fatores (**Tabela 1**). Dentre as três cultivares estudadas, Fortuna foi a que apresentou maior

altura ao ser inoculada e receber fertilizante quando comparado à ausência destes dois fatores (**Tabela 1**). Este resultado vai de contrapartida aos resultados de Cavallet et al. (2000). Entretanto, utilizou-se uma cultivar híbrida para o ensaio destes autores, o que possivelmente pode afetar o parâmetro da altura. Cultivares híbridas visam o melhoramento genético e plantas muito altas são indesejáveis para grandes produções acarretando em tombamento de plantas e problemas relacionados a maquinários. Desta forma, a inoculação pode não ter afetado a altura visto que a própria genética de cultivares híbridas visam plantas mais baixas.

O diâmetro do colmo sofreu efeito da interação entre inoculante e cultivar (**Tabela 2**). Nota-se que o tratamento com *Azospirillum brasilense* proporcionou um incremento de 12,88% no diâmetro em relação ao tratamento testemunha quando o inoculante foi aplicado na cultivar Catarina. Por outro lado, a cultivar Pixurum foi a que apresentou maior diâmetro em relação a cultivar Catarina, porém apenas no tratamento testemunha. Resultados positivos quanto ao diâmetro de plantas em resposta a inoculação também foram obtidos por Pinto Junior et al. (2012). A inoculação com estirpes de forma isolada ou em combinação promoveu incrementos no diâmetro de caule de 21%. Segundo Sala et al. (2007), o benefício da inoculação do milho com bactérias diazotróficas depende de fatores como genótipo da planta, estirpes selecionadas, inter-relação entre ambos e o meio ambiente. Possivelmente, a resposta de determinadas cultivares neste ensaio pode ter sido condicionada também pela rusticidade das mesmas. Visto que a área experimental apresentava baixos níveis de fósforo e potássio, é possível que a Pixurum seja, dentre as 3 cultivares estudadas, a que melhor se desenvolve com níveis baixos de P e K, mas esta hipótese necessita ser confirmada. Segundo informações dos produtores locais, a cultivar Catarina tem ótima produtividade em solo corrigido e em boas condições de fertilidade na região de Curitiba.

Tabela 2 – Diâmetro de colmo (cm) de plantas de milho em resposta a inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Tratamentos	Cultivares		
	Catarina	Fortuna	Pixurum
Sem inoculante	1,63 bB*	1,84 aAB	1,91 aA
Com inoculante	1,84 aA	1,91 aA	1,74 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



A altura da inserção da primeira espiga foi afetada de forma significativa pelos três fatores isoladamente. Em relação ao fator inoculação, a maior média foi de 55,94 cm, observada com o uso do inoculante comercial, e de 47,59 cm sem inoculante. Já em relação ao uso de adubo orgânico a maior média foi de 55,74 cm com adubação e 47,79 cm sem adubação. Finalmente, o efeito da cultivar revelou que o milho Pixurum destacou-se quando comparado ao Catarina, apresentando uma média de 57,10 cm contra 45,95 cm, respectivamente. Estes resultados contradizem o ensaio de Arf et al. (2012), onde os autores trabalharam com doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasilense*, mas não foram verificadas diferenças significativas para este parâmetro. Portanto, esta variável parece não ter o mesmo padrão de resposta em estudos com inoculação.

Conforme Campos et al. (2000), é preciso testar as estirpes e buscar aquelas melhores adaptadas a cada região, em termos de clima, sistema de manejo e cultivares. Neste ensaio percebeu-se que o crescimento da cultivar Pixurum independe de fatores de tratamentos possivelmente pela sua rusticidade como já citado, podendo ser utilizada como primeira opção pelos produtores da região. Embora a cultivar Catarina tenha obtido uma boa resposta quanto ao diâmetro do colmo, o ganho ainda não se destaca quando comparado a cultivar Pixurum. Vale destacar que os dados obtidos até o momento são parciais. Ainda será feita uma coleta da produtividade que ocorrerá na maturação de grãos para confirmar o potencial do inoculante. Entretanto, a cultivar Pixurum, aparentemente, seria economicamente mais viável, pois é independente do uso de inoculante e adubo orgânico.

No presente ensaio, foi utilizada a dose de inoculante recomendada pelo fabricante. Para estudos posteriores seriam necessários testes com doses maiores para conclusões mais apuradas, tal qual a utilização de adubos organo-minerais que são bastante adotados pelos produtores da região.

CONCLUSÕES

O uso de inoculante e adubo são recomendados para o aumento do crescimento das cultivares Fortuna e Catarina.

Tanto a aplicação de adubo orgânico como a inoculação de sementes não resultam em melhor desempenho da variedade Pixurum.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Curitiba pelo fornecimento das sementes e a Total Biotecnologia pelo fornecimento do inoculante.

REFERÊNCIAS

- ARF, M. V. et al. Produtividade do milho cultivado no verão em função de doses de nitrogênio e inoculação ou não com *Azospirillum brasilense*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. Águas de Lindóia, 2012. Anais. Águas de Lindóia, 2012. p.3-4.
- CAMPOS, B. C.; THEISEN, S.; GNATTA, V. Avaliação do inoculante "graminante" na cultura de milho. *Ciência Rural*, 30:713-715, 2000.
- 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 Florestal*, 4:130-131, 2000.
- DÖBEREINER, J.; DAY, J. M. Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. In: NEWTON W.E.; NYMAN, C.T. (Ed.) INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN FIXATION, vol. 2. Proceedings... Pullman, USA: Washington State University Press, 1976. p.518-538.
- DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I.; NERY, M. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum* Beijerinck. *Canadian Journal of Microbiology*, 22:1464-1473, 1976.
- HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina, Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Circular Técnica / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.325)
- Instituto CEPA. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2012. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br>>. Acesso: 16/04/2013.
- PINTO JUNIOR, A. S. et al. Resposta a inoculação de estirpes de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho na região oeste do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. 2012, Águas de Lindóia. Anais. Águas de Lindóia, 2012. p.3-4.
- SALA, V. M. R.; SILVEIRA, A. P. D.; CARDOSO, E. J. B. N. Bactérias diazotróficas associadas a plantas não-leguminosas. In: SILVEIRA, A.P. da; FREITAS, S. dos S. Microbiota do solo e qualidade ambiental. Campinas: IAC, 2007. p.97-116.



Tabela 1 – Valores médios de altura (cm) de plantas de milho 90 dias após a emergência.

Tratamentos	Cultivares		
	Catarina	Fortuna	Pixurum
Sem fertilizante/ sem inoculante	99,95 aA*	107,10 bA	123,65 aA
Sem fertilizante/ com inoculante	120,50 aA	131,45 abA	125,00 aA
Com fertilizante/ sem inoculante	111,95 aA	125,85 abA	138,30 aA
Com fertilizante/ com inoculante	122,55 aA	142,45 aA	133,35 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, para uma mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.