

Componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado por efeito da inoculação com *Azospirillum* spp e doses de nitrogênio ⁽¹⁾.

Vanessa Zironi Longhini⁽²⁾; Natália de Ávila Soares⁽²⁾; Wésley Carlos Rossini de Souza⁽³⁾; Nídia Raquel Costa⁽⁴⁾, Marcelo Andreotti⁽⁵⁾; Salatiér Buzetti⁽⁵⁾..

⁽¹⁾ Parte do trabalho de Iniciação Científica da primeira autora, financiada pela Fepisa.

⁽²⁾ Graduandas em Zootecnia–FE/Unesp, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, Bolsista da FAPESP. E-mail: ne_longhini@hotmail.com; natalia_avila@hotmail.com; ⁽³⁾Mestrando em Agronomia (Sistemas de Produção) da FE/Unesp, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. wesley.souza@bunge.com; ⁽⁴⁾Doutoranda em Agronomia (Sistemas de Produção) da FE/Unesp, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. Bolsista da FAPESP. nidiar_costa@hotmail.com; ⁽⁵⁾Professores Adjunto I e Titular, respectivamente da FE/Unesp, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. Bolsistas CNPq. dreotti@agr.feis.unesp.br; buzetti@agr.feis.unesp.br

RESUMO: A cultura de milho é altamente exigente em fertilizantes, principalmente os nitrogenados, portanto, o uso de bactérias promotoras de crescimento, principalmente do gênero *Azospirillum* podem auxiliar na nutrição das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica do inoculante para milho (produzidos a partir das estirpes Ab-V5 e Ab-V6 da bactéria *A. brasiliense*) fornecido pela Empresa Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos LTDA (Simbiose Maiz), sobre a produtividade do milho em cultivo irrigado no cerrado. O trabalho foi desenvolvido na FE/UNESP, localizada no município de Selvíria-MS, num Latossolo Vermelho Distroférrico textura argilosa. O milho foi semeado em novembro de 2011, em delineamento de blocos casualizados, com 7 tratamentos e 4 repetições. O manejo de adubação nitrogenada com ou sem a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum* spp. alteraram a produtividade e teores de N nos grãos, com destaque ao ganho de produtividade relativa dos tratamentos com 120 kg ha⁻¹ de N (T2), com 60 kg ha⁻¹ de N, e inoculação das sementes com Azototal, na dose de 100 mL/25 kg de sementes (T4) e com 60 kg ha⁻¹ de N, e inoculação das sementes com Simbiose Maiz na proporção de 150 mL/50 kg de sementes (T6), com 106, 78 e 93% superiores à testemunha, respectivamente, demonstrando a eficiência dos inoculantes com *Azospirillum* spp., na substituição de parte da adubação nitrogenada do milho em dose de 60 kg ha⁻¹ de N, em cultivo irrigado no Cerrado.

Termos de indexação: adubação nitrogenada, produtividade e *Zea mays*

INTRODUÇÃO

Os gastos com fertilizantes na cultura do milho são altos, assim, a demanda por adubações pode muitas vezes, elevar os custos de produção. Tais custos podem ser minimizados fazendo-se com que as plantas tenham sistema radicular mais

desenvolvido, capaz de explorar melhor os nutrientes e a água do solo proporcionando melhores condições de desenvolvimento e aumento de produtividade.

O N apresenta alta mobilidade no solo, e conseqüentemente, alto potencial de perdas, principalmente por lixiviação. Assim, o parcelamento da adubação é frequentemente utilizada. Com o uso dessa técnica, pode-se parcelar a aplicação dos fertilizantes nitrogenados de acordo com a demanda das culturas, reduzindo as perdas sem onerar o custo de produção.

Outra forma crescente na pesquisa para reduzir as perdas de N e/ou as doses de adubos nitrogenados, aumentando assim a eficiência das plantas na absorção, é o uso de inoculantes contendo bactérias que promovem o crescimento e incrementam a produtividade de plantas, principalmente devido ao alto custo dos fertilizantes químicos e a uma conscientização em prol de uma agricultura sustentável e menos poluente.

Segundo Boddey e Döbereiner (1995), bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*, fixadoras de nitrogênio atmosférico, quando em vida livre, associadas à rizosfera das plantas podem, possivelmente, contribuir com a nutrição nitrogenada dessas plantas.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do inoculante para milho (produzidos a partir das estirpes Ab-V5 e Ab-V6 da bactéria *Azospirillum brasiliense*) fornecido pela Empresa Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos LTDA (Simbiose Maiz), sobre os componentes da produção e produtividade do milho em cultivo irrigado no cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP). O solo é um Latossolo Vermelho Distroférrico textura argilosa, cultivado com culturas anuais e perenes

em SPD a nove anos, sendo a cultura anterior milho. O solo foi caracterizado na camada de 0 a 0,20 m quanto à fertilidade (Tabela 1).

Na mesma amostra composta da camada de 0 a 0,20 m foi realizada a contagem de microrganismos diazotróficos para determinação da população de bactérias em número de células por mL, pela estimativa do Número Mais Provável (NMP) usando a tabela de MacCrady em meio semi-sólido NFB (*Azospirillum spp*) de acordo com metodologia descrita por Döbereiner et al. (1995).

O inoculante da empresa Simbiose (Simbiose Maiz) e o inoculante padrão (Azototal) foram submetidos a testes laboratoriais de concentração (Unidades Formadoras de Colônias), pureza e caracterização. Todas as análises seguiram métodos oficiais, conforme Instrução Normativa nº30, de 12 de novembro de 2010 (MAPA).

Segundo a empresa Simbiose Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos LTDA, o inoculante Simbiose Maiz apresenta as seguintes características: Garantia: 5×10^8 células viáveis/mL.

Conforme determina a Instrução Normativa 13 de 24 de março de 2011, o delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com 4 repetições. A semeadura foi realizada manualmente, distribuindo-se 5 sementes por metro no sulco. Cada parcela experimental foi constituída de 8 linhas de 0,70 m de espaçamento com 6 metros de comprimento e 4,9 de largura, totalizando 29,4 m².

Anterior a semeadura do milho a área foi dessecada com herbicida glifosato na dose de 1440 mL do i.a. ha⁻¹.

A semeadura do milho (cultivar AG 8088 YG) foi efetuada em área irrigada (pivô central) em sistema plantio direto sobre a palha do cultivo anterior em 18/11/2011. A adubação de semeadura com P₂O₅ e K₂O foi efetuada com a aplicação de 400 kg da fórmula 00-30-10. As sementes foram inoculadas com *Azospirillum* nas doses segundo as recomendações das empresas fornecedoras do produto. O efeito dos tratamentos (inoculantes e adubação nitrogenada) sobre a produtividade e a sua eficiência de utilização foi efetuada de acordo com os seguintes tratamentos:

1- Testemunha (T1) sem nitrogênio e sem *Azospirillum spp.*;

2- T2 com a dose de N recomendada para a cultura (120 kg ha⁻¹); 30 % da dose na semeadura e 70% em cobertura no estádio V6;

3- T3 com metade da dose de N recomendada para a cultura (60 kg ha⁻¹); 30 % da dose na

semeadura e 70% em cobertura no estádio V6;

4- T4 com a metade da dose de N recomendada para a cultura (60 kg ha⁻¹), 30 % da dose na semeadura e 70% em cobertura no estádio V6, e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.*, produto comercial devidamente registrado no MAPA (inoculante padrão- marca Azototal na dose de 100 mL/25 kg de sementes);

5- T5 com a metade da dose de N recomendada para a cultura (60 kg ha⁻¹), 30 % da dose na semeadura e 70% em cobertura no estádio V6, e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.*, (Simbiose Maiz) na dose de 100 mL/50 kg de sementes;

6- T6 com a metade da dose de N recomendada para a cultura (60 kg ha⁻¹), 30 % da dose na semeadura e 70% em cobertura no estádio V6, e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.*, (Simbiose Maiz) na dose de 150 mL/50 kg de sementes;

7- T7 com a metade da dose de N recomendada para a cultura (60 kg ha⁻¹), 30 % da dose na semeadura e 70% em cobertura no estádio V6, e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.* (Simbiose Maiz) na dose de 200 mL/50 kg de sementes.

Como fonte de N tanto na semeadura, quanto em cobertura foi utilizada a ureia, e logo após sua aplicação a área foi irrigada com uma lâmina d'água de 14 mm para minimizar os efeitos de volatilização da amônia.

No momento da colheita do milho foram avaliados o número de plantas m⁻¹ e o número de espigas m⁻¹, em 4 m de linha, bem como foram coletadas 10 espigas ao acaso, para determinação dos componentes da produção. Para determinação da produtividade foram coletadas todas as espigas das duas linhas centrais de cada parcela, debulhadas e pesadas para transformação em kg ha⁻¹ (13% base úmida). Dessa produtividade foi retirada uma amostra representativa de 100 g para secagem em estufa a 65°C até massa constante, moídas e encaminhadas para análise da massa seca quanto ao teor de N (Malavolta et al., 1997).

Também de posse dos valores de produtividade, pela média dos tratamentos foi efetuado o cálculo da produtividade relativa (PR) em relação à testemunha T1 (sem adubação nitrogenada e sem inoculação).

Os resultados médios dos componentes da produção e produtividade de grãos do milho foram submetidos à análise de variância, posteriormente aplicando-se o teste de Duncan a 5% de probabilidade para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao número mais provável (NMP) de bactérias diazotróficas endofíticas presentes no solo da área experimental, verificou-se valores de 9×10^8 NMP g^{-1} de solo.

Na Tabela 1 verifica-se que para os componentes de produção avaliados não houve efeito dos tratamentos. As variações em número de grãos (Tabela 1) e massa de grãos (Tabela 2), embora não significativas individualmente, quando em associação resultaram em significativa alteração da produtividade de grãos (Tabela 2). A produtividade de grãos foi significativamente maior nos tratamentos T2, T4 e T6 em relação à testemunha T1. Pode-se inferir que o tratamento T2, pela maior quantidade de N aplicado (120 kg ha^{-1}) disponibilizou o nutriente em quantidade e na época adequada para a cultura. Contudo, o tratamento T4 com a metade da dose de N recomendada para a cultura (60 kg ha^{-1}), aplicado 30 % da dose na semeadura e 70% em cobertura no estádio V6, e inoculação das sementes com inoculante padrão marca Azototal na dose de 100 mL/25 kg de sementes) proporcionou produtividade de grãos de milho similar, assim a inoculação foi suficiente na substituição de 60 kg ha^{-1} de N, resultado este também significativo para o tratamento T6, novamente com a metade da dose de N recomendada para a cultura (60 kg ha^{-1}), aplicada 30 % da dose na semeadura e 70% em cobertura no estádio V6, e inoculação com Simbiose Maiz na dose de 150 mL/50 kg de sementes.

Pela avaliação da produtividade relativa (Tabela 2), T2, T4 e T6 foram 106, 78 e 93% superiores à testemunha, respectivamente. Assim ficou demonstrada a eficiência dos inoculantes com *Azospirillum* spp., na substituição de parte da adubação nitrogenada do milho em dose de 60 kg ha^{-1} de N, em cultivo irrigado no Cerrado.

Pelo histórico da área, onde a planta antecessora ao cultivo do milho foi o milho outonal, entretanto, com solo corrigido quanto à fertilidade e 9 anos em SPD, a produtividade de grãos foi satisfatoriamente alta para as condições de cerrado de baixa altitude, mesmo na parcela testemunha. Portanto, outro fator a ser considerado é que certas gramíneas em cultivos sucessivos podem ser hospedeiras de bactérias diazotróficas nativas do solo, e comprovado pelo valor de 9×10^8 NMP g^{-1} de solo. Portanto, pelo valor alto do número mais provável (NMP) de bactérias diazotróficas endofíticas presentes no solo da área experimental, mesmo na parcela testemunha parece ter havido um adequado suprimento de N para o milho irrigado.

Cabe destacar também que, segundo Souza et

al. (2010), ao avaliar a composição nutricional e produtividade de milho em área irrigada sob SPD no cerrado verificaram que adubações antecessoras com N em solo argiloso, como no presente trabalho, resultam em acúmulo N no solo, o que pode em parte ter contribuído também para a alta produtividade de grãos de milho, mesmo nas parcelas não adubadas com N, pois por se tratar de uma área que se encontrava por nove anos sob SPD, possivelmente já estava ocorrendo mineralização do N ao invés de imobilização.

O efeito de histórico de SPD e boa fertilidade do solo na área experimental resultou em altos teores de N nos grãos de milho (Tabela 2), valores estes muito superiores aos 17 g kg^{-1} destacados por Cantarella et al. (1996), como ideal para a cultura.

CONCLUSÕES

O manejo de adubação nitrogenada com ou sem a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum* spp. alterou a produtividade, com destaque ao ganho de produtividade relativa dos tratamentos com 120 kg ha^{-1} de N (T2), com 60 kg ha^{-1} de N, e inoculação das sementes com Azototal na dose de 100 mL/25 kg de sementes (T4) e com 60 kg ha^{-1} de N, e inoculação das sementes com Simbiose Maiz na proporção de 150 mL/50 kg de sementes (T6), com 106, 78 e 93% superiores à testemunha, respectivamente, demonstrando a eficiência dos inoculantes com *Azospirillum* spp., na substituição de parte da adubação nitrogenada do milho em dose de 60 kg ha^{-1} de N, em cultivo irrigado no Cerrado.

REFERÊNCIAS

- BODDEY, R. M.; DÖBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: Recent progress and perspectives for the future. *Fert. Res.*, 42, 241-250, 1995.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; et al. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC; Fundação IAC, 1996. p. 45-72.
- DÖBEREINER, J.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não leguminosas. Brasília, Embrapa-SPI; Itaguaí, RJ, Embrapa-CNPA, 1995. 60p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.
- SOUZA, L. M. F.; SCHIAVINATTI, A. F.; FURLAN, L. C.; PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S. Calibração de clorofilômetro portátil para recomendação de adubação nitrogenada de cobertura em milho irrigado no cerrado. In: FERTBIO 2010. Cd Rom, Guarapari-ES. Viçosa: SBCS, 2010a.

Tabela 1. Número de plantas (NP) e de espigas/ha (NE), comprimento (CE) e diâmetro da espiga (DE), número de fileiras de grãos (NFG), de grãos/fileira (NGF) e grãos/espiga de milho AG 8088, em função dos manejos de adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum* spp. Selvíria – Mato Grosso do Sul, 2012.

| Tratamentos | NP ha | NE ha | CE cm | DE mm | NFG | NGF | NGE |
|-------------|----------|----------|----------|----------|------|------|-----|
| 1 | 44136 | 44136 | 17,8 | 47,7 | 18,6 | 38,0 | 705 |
| 2 | 54321 | 56790 | 18,8 | 50,3 | 18,2 | 39,9 | 725 |
| 3 | 56790 | 56481 | 18,0 | 48,4 | 17,8 | 37,7 | 671 |
| 4 | 59259 | 62654 | 18,3 | 49,7 | 18,6 | 37,7 | 701 |
| 5 | 46913 | 47222 | 17,9 | 49,1 | 18,8 | 37,5 | 705 |
| 6 | 57717 | 59568 | 18,8 | 50,3 | 18,5 | 38,0 | 702 |
| 7 | 47222 | 50000 | 18,0 | 49,3 | 18,6 | 38,0 | 706 |
| CV % | 22,2 | 18,0 | 4,2 | 3,4 | 4,8 | 4,4 | 6,0 |

*Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Massa de grãos da espiga (MGE), massa de 100 grãos (M100), produtividade de grãos (PROD), produção relativa em relação à testemunha (PR) e teor de N nos grãos de milho AG 8088, em função dos manejos de adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum* spp. Selvíria – Mato Grosso do Sul, 2012.

| Tratamentos | MGE g | M100 g | PROD kg ha ⁻¹ | PR % | N GR g kg ⁻¹ |
|-------------|----------|-----------|-----------------------------|---------|----------------------------|
| 1 | 155 | 28,0 | 5657 b | 100 | 23 b |
| 2 | 193 | 35,3 | 11659 a | 206 | 35 a |
| 3 | 170 | 32,0 | 9579 ab | 169 | 32 a |
| 4 | 177 | 33,1 | 10073 a | 178 | 28 ab |
| 5 | 175 | 32,1 | 8896 ab | 157 | 30 a |
| 6 | 185 | 36,8 | 10922 a | 193 | 31 a |
| 7 | 170 | 35,0 | 8701 ab | 154 | 31 a |
| CV % | 10,9 | 11,7 | 18,1 | ---- | 1,7 |

*Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.