



Eficiência de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico no desenvolvimento inicial de plantas de milho⁽¹⁾

Eunápio José Oliveira Costa⁽²⁾; Noé Borges de Medeiros⁽²⁾; Elivelton Maciel Biesdorf⁽²⁾; Erineudo Lima Canuto⁽³⁾; Rita de Cássia Santos Goussain⁽³⁾; Salomão Lima Guimaraes⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT; ⁽²⁾ Discentes do Curso Agronomia do IFMT - Campus São Vicente, Núcleo Avançado de Campo Verde – MT. eunapioagro@hotmail.com; ⁽³⁾ Docentes do IFMT - Campus São Vicente. ⁽⁴⁾ Docente da Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Rondonópolis.

RESUMO: O manejo de micro-organismo constitui importante estratégia para a maximização dos efeitos benéficos da associação planta/bactéria como biofertilização e bioestimulação de plantas de interesse agrícola. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico no desenvolvimento de plantas de milho. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 5 repetições. Foram utilizados dois isolados bacterianos, MTaz8 (semelhante a *Azospirillum* spp) e MTh2 (semelhante a *Bacillus* sp) como inóculo simples e misto; um inoculante comercial AzoTotal®; e uréia em adubação nitrogenada de cobertura. Aos 30 dias após a semeadura foram realizadas as avaliações de diâmetro de colmo, altura de planta, teor de clorofila, massa fresca e seca da raiz e parte aérea. As plantas inoculadas com a combinação bacteriana MTaz8 e MTh2 apresentaram resultados significativos para altura de planta e acúmulo de massa fresca e seca, da parte aérea. Maior teor de clorofila foi observado nas plantas adubadas com ureia. Concluiu-se que a inoculação conjunta das duas bactérias influenciou significativamente no desenvolvimento das plantas, constituindo uma alternativa sustentável e econômica para a produção da cultura do milho.

Termos de indexação: inoculantes, biofertilizantes, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta monocotiledônea, herbácea, pertencente à família *Gramineae/Poaceae* (Magalhães et al., 2002). Considerada uma cultura altamente extrativa dos nutrientes do solo, especialmente os nitrogenados que possuem reservas limitadas, e conseqüentemente preços crescentes. Uma forma alternativa de reposição natural desses elementos nitrogenados pode ser a associação

natural de plantas de milho com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico.

O uso racional da adubação nitrogenada é fundamental, não somente para aumentar a eficiência de recuperação, mas também para aumentar a produtividade da cultura e diminuir o custo de produção (Fageria et al., 2007).

As bactérias diazotróficas, capazes de converter o N₂ atmosférico em amônia, podem promover o crescimento das plantas direta ou indiretamente pela expressão de efeitos biofertilizantes, bioestimulantes e por mecanismos ligados à proteção vegetal contra micro-organismos fitopatogênicos. A associação de plantas de milho a estas bactérias pode representar uma alternativa ecologicamente sustentável e economicamente viável para a produção de milho em sistemas agrícolas pelo mundo.

Além de promover a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN), estas bactérias são capazes de produzir hormônios vegetais, podendo influenciar o metabolismo nitrogenado da planta. Dentre os hormônios vegetais produzidos, destaca-se o ácido indol acético (Bhattacharyya & Jha, 2012) que induz um maior desenvolvimento de pelos radiculares, proporcionando uma maior absorção de nutrientes pela planta.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico no desenvolvimento de plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, utilizando vasos com capacidade de 4 dm³, contendo solo (Latossolo Vermelho-Amarelo) previamente corrigido conforme análise química.

Em delineamento inteiramente casualizado foram utilizados os tratamentos: 1 – Inóculo bacteriano MTaz8 (semelhante a *Azospirillum* spp); 2 – Inóculo bacteriano MTh2 (semelhante a *Bacillus* sp); 3 - Inoculante comercial AzoTotal®, à base da bactéria *Azospirillum brasilense*,



combinação das estirpes Abv5 e Abv6; 4 – Combinação dos isolados MTaz8 e MTh2; 5 – 40 kg/ha de nitrogênio, fonte ureia em adubação de cobertura e 6 – Controle sem nitrogênio e sem bactéria. Foram utilizadas 5 repetições para cada tratamento, sendo a aplicação do nitrogênio aos 10 dias após a emergência das plantas. O material biológico vegetal utilizado foi o híbrido convencional de milho Land-229 da empresa Agrigenética Land.

Aos 30 dias após a semeadura foram realizadas as avaliações: diâmetro de colmo (mm); altura de planta (cm); teor de clorofila, obtido através do clorofilômetro Spad 502; massa fresca e seca da parte aérea e raiz das plantas avaliadas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do software ASSISTAT versão 7.7 beta (Silva, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à altura de plantas, observou-se que as plantas inoculadas com a combinação bacteriana MTaz8 e MTh2, bem como as que foram adubadas com nitrogênio apresentaram diferença significativa em relação aos demais tratamentos (**Figura 1**). Esse resultado deve-se, provavelmente, à positiva interação das bactérias com as plantas inoculadas, bem como ao fato de que a altura das plantas é uma característica altamente influenciada pelo genótipo dos híbridos. Resultados positivos no desenvolvimento de plantas de milho inoculadas com bactérias diazotróficas têm sido relatados por outros autores como Alves (2007) e Zilli et al. (2008), os quais evidenciaram que a inoculação de sementes de milho apenas com *Herbaspirillum spp.* proporcionou efeitos significativos e positivos sobre o desenvolvimento da cultura.

Quanto ao teor de clorofila, foi observado que as plantas que receberam a dose de nitrogênio equivalente a 40kg de ureia/ha apresentaram maior teor de clorofila, significativamente superior às plantas submetidas aos demais tratamentos. Entretanto, todas as plantas inoculadas, com as bactérias isoladas e em combinação, apresentaram teor de clorofila em seus tecidos foliares superior às plantas controle não inoculadas (**Figura 2**).

Tendo em vista a alta correlação do teor de nitrogênio com o teor de clorofila, observa-se que os resultados aqui apresentados corroboram com os divulgados por Alves (2007), a qual verificou que a inoculação da bactéria *Herbaspirillum spp.*

contribuiu com até 28% do N absorvido em plantas de milho. Dados semelhantes foram obtidos por Dobbelaere et al. (2001), ao trabalharem com bactérias do gênero *Azospirillum*. Estes autores relatam que este maior teor de nitrogênio, relacionados ao maior teor de clorofila, nas plantas inoculadas, é resultado tanto da FBN, quanto dos mecanismos de promoção do crescimento, que incrementam a capacidade das plantas em absorver este nutriente.

As plantas inoculadas com as combinações bacterianas MTaz8 e MTh2, bem como as que receberam a adubação nitrogenada, apresentaram acúmulo de massa fresca de parte aérea significativamente superior às demais (**Figura 3**).

Em relação ao acúmulo de massa seca da parte aérea foi obtido resultado significativo para as plantas de milho inoculadas com a combinação de bactérias MTaz8 e MTh2 e com adubação nitrogenada em relação aos demais tratamentos (**Figura 4**).

Os resultados observados em relação ao acúmulo de massa seca da parte aérea reforça a interação satisfatória entre as bactérias inoculadas e as plantas de milho. Esta interação tem sido reportada em outros estudos como os realizados por Riggs et al. (2001) que avaliando as culturas de milho e trigo, em condições de casa de vegetação, verificaram que a inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* promoveu acréscimos de produção de matéria seca de 16% em plantas de milho, e de acordo com Muñoz-Garcia et al. (1991) a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* cepa UAP 77, promoveu aumento na matéria seca da parte aérea, da ordem de 23 a 64%.

No estudo aqui relatado, os dados referentes de massa seca da raiz não mostraram diferenças significativas entre todos os tratamentos propostos (dados não apresentados). Porém, foi observado que a inoculação das bactérias MTaz8 e MTh2 conjuntas em plantas de milho mostrou-se muito eficiente no acúmulo de massa seca, tanto na parte aérea, quanto na raiz, promovendo assim benefícios na promoção do desenvolvimento e conseqüente aumento da produção de biomassa para nas plantas. Na rizosfera, essas bactérias podem auxiliar as plantas por meio da secreção de hormônios, os quais podem ser sintetizados pelos micro-organismos e aumentarem a taxa de respiração e de metabolismo, bem como a proliferação das raízes, promovendo melhor absorção de água e de nutrientes pelas plantas (Okon & Itzigsohn, 1995).

Trabalhando com *Azospirillum amazonense* em genótipos de milho sob diferentes regimes de



nitrogênio, Reis Junior et al. (2008) visualizaram que essa inoculação promoveu maior produção de matéria seca nas raízes de milho, tendo resultados semelhantes ao presente trabalho, que apresentou aumento na matéria seca da raiz e parte aérea, com a inoculação consorciada das bactérias MTaz8 e MTh2.

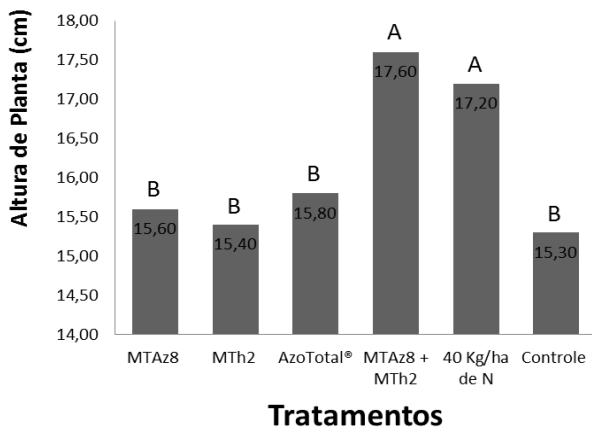


Figura 1 – Altura de plantas de milho inoculadas com bactérias diazotróficas e coletadas aos 30 dias após a germinação. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: 7,94%.

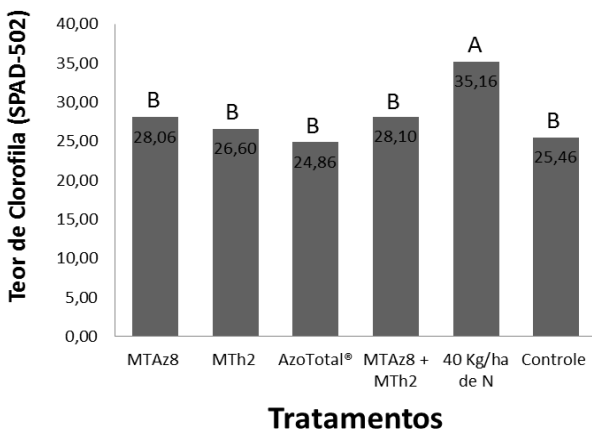


Figura 2 – Teor de clorofila de plantas de milho inoculadas com bactérias diazotróficas e coletadas aos 30 dias após a germinação. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: 7,93%.

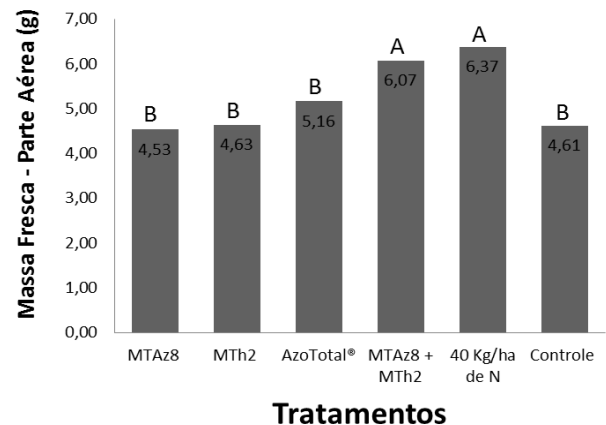


Figura 3 – Acúmulo de massa fresca da parte aérea de plantas de milho inoculadas com bactérias diazotróficas e coletadas aos 30 dias após a germinação. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: 18,21%.

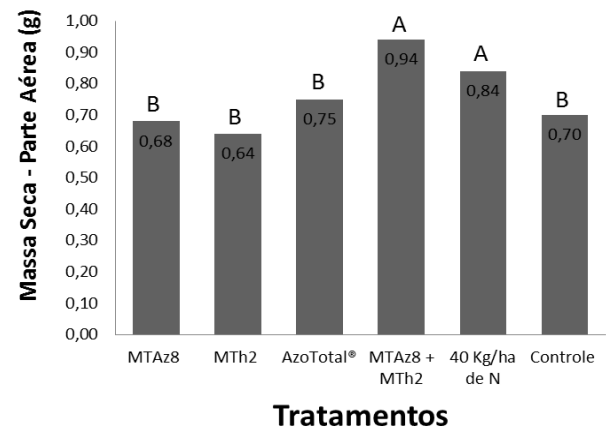


Figura 4 – Acúmulo de massa seca da parte aérea de plantas de milho inoculadas com bactérias diazotróficas e coletadas aos 30 dias após a germinação. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. C.V.: 18,06%.

CONCLUSÕES

A inoculação isolada das estirpes bacterianas MTaz8 e MTh2, não demonstrou resultados satisfatórios para o desenvolvimento de plantas de milho.

A utilização do inoculante comercial AzoTotal® não apresentou resultados significativos para a promoção do crescimento da cultura do milho, nas condições analisadas.



A inoculação associada das bactérias MTaz8 e MTh2 promoveu os melhores resultados em todas as variáveis analisadas.

A inoculação de bactérias diazotróficas em plantas de milho pode constituir uma fonte viável de biofertilizante para a cultura de milho no Estado de Mato Grosso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT pelo apoio financeiro e à Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Rondonópolis pelo fornecimento do material biológico.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. C. **Efeito da inoculação de bactérias dos gêneros Herbaspirillum e Burkholderia na cultura do milho**. Seropédica/RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. 63p. Dissertação Mestrado.
- BHATTACHARYYA, P. N.; JHA, D. K. Plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 28, n.4, p.1327–1350, 2012.
- DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with Azospirillum. **Australian Journal Plant and Physiology**, v. 28, n.9, p. 871-879, 2001.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 2002. 23 p. (Circular Técnica, 22).
- REIS JUNIOR, F. B dos.; MACHADO, C. T de. T.; MACHADO, 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.
- RIGGS, P. J.; CHELIUS, M. K.; INIGUEZ, A. L.; KAEPLER, S. M.; TRIPLETT, E. W. Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, n.9, p. 829-836, 2001.
- SILVA, F. A. S. Software ASSISTAT: **Assistência estatística**. Versão 7.7 beta. Campina Grande: UAEF-CTRN-UFCG, 2014.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 07, p. 1029-1034, 2007.
- OKON, Y.; ITZIGSOHN, R. The development of Azospirillum as a commercial inoculant for improving crop yield. **Biotechnology Advances**, v. 13, p. 415-424, 1995.
- MUÑOZ-GARCIA, A.; CABALLERO-MELLADO, J.; VALDÉS, M. Promoción del crecimiento del maíz por cepas productoras de siderófos de Azospirillum y Pseudomonas fluorescentes. In: CONGRESO NACIONAL DE LA FIJACION BIOLÓGICA DEL NITROGENO Y I ENCUENTRO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO, 3., 1991. **Cuernavaca Anais**. Cuernavaca, México, p.61. 1991.
- ZILLI, J. E.; PERIN, L.; MARSON, B. F.; ALVES, G. C.; REIS, V. M.; BALDANI, V. L. D. **Rendimento de grãos da cultura do milho inoculado com Herbaspirillum seropedicae no cerrado de Roraima**. In: FERTBIO 2008, Londrina. Anais. Londrina: SBCS, 2008. CD Rom.