

Eficiência do *Azospirillum brasilense* em milho sob doses de adubação nitrogenada

Ana Flávia de Souza Rocha¹ (IC) *, Raoni Ribeiro Guedes Fonseca Costa² (PQ)

1 Universidade Estadual de Goiás, Campus Quirinópolis, Quirinópolis, GO.
anaflaviadesouza_2012@hotmail.com *

2 Universidade Estadual de Goiás, Campus Quirinópolis, Quirinópolis, GO.

Resumo: Fertilizantes nitrogenados apesar de essenciais para a produtividade de plantas cultivadas é também responsável pela contaminação dos solos e da água por nitratos. O uso de bactérias promotoras do crescimento vegetal e fixadora biológica de nitrogênio visa minimizar estes efeitos prejudiciais. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de estirpes de *Azospirillum brasilense*, na produtividade do milho BRS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 3 repetições 2 tratamentos (controle sem inoculante, tratamento inoculado na semente) e cinco doses de fertilizante nitrogenado (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), sendo 100% da dose correspondente a 50 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia. Houve efeito da inoculação com as bactérias e doses de N no crescimento em altura de plantas (8%), comprimento da panícula (12%), biomassa e massa da matéria seca (37%) e massa de mil grãos (15%) para o milho BRS 1501. Deste modo o *Azospirillum brasilense* foi eficiente no incremento no crescimento e na produtividade do milho BRS 1501 em condições de consórcio com capim-paiaguás.

Palavras-chave: *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br cv BRS 1501. *Urochloa brizantha* cv Paiaguás.

Bactérias Diazotróficas.

Introdução

O uso de fertilizantes nitrogenados é alternativa para reconstrução da fertilidade do solo e, conseqüentemente, para a recuperação das pastagens degradadas (SILVA, 2007). Embora seja de grande importância na produtividade em gramíneas forrageiras, as fertilizações químicas nitrogenadas tendem a elevar os custos de implantação e manutenção das mesmas (PRIMAVESI et al., 2004). Devendo-se considerar também os diversos problemas ambientais que estão relacionados com a sua utilização, a exemplo da contaminação das águas e do solo com nitratos (EIRAS; COELHO, 2011). Nesse contexto a exploração do potencial da fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) em gramíneas tropicais, tem surgido como possibilidade (OLIVEIRA et al., 2003), amenizando assim os impactos ambientais e reduzindo o custo de implantação das pastagens para o produtor rural, tornando também o agrossistema mais sustentável.

Microrganismos diazotróficos desempenham importante papel na sustentabilidade dos agroecossistemas, uma vez que incorporam nitrogênio por meio da fixação biológica em quantidades que podem variar de 25 a 50 kg ha⁻¹ ano, além de produzir e disponibilizar fitormônios do crescimento vegetal, como auxinas, giberelinas e citocininas, as quais contribuem para otimizar a nutrição mineral e utilização de água pelas plantas (BAZZICALUPO; OKON, 2000).

Avanços em pesquisas com bactérias diazotróficas para inoculação em gramíneas, ainda estão sendo feitas com resultados cada vez mais promissores, mas ainda são exigidos mais ensaios e experimentos para que se afirme positivamente um inoculante específico para estas culturas, assim como já observado na cultura da soja, que favoreçam e promovam o crescimento vegetal (REIS, 2007). Diante do exposto este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inoculação com estirpes de *Azospirillum brasilense* no crescimento e produtividade de *Pennisetum glaucum* (L.) R. Bar cv BRS 1501 em sistema de cultivo consorciado com *Urochloa brizantha* cv Paiaguás, sob diferentes doses de N.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em campo 17°33' de latitude Sul e 50°40' de longitude Oeste a 636 m de altitude, no município de Santo Antônio da Barra, Goiás, na entressafra de 2016. Foram coletadas amostras do solo antes da semeadura para determinação das características físicas e químicas do solo, na camada de 0-20 cm. A caracterização foi de 530; 70; 400 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 5,62; Ca: 5,2 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,8 cmol_c dm⁻³; Al: 0,01 cmol_c dm⁻³; Al+H: 5,0 cmol_c dm⁻³; K: 1,7 cmol_c dm⁻³; CTC: 13,7 cmol_c dm⁻³; P: 18,6 mg dm⁻³; Cu: 2,3 mg dm⁻³; Zn: 3,2 mg dm⁻³; Fe: 46 mg dm⁻³; M.O.: 39,8g dm⁻³.

O preparo da área foi realizado com a dessecação das plantas daninhas com uso do herbicida Transorb (3,5 L ha⁻¹) com volume de calda de 150 L ha⁻¹. Os sulcos para semeadura do milho e capim-paiaguás, foram abertos manualmente com uso de enxadas. As semeaduras foram feitas em 6 de fevereiro, com uso de 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte superfosfato simples e 20 kg ha⁻¹ de FTE BR 12. No monocultivo e consorciado, o milho foi semeado a 3 cm de profundidade. O capim-paiaguás no plantio consorciado com milho em linha a 6 cm de profundidade e em monocultivo a 4 cm. Foram utilizadas para o milho 12 kg de sementes ha⁻¹,

visando a atingir uma população final entre 250 e 300 mil plantas ha⁻¹; para as espécies forrageiras, foram utilizadas 5 kg de sementes puras, viáveis, por hectare. As parcelas experimentais foram constituídas por oito linhas de 3,0 m de comprimento. A área útil foi obtida considerando apenas as quatro linhas centrais, eliminando 0,5 m de cada extremidade.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial dois x cinco, com três repetições, sendo dois tratamentos: milho consorciado com capim-paiaguás na linha inoculado com *Azospirillum brasilense* e controle não inoculado e cinco diferentes doses de adubação nitrogenada aplicadas em cobertura de N (ureia) (0%, 25%, 50%, 75% e 100%, com a dose de 100% correspondente a 50 kg ha⁻¹ de N. O milho utilizado foi o BRS 1501 destinado a produção de forragem e com bom potencial para produção de grãos.

O inoculante utilizado foi GrapNod A, que contém estirpes de *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6 a Concentração de 2×10^8 x células mL⁻¹. A dosagem utilizada para inocular sementes foi o correspondente a 100 mL por 25 kg de sementes, como de acordo com as recomendações técnicas do fabricante. Aos 30 dias após semeadura (DAS) foram aplicadas em cobertura, as doses variando de 0 a 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia. Para o controle das plantas daninhas em pós-emergência foram realizadas capinas manuais semanalmente até 50 DAS.

As características agrônomicas avaliadas do milho consorciado foram: altura de plantas, diâmetro do colmo e tamanho da panícula aos 90 DAS conforme metodologia proposta por Costa (2016). A colheita do milho foi feita manualmente aos 115 DAS, quando as plantas se encontravam no estágio de maturidade fisiológica. Na colheita, foram avaliados, na área útil das parcelas, rendimento de grãos (pesagem dos grãos, corrigida para 13% de umidade) e massa de mil grãos (pesagem de mil grãos, em gramas, corrigida para 13% de umidade) (COSTA, 2016).

Foram mensurados também o teor de clorofila (unidades SPAD) do terço superior da folha, estimada utilizando-se um Clorofilmetro digital (SPAD-502, Minolta, Osaka, Japão) os dados foram coletados de cinco plantas na quatro linhas centrais numa área de trabalho de 9 m² em cada parcela, aos 60 DAS para o milho.

Para quantificar a produção de biomassa, foram coletadas aos 90 DAS, amostras através de 1 m² quadrado distribuído aleatoriamente dentro de cada

parcela. O corte do material vegetal foi feito adotando-se como referência 0,05 m em relação à superfície do solo. O material cortado foi pesado, e as amostras, colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C até massa constante, sendo as quantidades extrapoladas para kg ha⁻¹.

O conjunto de dados foi submetido a uma análise de variância utilizando o software Biostat 5.3 (Ayres et al., 2007). E as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey às 5 %. Quando foi encontrada diferença nas dosagens de N com inoculações, foi realizada a análise de regressão. Durante a condução do experimento foram monitorados diariamente os dados de precipitação pluvial e temperatura média mensal (Figura 1).

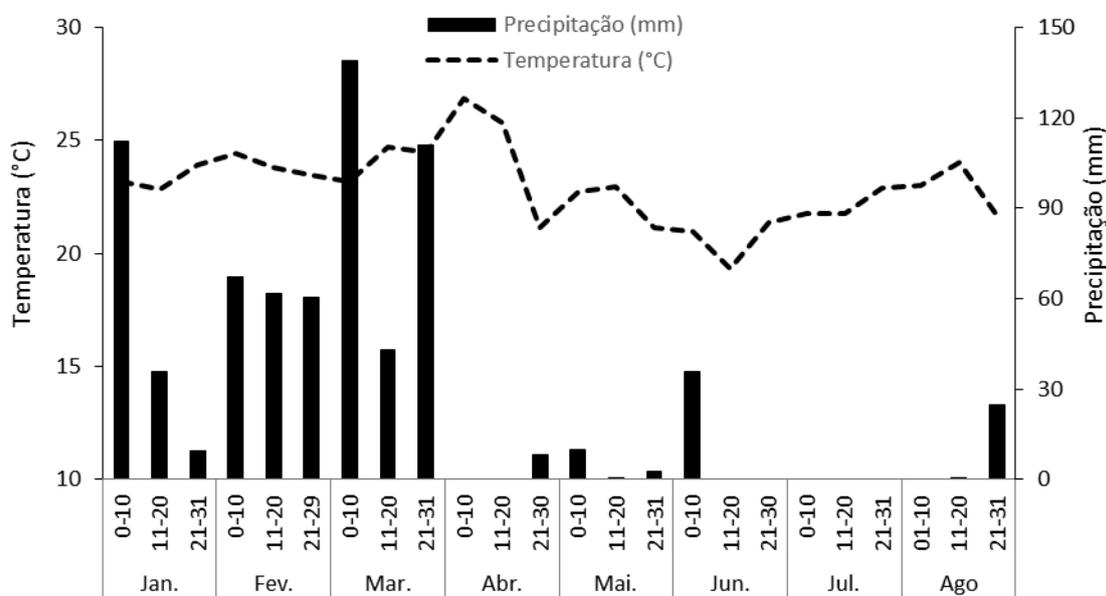


Figura 1. Precipitações pluviais e temperaturas médias registradas durante o período de janeiro a agosto de 2016, em Santo Antônio da Barra-GO.

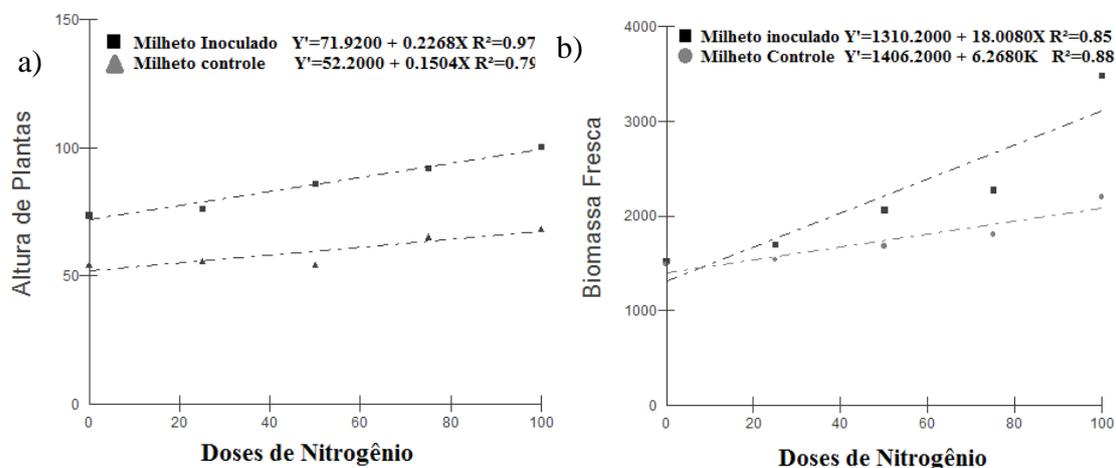
Resultados e Discussão

A altura média de plantas de milho BRS 1501 consorciado com capim-paiaguás foi influenciada ($P < 0,05$) pela inoculação com estirpes Ab-v5 e Ab-v6 de *Azospirillum brasilense* e também pelas diferentes doses de N, em cobertura aos 30 DAS. O tratamento inoculado na dose 0% de N, apresentou média de altura 8% superior ao tratamento controle com a dose de 100% equivalente a 50 kg ha⁻¹ de N, indicando efeito promissor do inoculante neste estágio de desenvolvimento. A maior

altura da planta submetida à inoculação pode estar associada a disponibilização de fito-hormônios produzidos pela bactéria, como auxina e giberelina (Radwan et al., 2004; Moreira et al., 2010). Resultados semelhantes foram verificados por Cavallet et al. (2000) e Ramos et al. (2010) onde observaram que as plantas fertilizadas com nitrogênio apresentavam melhor desenvolvimento quando as sementes foram inoculadas com a bactéria *Azospirillum spp.*

O efeito das doses de N em cobertura se ajustaram a uma regressão linear, onde o aumento da adubação mineral de N proporcionou um acréscimo de 26% e 20% quando se compara as doses 0 e 100% dos tratamentos inoculados e controle respectivamente (Figura 2a). De acordo com Soratto et al. (2010), plantas que possuem concentração maior de nitrogênio obtêm maior capacidade de se desenvolver vegetativamente. Não foi observado efeito ($P>0,05$) de inoculação e doses de N para as características diâmetro do colmo e teor de clorofila avaliados aos 60 DAS.

O comprimento médio da panícula avaliado aos 60 DAS foi influenciado ($P<0,05$) pela inoculação, mas não pelas doses de N. O incremento observado para esta característica foi em média de 12%.



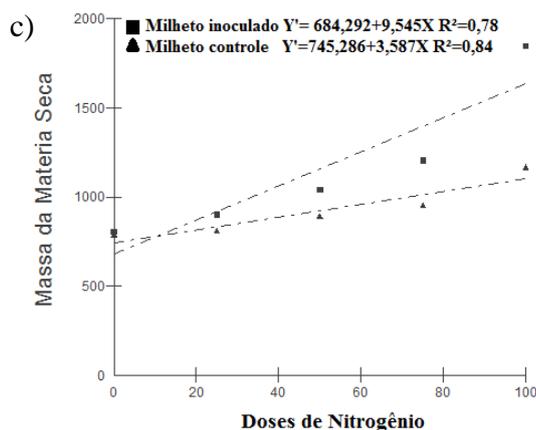


Figura 02- Análise de regressão para efeito de doses de N sobre as características altura de plantas (a) aos 30 DAS (cm), produção de biomassa (b) e massa da matéria seca (c) (kg ha^{-1}) aos 90 DAS em plantas de milho consorciado com capim-paiaguás, inoculados com estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* e controle sem inoculante, na safrinha do ano de 2016.

Os valores da biomassa e massa da matéria seca (kg ha^{-1}) foram 37% superiores no tratamento inoculado com *Azospirillum*, em comparação com tratamento controle na dosagem de 100% de N em cobertura. O efeito das doses de N se ajustaram a regressão linear, sendo que com o aumento nas doses de N ocorreu um acréscimo de 56% e 32% quando se compara as doses 0 e 100% nos tratamentos inoculados e controle respectivamente para a biomassa (Figura 2b) e 56 e 32% para massa da matéria seca (Figura 2c). Resultados similares foram obtidos por Gava *et al.* (2010), onde verificaram que a elevação da adubação mineral de N resultou no aumento da massa da matéria pela cultura de milho, e por Fernandes *et al.* (2005) em que observaram acréscimo da massa seca em plantas de milho com aumento das doses de N (0, 30, 90 e 180 kg/ha).

A massa de 1000 grãos apresentou maiores valores nos tratamentos inoculados ($P < 0,05$) que em média foram 15% superiores ao tratamento controle. O aumento nas doses de N não ($P > 0,05$) aumentou a massa de grãos.

Considerações Finais

Houve incremento percentual significativo em relação as características agrônômicas e de produtividade do Milheto BRS 1501 em detrimento do uso de inoculante contendo as estirpes AbV-5 e AbV-6 de *Azospirillum brasilense*.

O uso de bactérias diazotróficas e promotoras do crescimento vegetal podem promover a redução de custos com a fertilização química nitrogenada e consequentemente reduzir a contaminação do solo e da água por nitratos.

Agradecimentos

A Universidade Estadual de Goiás, Campus Quirinópolis, pela disponibilização da infraestrutura e equipamentos.

Referências

- AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. 2007. **BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas.** Ong Mamiraua. Belém, PA.
- BAZZICALUPO, M. & OKON, Y. Associative and endophytic symbiosis. In: PEDROSA, F.; HUNGRIA, M.; YATES, M.G. & NEWTON, W.E., eds. **Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity.** Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000. p.409-410.
- 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 Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.
- COSTA, R.R.G.F. **Consórcio do milho com capim-paiaguás em sistemas forrageiros e épocas de semeadura na safrinha, na região do Cerrado.** Tese de Doutorado Rio Verde-GO, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, 2016.
- EIRAS, P. P.; COELHO, F. C. **Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura do milho.** InterSciencePlace, Rio de Janeiro, v. 4, n. 17, p. 96-124, 2011.
- Fernandes, F.C.C.; Buzetti, S.; Arf, O.; e Andrade, A.C. 2005. **Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho.** *Rev. Bras. de Milho e Sorgo.* 4 (2):195–204.

GAVA, G.J.C.; OLIVEIRA, M.W.; SILVA, M.A.; JERONIMO, E.M.; CRUZ, J.C.S.; e TRIVELIN, P.C.O. 2010. **Produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio em milho cultivado com diferentes doses de 15N-uréia. Semina: Ciên. Agrárias.** 31 (4): 851–862.

MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, K. da; NOBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. de. **Bactérias diazotróficas associativas: Diversidade, ecologia e potencial de aplicações.** *Comunicata Scientiae*, v.1, p.74-99, 2010.

OLIVEIRA, A. L. M.; URQUIAGA, S.; BALDANI, J. I. **Processos e mecanismos envolvidos na influência de microorganismos sobre o crescimento vegetal.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R. & VIVALDI, L.J. **Adubação nitrogenada em capimcoastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio.** R. Bras. Zootecnia, 33:68-78, 2004.

RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. **Efeito da inoculação de Azospirillum e Herbaspirillum na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.987-994, 2004.

RAMOS, A. S. et al. **Ação do Azospirillum lipoferum no desenvolvimento de plantas de milho.** *Revista Verde, Mossoró*, v. 5, n. 4, p. 113-117, 2010.

REIS, V. M. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas.** Seropédica, RJ:Embrapa Agrobiologia, 2007. 22p. (Documentos, 232).

SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; FIGUEIREDO, M. V. B.; CARVALHO, F. G.; SILVA, M.L. R. B.; SILVA, A. J. N. Caracterização e seleção de populações nativas de rizóbios de solo da região semi-árida de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, p. 16-21, 2007.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. **Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja.**

Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 511-518, 2010.