

PRODUÇÃO DE SORGO SACARINO CULTIVADO COM *Azospirillum brasilense* E DOSES DE NITROGÊNIO

Bruno Teixeira de Sousa^{1*}, William Scherer Rotta², Paulo Roberto Silva Minzon², Andréia Paula Carneiro Martins², Valdir Zucareli²

¹Universidade Estadual de Londrina – UEL, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380, CEP 86057-970, Londrina, PR. E-mail: brunotdsousa@gmail.com

²Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: william_rotta@hotmail.com, paulo_minzon@hotmail.com, deiapcmartins@hotmail.com, vzucareli@uem.br

*Resultados do trabalho PIBIC desenvolvido pelo autor enquanto graduando do curso de Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá - Campus de Umuarama (CAU)

RESUMO: A cultura do sorgo sacarino tem grande demanda por nitrogênio durante o seu ciclo vegetativo. Uma alternativa no suprimento dessa demanda é a fixação biológica de nitrogênio, feita pelas bactérias promotoras de crescimento, microrganismos endofíticos que colonizam os tecidos das plantas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção do sorgo sacarino em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de nitrogênio. O experimento foi realizado em esquema fatorial 2x3 (inoculação x doses de nitrogênio), em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Foram utilizadas as doses de nitrogênio, de 0,0; 50% e 100 % da dose recomendada para a cultura (60 kg ha⁻¹) combinados a duas formas de inoculação – com e sem inoculação via semente. Ao final do experimento foi avaliado a altura de plantas, o diâmetro do colmo, o teor de sólidos solúveis (°Brix) de colmos, e as massas de folhas, de caules e total de plantas frescas. Observou-se que inoculação influenciou de forma positiva na produção de massa de plantas, sem interferir no teor de sólidos solúveis totais. Não foi observado efeito das doses de N.

PALAVRAS-CHAVE: adubação nitrogenada, bactéria diazotrófica, inoculação.

PRODUCTION OF SWEET SORGHUM CULTIVATED WITH *Azospirillum brasilense* AND DOSES OF NITROGEN

ABSTRACT: The culture of sweet sorghum has great demand for nitrogen during its growth cycle. An alternative in the supply of this demand is the biological nitrogen fixation, made by growth promoting bacteria that colonize plant roots and work in synergy with them. Thus, this study aimed to evaluate the production of sweet sorghum in function of inoculation with *Azospirillum brasilense* and different doses of nitrogen. The experiment was conducted in a 2x3 factorial (inoculation x nitrogen doses), in randomized blocks with six treatment and four replications. the nitrogen doses were, of 0.0; 50% and 100% of the recommended dose for the culture (60 kg ha⁻¹) combined to two forms of inoculation - with and without seed inoculation. At the end of the experiment, was evaluated plant height, stem diameter, soluble solids content (°Brix) of stems, masses of leaves, stems and total of fresh plants. It was observed that inoculation positively influenced in the mass production of plants, without interfering in the total soluble solids content. There was no effect of doses of N.

KEY-WORDS: diazotrophic bacteria, inoculation, nitrogen fertilization.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma espécie de ciclo rápido (quatro meses) que apresenta caule do tipo colmo, rico em açúcares fermentescíveis, que proporcionam alto rendimento de etanol e bagaço utilizável como fonte de energia, assim como a cana-de-açúcar. É uma cultura rústica, tolerante a estresses ambientais e com alta produtividade de biomassa verde, apresentando respostas à aplicação de insumos (corretivos e fertilizantes) em fases críticas do crescimento e desenvolvimento (Durães, 2011).

Diretamente ligado ao desenvolvimento e crescimento das plantas, o nitrogênio é um elemento essencial ligado à produção e síntese de aminoácidos e, na cultura do sorgo é absorvido durante quase todo o ciclo vegetativo, com período de acentuada necessidade aos 30-40 dias após a emergência das plântulas, sendo recomendado o parcelamento da adubação para evitar perdas por lixiviação, volatilização ou erosão (Vasconcellos et al., 1988).

A adubação nitrogenada mineral onera o custo de produção e, em experimentos realizados com a cultura do milho, que exporta grande quantidade deste nutriente do solo, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) aparece como alternativa viável de fornecimento deste nutriente (Müller, 2013). A FBN é uma das atividades das bactérias promotoras de crescimento em plantas, como as do gênero *Azospirillum* (Huergo et al., 2008). Estes microrganismos tem capacidade de colonizar a superfície das raízes, e além da FBN, exercem funções como melhorar o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando o volume e massa de raízes (Tien et al., 1979; Perin et al., 2003; Quadros, 2009), gerando maior tolerância a estresse hídrico e aumentando a taxa de absorção de nutrientes, além de promover benefícios para as características morfológicas das plantas (Müller, 2013).

A utilização de bactérias diazotróficas como alternativa para fornecer nitrogênio às plantas mostra-se como uma opção com menor custo e ecologicamente viável (Bartchechen et al., 2010). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação com *A. brasilense* associada a diferentes doses de nitrogênio na produção de sorgo sacarino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama-PR, onde o solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 2006).

O experimento foi implantado em delineamento experimental utilizando blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 (inoculação x doses de nitrogênio) totalizando seis tratamentos e quatro repetições. Foram utilizadas as doses de nitrogênio, de 0,0; 50% e 100 %

da dose recomendada para a cultura (60 kg ha⁻¹). Foi utilizado duas formas de inoculação – com e sem inoculação. Para a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* foi utilizado o produto comercial Masterfix Gramíneas® 100 ml ha⁻¹. Foram utilizadas sementes do híbrido Sugargraze. As parcelas foram constituídas de 21,6 m² (3,6x6m) com seis linhas e espaçamento de 0,6 m entrelinhas.

Após a emergência, foi realizado desbaste manual para uniformização do estande mantendo-se dez plantas por metro. As doses de nitrogênio aplicadas foram parceladas, aplicando-se metade no plantio e a outra metade por cobertura aos 35 dias após emergência, e a fonte utilizada foi ureia 45% de N.

Ao final do experimento (113 dias) foram coletadas 15 plantas na parte central das parcelas para análise do diâmetro de caule (terceiro entrenó), altura de plantas, massa fresca de folhas e a massa fresca de caule. A avaliação do teor de sólidos solúveis foi realizada com auxílio de refratômetro sendo a amostra coletada no terceiro entrenó de 2 plantas por parcela.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as medias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para altura de plantas, diâmetro de caule, massa fresca de caule (MFC), massa fresca de folha (MFF) e massa fresca total (MTF) estão representados na tabela 1.

Para as variáveis altura de plantas e diâmetro de caule, não foi observado interferência dos fatores estudados (doses e inoculação), também não havendo interação entre eles. Souza et al. (2013) também não observaram diferença de altura entre plantas de sorgo Sugargraze Argentina com e sem a presença de inoculação de *Azospirillum brasilense*. No entanto, diferentemente do presente trabalho, os mesmos autores afirmaram que a inoculação proporcionou colmos com maiores diâmetros.

Para massa de caule, folha e total fresca pode ser observado um incremento na produção com o uso de inoculação, não havendo diferenças para as mesmas variáveis quanto as doses de nitrogênio ou interação entre os fatores. Os resultados obtidos diferem de Souza et al. (2014) que em trabalho com quatro híbridos de sorgo sacarino, dentre eles o Sugargraze, e inoculação com *A. brasilense* não observaram aumento na produção.

A interação entre inoculação e doses de nitrogênio foi relatada por Bossolani et al. (2014) em trabalho com o híbrido XBSW 800007 e inoculação com *A. brasilense*, onde as doses de 0 e 60 kg ha⁻¹ de N apresentaram maior produção com uso de inoculação.

A maior produção de massa fresca, pode estar relacionado com a interferência das BPCP no balanço hormonal e, conseqüentemente, no crescimento de plantas. As bactérias *A. brasilense* são capazes de produzir substâncias promotoras de crescimento do tipo auxina (AIA), giberelinas e citocininas, sendo as duas últimas em pequena quantidade, porém significativas (Tien et al., 1979).

Dentre a ação destes reguladores, são responsáveis pelo alongamento, divisão e diferenciação celular, levando ao crescimento de órgãos e alongamento de caule. Pequenas variações nas concentrações de auxina são capazes de inibir ou estimular o desenvolvimento de raízes, assim como o balanço com o hormônio citocinina pode promover a diferenciação das mesmas. O hormônio citocinina atua também promovendo a síntese de clorofila e retardando a senescência, inibindo a degradação de clorofila, mantendo os tecidos verdes e aumentando a taxa de fotossíntese (Fagan et al., 2015).

Os resultados semelhantes entre os tratamentos com diferentes doses de nitrogênio e efeito positivo da inoculação com BPCP demonstram estar este último relacionado com a capacidade de melhorar o desenvolvimento e as características morfológicas das plantas como mencionado por Müller (2013).

Tabela 1 - Análise de variância para altura de plantas, diâmetro de caule, massa de caule fresco (MCF), massa de folha fresca (MFF) e massa total fresca (MTF) obtidas a partir de plantas de sorgo em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* (com e sem e doses de nitrogênio (0, 50 e 100%))

	Altura m	Diâmetro cm	MCF kg ha ⁻¹	MFF kg ha ⁻¹	MTF kg ha ⁻¹	°Brix
Com	3,08 a	15,80 a	45777 a	8444 a	54222 a	14,56 a
Sem	2,97 a	14,57 a	37222 b	5777 b	43111 b	14,25 a
Valor F						
Inoculação	1,88 ns	2,64 ns	6,39 *	5,05 *	6,97 *	0,18 ns
Dose	2,0 ns	1,63 ns	2,86 ns	1,03 ns	2,65 ns	0,29 ns
Inoculação X Dose	0,42 ns	1,61 ns	1,25 ns	1,01 ns	1,36 ns	0,67 ns
C.V. (%)	6	12	19	41	21	12

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. ns: não significativo a 5% de probabilidade.

C.V.= Coeficiente de Variação.

Para os valores de sólidos solúveis total (°Brix), não houve diferença entre os tratamentos para nenhum dos fatores estudados. Resultados diferentes são relatados por Bossolani et al. (2014) que observaram influência negativa da inoculação com *Azospirillum brasilense* no teor de sólidos solúveis totais das plantas de sorgo sacarino (híbrido XBSW 80007).

O aumento na produção de massa fresca, resultado da inoculação com *A. brasilense* apresenta-se como vantagem pois ainda manteve o mesmo valor de sólidos solúveis totais das plantas que não receberam este tratamento. Verona et al. (2010) apontam que em plantas de milho, grande parte das reservas produzidas pela planta em estágio vegetativo são destinadas ao uso futuro para suprir drenos em estágio reprodutivo, sendo armazenadas nos colmos e nas folhas, podendo então esta relação entre maior massa de parte aérea proporcionar melhores condições de armazenagem e uma possível maior produção final, onde as reservas serão utilizadas para suprir os drenos, representados pelas espigas.

No sorgo sacarino, no entanto, a maior produção e acúmulo de reservas (principalmente açúcares) no colmo tem outra finalidade, o fornecimento de caldo como matéria-prima para a produção de etanol, no qual a concentração de açúcares fermentescíveis deve ser máxima, permitindo maior rendimento de etanol e a viabilidade do processo de destilação (Gomes et al., 2011).

CONCLUSÕES

A inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* proporcionou maior produção de massa fresca mantendo os valores de °Brix, não havendo diferença quanto a dose de nitrogênio aplicada.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BARTCHECHEN, A.; FIORI, C.R.L.; WATANABE, S.H.; GUARIDO, R.C. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L). **Campo Digit@l**, Campo Mourão, v.5, n.1, p.56-59, 2010.

BOSSOLANI, J.W.; LAZARINI, E.; SOUZA, L.G.M.; OLIVEIRA, C.O.; RODRIGUES, V.A. Avaliação do sorgo sacarino em função de inoculação com *Azospirillum brasilense* e doses de N em cobertura. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p.329-338, 2014.

DURÃES, F.O.M. Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônômica. **Agroenergia em Revista**, Brasília, n.3, p.7, 2011

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2 ed Rio de Janeiro: EMBRAPA - SPI, 2006. 306p.

FAGAN, E.B.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; CHALFUN JÚNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal: Reguladores vegetais**. São Paulo: Andrei, 2015. 300p.

GOMES, A.; RODRIGUES, D.; OLIVEIRA, P. Caracterização do sorgo para produção de etanol. **Agroenergia em Revista**. Brasília, n.3, p.26, 2011.

HUERGO, L.F.; MONTEIRO, R.A.; BONATTO, A.C.; RIGO, L.U.; STEFFENS, M.B.R.; CRUZ, L.M.; CHUBATSU, L.S.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. **Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense***. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, p.17-35. Argentina, 2008.

MÜLLER, T.M. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* associada a níveis crescentes de adubação nitrogenada e o uso de bioestimulante vegetal na cultura do milho**. 2013. 97f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava. 2013.

PERIN, L.; SILVA, M.F.; FERREIRA, J.S.; CANUTO, E.L.; MEDEIROS, A.F.A.; OLIVARES, F.L.; REIS, V.M. Avaliação da capacidade de estabelecimento endofítico de estirpes de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* em milho e arroz. **Agronomia**, Seropédica, v.37, n.2, p.47-53, 2003.

QUADROS, P.D. **Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. 2009. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.

SOUZA, L.G.M.; LAZARINI, E.; PIVETTA, R.S.; COLETTI, A.J.; GOES, R.J. Características agrônômicas e tecnológicas de genótipos de sorgo sacarino inoculados com *Azospirillum brasilense* Tarrand. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18, p.777-784, 2014.

SOUZA, L.G.M.; LAZARINI, E.; PIVETTA, R.S.; OLIVEIRA, C.O.; SILVA, E.M. Avaliação agrônômica e tecnológica de sorgo sacarino inoculado com *Azospirillum brasilense* e doses de adubação nitrogenada. In: XXV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP. 2013. Barra Bonita, SP. 2013 Disponível em: <http://prope.unesp.br/cic/admin/ver_resumo.php?area=100075&subara=22429&congresso=35&CPF=39499617809>. Acesso em: 01 ago. 2014.

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, p.1016-1024, 1979.

VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L.; FRANCA, G.E. Adubação e calagem na cultura do sorgo In: EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1988. 2.ed., p.21-30.

VERONA, D.A.; DUARTE JUNIOR, J.B.; ROSSOL, C.D.; ZOZ, T.; COSTA, A.C.T. Tratamento de Sementes de Milho com Zeavit®, Stimulate® e Inoculação com *Azospirillum* sp. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010. Goiânia, GO. **Anais** Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p.3731-3737.