



## Avaliação de Sorgo Sacarino com utilização de bioestimulante, *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada<sup>(1)</sup>.

**Gustavo Ribeiro Barzotto<sup>(2)</sup>; Osvaldir Feliciano dos Santos<sup>(3)</sup>; Sebastião Ferreira de Lima<sup>(4)</sup>; Cátia Aparecida Simon<sup>(3)</sup>; Aline Sant Anna Monqueiro<sup>(3)</sup>; Eduardo Pradi Vendruscolo<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do FNDE - CAPES

<sup>(2)</sup> Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Chapadão do Sul, MS; gustavo.barzotto@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Mestrando em Agronomia; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; <sup>(4)</sup> Professor Doutor; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; <sup>(5)</sup> Doutorando em Agronomia; Universidade Federal de Goiás.

**RESUMO:** O sorgo sacarino para a produção de etanol pode ser uma boa alternativa em relação ao milho e a cana-de-açúcar. A utilização de bioestimulantes e rizobactérias promotoras do crescimento pode trazer benefícios, aumentando a utilização de nutrientes e garantindo melhor desenvolvimento da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o sorgo sacarino submetido a aplicação de bioestimulante, *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada. Os tratamentos foram constituídos por *A. brasilense* aplicado no tratamento de sementes (100 mL ha<sup>-1</sup>); sobre as sementes no sulco de plantio (300 mL ha<sup>-1</sup>) e a testemunha, combinado com a aplicação de 1,25 L Stimulate® por 100 kg de sementes e sua ausência, mais a aplicação de 60 kg de N ha<sup>-1</sup> e sua ausência. O delineamento utilizado foi blocos casualizados em fatorial 3 x 2 x 2 com três repetições. A produção de biomassa fresca e seca total foram maiores nos tratamentos que receberam o bioestimulante aliado a adubação nitrogenada. O maior teor de sólidos solúveis totais (°BRIX) ocorreu na utilização de bioestimulante junto com a adubação nitrogenada e na utilização de *A. brasilense* no sulco de plantio.

**Termos de indexação:** Stimulate, *Sorghum bicolor*, bactérias diazotróficas.

### INTRODUÇÃO

A utilização de combustíveis provenientes de fontes renováveis de energia tem se tornado cada vez mais importante diante da escassez e alta dos preços de combustíveis fósseis, além da preocupação e dos prejuízos causados pela poluição decorrentes do seu uso. Diante desse cenário, novas alternativas para a produção de biocombustíveis devem ser avaliadas, surgindo o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) como opção interessante para se produzir etanol, além das já tradicionais culturas do milho e da cana-de-açúcar.

O sorgo é uma cultura considerada rústica, apresentando boa adaptação a condições de estresse hídrico e térmico, ainda assim responde

bem a aplicação de insumos (Durães, 2011). Dentre estes, em especial, o nitrogênio, constitui um dos nutrientes mais absorvidos por gramíneas e que mais oneram a produção. Esse mineral é constituinte de aminoácidos e proteínas e de moléculas de clorofila, que serão as fábricas para a produção do açúcar, produto final de interesse do cultivo do sorgo sacarino. Dessa forma, existe grande interesse em melhorar a utilização de nitrogênio e obter melhores respostas em produtividade e qualidade do caldo. Assim, os bioestimulantes também podem contribuir, tanto para o desenvolvimento da planta, quanto para a melhor absorção e aproveitamento dos nutrientes, uma vez que são reguladores de crescimento vegetal, que apresentam em sua composição os hormônios vegetais, auxina, citocinina e giberelina, responsáveis principalmente pelo estímulo ao desenvolvimento de raízes, divisões e diferenciações celulares e alongamento celular, regulando todo o metabolismo vegetal em uma complexa interação. Outra opção que pode ser viável é o uso de bactérias diazotróficas promotoras do crescimento, que podem possibilitar maior aproveitamento de nutrientes por proporcionar maior crescimento radicular e desenvolvimento da parte aérea (Reis et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o sorgo sacarino submetido a aplicação de bioestimulante, *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 em área originalmente ocupada por vegetação típica de cerrado e cultivado com culturas anuais há vários anos sob manejo convencional, no município de Chapadão do Sul, MS (latitude de 18° 47' 39" S, longitude 52° 37' 22" W).

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa e apresentou as seguintes características químicas na camada de 0 a 20 cm: 8,0 mg dm<sup>-3</sup> de P (mehlich); 31,1 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 4,8 de pH (CaCl<sub>2</sub>); K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>+2</sup> e H+Al =



0,38; 2,80; 1,10 e 4,9 cmolc dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e 46,6% de saturação por bases.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 2 x 2 com três repetições, totalizando 36 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por *A. brasiliense* aplicado no tratamento de sementes (100 mL ha<sup>-1</sup>); sobre as sementes no sulco de plantio (300 mL ha<sup>-1</sup>) e a testemunha, combinado com a aplicação de 1,25 L Stimulate<sup>®</sup> por 100 kg de sementes e sua ausência, mais a aplicação de 60 kg de N ha<sup>-1</sup> e sua ausência. A parcela experimental foi constituída por cinco linhas de cinco metros de comprimento e espaçamento de 0,45 m entre si. A área útil foi considerada como as três linhas centrais.

Foi realizado o manejo do solo com o uso de grade pesada e grade niveladora, no sistema convencional de plantio. A cultivar de sorgo sacarino BRS 511 foi semeada manualmente na segunda quinzena de dezembro de 2014, com nove sementes por metro. A adubação de base no sulco de plantio foi realizada por meio de semeadora-adubadora utilizando a formulação NPK 0-15-5 na dose de 311 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que nos tratamentos com nitrogênio foi utilizado 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, na semeadura e os 40 kg ha<sup>-1</sup> restantes na cobertura.

A adubação de cobertura foi realizada quando as plantas de sorgo atingiram o estágio fenológico V4, com 4 folhas desenvolvidas, que ocorreu aos 30 dias após a emergência das plantas. O adubo nitrogenado utilizado foi a ureia (45% de N), sendo que a aplicação foi realizada manualmente próximo a linha do sorgo na superfície do solo, sendo aplicado 40 kg ha<sup>-1</sup> de N nas parcelas. O controle de plantas daninhas foi realizado em pós-emergência com o herbicida Atrazina na dosagem de 2 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial. Para controle de lagarta foi utilizado 0,6 L ha<sup>-1</sup> de LANNATE<sup>®</sup> BR.

A colheita foi realizada aos 90 dias após a semeadura, quando a panícula apresentava grãos em transição de leitoso para farináceo. Foi realizada de forma manual na área útil das parcelas, em seguida estas plantas foram pesadas, após a pesagem da massa da matéria fresca de toda a parcela útil, foi retirada uma pequena amostra fresca, que em seguida também foi pesada e levada a estufa de circulação de ar forçada onde permaneceu até atingir a massa constante em temperatura de 65° C. A partir dessa amostra foi determinada a massa de matéria seca da parcela.

Para a determinação do °BRIX no caldo, foi coletado no momento da colheita, uma amostra contendo folhas, caule e panícula, que foram enviadas ao laboratório. Essa determinação foi feita

por refratometria a 20 °C (Schneider, 1979).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a utilização de Stimulate<sup>®</sup> combinado com adubação nitrogenada proporcionou maiores rendimentos de biomassa fresca e seca (**Tabela 1**). Esse incremento no ganho de biomassa pelas plantas de sorgo sacarino pode ser explicado pelas substâncias que compõem o regulador de crescimento vegetal, com ação hormonal, determinando um estímulo ao maior desenvolvimento da planta. Tais substâncias ocorrem naturalmente no vegetal, e as respostas metabólicas que desencadeiam são conhecidas, tais como o incitamento a divisão e diferenciação celular, promovidas pela ação conjunta da auxina e da citocinina, o crescimento celular, proporcionado pela auxina e giberelina e a resposta das células do periciclo a auxina, levando ao desenvolvimento de raízes laterais, como descreve Kerbauy (2006). A resposta da planta a ação desses hormônios, com maior desenvolvimento, entretanto, só se manifesta em condições adequadas de suprimento mineral e conseqüentemente produção de fotoassimilados, como pode ser comprovado pelo fato do tratamento com Stimulate<sup>®</sup> aliado ao suprimento de nitrogênio ser superior ao tratamento que recebeu apenas o Stimulate<sup>®</sup>. O nitrogênio é constituinte de aminoácidos e proteínas, sendo fundamental também para a produção da molécula de clorofila (Lima et al., 2001), logo, seu déficit impede justamente o que se busca com a utilização desses hormônios vegetais.

A análise de °BRIX indicou que os melhores resultados foram obtidos para os tratamentos que receberam Stimulate<sup>®</sup> combinado com adubação nitrogenada e *A. brasiliense* no sulco de plantio (**Tabela 1**). Para o primeiro tratamento, esse maior acúmulo de sólidos solúveis deve estar relacionado com a maior capacidade fotossintética das plantas, gerando mais fotoassimilados. Pode-se inferir isso, já que essas plantas apresentaram maior biomassa que as demais, porém não ocorreu diluição dos sólidos solúveis. Os hormônios contidos no produto, talvez favoreceram a capacidade da planta em absorver nitrogênio e transformá-lo não só em novos tecidos, mas também em maiores quantidades de clorofila. A assimilação de nitrogênio absorvido na forma NO<sup>3-</sup> pela planta necessita da intermediação da enzima redutase do nitrato, e há indícios de que as citocininas são ativadoras dessa enzima, logo,



maior quantidade desse hormônio determina um maior aporte de nitrogênio disponível para incorporação em diferentes moléculas, como a clorofila. Maior quantidade de clorofila determina maior eficiência fotossintética e conseqüentemente maior produção de açúcares. No tratamento que recebeu *A. brasiliense* no sulco, o maior acúmulo de sólidos solúveis deve estar relacionado com maior concentração dos açúcares, devido ao menor desenvolvimento das plantas, já que estas apresentaram menor biomassa seca total. Outra possível explicação é a maior duração da área foliar verde, o que possibilita altas taxas fotossintéticas em períodos mais tardios, conforme relatado por Bázinger et al. (1994), possibilitando maior acúmulo de açúcares. Contrapõe-se aos outros tratamentos que receberam a bactéria, principalmente aqueles que receberam também nitrogênio. Alguns estudos com *A. brasiliense* demonstram que esta bactéria promove significativamente a biomassa e o volume radicular (Okon & Labandera-Gonzales, 1994), sendo as raízes importantes consumidoras de fotoassimilados (Boogard et al., 1996), fato este que, aliado ao maior desenvolvimento da biomassa total da parte aérea das plantas de sorgo, levaram a um menor acúmulo de sólidos solúveis totais.

### CONCLUSÕES

A utilização de bioestimulante junto com adubação nitrogenada proporcionou maior acúmulo de biomassa fresca e seca total de parte aérea de sorgo sacarino.

O maior teor de sólidos solúveis totais (°BRIX) ocorreu na utilização de bioestimulante junto com a adubação nitrogenada e na utilização de *A. brasiliense* no sulco de plantio.

### REFERÊNCIAS

BÄZINGER, M.; FEIL, B.; STAMP, P. Competition between nitrogen accumulation and grain growth for carbohydrates during grain filling of wheat. *Crop Science*, v.34, p.440-446, 1994.

BOOGAARD, R.; VENEKLAAS, E. J.; LAMBERS, H. The association of biomass allocation with growth and water use efficiency of two *Triticum aestivum* cultivars. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.23, p.751-761, 1996.

DURÃES, F. O. M. Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônômica. In: *Agroenergia em revista*. Ano II, n. 3, agosto 2011.

KERBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 472 p.

LIMA, E. V. et al. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macro-nutrientes no florescimento do feijoeiro. *Scientia Agrícola*, v.58, p.125-129, 2001.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C. A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology and Biochemistry*, v.26, p.1591-1601, 1994.

REIS JUNIOR, F. B. et al. 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.

SCHENEIDER, F. (Ed.). *Sugar analysis ICUMSA methods*. Copenhagen. 1979. 265p.

**Tabela 1** - Valores médios para sólidos solúveis totais (°BRIX), biomassa fresca total (BF Total) (Mg ha<sup>-1</sup>), biomassa seca total (BS Total) (Mg ha<sup>-1</sup>), para diferentes tratamentos em sorgo sacarino, Chapadão do Sul, MS, 2015

Tratamentos	°BRIX	BF Total	BS Total
TEST	15,08 c	66,99 f	17,73 d
ST	16,33 b	78,81 c	19,22 c
ST+N	16,76 a	85,33 a	22,84 a
AzSe	16,06 b	72,25 e	18,03 d
AzSe+N	14,78 c	72,64 e	17,98 d
AzSe+ST	15,45 c	72,87 e	17,25 e
AzSe+ST+N	14,81 c	82,53 b	21,06 b
AzSu	17,32 a	68,42 f	16,88 e
AzSu+N	15,20 c	79,83 d	18,57 c
AzSu+ST	15,71 c	65,57 g	17,39 e
AzSu+ST+N	15,96 b	71,02 e	17,97 d
F	7,94**	124,34**	50,44**
C.V. (%)	3,17	1,33	2,36

<sup>NS</sup>: não significativo (P>0,05); \*: significativo (P<0,05); \*\*: significativo (P<0,01); Testemunha (TEST); Stimulate (ST); Nitrogênio (N); *Azospirillum brasilense* na semente (AzSe); *Azospirillum brasilense* no sulco (AzSu). Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.