



Efeito da adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* no rendimento de biomassa na cultura do sorgo⁽¹⁾.

Oswaldir Feliciano dos Santos⁽²⁾; Gustavo Ribeiro Barzotto⁽³⁾; Sebastião Ferreira de Lima⁽⁴⁾; Eduardo Pradi Vendruscolo⁽⁵⁾; Vinícius Andrade Secco⁽³⁾; Roberta Pacola Oliveira⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do FNDE - CAPES

⁽²⁾ Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul; Chapadão do Sul - MS; osvaldir.feliciano@gmail.com; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul; ⁽⁴⁾ Professor, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul; ⁽⁵⁾ Doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Goiás; ⁽⁶⁾ Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul.

RESUMO: Para se maximizar a produção de biomassa do sorgo, necessita-se de grande quantidade de nitrogênio (N) visto que este é exigido em maior quantidade pela planta. Uma alternativa para redução do mesmo é o emprego de Bactérias do gênero *Azospirillum*, pois através da simbiose incrementam a produtividade. Logo o objetivo deste trabalho foi avaliar a biomassa das plantas de sorgo com o aumento de doses de *Azospirillum brasilense*, na ausência e presença de nitrogênio. O experimento foi conduzido no esquema fatorial em blocos casualizados, tendo como tratamentos cinco doses de *A. brasiliense* (0, 100, 200, 300, 400 mL ha⁻¹) na presença e ausência de Nitrogênio (60 kg ha⁻¹) com três repetições. A variável altura não foi influenciada pelos tratamentos avaliados, porém a biomassa apresentou melhor rendimento com a adubação nitrogenada e na presença de *A. brasiliense*, no tratamento de sementes na dosagem de 241,5 mL ha⁻¹.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, absorção de nutrientes, simbiose.

INTRODUÇÃO

A demanda mundial pela utilização de combustíveis fósseis é motivo de preocupação visto que este tipo de fonte de energia não é renovável, e com o crescimento da população mundial, vem se notando um aumento no seu consumo, o que poderá resultar na escassez deste produto, gerando tensões econômicas e políticas dentro das nações mais carentes de energia (Rocateli et al., 2012).

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para produção de energia se assemelha ao sorgo forrageiro, porém este apresenta maior potencial para produção de biomassa, devido a uma maior sensibilidade ao fotoperíodo, diferente das outras plantas C4 (Mullet et al., 2014). Além de se adaptar a diferentes condições e ambientes ele apresenta boa tolerância a seca e baixos custos para produção

(Miller & Mcbee, 1993). Estas características fazem com que o sorgo biomassa seja uma fonte interessante com grande potencial para produção de bioenergia.

Algumas práticas como manejo adequado dos nutrientes do solo podem promover maior acúmulo de biomassa na planta e maximizar a eficiência da absorção do nitrogênio (Hao et al., 2014). Visto que o nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes e mais limitantes no desenvolvimento da planta, sendo constituinte de aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos (Taiz & Zeiger, 2006). Conforme relatado por Campos et al. (2003) a adubação nitrogenada representa o maior custo dentre os fertilizantes além de que sua intensiva utilização pode ocasionar vários problemas ambientais.

Logo é necessário reduzir a aplicação de fertilizantes nitrogenados e aumentar a eficiência da absorção do nitrogênio pela planta. A utilização de bactérias associadas a planta apresentam uma alternativa bastante viável visto que estas aumentarão a disponibilidade de N para a planta, promovendo maior crescimento, aceleração do desenvolvimento da raiz, resultando em um melhor acesso a água e nutrientes, reduzindo em boa parte a utilização de fertilizantes nitrogenados sintéticos (Reis et al., 2008).

Sendo assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o incremento de biomassa das plantas de sorgo com o aumento de doses de *Azospirillum brasilense*, na ausência e presença de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área originalmente ocupada por vegetação típica de cerrado e cultivado por 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. O preparo do solo foi efetuado por meio de uma aração e gradagem na primeira



quinzena de dezembro. 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⁻¹, sendo que nos tratamentos com nitrogênio foi utilizado 20 kg ha⁻¹ de N, na semeadura e os 40 kg ha⁻¹ restantes na cobertura, quando as plantas de sorgo atingiram o estágio fenológico V4, o adubo nitrogenado utilizado foi a ureia (45% de N).

Foi conduzido entre 15 de dezembro de 2014 a 16 de março de 2015 com o híbrido de sorgo de alta biomassa BD7605, no esquema fatorial em blocos casualizados, tendo como tratamentos cinco doses de *A. brasiliense* (0, 100, 200, 300, 400 mL ha⁻¹) na presença e ausência de Nitrogênio (60 kg ha⁻¹) com três repetições. As parcelas foram constituídas por 5 linhas de plantas com 5 m de comprimento. O espaçamento entre as fileiras foi de 0,45 m com nove plantas por metro. O controle de plantas daninhas foi realizado em pós-emergência com herbicida a base de atrazina na dosagem de 2 L ha⁻¹ do produto comercial. Para controle de lagarta foi utilizado 0,6 L ha⁻¹ de LANNATE® BR. Foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas no momento da colheita e biomassa total com umidade a 50%.

Os dados foram submetidos a análise de variância e ao teste de média. Na análise de variância empregou-se o teste “F” a 5% de probabilidade. A comparação de médias foi realizada utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” a 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação (R²) e no fenômeno biológico. Para execução das análises estatísticas, foram utilizados os softwares Sisvar e SigmaPlot 12.5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser constatado na **tabela 1**, a variável altura não sofreu influência das doses de *A. brasiliense* nem da presença ou ausência de nitrogênio, sendo que a planta atingiu uma altura média de 3,08 m de altura. Porém para acúmulo de biomassa houve interação entre os fatores avaliados.

Quando se utiliza qualquer dosagem de *A. brasiliense* no tratamento de sementes, pode ser constatado um incremento significativo no acúmulo de biomassa, quando utilizado nitrogênio no plantio e cobertura, chegando a uma variação de cerca de 5031,99 kg ha⁻¹ quando comparado com o tratamento sem nitrogênio (**Tabela 2**). Provavelmente devido ao estímulo da produção de auxina que as bactérias deste gênero promovem,

proporcionando um aumento na aceleração do desenvolvimento da raiz, podendo resultar em melhoria na absorção do nitrogênio e da água, além de outros nutrientes e minerais (Weyens et al., 2009), refletindo no crescimento da planta e no aumento do acúmulo de matéria verde. Levando em consideração o fato de que o sorgo é uma planta C4, a taxa fotossintética por unidade de N é maior (Sage & Pearce, 1987), sendo assim quanto mais disponibilidade de nitrogênio o solo apresentar, maior será a taxa de fotossíntese. Além da importância do N no metabolismo destas plantas (Taiz & Zeiger, 2006), a deficiência deste nutriente pode ser um fator limitante no desenvolvimento da planta.

Tabela 1 - Análise de variância de altura e Biomassa total do sorgo.

FV	GL	Quadrado Médio	
		Altura	Biomassa
Blocos	2	4,49E-2	4,65E+6
N	1	2,80E-3 ^{ns}	7,74E+7 ^{**}
Ab	4	1,01E-2 ^{ns}	6,25E+6 [*]
N*Ab	4	7,36E-2 ^{ns}	4,57E+6 [*]
Resíduo	18	2,97E-2	1,77E+6
Total	29	3,32E-2	5,58E+6
CV (%)		5,64	4,19

^{ns}: não significativo (P>0,05); ^{*}: significativo (P<0,05); ^{**}: significativo (P<0,01); FV: Fonte de Variação; CV: coeficiente de variação; GL: Graus de Liberdade; N: Nitrogênio; Ab: *Azospirillum brasilense*

Na ausência do nitrogênio, a variação das doses de *A. brasiliense* sobre o acúmulo de biomassa do sorgo apresentou um aumento linear à medida que se aumenta a dose, porém este aumento é bastante baixo visto que a variação entre a menor dose e a maior foi de apenas 547,57 kg ha⁻¹. Porém na presença de nitrogênio, a utilização do *A. brasiliense* apresentou maior rendimento na dosagem de 241,5 mL ha⁻¹, resultando em 35126,31 kg ha⁻¹ de biomassa. Posteriormente ocorreu um declínio de rendimento à medida que se aumentou a dosagem do produto (**Figura 1**). Estes resultados indicam que a aplicação do nitrogênio no plantio é essencial para se atingir altas produções, ocorrendo um incremento de cerca de 14% no acúmulo de biomassa final quando comparado a não aplicação deste nutriente.

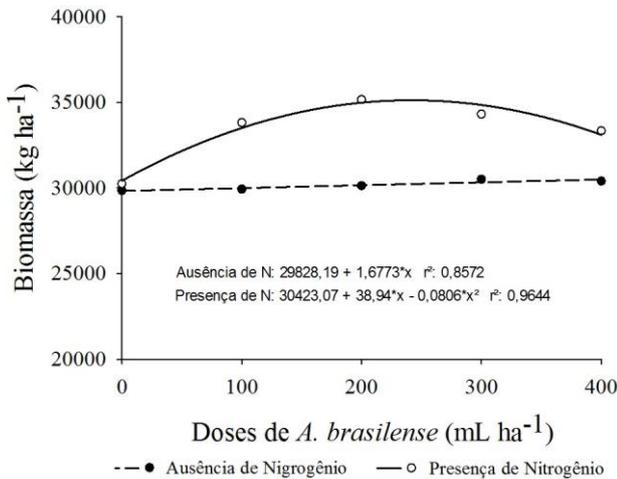


Figura 1. Valores médios de biomassa de sorgo em função de diferentes doses de *A. brasilense* sob a presença ou ausência de Nitrogênio.

CONCLUSÕES

A inoculação de sementes com *A. brasilense* é indicada quando se utiliza adubação nitrogenada no plantio e cobertura, maximizando a eficiência de absorção deste nutriente, na dosagem de 241,5 mL ha⁻¹.

O uso de *A. brasilense* no tratamento de semente sem a utilização de nitrogênio no plantio não proporcionou boa produtividade, visto que o aumento da biomassa da menor para a maior dose foi de apenas 1,8%.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, D. B.; RESENDE, A. S.; ALVEZ, B. J.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio para a cultura de arroz sob inundação. *Agronomia*, v. 37, n.2, p. 41-46, 2003.

HAO, B.; XUE, Q.; BEAN, B.W.; ROONEY, W.L.; BECKER, J.D. Biomass production, water and nitrogen use efficiency in photoperiod-sensitive sorghum in the Texas High Plains. *Biomass and bioenergy*. n.62, p. 108-116, 2014.

KUSS, A.V.; KUSS, V.V.; LOVATO, T.; FLÔRES, M. L. Fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.1459-1465, 2007.

MILLER, F.R.; MCBEE, G.G. Genetics and management of physiological systems of sorghum for biomass production. *Biomass and Bioenergy*. v.5, n.1, p. 41-49, 1993.

MULLET, J.; MORISHIGE, D.; MCCORMICK, R.; TRUONG, S.; HILLEY, B.M.; ANDERSON, R.; OLSON, S.; ROONEY, W. Energy Sorghum - a genetic model for the design of C4 grass bioenergy crops. *Journal of Experimental Botany*. June 22, 2014. doi:10.1093/jxb/eru229.

REIS JUNIOR, F. B.; MACHADO, T.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

ROCATELI, A.C.; RAPER, R.L.; BALKCOM, K.S.; ARRIAGA, F.J.; BRANSBY, D.I. Biomass sorghum production and components under different irrigation/tillage systems for the southeastern U.S. *Industrial Crops and Products*. n.36, p.589-598, 2012.

SAGE, R. F.; PEARCY, R. W. The nitrogen use efficiency of C3 and C4 plants. I. Leaf nitrogen, growth, and biomass partitioning in *Chenopodium album* (L.) and *Amaranthus retroflexus* (L.). *Plant Physiology*, Rockville, v. 84, n. 3, p. 954-958, 1987.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Assimilation of Mineral Nutrients. *Plant Physiology*, ed.4. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc. 2006.

WEYENS, N.; LELIE, D.; TAGHAVI, S.; NEWMAN, L.; VANGRONSVELD, J. Exploiting plant-microbe partnerships to improve biomass production and remediation. *Trends in Biotechnology*. v.27, n.10, p. 591-598, 2009.



Tabela 2 - Valores médios de altura de planta e biomassa total do sorgo na ausência e presença de nitrogênio e sob diferentes doses de *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes.

Variável	Nitrogênio	Doses de <i>Azospirillum brasilense</i> (mL ha ⁻¹)				
		0	100	200	300	400
Altura (m)	Ausência	3,05 a	3,04 a	2,94 a	3,17 a	3,02 a
	Presença	3,08 a	3,05 a	3,15 a	3,18 a	3,21 a
Biomassa (kg ha ⁻¹)	Ausência	29854,40 a	29923,96 a	30131,81 a	30506,17 a	30401,97 a
	Presença	30242,50 a	33813,82 b	35163,80 b	34315,09 b	33344,17 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).