



**PARÂMETROS PRODUTIVOS 1: AVALIAÇÃO DE SORGO SACARINO EM FUNÇÃO DOS MODOS DE INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* E DOSES DE N EM COBERTURA. SELVÍRIA, 2014.**

Luiz Gustavo Moretti de Souza<sup>(1)</sup>, Edson Lazarini<sup>(2)</sup>, Raul Sobrinho Pivetta<sup>(3)</sup>, João William Bossolani<sup>(4)</sup>, Tiago de Lisboa Parente<sup>(3)</sup>, Sheila Caioni<sup>(3)</sup>

**RESUMO**

Microrganismos fixadores de nitrogênio podem propiciar melhorias no crescimento de grandes culturas, como gramíneas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo verificar algumas características agrônômicas de sorgo sacarino em função de formas de inoculação com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial 4 x 5 com três repetições. Os tratamentos consistiram entre quatro formas de inoculação: testemunha, inoculações via semente, via sulco de semeadura e via foliar em combinação com cinco doses de adubação nitrogenada em cobertura: 0, 30, 60, 90, 120 kg ha<sup>-1</sup>. Avaliou-se a população final de plantas, altura de plantas, número de nós por planta, diâmetro do colmo, produção de matéria verde de colmos e total, e produção de matéria seca de colmos e total. A inoculação com *A. brasilense* via sulco de semeadura proporciona diâmetro de colmo maior. A produtividade de matéria verde total é responsiva a adubação nitrogenada em cobertura, observa-se ponto de máximo na dose 90 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Adubação em cobertura, Bactéria diazotrófica, *Sorghum bicolor* L. Moench.

**PRODUCTIVE PARAMETERS 1: EVALUATION IN SWEET SORGHUM ACCORDING TO THE INOCULATION MODES OF *Azospirillum brasilense* AND N DOSES IN COVERAGE. SELVÍRIA, 2014.**

Luiz Gustavo Moretti de Souza<sup>(1)</sup>, Edson Lazarini<sup>(2)</sup>, Raul Sobrinho Pivetta<sup>(3)</sup>, João William Bossolani<sup>(4)</sup>, Tiago de Lisboa Parente<sup>(3)</sup>, Sheila Caioni<sup>(3)</sup>

**SUMMARY**

<sup>(1)</sup> Bolsista CNPq, Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Campus Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. souzamoretti@gmail.com

<sup>(2)</sup> Docente no Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Campus Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. lazarini@agr.feis.unesp.br

<sup>(3)</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Campus Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. raulpivetta@gmail.com; tiagoparente@gmail.com; sheilacaioni@gmail.com

<sup>(4)</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- Campus Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, CEP 15385-000, Ilha Solteira, SP. joabossolani@gmail.com

Nitrogen-fixing microorganisms can provide improvements in the growth of field crops, such as grasses. Thus, this study aimed to verify some agronomic characteristics of sweet sorghum due to forms of inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen levels in coverage. The experimental design was a randomized block in a 4 x 5 factorial scheme with three replications. The treatments consisted of four forms of inoculation: control, seed inoculation route, via furrow and foliar in combination with five doses of nitrogen topdressing: 0, 30, 60, 90, 120 kg ha<sup>-1</sup>. We evaluated the final population of plants, plant height, number of nodes per plant, stem diameter, production of green matter of stems and all, and dry matter production of stems and full. Inoculation with *A. brasilense* via planting furrow provides larger diameter stems. Productivity total green matter is responsive to nitrogen fertilization in coverage, maximum point is observed at a dose 90 kg ha<sup>-1</sup>.

**Key-words:** Coverage fertilization, Diazotrophic bacteria, *Sorghum bicolor* L. Moench,

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda por grãos, no mundo, associada ao substancial melhoramento genético de híbridos, tem alavancado, a cada ano, a área plantada e a produtividade da cultura do sorgo, no Brasil (ALMEIDA FILHO et al., 2010).

Além da grande eficiência no uso da água devido ao metabolismo fotossintético C4, o sorgo apresenta alta resposta a adubação nitrogenada. Nessa cultura, o acúmulo deste nutriente ocorre quase linearmente até a maturação, sendo o elemento que mais frequentemente limita sua produtividade. Todavia, a resposta de uma cultura ao nitrogênio depende de vários fatores que interferem na disponibilidade desse elemento às plantas. Entre os principais, destacam-se o regime de chuvas, edafoclimáticos (como textura do solo) e os fatores genéticos inerentes a cada cultivar, os quais determinam sua capacidade de resposta à adubação (MAGALHÃES et al., 2008).

Neste contexto, o uso de microrganismos fixadores pode ser uma alternativa interessante. Várias espécies do gênero *Azospirillum*, tais como o *A. brasilense*, *A. amazonense*, *A. halopraeferens*, *A. irakense*, *A. largimobile* e *A. doebereineriae*, que possuem vida livre, tem capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico e quando associados ao sistema radicular de gramíneas como milho, trigo, arroz, sorgo e cana-de-açúcar (JAMES, 2000), podem disponibilizar esse nitrogênio na forma de amônio, elevando a produtividade de grãos sem necessariamente aumentar o consumo de fertilizantes nitrogenados. Além disso, proporcionam às plantas maior desenvolvimento do sistema radicular, favorecendo o volume de substrato explorado pelas raízes (HUNGRIA et al., 2010) e conseqüentemente, maior acesso à água e nutrientes presentes no solo.

## OBJETIVOS

O presente trabalho objetivou-se avaliar componentes produtivos e produtividade de sorgo sacarino em função de modos de inoculação com a bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* e doses de adubação nitrogenada em cobertura em condições de cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

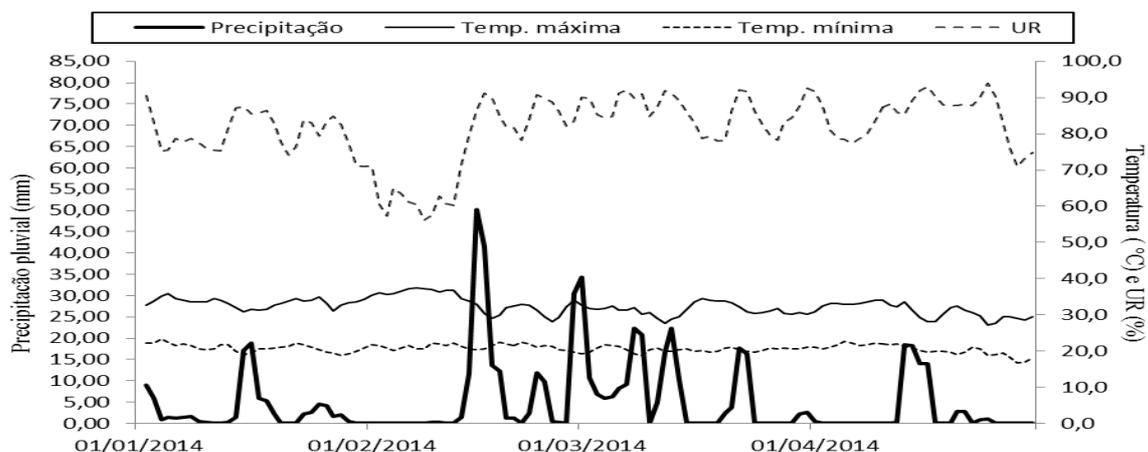
O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS (51°22'W e 20°22'S e altitude de 335 m, aproximadamente), região esta caracterizada por clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar média anual de aproximadamente 1.330 mm, 25°C e 66%, respectivamente (CENTURION, 1982). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd), de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Foi realizada coleta química de uma amostra de solo, coletada a 0 – 0,20 m, visando caracteriza-la. Constam na Tabela 01 os atributos químicos do solo.

**Tabela 01.** Resultados da análise química da amostra de solo da área experimental<sup>1</sup>. Selvíria - MS, 2014.

Prof. m	P resina mg/dm <sup>3</sup>	M.O. g/dm <sup>3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
				mmol <sub>d</sub> /dm <sup>3</sup>							%
0-0,2	49	23	4,7	2,5	21	14	42	3	37,5	79,5	47

<sup>1</sup>—metodologia de Raij e Quaggio (1983).

A instalação do experimento ocorreu em área de sistema cultivo convencional, sendo sob condição de suplementação hídrica por pivô central. Consta na Figura 01 os dados edafoclimáticos durante a condução do experimento.



**Figura 01.** Precipitação pluvial (mm), temperaturas máxima e mínima (°C), e umidade relativa do ar ocorridos durante a condução do experimento. Selvíria – MS, 2014.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 4 x 5, com 3 repetições. Ou seja, quatro modos de inoculação com *A. brasilense* (via semente, via sulco de semeadura, via foliar, e testemunha sem inoculação) em combinação com cinco doses de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>).

O híbrido utilizado foi o XBSW 80147, semeado de forma manual no dia 06 de janeiro de 2014. As estirpes utilizadas da bactéria foram a Abv5 e Abv6, com recomendação de 200 mL / 50 kg<sup>-1</sup> de sementes (inoculação via semente), e 300 mL / 150 L de calda para inoculação via sulco de semeadura e via foliar. A inoculação via foliar foi realizada quando as plantas estavam com quatro folhas totalmente expandidas, em período matutino para que houvesse a garantia de infecção via estômato, realizada 25 Dias Após Emergência (D.A.E.).

O espaçamento utilizado foi de 0,9 m e a adubação de semeadura objetivou-se 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16. As doses da adubação em cobertura foram parceladas, sendo realizadas no dia 11 e 27 de fevereiro de 2014, utilizando-se Uréia (45% de N). As parcelas possuirão 3,5 metros de largura e 6 metros de comprimento, perfazendo uma área total de 21,0 m<sup>2</sup>.

As avaliações constituíram-se:

**População Final de Plantas:** Simultaneamente a colheita foi contado o número de plantas contidas em dois metros em linha e extrapolado para ha<sup>-1</sup>.

**Características Biométricas:** Foram coletadas quatro plantas por parcela, as quais foram realizadas médias. Diâmetro do colmo: Medido com auxílio de paquímetro em altura de 10 cm do colo. Número de nós e Altura de plantas: Mensurado até altura da folha bandeira.

**Produtividade de Matéria Verde Total e Matéria Seca Total:** Foi coletado 1 metro de plantas na área útil de cada parcela, e seu peso foi extrapolado para ha<sup>-1</sup>. Para matéria seca, uma amostra foi condicionada em sacos de papel, devidamente identificados e levados para secagem em estufa de circulação forçada de ar a ± 65 °C, até atingir peso constante. Após isso foram pesados e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> de massa seca produzida.

**Produtividade de Matéria Verde de Colmos e Seca de Colmos:** Foi coletado 1 metro de plantas na área útil de cada parcela, desfolhado e retirado a panícula, posteriormente seu peso foi extrapolado para ha<sup>-1</sup>. Para matéria seca de colmos, uma amostra foi condicionada em sacos de papel, devidamente identificados e levados para secagem em estufa de circulação forçada de ar a ± 65 °C, até atingir peso constante. Após isso foram pesados e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> de massa seca de colmos produzida.

Para análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 10% de probabilidade. Para doses, realizou-se regressão polinomial com auxílio do programa estatístico SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na **Tabela 02** os valores de F e médias para população final (PFP), número de nós (NN), altura de planta (AP) e diâmetro do colmo (DC) em plantas de sorgo sacarino, em função dos tratamentos utilizados na cultura. De tal forma não foi constatado nenhum efeito significativo para os tratamentos isolados ou para suas interações para as variáveis: população final de plantas, número de nós e altura de plantas. Relata-se efeito significativo ( $p < 10$ ) para diâmetro de colmos de plantas para a inoculação, logo, o melhor tratamento foi o via sulco de semeadura. Esta variável é impactante na cultura do sorgo sacarino, pois seu elevado porte (plantas com até 4,0 m de altura) em combinação com fortes ventos pode acarretar acamamento, ocorrendo perdas produtivas e dificultando a operacionalidade da

colheita mecanizada. Sendo assim, maiores diâmetros de colmos acarretam em uma melhor arquitetura morfológica.

Observam-se na **Tabela 03** os valores de F e médias para matéria verde (MV) de colmos e total, e matéria seca (MS) de colmos e total, em função dos tratamentos utilizados na cultura. Não foi constatado efeito significativo para os tratamentos isolados ou para suas interações para as variáveis: matéria seca de colmos e total, no entanto relata-se a sua importância, pois possui alta potencialidade para geração de energia a partir da queima do bagaço, sendo uma opção para a entressafra sucroalcooleira.

**Tabela 02:** Valores de F e médias para população final (PFP), número de nós (NN), altura de planta (AP) e diâmetro do colmo (DC) em plantas de sorgo sacarino, em função de modos de inoculação com *A. brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, 2014.

Tratamentos	PFP ha <sup>-1</sup>	NN Nº	AP	DC
			cm	
<b>Inoculação</b>				
Testemunha	100.962	11,7	290	2,0b
Sulco	103.562	12,3	300	2,4a
Semente	103.628	13,1	340	2,1b
Foliar	104.429	13,1	290	2,2ab
<b>Adubação (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
0	101.425	12,8	300	2,2
30	101.564	13,2	300	2,2
60	101.842	12,7	280	2
90	104.629	12,4	290	2,1
120	105.203	11,6	290	2,2
<b>Média</b>	<b>103.027</b>	<b>12,5</b>	<b>298</b>	<b>2,2</b>
<b>Test F</b>				
I	0,304 <sup>ns</sup>	2,006 <sup>ns</sup>	0,747 <sup>ns</sup>	3,391 <sup>**</sup>
A	0,190 <sup>ns</sup>	1,202 <sup>ns</sup>	0,928 <sup>ns</sup>	1,344 <sup>ns</sup>
I * A	0,657 <sup>ns</sup>	1,941 <sup>ns</sup>	0,937 <sup>ns</sup>	2,340 <sup>ns</sup>
D.M.S.	10,142	1,7	104	0,19
C.V.	17,03	15,33	12,46	10,34
<b>Regressão</b>				
R.L.	1,273 <sup>ns</sup>	1,335 <sup>ns</sup>	1,975 <sup>ns</sup>	0,152 <sup>ns</sup>
R.Q.	0,001 <sup>ns</sup>	1,306 <sup>ns</sup>	1,478 <sup>ns</sup>	0,059 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> - tratamentos não significativos; \* - significativos a 10%; \*\* - significativos a 5%; \*\*\* significativos a 1% pelo teste F.  
RL – valores de F para regressão linear; RQ – valores de F para regressão quadrática.

**Tabela 03:** Valores de F e médias para matéria verde (MV) de colmos e total, e matéria seca (MS) de colmos e total, em plantas de sorgo sacarino, em função de modos de inoculação com *A. brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, 2014.

Tratamentos	MV		MS	
	Colmos	Total	Colmos	Total
kg ha <sup>-1</sup>				
<b>Inoculação</b>				
Testemunha	56.214	69.170	22.061	29.470
Sulco	65.559	78.765	22.127	30.100
Semente	57.093	70.711	21.702	29.230
Foliar	61.155	75.501	22.984	30.700
<b>Adubação (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
0	58.834	70.906	21.119	27.748
30	60.459	72.812	21.621	27.958
60	62.778	76.194	22.426	28.390
90	62.819	79.091	23.197	30.090
120	62.788	77.498	22.230	28.480
<b>Média</b>	<b>60.855</b>	<b>74.616</b>	<b>22.123</b>	<b>29.470</b>
<b>Test F</b>				
I	0,747 <sup>ns</sup>	1,470 <sup>ns</sup>	0,946 <sup>ns</sup>	0,897 <sup>ns</sup>
A	0,928 <sup>ns</sup>	0,658 <sup>ns</sup>	1,047 <sup>ns</sup>	0,992 <sup>ns</sup>
I*A	0,937 <sup>ns</sup>	1,151 <sup>ns</sup>	1,008 <sup>ns</sup>	0,976 <sup>ns</sup>
D.M.S.	1,04	12,679	17,935	15,530
C.V.	22,46	20,13	28,15	30,43
<b>Regressão</b>				
R.L.	2,213*	2,765*	1,132 <sup>ns</sup>	2,211 <sup>ns</sup>
R.Q.	1,478 <sup>ns</sup>	0,858 <sup>ns</sup>	0,375 <sup>ns</sup>	1,311 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> - tratamentos não significativos; \* - significativos a 10%; \*\* - significativos a 5%; \*\*\* - significativos a 1% pelo teste F.  
RL – valores de F para regressão linear; RQ – valores de F para regressão quadrática.

Em relação a produtividade de matéria verde (MV) de colmos e total, observa-se na **Tabela 03** o ajuste linear crescente das médias, expressas pelas funções  $y = 34,227x + 59.482$   $R^2 = 0,80$ ;  $y = 64,877x + 71.408$   $R^2 = 0,83$ ; respectivamente. Mostrando-se assim responsiva para a adubação nitrogenada em cobertura, e seu ponto de máximo na dose 90 kg ha<sup>-1</sup>.

Tais resultados também se aproximam de outros trabalhos com investigação do potencial de sorgo para produção de biocombustíveis, como no de Hoffmann Jr. & Rooney (2012), que obtiveram uma média de 23,53 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca envolvendo seis genótipos de sorgo lignocelulósico; e no de Amaducci et. al. (2000), em que o sorgo produziu 26,2 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca.

Contudo, os resultados da produtividade de matéria verde total corroboram com os resultados de Souza et. al. (2014), que na safra 2013 obteve entre 67-100 t ha<sup>-1</sup>, e entre 26-33 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca em diferentes genótipos sob mesmas condições edafoclimáticas.

## CONCLUSÕES

A inoculação com *A. brasilense* via sulco de semeadura proporciona diâmetro de colmos maior. A produtividade de matéria verde total é responsiva a adubação nitrogenada em cobertura, observa-se ponto de máximo na dose 90 kg ha<sup>-1</sup>.

## LITERATURA CITADA

- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A.; GODINHO, V. C. P.; CARDOSO, M. J.** Desempenho agrônomo e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero, Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 51-64, 2010.
- AMADUCCI, S.; AMADUCCI, R.; BENATI, R.; VENTURI, G.** Crop yield and quality parameters of four annual fiber crops (hemp, kenaf, maize and sorghum) in the North of Italy. Industrial Crops and Products, Philadelphia, v. 11, p. 179-186, 2000.

**CENTURION, J. F.** Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. Científica, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA** – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro. Embrapa, p. 306, 2006.

**HOFFMANN JR., L.; ROONEY, W. L.** Accumulation of biomass and compositional change over the growth season for six photoperiod sorghum lines. In: sun grant national conference, New Orleans, 2012.

**HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O.** Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. Plant and Soil, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010.

**JAMES, E.K.** Nitrogen fixation in endophytic an associative symbiosis. Field Crops Research. v 5, p. 197-209, 2000.

**MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S.** Ecofisiologia da produção do sorgo. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

**RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.** Métodos de análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônômico, p. 31, 1983. (Boletim Técnico, 81).

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