

## Acúmulo de Nutrientes para Silagem no Cultivo Consorciado de Sorgo e Capim Paiaguás Inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*

**Marcelo Andreotti<sup>(1)</sup>; Allan Hisashi Nakao<sup>(2)</sup>; Viviane Cristina Modesto<sup>(2)</sup>; Lourdes Dickamann<sup>(2)</sup>; Deyvison de Azevedo Soares<sup>(2)</sup>; Isabô Melina Pascoaloto<sup>(2)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Professor Adjunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: dreotti@agr.feis.unesp.br), <sup>(2)</sup> Pós-Graduandos em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

**RESUMO:** As bactérias diazotróficas promotoras de crescimento vegetal e fixadoras de nitrogênio atmosférico do gênero *Azospirillum*, têm sido uma alternativa viável em sistemas de produção agrícola, porém são escassos os trabalhos na integração lavoura-pecuária com sorgo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes de cultivares de sorgo e capim-paiaguás consorciados, com uso ou não da inoculação das sementes de sorgo por *Azospirillum brasilense* em sistema integração lavoura-pecuária, no período de outono-inverno, em região do Cerrado. O experimento foi realizado a campo, no ano de 2015, na fazenda experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp, em Selvíria-MS. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero e dupla aptidão); em cultivo solteiro ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*. O sorgo granífero acumulou maiores quantidades de N, P, Ca, Mg e S quando comparado ao dupla aptidão. A consorciação de sorgo com capim-paiaguás incrementa a exportação de nutrientes da massa vegetal para produção de silagem. O sorgo granífero apresenta maior acúmulo de N, P, Ca, Mg e S em relação ao dupla aptidão. Os acúmulos de P e Ca são maiores quando as sementes dos cultivares de sorgo em consórcio com capim-paiaguás foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

**Termos de indexação:** bactérias diazotróficas, sistema plantio direto, *Urochloa brizantha*.

### INTRODUÇÃO

Os fatores que causam a redução na produção de forrageiras e o aumento da degradação do solo são as práticas culturais inadequadas. Tal fato gera uma preocupação para os pecuaristas porque as pastagens constituem a base da dieta do rebanho bovino, em virtude do seu baixo custo de produção, alto potencial produtivo e da sua boa adaptação aos diversos ecossistemas brasileiros (Quaresma et al., 2011).

A utilização do sistema integração lavoura-pecuária promove a recuperação de áreas de pastagens degradadas com a consorciação de pastagens e lavouras na mesma propriedade. Neste sistema, recentemente o sorgo vem sendo cultivado nas áreas de cerrado em consórcios com as espécies do gênero *Urochloa*, com resultados positivos (Silva et al., 2013) para produção de matéria seca e/ou grãos. Entretanto, a inconsistência dos resultados obtidos em diferentes regiões do país, evidencia a importância de se realizarem pesquisas regionalizadas, buscando melhorar a eficiência destes sistemas produtivos, tanto para safra de verão, quanto principalmente para o cultivo outonal.

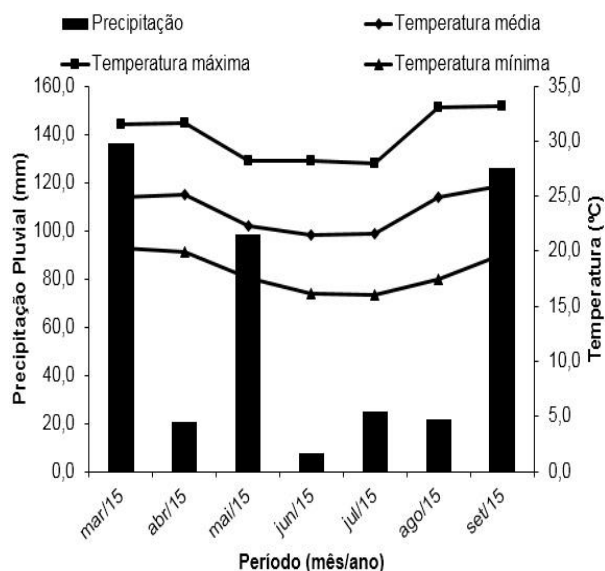
Vários trabalhos com *Azospirillum* spp. tem demonstrado resultados eficientes da inoculação de bactérias promotoras de crescimento, tanto com a finalidade de fixar nitrogênio quanto promover o crescimento vegetal por efeito hormonal. Além disso, a busca por novas tecnologias visando sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção estão aumentando, e alguns autores têm apresentado forma alternativa para a economia de fertilizante nitrogenado, a fixação biológica de N<sub>2</sub>, a qual pode suplementar ou, até mesmo substituir a utilização destes fertilizantes (Bergamaschi, 2006).

Assim, devido à escassez de trabalhos na literatura sobre o uso da inoculação de bactérias diazotróficas em sistemas de integração lavoura-

pecuária, torna-se relevante a pesquisa nesta linha, principalmente com o uso do sorgo em consórcio com braquiárias, na safrinha, como opção de cultivo no Cerrado de baixa altitude. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho do sorgo granífero ou dupla aptidão consorciados ou não com capim-paiaguás e inoculados ou não com *Azospirillum brasilense* sobre o acúmulo de nutrientes pela parte aérea das plantas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP) localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul (20°20'05"S e 51°24'26"W, altitude de 335 m) e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. Na **Figura 1** estão apresentados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do experimento. O clima da região é Aw, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso (538 g kg<sup>-1</sup> de argila).



**Figura 1.** Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no

período de março/2015 a setembro de 2015.

Antes da instalação do experimento, coletou-se vinte amostras de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e foi realizada a análise química para fins de fertilidade, seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (2001) a qual revelou os seguintes valores: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,4; 16,0 mg dm<sup>-3</sup> de P; 1,6; 27,0; 19,0; 28,0; 47,6 e 75,6 mmolc dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 24,0 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 63,0.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

Para a semeadura do sorgo e do capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Glyphosate (1440 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) ha<sup>-1</sup> e Carfentrazone etílica (20 g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Em 17/03/2015, realizou-se a semeadura do sorgo por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m<sup>-1</sup> com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. No consórcio estabelecido na semeadura dos sorgos, as sementes de capim foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha<sup>-1</sup> com VC de 60% da cultivar *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás. A semeadura do capim foi realizada por operação mecanizada com outra semeadora-adubadora de discos para sistema de semeadura direta na profundidade de 0,06m, com o objetivo de atrasar a emergência do capim em relação à cultura produtora de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo. As parcelas constaram de 7 linhas de sorgo (3,57 m) com 20 m de comprimento, totalizando 71,4 m<sup>2</sup>, utilizando-se como área útil da parcela as 5 linhas centrais e desprezando-se 1 m das extremidades.

A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes (9 x 10<sup>8</sup> células viáveis/mL). A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

Um dia antes da colheita das plantas (10/06/2015) para produção de silagem (grãos de sorgo com 70% de MS) estas foram cortadas manualmente na altura de 0,30 m em 1 m<sup>2</sup> por

parcela (3 repetições), pesadas e colocadas em estufa para secagem à 65° C. Destas amostras de material para ensilagem por parcela, foram retiradas amostras de 0,300 kg para determinação do teor de macronutrientes, segundo metodologia proposta por Malavolta (1997). Com base nestes teores, multiplicando pela produtividade de matéria seca das plantas para ensilagem calculou-se o acúmulo de macronutrientes exportados da área. As análises de macronutrientes foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Fitossanidade, Engenharia rural e Solos da FEIS/UNESP.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o acúmulo de nutrientes das cultivares de sorgo com e sem o consórcio com capim para produção de silagem, deve-se destacar o N que apresentou os maiores valores, principalmente no cultivo exclusivo do sorgo granífero (**Tabela 1**). Para o K houve efeito no tratamento com a presença do capim-paiaguás, sendo esse o segundo nutriente requerido em maior quantidade pelas espécies vegetais. A interação entre os fatores sorgo e capim (S x C) foi significativo para o Ca, enquanto que capim e inoculação (C x I), significativos para P e Ca.

**Tabela 1.** Acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S do sorgo para ensilagem, em cultivo exclusivo ou em consórcio com o capim-paiaguás, inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg ha <sup>-1</sup>					
<b>Sorgo</b>						
Granífero	499a	73a	260	90a	80a	37a
Dupla Aptidão	401b	54b	226	54b	54b	29b
<b>Capim</b>						
Com	499a	69a	268a	88a	77a	37a
Sem	401b	58b	218b	57b	57b	30b
<b>Inoculação</b>						
Com	465	69a	246	90a	71	34
Sem	435	58b	240	54b	63	32
<b>Teste F</b>						
Sorgo (S)	7,44*	25,24**	3,91ns	31,74**	10,4**	12,97**
Capim (C)	7,28*	7,61*	8,70**	24,60**	6,22*	10,10**
Inoculação (I)	0,68ns	8,54**	0,13ns	32,02**	0,92ns	0,95ns
S x C	0,88ns	2,08ns	0,64ns	24,70**	3,80ns	2,46ns
S x I	0,28ns	0,73ns	1,08ns	4,49ns	0,63ns	0,01ns
C x I	0,32ns	5,75*	0,12ns	19,70**	0,06ns	0,20ns
S x C x I	0,62ns	0,34ns	1,69ns	3,10ns	0,43ns	0,83ns
<b>DMS</b>	<b>75,12</b>	<b>7,73</b>	<b>35,84</b>	<b>13,12</b>	<b>16,91</b>	<b>4,45</b>
<b>CV (%)</b>	<b>22,68</b>	<b>16,58</b>	<b>20,05</b>	<b>24,56</b>	<b>29,05</b>	<b>17,95</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* e \*: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo.

Nos resultados para acúmulo de macronutrientes pelos sorgos houve diferenças para N, P, Ca, Mg e S, evidenciando uma maior extração para o sorgo granífero, entretanto, para o K não houve significância para aumentos na sua concentração quando comparado com o dupla aptidão. Esse maior acúmulo pode ser atribuído à maior produtividade de grãos desta cultivar quando comparada ao sorgo de dupla aptidão.

Para o consórcio com capim-paiaguás, todos os nutrientes apresentaram influência com aumentos significativos de acúmulo de nutrientes na massa vegetal para ensilagem, mostrando que a consorciação com a forrageira na integração lavoura-pecuária é um método alternativo para aumento das cadeias produtivas no Cerrado brasileiro, entretanto com maior exportação de nutrientes. Enquanto que a inoculação de sementes de sorgo com *Azospirillum brasilense*, apenas para o P e o Ca houve incrementos nos acúmulos na massa vegetal. Para o acúmulo de N, mesmo havendo aumento, não se observou tal efeito. Uma das hipóteses pode estar nas variações no ambiente, solo, nas plantas e nos componentes da microflora segundo Dobbelaere et al. (2001).

No desdobramento da interação entre cultivares de sorgo com e sem capim-paiaguás (**Tabela 2**) para o acúmulo de Ca, verificou-se diferenças significativas entre os sorgos combinados com o capim, ocorrendo aumentos mais expressivos para o sorgo granífero.

**Tabela 2.** Desdobramento das interações significativas sorgo granífero e/ou dupla aptidão x com ou sem capim paiaguás, para os acúmulos de Ca. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Capim Paiaguás	
	Com	Sem
	Ca (Kg ha <sup>-1</sup> )	
Sorgo Granífero	121,78aA	59,11aB
Sorgo Dupla Aptidão	54,87bA	54,93aA

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também se verificou interação significativa entre capim x inoculação para o acúmulo de P e Ca (**Tabela 3**), indicando uma maior expressão do resultado para o capim-paiaguás associado com a presença da inoculação do *Azospirillum brasilense*. A explicação pode estar no crescimento adequado do capim-paiaguás juntamente com a ação promotora de crescimento das bactérias diazotróficas e com suas raízes crescendo mais em profundidade, explora maior volume de solo, absorvendo mais nutrientes pouco móveis como o P, além de outros como o Ca.

Contudo, a extração de nutrientes em diferentes níveis de produção, devem ser tomadas pela cultivar com alto potencial produtivo. Sendo que a colheita de plantas inteiras para uso na ensilagem promove intensa remoção de nutrientes do solo.

**Tabela 3.** Desdobramento das interações significativas de capim-paiaguás com ou sem a inoculação, para os acúmulos de nutrientes de P e Ca. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Inoculado	
	Com	Sem
	P(Kg ha <sup>-1</sup> )	
Com Capim	79,1aA	59,1aB
Sem Capim	59,6bA	57,7aA
	Ca (Kg ha <sup>-1</sup> )	
Com Capim	120,19aA	56,46aB
Sem Capim	60,87bA	53,17aA

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de

probabilidade.

### CONCLUSÕES

A consorciação de sorgo com capim-Paiaguás incrementa o acúmulo e exportação de nutrientes da massa vegetal para produção de silagem.

O sorgo granífero apresenta maior acúmulo de N, P, Ca, Mg e S em relação ao de dupla aptidão.

Os acúmulos de P e Ca são maiores quando as sementes dos cultivares de sorgo em consórcio com capim-paiaguás foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o primeiro autor (Proc. nº 303280/2015-8).

### REFERÊNCIAS

- BERGAMASCHI, C. **Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas às raízes e colmos de cultivars de sorgo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S. & OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal Plant Physiology**. v.28, p. 871-879, 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.
- QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; CABRAL L. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.



RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013. (Suplemento 1).