

Acúmulos de Nutrientes nas Rebrotas de Sorgos em Consórcio com Capim-Paiaguás e Inoculação por *Azospirillum brasilense*.

Allan Hisashi Nakao⁽¹⁾; Marcelo Andreotti⁽²⁾; Deyvison de Asevedo Soares⁽³⁾; Viviane Cristina Modesto⁽³⁾; Lourdes Dickmann⁽³⁾; Gabriela Noronha Moraes⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: allannakao@hotmail.com) ⁽²⁾ Professor Adjunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” ⁽³⁾ Pós-Graduandos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. ⁽⁴⁾ Graduanda em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO: A formação de palhada na cobertura do solo é uma das técnicas indicadas para melhorar o sistema produtivo da cultura sucessora. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes pelos rebrotos de plantas de sorgo granífero ou de dupla aptidão, em consórcio ou não com capim-paiaguás, com ou sem inoculação por *Azospirillum brasilense* no intuito de ciclagem e liberação dos nutrientes para a cultura sucessora. O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP), no município de Selvíria-MS. As cultivares de sorgo foram granífero (Rancheiro) e de dupla aptidão (A9902) foram cultivadas exclusivamente ou em consórcios o Capim-paiaguás, com a as sementes do sorgo inoculadas ou não com bactérias diazotróficas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 2 (granífero ou de dupla aptidão) x 2 (com ou sem capim) x 2 (inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*), com quatro repetições. As rebrotas foram avaliadas quanto aos teores de macronutrientes e produtividade de massa seca da parte aérea aos 99 dias após o corte das plantas para produção de silagem. A parcela experimental foi constituída de 7 linhas de 20 m de comprimento, considerando-se com área útil as 3 linhas centrais, onde foram avaliados o acúmulo de nutrientes da parte aérea da rebrota das culturas. Os resultados evidenciaram que o consórcio com capim-paiaguás junto a inoculação das sementes de sorgo aumentam o acúmulo de nutrientes na palhada residual.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, macronutrientes, sistema plantio direto.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto na palha tornou-se importante instrumento de manutenção e/ou recuperação de áreas degradadas, aumentando a capacidade produtiva de solos do Cerrado. A utilização de pastagens e lavouras consorciadas proporcionam melhorias edáficas do solo, pela presença de palha e raízes da pastagem, resultando em aumento nos teores de nutrientes e capacidade de infiltração de água.

Entre as forrageiras utilizadas para os sistemas de rotação, sucessão ou de consorciação de culturas na região dos Cerrados (Ikeda et al., 2007), destaca-se as gramíneas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*). Além disso, o sorgo recentemente vem sendo cultivado nas áreas de cerrado em consórcios com as espécies do gênero *Urochloa*, com resultados positivos (Silva et al., 2013). Neste sentido, o sorgo tem ganhado espaço nos últimos anos, devido às suas características de alto valor nutritivo, alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada fermentação láctica no processo de produção da silagem (Neumann et al., 2002), bem como a sua resistência a seca e alta capacidade de rebrota. Segundo Zago (1991), após a colheita da cultura original do sorgo, a planta conserva vivo seu sistema radicular, possibilitando sua rebrota, desde que haja condições de temperatura, umidade no solo e fertilidade adequada.

Os gastos com fertilizantes em gramíneas são altos, assim, a demanda por adubações pode muitas vezes, elevar os custos de produção. O aumento da demanda por fertilizantes nitrogenados, aliado ao seu elevado custo, tem direcionado as pesquisas para o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Sendo assim, o objetivo do trabalho foi verificar o acúmulo de nutrientes da rebrota de sorgo granífero ou dupla aptidão em consórcio ou não com o capim-paiaguás, inoculadas ou não com o *Azospirillum brasilense*, visando a produção de palhada para continuidade do sistema plantio direto em cerrado de baixa altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, cujas coordenadas geográficas são 20°20'05"S e 51°24'26"W e aproximadamente 335 m de altitude 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.

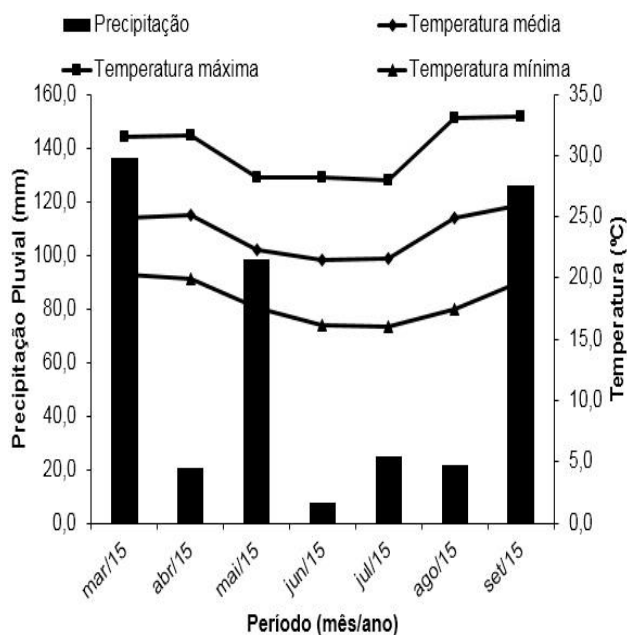


Figura 1. Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de março/2015 a setembro de 2015.

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 as seguintes características: pH (CaCl₂) = 5,4; 16,0 mg dm⁻³ de P; 1,6; 27,0; 19,0; 28,0; 47,6 e 75,6 mmol_c dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 24,0 g dm⁻³ 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 capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Roundup Original (1440 g ha⁻¹ do i.a.) ha⁻¹ e Aurora 400 EC (20 g ha⁻¹ 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 sistema plantio direto, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m⁻¹ com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. Nos consórcios estabelecidos na semeadura do sorgo, as sementes

de forrageiras foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha⁻¹ 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.

A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes. A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

Após a colheita do sorgo e capim para silagem, deixou-se um período de vedação da pastagem e rebrota do sorgo, e no dia 17/09/2015 (99 dias após a colheita das plantas para ensilagem do 1º corte) foram colhidas a parte aérea dos rebrotes, utilizando o método do quadrado de metal (1,0 x 1,0m) em 3 repetições por parcela. Posteriormente a massa vegetal de cada espécie foi pesada e colocada em estufa de ventilação forçada a 65°C até a massa constante para determinação da produção de MS e moídas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, segundo a metodologia proposta por Malavolta (1997), visando cálculo do acúmulo de macronutrientes que poderiam pela decomposição da palhada liberar gradativamente esses nutrientes, para a continuidade do sistema plantio direto.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sorgo granífero apresentou maior acúmulo de magnésio do que a rebrota do dupla aptidão (Tabela 1). A elevada produção de fitomassa e concentração do nutrientes nas folhas do capim em consórcio com o sorgo granífero, em relação ao de dupla aptidão pode ter contribuído para a maior concentração de Mg pela sua função constituinte da clorofila.

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

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg ha ⁻¹					
Sorgo						
Granífero	66,5	5,6	36,3	13,1	14,8a	7,4
Dupla Aptidão	62,4	5,3	37,3	11,0	11,1b	6,5
Capim						
Com	105,9a	8,2a	61,9a	18,7a	21,6a	10,7a
Sem	22,9b	2,7b	11,8b	5,4b	4,3b	3,2b
Inoculação						
Com	74,8a	6,4a	38,7	14,3a	16,4a	8,0a
Sem	54,1b	4,5b	34,9	9,9b	9,5b	6,0b
Teste F						
Sorgo (S)	1,00ns	0,60ns	0,11ns	4,19ns	6,21*	2,22ns
Capim (C)	400,4**	173,28**	267,85**	165,47**	138,16**	145,83**
Inoculação (I)	24,94**	20,92**	1,59ns	18,44**	21,59**	10,64**
S x C	0,08ns	0,95ns	0,01ns	4,25ns	3,37ns	2,45ns
S x I	6,68*	5,18*	5,62*	3,13ns	0,17ns	1,47ns
C x I	1,43ns	0,01ns	1,26ns	1,62ns	3,28ns	0,06ns
S x C x I	0,84ns	0,87ns	2,77ns	1,09s	0,06ns	0,06ns
DMS	8,6	0,8	6,3	2,1	3,0	1,2
CV (%)	18,20	21,67	23,49	24,08	32,00	25,01

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.

No consórcio sorgo + capim, a forrageira contribuiu para todos os acúmulos de nutrientes, evidenciando o seu elevado potencial de produção após a colheita das plantas para ensilagem do 1º corte.

A inoculação do sorgo com *Azospirillum brasilense* aumentou os acúmulos de N, P, Ca, Mg e S (Tabela 1). Tal efeito deve-se a bactéria em fixar biologicamente o N atmosférico e também promover o crescimento radicular, assim explorando melhor o solo e podendo absorver mais nutrientes, uma vez que na rebrota, tanto o capim quanto o sorgo permanecem com o sistema radicular ainda ativo. Longhini et al. (2016) estudando a inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho, relataram a melhoria em teores nutricionais para N, P, K e S nas folhas.

O acúmulo para o K, não apresentou diferença significativa por efeito da inoculação, provavelmente relacionada ao teor elevado deste nutriente no solo da área experimental, com histórico de sistema plantio direto, pois o K não tem papel estrutural no tecido vegetal e é rapidamente liberado de palhadas antecessoras.

No desdobramento da interação entre sorgo granífero e/ou dupla aptidão com ou sem a inoculação de sementes de sorgo com *A. brasilense*

(Tabela 2) para os acúmulos de N, P, K, verificou-se diferenças significativas entre as cultivares com a inoculação, evidenciando que o granífero associado com a bactéria melhora o acúmulo destes macronutrientes.

Tabela 2. Desdobramento das interações significativas sorgo granífero e/ou dupla aptidão x com ou sem a inoculação, para os acúmulos de N, P e K nas rebrotas. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Inoculação	
	Com	Sem
	N (kg ha ⁻¹)	
Sorgo Granífero	82,2aA	50,8B
Sorgo Dupla Aptidão	67,4b	57,4
	P (kg ha ⁻¹)	
Sorgo Granífero	7,1aA	4,2B
Sorgo Dupla Aptidão	5,8b	4,8
	K (kg ha ⁻¹)	
Sorgo Granífero	41,9A	30,7B
Sorgo Dupla Aptidão	35,6	39,0

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

CONCLUSÕES

O uso de *Azospirillum brasilense* associado à cultura do sorgo granífero e dupla aptidão apresenta resultados promissores em relação ao meio de produção sustentável, destacando-se na contribuição em relação aos maiores acúmulos de nutrientes da parte aérea na rebrota dos sorgos consorciados com capim-Paiguás em condições de Cerrado.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o segundo autor (Proc. nº 303280/2015-8).

REFERÊNCIAS

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)

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1545-1551, 2007.

LONGHINI, V. Z.; SOUZA, W. C. R. ANDREOTTI, M.; SOARES, N. A. COSTA, N. R. Inoculação de bactéria diazotrófica e adubação nitrogenada de cobertura em milho irrigado. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 338-347, 2016.

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.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C.; ARBOITE, M. Z.; CERDOTESE, L.; PEIXOTO, L. A. de O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n.1, p.302-312, 2002.

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).

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4. 1991, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1991. p. 169-217.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”
