

Produção de Fitomassa por Rebrotas de Sorgos e Capim Paiguás Inoculados com *Azospirillum brasilense*

Allan Hisashi Nakao⁽¹⁾, Marcelo Andreotti⁽²⁾, Deyvison de Asevedo Soares⁽³⁾, Lourdes Dickmann⁽³⁾, Viviane Cristina Modesto⁽³⁾, Gabriela Noronha Morais⁽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 produtividade de massa seca, associada com alto teor de nutrientes da palha são fatores importantes para o sistema plantio direto (SPD). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o rebrote de plantas de duas cultivares de sorgo consorciadas ou não com capim-paiguás e inoculadas ou não com bactéria diazotrófica em sistema plantio direto no Cerrado. Instalou-se, em 2015, o experimento em área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira-SP, utilizando delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense* para produção de silagem e posterior avaliação da produção de matéria seca para continuidade do SPD. A cultivar de dupla aptidão proporcionou maior massa seca de folhas que o granífero no rebrote. A consorciação do sorgo com capim-paiguás incrementou a massa seca total. Sementes de sorgo inoculadas com *Azospirillum brasilense* aumentam o rebrote dos sorgo consorciado com capim, melhorando a produção de fitomassa em área sob SPD no Cerrado de baixa altitude.

Termos de indexação: bactérias diazotróficas, sistema plantio direto, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

A demanda crescente por pesquisas que reduzem os riscos da atividade agropecuária como a degradação do solo tem aumentado mundialmente. Os sistemas de integração lavoura-

pecuária são alternativas para o restabelecimento da capacidade de produção de pastagens cultivadas, garantindo sustentabilidade e a intensificação da atividade pastoral. Estes sistemas têm o potencial de aumentar a produção e reduzir os riscos de degradação, melhorando as características químicas, físicas e biológicas do solo além, do potencial produtivo de grãos e forragens (Macedo, 2009).

No 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. Outra vantagem é a possibilidade do uso das suas rebrotas como palhada, devido à capacidade produtiva de parte aérea e principalmente pelo seu sistema radicular vigoroso. Tomich et al. (2004), estudando a rebrota de sorgos, observaram alto produtivo das cultivares forrageiras. Entretanto, a inconsistência dos resultados obtidos em diferentes regiões do país, com variadas cultivares (graníferas, de duplo propósito e forrageiras) 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.

Outra demanda de pesquisa é a aplicação de bactérias diazotróficas na cultura do sorgo, com o intuito de reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados. De acordo com Reis Júnior et al. (2008) vários trabalhos com bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* spp. têm demonstrado aumento no rendimento de massa seca e no acúmulo de nutrientes por plantas inoculadas.

Entretanto, resultados da interação *Azospirillum brasilense* com sorgo e capim consorciados, são escassos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de matéria seca

das rebrotas do sorgo granífero ou dupla aptidão consorciados ou não com capim-paiaguás com ou sem a inoculação por *Azospirillum brasilense*.

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.

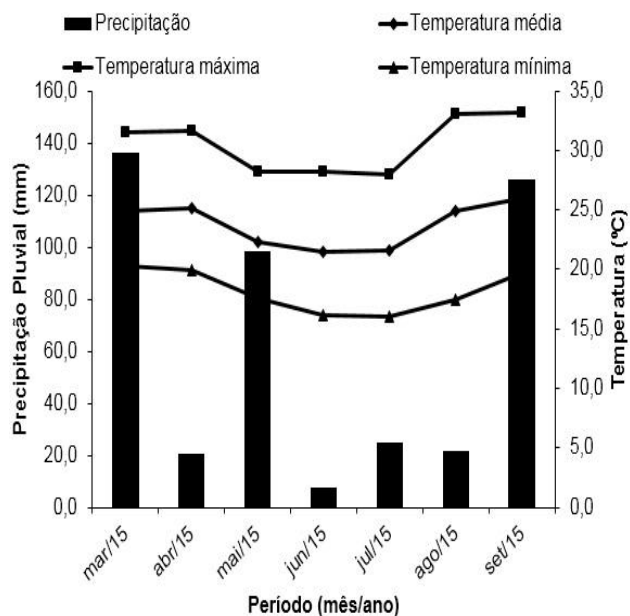


Figura 1. Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de março/2015 a setembro de 2015.

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 Raji et al. (2001) a qual revelou os seguintes valores: 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 Glyphosate (1440 g ha⁻¹ do i.a.) ha⁻¹ e Carfentrazone etílica (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 SPD, 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. No consórcio estabelecido na semeadura do sorgo, as sementes do capim 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.

As rebrotas do sorgo e/ou capim foram colhidas 99 dias (17/09/2015) após a colheita do sorgo para ensilagem, simulando o período de vedação da pastagem, utilizando o método do quadrado de metal (1,0 x 1,0m), com 3 repetições por parcela. Posteriormente as amostras foram separadas em cada fração vegetal, pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até a massa constante para determinação da quantidade de cada fração (colmos, folhas e panículas e de capim quando em consórcio), que somadas resultaram na produtividade de massa seca total de forragem

(sorgo e/ou capim) e posterior palhada para continuidade do SPD.

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

Não houve interações significativas para os tratamentos, na produtividade de massa seca dos componentes morfológicos dos rebrotas de sorgo e capim, quando em consórcio com e sem inoculação (Tabela 1).

Verificou-se efeito do sorgo dupla aptidão para a massa seca das folhas, no qual apresentou valores maiores em relação ao sorgo granífero, pela sua maior capacidade vegetativa, uma vez que o granífero tem rebrota menos vigorosa. Entretanto, para os outros componentes morfológicos não houve diferença significativa, assim sem aumento na PMS total.

Os resultados observados neste trabalho são inferiores aos encontrados por Botelho et al. (2010), que obtiveram produções de 12,3, 12,7, 9,5 e 9,3 t ha⁻¹ de MS total nas rebrotas, trabalhando com os genótipos de sorgo Volumax, BRS 610, AG 2005E e Qualimax, respectivamente, entretanto neste caso todas as cultivares testadas são forrageiras.

Tabela 1. Produtividade de massa seca das folhas, colmos e panículas de sorgo (MSF, MSC e MSP), massa total (PMSs) das plantas de sorgo, produtividade de massa seca (PMSf) do capim Paiguás e produtividade de massa seca (PMSt) total das rebrotas do sorgo e perfilhamento do capim. Selvíria-MS (2015).

Tratamentos	MSF	MSC	MSP	PMSs	PMSf	PMSt
	kg ha ⁻¹					
Sorgo						
Granífero	219b	564	230	1009	2809	3819
Dupla Aptidão	294a	710	272	1269	2437	3707
Capim						
Com	111b	276b	110b	498b	-	5745a
Sem	402a	998a	392a	1781a	-	1781b
Inoculação						
Com	327a	853a	340a	1515a	2713	4228a
Sem	186b	421b	162b	764b	2533	3298b
Teste F						
Sorgo (S)	4,82*	1,73ns	0,71ns	1,94ns	0,96ns	0,08ns
Capim (C)	72,94**	42,57**	33,84**	47,44**	-	101,92**
Inoculação (I)	17,24**	15,25**	13,42**	16,23**	0,22ns	5,61*
S x C	2,98ns	0,73ns	0,11ns	0,81ns	0,96ns	1,89ns
S x I	0,26ns	0,01ns	0,03ns	0,04ns	2,20ns	2,33ns
C x I	0,68ns	2,11ns	2,30ns	1,98ns	0,22ns	0,04ns
S x C x I	0,32ns	0,03s	0,11s	0,09s	2,20s	1,66ns
DMS	70	230	101	387	788	816
CV (%)	37,46	47,11	49,80	46,24	40,88	29,51

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.

Para a consorciação do capim-paiguás com os sorgos, a matéria seca total (PMSt), aumentou por conta da forrageira rebrotada. No entanto, com a presença do capim a massa seca dos componentes morfológicos do sorgo diminuíram pelo efeito da competição. Assim, segundo Ozier-Lafontaine et al. (1997), o efeito que a competição exerce em espécies consorciadas nem sempre resultam em resultados satisfatórios. Contudo, em se tratando de área para continuidade do SPD, a maior PMSt foi vantajosa no consórcio dos sorgos com o capim, pela maior quantidade de palhada gerada dos resíduos dos rebrotas, em média 3,2 vezes maior (Tabela 1).

A inoculação de sementes de sorgo realizadas na semeadura proporcionou maior produção de massa seca (MSF, MSC, MSP e PMSs) dos rebrotas dos sorgos. Esses resultados podem ser atribuídos tanto ao efeito da fixação biológica do nitrogênio ou dos mecanismos de promoção do crescimento, que maximizam o volume radicular e a capacidade das plantas absorver e assimilar nutrientes do solo (Dobbelaere et al., 2001). Nakao et al. (2014) em seu trabalho realizado com inoculação de *A. brasilense* via foliar no sorgo granífero, entretanto em primeiro corte, constataram maiores massas secas para o colmo, folhas e

panículas nos tratamentos inoculados com as bactérias diazotróficas. Para a PMSf não houve efeito significativo da inoculação, porém com a somatório de massa seca dos sorgos e capim a produtividade de massa total PMSt dessas rebrotas, mostraram significância no inoculado.

CONCLUSÕES

A cultivar de sorgo de dupla aptidão proporcionou maior massa seca de folhas que o granífero no rebrote.

A consorciação do sorgo com capim-paiaguás incrementou a massa seca total para uso como palhada para o SPD.

Sementes de sorgo inoculadas com *Azospirillum brasilense* aumentam o rebrote dos sorgos consorciados com capim-paiaguás, melhorando a produção de fitomassa em área sob SPD no Cerrado de baixa altitude.

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

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; JAYME, D. G.; REIS, S. T. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLEROMELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 28, n. 9, 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).

MACEDO, M. C. M., Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.

NAKAO, A.H.; SOUZA, M.F.P.; DICKMANN, L.; CENTENO, D.C.; RODRIGUES, R.A.F. Resposta do sorgo granífero à aplicação de diferentes doses e épocas de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via foliar. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18; p. 2702-2714, 2014.

OZIER-LAFONTAINE, H et al. Radiation and transpiration partitioning in a maize-sorghum intercrop: test and evaluation of two models. **Field Crops Res.**, v. 49, p. 127-145, 1997.

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.

REIS JUNIOR, F. B. dos; MACHADO, C. T. de 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**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 1139- 1146, 2008.

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).

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.258-263, 2004.