



Compactação do solo em cultivo de sorgo granífero consorciado com capim-paiaguás, com ou sem inoculação das sementes por *Azospirillum brasilense*

Débora Porto Barbosa da Silva^(1*); Marcelo Andreotti⁽²⁾; Allan Hisashi Nakao⁽³⁾; Deyvison de Asevedo Soares⁽¹⁾; Eduardo Pontes Pechoto⁽¹⁾; Lourdes Dickmann⁽¹⁾; Isadora Nicolielo de Souza⁽¹⁾

- ⁽¹⁾ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira; SP, Brasil, 15385-000. deboraporto.zoo@gmail.com; eppechoto@gmail.com; lourdesdickmann@hotmail.com; isa.nicolielo@gmail.com; deyvison_a.soares@hotmail.com.
- ⁽²⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000. dreotti@agr.feis.unesp.br
- ⁽³⁾ Centro Universitário de Santa Fé do Sul, Santa Fé do Sul, SP, Brasil, 15775-000. allannakao@hotmail.com

RESUMO: Os sistemas integrados de produção agropecuária, por agregarem numa mesma área a sucessão de atividades agrícolas e pecuárias, tem benefícios sobre o ambiente e sua biodiversidade. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos consórcios entre sorgo granífero em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com capim-paiaguás, com ou sem inoculação das sementes de sorgo com *Azospirillum brasilense* na compactação do solo, usando como indicadores a densidade do solo e os estoques de carbono na camada de 0 a 0,20 m, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, sob condições de sequeiro no Cerrado de baixa altitude. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, em que os tratamentos foram constituídos por dois anos de cultivos (2015 e 2016), em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo granífero ou dupla aptidão com a bactéria *Azospirillum brasilense*. Sistemas consorciados com o capim-paiaguás, e inoculação nas sementes de sorgo contribuem para a descompactação do solo e aumento dos estoques de carbono em camadas subsuperficiais do solo.

Termos de indexação: *Sorghum bicolor*, *Urochloa brizantha*, bactérias diazotróficas.

INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPAs) por agregarem numa mesma área a sucessão de atividades agrícolas e pecuárias, têm benefícios sobre o ambiente e sua

biodiversidade, proporcionando maior aporte de matéria orgânica, a qual contribui para a ciclagem de nutrientes, além da melhoria na exploração do perfil do solo pelas raízes, diminuindo o processo erosivo.

Em áreas degradadas, a utilização de pastagens e lavouras consorciadas proporciona melhoria edáfica do solo, pela presença de palha e raízes da forrageira, resultando em aumento nos teores de carbono e capacidade de infiltração de água, além do aumento da produção de pasto e/ou forragem para a alimentação animal na estação seca do ano (LOSS et al., 2011).

A procura por novas tecnologias que visem a sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção, tem se tornado crescente, dentre elas, a utilização de bactérias diazotróficas, promotoras de crescimento de plantas, apresenta resultados promissores, pois além de contribuir com a fixação biológica de N₂ em sistemas integrados, proporciona, pelo seu efeito hormonal, maior crescimento radicular e exploração de camadas de solo com consequente aumento na superfície de absorção de água e nutrientes.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos dos consórcios entre o sorgo granífero em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com capim-paiaguás, com ou sem inoculação das sementes de sorgo com *Azospirillum brasilense* na compactação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido 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, altitude de 335 m. O tipo climático da região é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O tipo climático da região é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso. Os dados climáticos durante a condução do experimento estão apresentados na **figura 1**.

O estudo constou de dois anos de cultivo do sorgo granífero (cv. Ranchero), cujas parcelas e tratamentos foram alocadas no mesmo local em ambos os anos. A área experimental faz parte de um experimento de longa duração, sendo os sistemas de integração lavoura-pecuária instalados nos anos 2015 e 2016.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois anos (2015 e 2016); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo granífero com a bactéria *Azospirillum brasilense*, 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 nos dois anos. As unidades experimentais foram alocadas em ambos os anos agrícolas nas mesmas parcelas.

O sorgo em consórcio ou não foi destinado à produção de silagem de planta inteira, semeado mecanicamente em 17/03/2015 e 06/04/2016, respectivamente para o primeiro e segundo anos. Em ambos se utilizou a profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,45 m, com densidade de 10 sementes m^{-1} .

Em ambos os anos agrícolas, a semeadura do capim-paiaguás foi realizada simultaneamente à semeadura nas entrelinhas da cultura do sorgo. As sementes foram depositadas na profundidade de aproximadamente 0,06 m, no espaçamento de 0,45 m, utilizando-se cerca de 10 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis com VC=60%.

Na adubação de semeadura do sorgo utilizou-se 12 kg de N, 90 kg de P_2O_5 e 30 kg de K_2O por hectare para ambos os anos. A adubação de cobertura, em ambos os anos, foi efetuada com 90 kg ha^{-1} de N (sulfato de amônio), 30 dias após a emergência.

Ao final do experimento, foram determinados em todos os tratamentos, após a dessecação das rebrotas de sorgo e/ou capim-paiaguás, em ambos

os anos agrícolas (outubro de 2015 e 2016) teores de C e densidade do solo (DS). Para os teores de C, as amostras de solo foram secas ao ar, homogeneizadas, moídas, passadas em peneiras a 100 mesh e analisadas segundo metodologia de Raij et al. (2001). Os estoques de C foram calculados a partir dos valores de C e dos valores da densidade do solo coletadas nas parcelas, em 10 diferentes pontos, pelo método do anel volumétrico (DANIELSON; SUTHERLAND, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do solo nas áreas de segundo ano de cultivo, na profundidade de 0,10 a 0,20 m foram significativas em relação à inoculação (**Tabela 1**). Tal fato se deve provavelmente ao histórico da área de cultivo e ao tempo de adoção do Sistema Plantio Direto (aproximadamente 14 anos), em que o não revolvimento do solo, aliado aos 2 anos de tráfego intenso na colheita do material para ensilagem podem ser as causas da compactação.

Solos argilosos com densidades maiores que $1,27 \text{ kg dm}^{-3}$ causam prejuízos na produtividade das culturas pela diminuição do crescimento radicular (CARNEIRO et al., 2009). Entretanto, diante dos resultados obtidos, não foi observado qualquer tipo de impedimento ao desenvolvimento das culturas.

Solos compactados podem reduzir o sistema radicular das culturas, diminuindo na produtividade. Portanto, práticas que proporcionem o aumento do volume e profundidade radiculares são de extrema importância, pois estas são responsáveis pelas reservas de nutrientes utilizados para suprir os processos metabólicos do vegetal e também aumentar os teores de matéria orgânica no solo pela sua decomposição.

De acordo com Machado et al. (2007), áreas com média de três anos com rotação lavoura-pastagem, podem deixar de 5 a 10 t ha^{-1} de massa seca de raízes de *U. brizantha*, na camada de 0 a 0,20 m de solo. Diante disto, o sistema proposto com o capim-paiaguás é uma alternativa para contribuir na descompactação do solo, porém a longo prazo.

Apesar do SPD e SIPAs serem considerados atividades com potencial para sequestrar carbono no solo, houve redução do estoque de carbono superficial no segundo ano de cultivo, uma possível explicação é a alta extração de material verde na ensilagem (em torno de 13 t $ha^{-1} \text{ ano}^{-1}$), proporcionando diminuição de palhada no sistema.

Houve efeito significativo da interação entre os anos de condução do experimento com a presença



e ausência do capim-paiaguás, para a densidade do solo e estoque de carbono na camada superficial do solo (**Tabela 2**). Assim, os maiores valores de Ds20 e EC10 foram verificados principalmente, no primeiro ano consorciado com capim-paiaguás, sendo que o solo com densidade maior indica um solo menos poroso e com maior estoque de carbono.

No desdobramento da ausência ou presença do capim e inoculado ou não com *A. brasilense*, houve efeito no EC20 (**Tabela 3**), aumentando a quantidade de C no solo na presença do capim-paiaguás e com a inoculação. Fato este que permite inferir sobre a melhoria que o *A. brasilense* proporciona para o sorgo e o capim em consórcio. Possivelmente, este resultado seja oriundo do aumento das raízes pelo efeito hormonal causado pela bactéria, assim incrementando não só a deposição de matéria seca de raízes, como também a deposição de material vegetal na superfície do solo

CONCLUSÕES

O sistema consorciado de sorgo granífero e capim-paiaguás contribuiu para a redução da densidade do solo das camadas superficiais e subsuperficiais do solo.

O consórcio entre sorgo e capim-paiaguás com a inoculação por *Azospirillum brasilense* nas sementes de sorgo proporcionou aumento dos estoques de carbono nas camadas subsuperficiais.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, C.; SOUZA, E.; REIS, E.; PEREIRA, H.; AZEVEDO, W. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista brasileira de ciência do solo**, v.33, n.1, p.147-157, 2009.

DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis**. 2 ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. v. 1, p. 443-461.

LOSS, A.; PEREIRA, M. P.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p. 1269-1276, 2011.

MACHADO, L.; LANA, Â.; LANA, R.; GUIMARÃES, E.; FERREIRA, C.; Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n. 03, p.591-599, 2007.

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

Figura 1- Dados meteorológicos obtidos da estação 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 março de 2017.

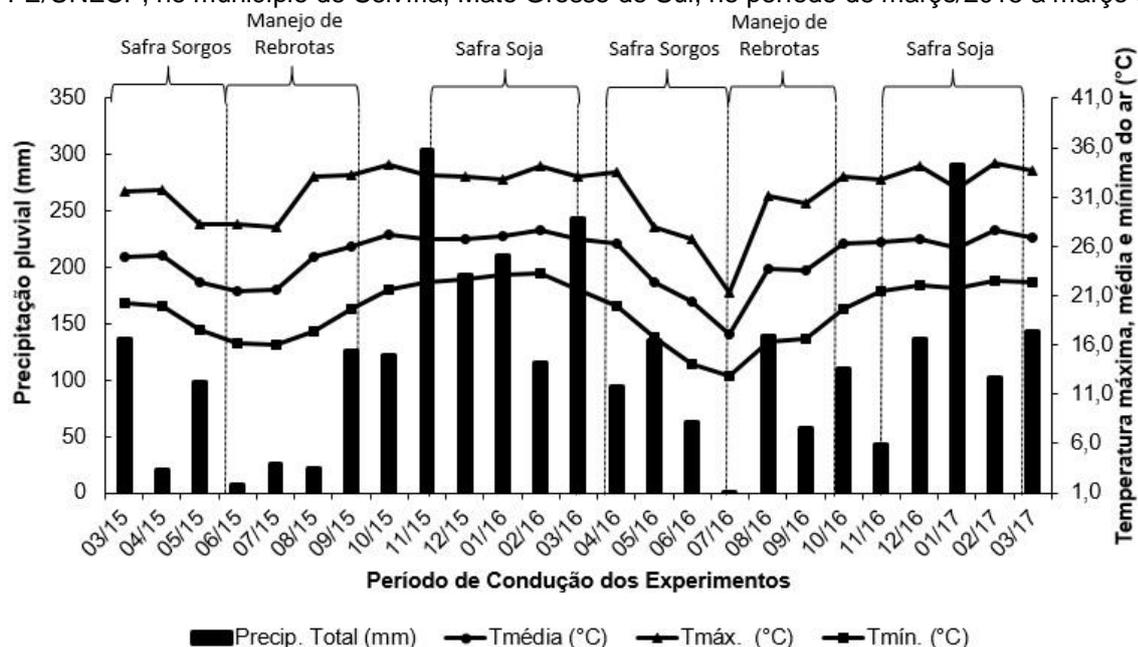




Tabela 1: Densidade do solo (DS) e estoque de carbono (EC) nas camadas de 0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m, por ocasião da dessecação da rebrota do sorgo granífero em consórcio ou não com capim-paiaguás, durante dois anos agrícolas. Selvíria, MS.

Tratamentos	Ds10	Ds20	EC10	EC20
	-----kg dm ⁻³ -----		-----Mg ha ⁻¹ -----	
Sorgo				
1º Ano	1,54	1,54b	19,58a	16,80
2º Ano	1,53	1,59a	18,53b	16,81
Capim				
Com	1,52	1,55	19,18	17,08
Sem	1,55	1,58	18,93	16,54
Inoculação				
Com	1,53	1,54b	19,07	16,57
Sem	1,54	1,60a	19,04	17,04
Teste F				
Ano (A)	0,20ns	1,46*	6,05*	0,01ns
Capim (C)	2,37ns	1,58ns	0,35ns	1,55ns
Inoculação (I)	0,11ns	6,07*	0,01ns	1,17ns
A x C	12,90**	0,06ns	9,32**	1,21ns
A x I	1,84ns	0,30ns	3,24ns	4,01ns
C x I	3,10ns	1,22ns	0,01ns	7,50*
A x C x I	0,87ns	1,01ns	0,44ns	3,82ns
DMS	0,04	0,05	0,88	0,90
CV (%)	3,80	4,47	6,34	7,32

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.

Tabela 2- Desdobramento das interações significativas anos x capim-paiaguás no consórcio com sorgo granífero, para a Ds10 e EC10 do solo, durante dois anos agrícolas. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Capim -paiaguás	
	Com	Sem
	Ds10 (kg dm ⁻³)	
1º Ano	1,56a	1,52b
2º Ano	1,48bB	1,58aA
	EC10 (Mg ha ⁻¹)	
1º Ano	20,36aA	18,80B
2º Ano	18,01b	19,06

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

Tabela 3- Desdobramento das interações significativas de capim-paiaguás x inoculação do sorgo granífero, para o EC20 do solo. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Inoculação	
	Com	Sem
	EC20 (Mg ha ⁻¹)	
Com Capim	17,44a	16,72
Sem Capim	15,70bB	17,37A

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