

Atributos físicos de um Latossolo vermelho e produtividade da soja em diferentes sistemas de preparo após o consórcio sorgo-brachiaria

Monica Cristina Rezende Zuffo Borges^{1,*}, Kenio Batista Nogueira², Cassiano Garcia Roque², Gustavo Ribeiro Barzoto²

¹ Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE.

² Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, MS.

*Autor correspondente: monica.zuffo@univasf.edu.br

Artigo enviado em 05/12/2018, aceito em 01/10/2019.

Resumo: O preparo do solo é uma prática que atua diretamente sobre a estrutura, modificando as variáveis a ela ligadas e sendo determinante na resistência a compactação do solo, influenciando a porosidade e densidade do solo e interferindo diretamente no desenvolvimento e produtividade das culturas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar atributos físicos do solo e a produtividade da soja implantada em Sistema de Semeadura Convencional-SSC, Sistema de Semeadura Direto-SSD e Sistema de Cultivo Mínimo-SCM após o consórcio de Sorgo-Brachiária e Sorgo solteiro. O experimento foi conduzido no ano de 2012 na área experimental do Campus de Chapadão do Sul da UFMS no município de Chapadão do Sul/ MS, em um Latossolo vermelho distrófico, com clima tropical úmido (Aw). O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas. Na análise estatística as médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância, com desdobramento das interações significativas. Nos sistemas conservacionistas de preparo do solo (SSD e SCM) o sistema de cultivo não influenciou os parâmetros físicos avaliados. O consorcio sorgo + braquiária, para o sistema de preparo convencional (SSC), na camada de 0,30-0,40 m apresentou menor densidade do solo, maior porosidade total do solo e menor resistência à penetração. Os sistemas de preparo e de cultivo não interferiram na produtividade de grãos de soja cultivada em sucessão.

Palavras-chave: Densidade do solo, Porosidade, Resistência à penetração.

Physical attributes of a red latosol and soybean yield in different preparation systems after sorghum-brachiaria consortium

Abstract: Soil preparation is a practice that acts directly on the structure, modifying the variables linked to it and being determinant in the resistance to soil compaction, influencing soil porosity and density and directly interfering in the development and productivity of the crops. The objective of this study was to evaluate the soil physical attributes and the soybean yield implanted in the SSC-Conventional Seed System, SSD Direct Seeding System and the Minimal Cultivation System-SCM after Sorghum-Brachiaria consortium and single sorghum. The experiment was conducted in 2012 in the experimental area of the Chapadão do Sul Campus of UFMS in the municipality of Chapadão do Sul / MS, in a dystrophic red Latosol with a humid tropical climate (Aw). The experimental design was a randomized complete block design. In the statistical analysis, the means of treatments were compared by Tukey test at 5% of significance, with significant interactions unfolding. In the soil preparation systems (SSD and SCM) the cropping system did not influence the physical parameters evaluated. The sorghum

+ brachiaria consortium, for the conventional tillage system (SSC), in the 0.30-0.40 m layer presented lower soil density, higher total soil porosity and lower penetration resistance. The preparation and cultivation systems did not interfere in the yield of soybeans grown in succession.

Keywords: Density of soil, Porosity, Resistance to penetration.

Introdução

A cultura do sorgo tem se destacado na região Centro-Oeste na produção de grãos semeados na segunda safra devido a sua tolerância a seca e seu uso na fabricação de ração nas agroindústrias instaladas na região (Silva et al., 2015; Almeida et al., 2015).

A braquiária com seu sistema radicular abundante, profundo e ramificado é capaz de penetrar as camadas compactadas, contribuindo de forma significativa para infiltração de água no solo e para a agregação e aeração do solo além de proporcionar a ciclagem de nutrientes (Neto et al., 2015).

As vantagens de se cultivar braquiária juntamente com o sorgo em relação ao monocultivo deste cereal é produção de palhada para o sistema plantio direto na entressafra, que podem ser comprovadas pela obtenção de valores superiores de percentual de cobertura do solo, devido a maior produção de massa seca total (Neto et al., 2012, Silva et al., 2015; Silva et al., 2013). Isto se torna vantajoso na região Centro-Oeste, uma vez que os produtores rurais têm dificuldade de produzir e manter a palhada por maior tempo na superfície do solo, viabilizando, então, o sistema plantio direto (Silva et al., 2014).

O uso de plantas que desenvolvam um sistema radicular vigoroso é de suma importância no que diz respeito à física do solo, pois geram bioporos (Santos et al., 2014, Valicheskii et al., 2012). Canolego et al. (2011)

verificaram que a braquiária e o sorgo tem grande potencial de uso pois melhoram a qualidade do solo. Como as consequências das alterações proporcionadas pelo consórcio de Sorgo com Braquiária e Sorgo solteiro no comportamento das culturas anuais e nos atributos dos solos são pouco conhecidas, há necessidade de maiores informações sobre os efeitos nos atributos físicos do solo e na produtividade da soja. O trabalho teve como objetivo avaliar os atributos físicos do solo e a produtividade da soja implantada em sistema de semeadura direta, cultivo mínimo e convencional, após o consórcio de sorgo com braquiária e sorgo solteiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido a campo (18°47'39" S e 52°37'22" W e 820 m de altitude) na segunda safra de 2012, em Chapadão do Sul-MS, em Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com 54,56 g dm⁻³ de argila; 2,48 g dm⁻³ de silte e 42,96 g dm⁻³ de areia, e análise químicas antes da instalação do experimento encontra-se na Tabela 1. O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical úmido (Aw), com estações bem definidas, chuvosa no verão e seca no inverno, apresenta temperatura média anual variando de 13°C a 28°C, precipitação média anual de 1.850 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (Castro et al., 2012).

Tabela 1. Análise química e física do solo na camada de 0-0,20 m, amostrado antes da instalação do experimento

pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H	M.O	SB	T	V
CaCl ₂ mg/dm ³	-----	-----	-----	cmol _c /dm ³	-----	-----	-----	g/dm ³	-----	cmol _c /dm ³	%
4,2	1,0	0,13	2,4	1,5	0,9	1,2	3,8	20,1	2,6	7,5	34

Os tratamentos consistiram; sistemas de preparo: Convencional (uma aração e duas gradagens); cultivo de braquiária (*Urochloa decumbens*)(SSC/B) solteiro e consorciado com sorgo (*Sorghum bicolor*) (SSC/SB); Cultivo Mínimo (duas gradagens), cultivo de braquiária (*Urochloa decumbens*)(SCM/B) solteiro e consorciado com sorgo (*Sorghum bicolor*) (SCM/SB) e Semeadura Direta (sem revolvimento do solo) cultivo de braquiária (*Urochloa decumbens*)(SSD/B) solteiro e consorciado com sorgo (*Sorghum bicolor*) (SSD/SB) O experimento obedeceu ao esquema de blocos casualizados com parcelas subdivididas em quatro repetições, tendo a área de cada subparcela 25 m² (5 x 5 m). As parcelas foram representadas pelos sistemas de preparo; as subparcelas, pelos sistemas de cultivo.

No ano de 2010 foi realizada uma escarificação da área experimental, sendo a profundidade de trabalho do escarificador de 0,25 m. No ano de 2011 foi feita a aplicação e incorporação de calcário e a aplicação superficial de gesso agrícola em área total, seguida de gradagem no solo nos três sistemas de cultivo. É importante destacar que no ano de 2010 e 2011 a área experimental foi ocupada com a cultura da soja no verão e o milho na segunda safra.

Em março de 2012 foi realizada a semeadura do sorgo (*Sorghum bicolor*) e da braquiária (*U. decumbens*). A cultura do sorgo (híbrido DKB 599, ciclo precoce de grãos vermelhos e sem tanino)

destinado a produção de palhada e grãos foi semeada mecanicamente a 2 cm de profundidade, com espaçamento entrelinhas de 1 m e cerca de 18 sementes por metro linear, objetivando-se atingir uma população equivalente de 180.000 plantas ha⁻¹ tanto no monocultivo quanto no consórcio. A *Urochloa decumbens* foi semeada manualmente a lanço 7,0 Kg ha⁻¹. A adubação foi feita de acordo com as recomendações de Sousa e Lobato (2004).

Aos 130 dias após a emergência das plântulas foi realizada a colheita do sorgo em consórcio e no monocultivo, sendo que a braquiária permaneceu no campo até a dessecação realizada 30 dias antes da semeadura da soja.

No dia sete de novembro de 2012 foi realizado o plantio mecanizado da Soja (*Glycine max* (L) Merrill cultivar ANTA 82 RR grupo de maturação 7.4, tratadas com os produtos: Tiametoxam (0,36L); Estrobilurina + Benzimidazol + Pirazol (0,48L) e Carboxanilida e Dimetilditiocarbamato (0,30L), sendo utilizado 12 kg de sementes resultando em uma densidade de 18 a 22 plantas por metro linear. O manejo fitossanitário da cultura ocorreu com aplicações de herbicida, fungicida e inseticida, ,

Durante o estágio de florescimento da soja, foram coletadas amostras de solo para determinação da densidade do solo, porosidade total e resistência à penetração. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0,0-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, na direção das entrelinhas. As

amostras de solo foram analisadas de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Para a determinação da resistência do solo à penetração (RP), utilizou-se o penetrômetro eletrônico digital (PenetroLOG), modelo PLG 1020, sendo os dados de RP classificados (a cada 0,10 m) até 0,40 m de profundidade e apresentados em Megapascal (MPa). Fizeram-se, aleatoriamente, quatro amostragens em cada parcela experimental. Foi mensurada a umidade do solo nas mesmas profundidades no mesmo dia do teste de resistência à penetração.

A análise estatística constou de análise de variância e as médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância,

com desdobramento das interações significativas, para tal ação, utilizou-se o software Assistat (Silva e Azevedo, 2006).

Resultados e Discussão

A análise estatística dos dados não revelou interação significativa para os fatores sistemas de preparo e de cultivo nas camadas de 0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m para o atributo físico densidade do solo, porém ocorreu diferença significativa na camada de 0,30-0,40 m (Tabela 2), sendo que o desdobramento desta interação está apresentado na Tabela 3.

Tabela 2. Teste F e valores médios de densidade do solo (mg m^{-3}) nas camadas de 0,0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m em função dos sistemas de preparo e de cultivo

FV		Camada (m)			
		0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
SP	SSC	1,25	1,26	1,21	1,13
	SSD	1,25	1,31	1,26	1,28
	SCM	1,25	1,21	1,25	1,26
SC	S+B	1,27	1,22	1,26	1,20
	S	1,23	1,29	1,22	1,23
F	SC	0,005 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,50 ^{ns}	25,45*
	SP	2,85 ^{ns}	3,32 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,40 ^{ns}
	SC x SP	2,32 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,32 ^{ns}	4,67*
CV % _{SP}		3,93	7,29	5,94	4,46
CV % _{SC}		6,96	8,30	8,38	3,79

FV: fonte de variação; SP-sistema de preparo; SSC-sistema de semeadura convencional; SSD-sistema de semeadura direta; SCM-sistema de cultivo mínimo; SC- sistema de cultivo; S+B - sorgo+braquiaria; S - sorgo, F-teste F; CV%- coeficiente de variação

Tabela 3. Valores médios obtidos do desdobramento para densidade do solo (Ds Mg m^{-3}) na camada de 0,30-0,40 m, entre os sistemas de cultivo e sistemas de plantio

SC/SP	SSC	SSD	SCM
S+B	1,07 bB	1,28 aA	1,27 aA
S	1,18 aB	1,28 aA	1,24 aA

Médias de tratamentos seguidas de letra distintas, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey para o nível de 5% de probabilidade. SSC-sistema de semeadura convencional; SSD-sistema de semeadura direta; SCM-sistema de cultivo mínimo; S+B- sorgo+braquiaria; S-sorgo

Os menores valores de Ds (1,07 e 1,18 Mg m^{-3}) foram observados no sistema de preparo convencional (SSC), esses valores são devidos ao

revolvimento do solo com arado à profundidade de 0,25 m, o que não aconteceu sob sistema de plantio direto (SSD) e cultivo mínimo (SCM).

No sistema de preparo convencional(SSD) no consórcio sorgo mais braquiária(S+B) (Tabela 3) apresentou menor densidade na camada de 0,30-040m, fato que pode ser atribuídos à utilização da braquiária, que possui um sistema radicular agressivo capaz de chegar a grandes profundidades, contribuindo, assim, para formação de bioporos e um maior aporte de matéria orgânica (Moares et al., 2016), o sorgo também apresenta sistema radicular extenso (EMBRAPA, 2012; Kondo et al.,2012), logo a presença de sistemas radiculares extensos podem favorecer maiores índices de agregação do solo (Torres et al., 2015) logo menores densidades. Segundo Seidel et al. (2014) o sistema radicular de gramíneas pode promover muitos benefícios nas propriedades físicas do solo tais como: aumento na porosidade, redução de densidade e aumento de agregados.

Os resultados supracitados evidenciam a importância do consórcio Sorgo e Braquiária na estruturação e formação de bioporos estáveis em profundidade, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular até as camadas mais profundas, proporcionando maior absorção de água e nutrientes, visando à melhor produção das culturas subsequentes.

Analisando a Ds na camada 0,30-0,40 m de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com Sorgo e Braquiária doze anos após a implantação do plantio direto, Torres et al. (2015) obtiveram os valores de 1,58 e 1,62 Mg m⁻³, respectivamente. Estes valores foram maiores que os valores obtidos neste estudo para Ds (1,28 Mg m⁻³) nesta camada de solo. O aumento da Ds interfere no crescimento

radicular, na redução da aeração, aumento na resistência do solo à penetração (RP) e provoca alterações na dinâmica da água no solo (Reichert et al., 2003). A maior Ds no solo sob SSD (Tabela 3) pode estar associada ao tráfego cumulativo das máquinas na superfície com baixa quantidade de resíduos vegetais, bem como ao manejo do solo realizado com níveis elevados de umidade (Torres et al., 2015). Contudo, Stone e Silveira (2001) afirmam que pode haver diminuição da densidade do solo com o passar dos anos no SSD, tornando-se equivalente à observada no solo sob SSC; isso pode ocorrer devido ao acúmulo de matéria orgânica na camada superficial do solo em sistema de SSD.

Verifica-se, nas Tabelas 4 e 5, que a porosidade total apresentou comportamento semelhante ao indicado pela densidade do solo, o que é coerente, pois são atributos dependentes entre si, quanto menor a densidade, maior a porosidade total do solo.

Os maiores valores de Pt (0,59 m³ m⁻³) observados no consórcio Sorgo e Braquiária no sistema de Semeadura Convencional (Tabela 5) podem ser condicionados à redução da densidade do solo na camada de 0,30-0,40 m, conforme explicações supracitadas. A braquiária com sistema radicular profundo, promove a geração de bioporos estáveis uma nas camadas mais profundas, dessa forma aumentando a porosidade total do solo (Seidel et al., 2014).

No presente trabalho a porosidade total determinada nos diferentes sistemas de semeadura podem ser considerados adequados para porosidade total de um solo agricultável, pois de acordo com Tormena et al. (2002) a porosidade total ideal de um solo com vistas a produção agrícola deve ser próxima a 0,50 m³. m⁻³.

Tabela 4. Teste F e valores médios de porosidade total (Pt) do solo ($m^3 m^{-3}$) nas camadas de 0,0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m em função dos sistemas de preparo e de cultivo

FV		Camada (m)			
		0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40
SP	SSC	0,53	0,52	0,52	0,57
	SSD	0,53	0,51	0,52	0,52
	SCM	0,52	0,54	0,53	0,53
SC	S+B	0,52	0,54	0,52	0,54
	S	0,53	0,51	0,54	0,53
F	SC	0,058 ^{ns}	3,32 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,41 ^{**}
	SP	2,85 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,50 ^{ns}	25,45 ^{**}
	SC x SP	2,32 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,32 ^{ns}	4,77 [*]
CV % _{SP}		3,52	7,33	5,24	3,81
CV % _{SC}		6,23	8,20	7,40	3,24

SSC-sistema de semeadura convencional; SSD-sistema de semeadura direta; SCM-sistema de cultivo mínimo; S+B- sorgo+braquiária; S- sorgo -braquiária. ** = significativo. n.s. = não significativo. teste t de Student ($p \leq 0,05$)

Tabela 5. Valores médios obtidos do desdobramento para porosidade total do solo ($m^3 m^{-3}$) na camada de 0,30-0,40 m, entre os sistemas de preparo e sistemas de cultivo.

SP/SC	SSC	SSD	SCM		
S+B	0,59 aA	0,52 aB	0,52 aB		
S	0,55 aA	0,52 aA	0,54 aA		
DMS _{SP/SC}	0,07				
CV _{SP/SC} %	5,80				
F	SC	ns	3,32 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,41 ^{**}
	SP	ns	1,17 ^{ns}	0,50 ^{ns}	25,45 ^{**}
	SC x SP	ns	0,51 ^{ns}	0,32 ^{ns}	4,77 [*]
CV % _{SP}	3,52	7,33	5,24	3,81	
CV % _{SC}	6,23	8,20	7,40	3,24	

Médias de tratamentos seguidas de letra distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey para o nível de 5% de probabilidade. SSC-sistema de semeadura convencional; SSD-sistema de semeadura direta; SCM-sistema de cultivo mínimo; S+B- sorgo+braquiária; S- sorgo

Na análise de resistência do solo à penetração, não houve diferenças de umidade entre os tratamentos, e as médias de umidade do solo foram de 34,27 $m^3 m^{-3}$ (SSC/SB); 34,12 $m^3 m^{-3}$ (SSC/B); 35,50 $m^3 m^{-3}$ (SSD/SB); 35,44 $m^3 m^{-3}$ (SSD/B); 36,66 $m^3 m^{-3}$ (SCM/SB); 35,47 $m^3 m^{-3}$ (SCM/B) com CV 9,97 %.

Como pode ser observado na Figura 1, a resistência do solo à penetração aumentou em profundidade.

Para os diferentes sistemas de manejo ocorre um aumento na resistência a partir da camada 0,10-0,20m em especial nos sistemas conservacionistas (SSD e SCM), e o SSD apresentou maior valor médio de 3,26 MPa na camada 0,20-0,30m. Essa tendência também foi verificada por Beutler et al. (2001), Torres et al. (2015) e esses autores associaram o aumento da compactação na camada subsuperficial ao tráfego cumulativo de máquinas na superfície

do solo, principalmente no SSD e SCM, onde não há revolvimento dessa camada

pela ausência de preparo primário do solo.

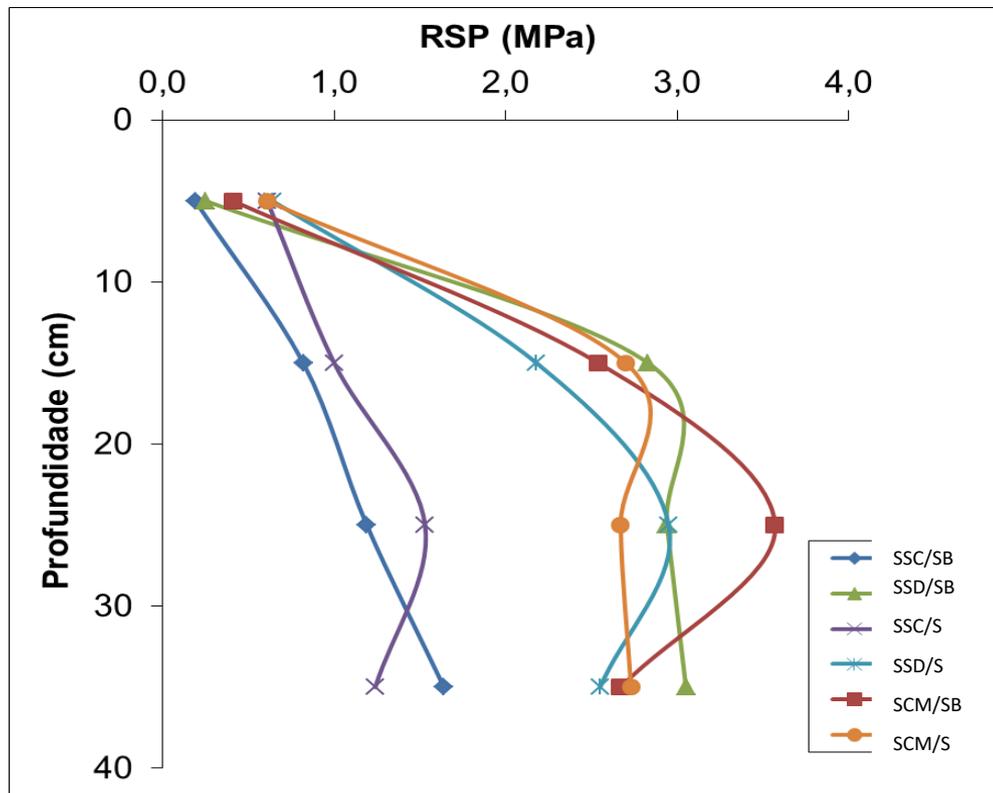


Figura 1. Resistência à penetração do solo em função dos sistemas de preparo e cultivo.

No SSD e SCM, sistemas onde o solo é menos revolvido, nas camadas inferiores a 0,20 m a RP foi superior a 2,5 Mpa. Girardello et al. (2014) atribuíram em um Latossolo Vermelho valores de 3 MPa ocorrendo redução de 10% na produtividade da soja, com queda maior no rendimento da cultura quando houve pequenos incrementos acima desse valor limitante, enquanto. Esses resultados indicam que valores elevados de resistência à penetração do solo podem causar prejuízos ao desenvolvimento da cultura, porém nem sempre limitantes a produtividade, quando a disponibilidade hídrica é favorável, como neste trabalho. O menor valor observado foi no cultivo convencional 0,116 MPa na

profundidade de 0-0,10. Valores semelhantes foram observados por Tormena et al. (2002) em um Latossolo Vermelho distrófico no estado do Paraná.

Chideori et al. (2012) avaliou braquiárias semeadas com milho, que antecederam a soja, promoveram incremento na produção de soja, diferente do observado nesse experimento, onde verificou-se tanto o consórcio sorgo braquiária quanto o sorgo solteiro não promoveram um incremento na produção. Os resultados da análise de variância para a produtividade da cultura da soja permitiram constatar que não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de produtividade de soja (Mg ha⁻¹) em função dos sistemas de cultivo e de plantio

Tratamento	Sistemas de cultivo		
	SSC	SSD	SCM
Sistema de plantio			
S + B	3,10	3,23	3,40
S	3,48	3,22	3,09

SSC-sistema de semeadura convencional; SSD-sistema de semeadura direta; SCM-sistema de cultivo mínimo; S+B- sorgo+braquiária; S-sorgo

Conclusões

O consorcio sorgo + braquiária, para o sistema de preparo convencional (SSC), na camada de 0,30-0,40 m apresentou menor densidade do solo, maior porosidade total do solo e menor resistência a penetração. No sistemas conservacionistas de preparo do solo (SSD e SCM) o sistema de cultivo não influenciou os parâmetros físicos avaliados.

A produtividade da soja não foi influenciada pelos sistema de cultivo e sistema de preparo do solo.

Referências

ALMEIDA, E. F.; MOTA, J. H.; MENEZES, C. B.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo granífero na safrinha em Jataí-GO. **Scientia Plena**, Aracaju, v.11, n. 12, p. 1-7, 2015.

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, J. A. RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO E PERMEABILIDADE DE LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO SOB SISTEMAS DE MANEJO NA REGIÃO DOS CERRADOS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p. 167-177, 2001.

CASTRO, M.A.; CUNHA, F.F.; LIMA, S.F.; NETO, V.B.P.; LEITE, A.P.; MAGALHÃES, F.F. Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e

floresta nativa no Cerrado Sul-Mato-Grossense. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituitaba, v.3, p.498-512, 2012.

CALONEGO, J.C.; GOMES, T.C.; SANTOS, C.H.; TIRITAN, C.S. DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE COBERTURA EM SOLO COMPACTADO. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 289-296, 2011.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L.M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C.E. A. ; SILVA, J. O. R. ; CESARIN, A.L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.1, p.37-43, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (Embrapa) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (Embrapa) **Manual de métodos de análise do solo. Centro Nacional de Pesquisas do Solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (Embrapa) **Cultivo do Sorgo**. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L. ; CHERUBIN, M. R.; KUNZ J.;

- TEIXEIRA, T. G. RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO, EFICIÊNCIA DE ESCARIFICADORES MECÂNICOS E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM LATOSSOLO ARGILOSO MANEJADO SOB PLANTIO DIRETO DE LONGA DURAÇÃO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 38, p.1234-1244, 2014.
- KONDO, M. K; ALBUQUERQUE C.J.B.; WENDLING, B.; SILVA, P.B.; CARDOSO, M.M.EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS SOBRE OS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO SORGO GRANÍFERO. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 33-40, 2012.
- MORAES, T; DEBIASI, H ; FRANCHIN, J. C.; SILVA, V. R.**BENEFÍCIOS DAS PLANTAS DE COBERTURA SOBRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO.** In: TIECHER, T. (Ed.). Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre, 2016. p.34-48.
- NETO, A.H.; SILVA, A.G.; TEIXEIRA, I.R.; SIMON, G.A.; ASSIS, R.L.; ROCHA, V.S. Consórcio sorgo e braquiária para produção de grãos e biomassa na entressafra. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.7, suppl, p.743-749, 2012.
- NETO, J.F.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, K.A.P.; JUNNYOR, W.S.G; GONÇALVES, W.G; ANDRADE, R. Biological soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in crop-livestock integration. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.37, n.3, p.377-383, , 2015.
- REICHERT, J.M. REINERT, D.J., BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente, Santa Maria**, v.27, p. 29-48, 2003.
- SANTOS, F. S.; JUNIOR, L.A.Z.; SECCO, D.; DIAS, P.P.; TOMASSONI, F.; PEREIRA, N. A utilização de plantas de cobertura na recuperação de solos compactados. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.3, p. 82-91, 2014.
- SEIDEL, E. P.; GERHARDT, I. F. S.; CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A. Efeito da época e sistema de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre os componentes de produção e propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 35, n. 1, p. 55-66, 2014.
- SILVA, A.G.; NETO, A.H.; TEIXEIRA, I.R.; COSTA, K.A.P.; BRACCINI, A.L. Seleção de cultivares de sorgo e braquiária em consórcio para produção de grãos e palhada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.5, p.2951-2964, 2015.
- SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; NETOS, A.H.; TEIXEIRA, I.R.; SIMON, G.A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem . **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3475-3488, 2013.
- SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; NETO, A. H.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G.A. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Revista. Ceres**, Viçosa, v. 61, n.5, p. 697-705, 2014.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. A new version of the Assistat - Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006, Orlando. Anais. Orlando: American Society of Agricultural Engineers, p. 393-396.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed.

Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004.
p.129-144.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. R. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.395-401, 2001.

TORMENA, C. A. ; BARBOSA, M.C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. DENSIDADE, POROSIDADE E RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO CULTIVADO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

TORRES, J.L.R.; SOUZA, Z.M.; PEREIRA, M.G.; ASSIS, R.L. Atributos indicadores da qualidade do solo numa área sob plantio direto ha doze anos. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.6, n.2, p.123-133,. 2015.

VALICHESKI, R.R. ; GROSSLAUS, F.; STURMER, S.L. K.; TRAMONTIN, A.L.; BAADE, E.S. A. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.9, p.969-977, 2012.