



Densidade aparente do solo sob o cultivo de soja consorciada com diferentes tipos de cobertura vegetal

Lucas Felipe Araújo Lima⁽¹⁾; Michele Ribeiro Ramos⁽²⁾; Danilo Marcelo Aires dos Santos⁽²⁾; Anderson Barbosa Evaristo⁽³⁾; Thadeu Teixeira Júnior⁽⁴⁾; Marcos Morais Soares⁽⁵⁾; Alexandre de Almeida e Silva^(1*)

(1*) Universidade Estadual do Tocantins (Unitins); Palmas, TO, Brasil, 77020-122 (Apresentador: Alexandre de Almeida, alexandre.engagroto@gmail.com).

(1) Discente do curso de Engenharia Agrônômica - Universidade Estadual do Tocantins (Unitins); Palmas, TO, Brasil, 77020-122.

(2) Docente do curso de Engenharia Agrônômica - Universidade Estadual do Tocantins (Unitins); Palmas, TO, Brasil, 77020-122.

(3) Docente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) - Unaí - MG, Brasil, 38610-000.

(4) Secretaria da Agricultura e Pecuária (Seagro -TO); Palmas, TO, Brasil, 77006-166

(5) Docente do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), Palmas, TO, Brasil, 77000-900.

RESUMO: O consórcio entre soja e coberturas vegetais é uma técnica usada para auxiliar na diminuição da densidade do solo (DS) fazendo com que este se torne adequado para a agricultura. O experimento foi conduzido na safra 2017/2018, no complexo de Ciências Agrárias da Fundação Universidade do Tocantins (Unitins), onde foi feito o plantio de soja cultivar Coodetec CD 2728 IPRO, consorciada com quatro diferentes coberturas de solo e mais um tratamento testemunha, no qual foi realizado o plantio convencional sem cobertura vegetal. Ao final do experimento não foram constatadas mudanças estatisticamente significativas na densidade do solo. No entanto, a partir de uma análise crítica podemos dizer que a repetição dessa técnica em safras consecutivas tende a melhorar significativamente a DS.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo demonstrar a importância de um manejo de solo adequado consorciando a cultura principal, no caso a soja com uma cobertura vegetal visando otimizar a densidade do solo, tendo em vista que um solo com uma alta densidade se caracteriza como um solo compactado, dificultando o deslocamento e fixação das raízes no solo. Para Martins et al. (2010) os maiores valores de densidade encontrados em maiores profundidades podem ser explicados pelas pressões exercidas das camadas superiores sobre as subjacentes, que provocam a compactação, reduzindo a sua porosidade, bem como a movimentação de material de menor granulometria dos horizontes superiores para os inferiores (iluviação) que também concorre para a redução do espaço poroso e aumento da

densidade. Pode-se destacar que a redução da porosidade do solo afeta diretamente no movimento e retenção da água, prejudicando assim o desenvolvimento da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2017/2018, situado no Complexo de Ciências Agrárias (CCA) da Fundação Universidade do Tocantins (Unitins), inserido no Centro Agrotecnológico de Palmas (CAP), na região central do Estado do Tocantins, Brasil, e localizado geograficamente sob as coordenadas aproximadas de 10°20'00" S e 10°27'00" S de latitude e 48°15'00" Wgr e 48°20'00" Wgr de longitude, a uma altitude de 213 metros. Situa-se a aproximadamente 32 km do município de Palmas - TO e a 10 km da TO 050, sentido Palmas-Porto Nacional.

O tipo climático predominante é o Aw, tropical seco, segundo Koppen. E a temperatura média em Palmas é de 26.7 °C. Setembro é o mês mais quente do ano com uma temperatura média de 28.0 °C. Junho tem a mais baixa, com 25.9 °C.

O experimento foi implantado em sistema de rotação de culturas. A semeadura da soja (*Glycine max* L.) foi realizada em 11/12 de dezembro de 2017, utilizando-se a semeadora Semeato, de arrasto previamente ajustada (4 kg h⁻¹ de sementes). A unidade experimental foi composta por uma área de 4,500 m², sendo a área útil de 1,800 m². A adubação de semeadura consistiu em 200 kg h⁻¹ da formulação 07:40:00. Utilizou-se a cultivar da Coodetec CD 2728 IPRO, pois vêm se destacando em diferentes épocas de plantio e em variados tipos de solos, com alto potencial produtivo e crescimento indeterminado, possui tecnologia Intacta RR2



PRO™, que garante resistência às principais lagartas da cultura. Além da boa produtividade, é precoce, ciclo de 110 dias, ótimo peso de grãos e uma boa arquitetura e sanidade foliar. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco coberturas do solo, totalizando cinco parcelas por bloco experimental. Cada parcela experimental ocupou uma área de 25 m² (5 m de comprimento por 5 m de largura). Cada parcela possui 10 linhas espaçadas de 0,5 m. Entre cada parcela tem um espaçamento de 1m. Os tratamentos (Tabela 1) foram constituídos pelas coberturas do solo: braquiária (*Urochloa brizantha*), crotalária (*Crotalaria juncea L.*), milheto (*Pennisetum americanum*), e ausência de cobertura (sistema convencional).

Tabela 1 – Tratamentos (coberturas do solo).

Nº TRAT.	LEGENDA
	Manejos
T ₁	Soja SC cv1
T ₂	SeSi= Mulato II cv1 + Soja cv 2728
T ₃	SoSe= Crotalária + Soja cv 2728
T ₄	SoSe= Mulato II + Soja cv 2728
T ₅	SoSe = Milheto + Soja cv 2728

cv = cultivar; SC = sistema convencional; SeSi = Semeadura simultânea; SoSe = Sobresemeadura.

No dia 01/02/18, foi feita sementeira simultânea do Mulato a lanço (Milheto + Crotalária – T2). Todos os tratamentos receberam 27g de semente.

Ao final do ciclo foram avaliados novamente quanto a densidade do solo na camada superficial de 0 – 10 cm, onde há interferência do sistema de manejo aplicado em cada parcela. A escolha do período de florescimento para a segunda amostragem se deveu às culturas atingirem, no momento, seu maior desenvolvimento da parte aérea e radicular.

Conforme as análises que foram retiradas antes da instalação do experimento, da área experimental, novamente foram coletadas amostras de solo para determinação da densidade. Esta foi realizada no Laboratório de Física do Solo do CCA da Unifins, utilizando as metodologias preconizadas em EMBRAPA, (2011). Foram coletadas da camada superficial (0-10 cm), amostras de solo com estrutura indeformada, através de anéis de aço (Kopecky), de bordas cortantes e volume interno de 83 cm³. A amostragem foi realizada por tratamentos, sendo coletados no total 80 anéis nas entre linhas dos plantios.

Posteriormente, os dados foram analisados estatisticamente. A análise de variância foi realizada sobre o fator densidade do solo. Os dados foram

submetidos à análise de variância (ANOVA), e para essas comparações utilizou-se o teste Tukey ($p < 0,05$). Para tanto, usou-se o programa estatístico Sisvar 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela abaixo observa-se os resultados dos atributos físicos do solo para os diferentes sistemas de rotação na cultura da soja. Neste estudo, os dados obtidos com a análise do solo evidenciaram que não houve alterações nas camadas superficiais, que foram influenciados pelas coberturas do solo. Demonstrando que as espécies utilizadas, em seu primeiro ciclo de cultivo, não promoveram efeitos significativos, não havendo assim, possibilidades de diferenciar as coberturas mais efetivas.

Tabela 2 – Densidade Aparente dos Solo (DS), avaliados na *camada superficial (0-5 cm)* de profundidade, no sistema de rotação de culturas, para as diferentes coberturas do solo consorciadas com cultura da soja.

Nº TRAT.	Densidade do solo (DS)
	Medias
T ₁	1.43 g/cm ³
T ₂	1.45 g/cm ³
T ₃	1.46 g/cm ³
T ₄	1.47 g/cm ³
T ₅	1.47 g/cm ³

Deve-se ressaltar que a apresentação destes resultados constitui na caracterização inicial dos experimentos, sendo curto o período de tempo transcorrido desde sua instalação. Os valores de DS na camada superficial antes da implantação do experimento, variou entre 1,17 a 1,47 g cm⁻³, enquanto que nas parcelas entre as coberturas utilizadas, variaram entre 1,43 a 1,47 g cm⁻³, isto é, aumentaram em quase todos os tratamentos e também não diferiram significativamente entre si, porém diferiram em relação ao curto período de tempo, como é esperado em sistemas iniciais de plantio. Este resultado reflete que os resíduos das coberturas foram incorporados ao solo na forma de matéria orgânica, porém a mudança na densidade



não foi estatisticamente significativa. No entanto, pôde-se notar uma tendência de melhora desse atributo físico. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Bertol et al. (2004), pois os autores não observaram variação nas propriedades físicas do solo pelo uso de diferentes sistemas de cultivo, compreendido como rotação e sucessão com culturas de cobertura em somente um ciclo de produção, concluindo que seria provável a necessidade de realizar experimentos por período de tempo mais longo para que se possa verificar os resultados da ação das plantas sobre as propriedades físicas do solo.

A DS é um dos parâmetros que avalia o grau de compactação do solo. Aumento na densidade significa um solo compactado, pelo excesso de trabalho mecânico com o preparo primário, secundário e plantio, ou tráfego intenso de máquinas pesadas, principalmente com o solo acima da umidade ideal. Nos solos compactados há uma resistência do mesmo à penetração do sistema radicular, que encontra dificuldades para se desenvolver (BENÍCIO et al., 2015).

Os valores de DS obtidos em grande parte ultrapassaram os limites críticos para o desenvolvimento de plantas. A densidade crítica depende principalmente da classe textural do solo. Para solos de textura média como o do presente trabalho, a densidade a partir da qual as plantas começam a apresentar problemas ocorre por volta de 1,30 g/kg (BENÍCIO et al., 2015).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos não apresentaram diferenças estatísticas sendo assim não há possibilidades de diferenciar qual cobertura foi a mais eficiente. Deve-se ressaltar que esse foi o primeiro ciclo de plantio consorciado com cobertura, onde o tempo não foi suficiente para a ação das plantas no solo para diminuir significativamente a DS.

REFERÊNCIAS

ABRÃO, P. U. R.; GOEPFERT, C. F.; GUERRA, M.; ELTZ, F. L. F. e CASSOL, E. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre características de um Latossolo Roxo distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 3:169-172, 1979.

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 19, n. 1, p. 115-119, jan./abr. 1995.

ARAÚJO, E. A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, 2012, v. 5, n. 1, 187-196.

BENÍCIO, L. P. F.; PAULA, M. D. de.; SANTOS, E. E. dos.; OLIVEIRA, T. S. de. Atributos físicos do solo sob diferentes tipos de uso e manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35. 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais... Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p 1-3.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J. e ZOLDAN JR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas as do campo nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.155-163, 2004.

CAMPOS, B. C. de; REINERT, D. J.; NICOLÓDI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.

CARVALHO, L. A. de. Condutividade hidráulica do solo no campo: as simplificações do método do perfil instantâneo. Piracicaba, 2002. 86 p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

CHAN, K. Y., W. P. Roberts & D. P. Heenan. 1992. Organic carbon and associated soil properties of a red earth after 10 years of rotation under different stubble and tillage practices. *Aust. J. Soil Res.*, 30 (1): 71-83.

CRUZ, A. C. R.; PAULETTO, E. A.; FLORES, C.A.; SILVA, J. B. Atributos físicos e carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, p. 1105-11.

CUBILLA, M. M. A.; REINERT, D. J.; AITA, C.; REICHERT, J. M. e RANNO, S. K. Plantas de cobertura do solo em sistema de plantio direto – uma alternativa para aliviar a compactação. Universidade Federal de Santa Maria, Dep. de Solos, CCR, CNPQ, Santa Maria-RS, 2002, e XIV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Cuiabá, MT, 2002.



Engenharia Agrícola. UFPR/DSEA. 2017.

DEBIASE, H. Recuperação física de um argissolo compactado e suas implicações sobre o sistema solo-máquina-planta, 2008. 263 f. Tese de Doutorado – Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, v.120, p.201-214, 2004.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D.V.B. de; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. (Org.). Manual de métodos de análise do solo. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

FARNEZI, M. M. de MELO.; CARVALHO, K. M.; ROCHA, W. W.; SILVA, E. de BARROS.; ALVES, I. S.; FORMIGA, J. C. L. Atributos físicos do solo em diferentes sistemas de uso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais... Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p 1-4.

FERREIRA, D. F. Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Publicação Embrapa Soja, Londrina, PR, 2009.

GOMES, F. P; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 2002.

IBGE. Manual Técnico de Pedologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 4).

IPNI. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. 2. ed. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1998. 177 p.

KARLEN, D. L.; VARVEL, G. E.; BULLOCK, D. G.; CRUSE, R. M. Crop rotations for the 21st century. *Advances in Agronomy*, New York, v. 53, p. 1-45, 1994.

KLEIN, V. A. Física do solo. Passo Fundo: EDIUPF, 2008.

LIMA, M. R. Formação e caracterização do solo. Setor de Ciências Agrárias. Departamento de solos e

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio total e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.95-110, 2004.

MARTINS, C. A. S.; RIGO, M. M.; NOGUEIRA, N. O. ; ROCHA JUNIOR, P. R.; ARAUJO, G. L.; CAMARA, G. R.; PASSOS, R. R.; REIS, E. F. Análise de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes coberturas vegetais. In: XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação - Universidade do Vale do Paraíba, 2010, São José dos Campos. Anais de Trabalhos Completos. São José dos Campos: UNIVAP, 2010. p. 1-4.

PELÁ, A. Uso de Plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP. 2002. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 29-48, 2003.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M.M.C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1805-1816, 2008.

SANCHEZ, E. Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste. 2012.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas v.21, p.113-117, 1997.

SILVEIRA, P. M; STONE, L.F.; ALVES JÚNIOR, J. ; SILVA, J.G. Efeitos do manejo do solo sob plantio direto e de culturas na densidade e porosidade de um Latossolo. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 53-59, 2008.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M. Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).