



Densidade de um Argissolo Vermelho Amarelo sob culturas antecedentes e sistemas de cultivo com milho verde no Tabuleiro Costeiro Sergipano ao final de 14 anos de condução¹.

Alceu Pedrotti²; João Lucas Santos Souza³;
Olavo José Marques Ferreira⁴; Genésio Tamara Ribeiro⁵;
Ana Paula Silva de Santana⁶; Rogerio Moreira Chagas⁷.

(1) Trabalho executado com recursos da CAPES, CNPq, FAPITEC-Se. e PRODEMA-DEA/UFS.

(2) Professor. Associado do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA/Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA, da Universidade Federal de Sergipe-UFS; São Cristóvão – Se., E-mail: alceupedrotti@gmail.com; (3) Graduando em Engenharia Agrônômica, da Universidade Federal de Sergipe; E-mail: agro-lucas@hotmail.com; (4) MSc em Agricultura e Biodiversidade, DEA-UFS; São Cristóvão, Sergipe, E-mail: olavojose@hotmail.com; (5) Professor. Adjunto do Departamento de Ciências Florestais – DCF/Programa de Pós-Graduação e Agricultura e Biodiversidade-PPAGRI, da UFS; São Cristóvão – Se., E-mail: gribeiro@hotmail.com; (6) Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente; Universidade Federal de Sergipe; São Cristóvão SE; E-mail: ana_paularcc@hotmail.com; (7) MSc em Agroecossistemas, Docente Voluntário – Departamento de Engenharia Agrônômica/DEA, da Universidade Federal de Sergipe-UFS. E-mail: rmoreirachagas@yahoo.com.br.

RESUMO: O solo a partir do uso para fins agrícolas altera suas propriedades físicas de uma maneira que prejudica o desenvolvimento da cultura econômica, com o intuito de evitar maiores índices de compactação e conseqüentemente, de densidade do solo cultivou-se antecedendo ao milho plantas de cobertura entre elas o guandu, milho, crotalária e girassol. A determinação da Densidade foi feita mediante coletas de amostras indeformadas com anéis bizelados, as amostras foram para o laboratório para dar seguimento aos procedimentos metodológicos. A associação da cultura antecedente da crotalária com o sistema de cultivo convencional proporcionou os menores valores de densidade, nas profundidades avaliadas. Observou-se também que, em condições médias, todas as culturas antecedentes ao milho auxiliaram na obtenção de menores valores de densidade do solo, além de ser uma ótima alternativa para recuperação das propriedades físicas do solo.

Termos de indexação: Parâmetros físicos, Argissolo Vermelho Amarelo, Plantas de cobertura.

INTRODUÇÃO

O solo mantido em estado natural, sob vegetação nativa, apresenta características físicas adequadas ao desenvolvimento ótimo das plantas. Nessas condições, o volume de solo explorado pelas raízes é relativamente grande. À medida que o solo vai sendo submetido ao uso agrícola, as propriedades físicas sofrem alterações, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal (Spera et al., 2004). Modificações essas que podem ser da ordem de compactação da camada superficial, aumento da densidade e da resistência à penetração mecânica do solo prejudicando o desenvolvimento radicular

afetando o poder de exploração da planta no local em que esta estabelecida e desta maneira, torna a mesma mais susceptível ao ataque de pragas e conseqüentemente pode acarretar em uma baixa na produtividade da cultivar.

Além da produção de fitomassa, que viabiliza o sistema de semeadura direta, plantas de cobertura cultivadas em pré-safra, quando leguminosas, podem fornecer nitrogênio e aumentar a produtividade de milho, conforme constatado por Bertin et al., (2005). As plantas de cobertura apresentam relevante importância porque podem durante o período de entre safra das cultivares econômica serem cultivadas, visto que apresentam desenvolvimento radicular diferente, utilizando outros perfis do solo para completar seu ciclo biológico. Além disso, sua biomassa pode ser mantida sobre o solo, protegendo-o da ação do vento e servindo de matéria orgânica. A cobertura do solo pode também melhorar as condições físicas do solo (Calonego et al., 2008).

As perdas no potencial produtivo das culturas em virtude desse processo dinâmico e gradual (denominado compactação) em que a porosidade e conseqüentemente, a permeabilidade são reduzidas, a resistência mecânica é aumentada, além de outras mudanças estruturais do solo são afetadas devido ao pisoteio animal e tráfego intenso de máquinas e equipamentos. (Santi et al., 2006). Observa-se esse efeito porque a compactação solo aumenta a resistência ao desenvolvimento radicular prejudicando o estabelecimento, diminuindo a área de exploração da planta tornando mais susceptível a falta de nutrientes e água já que esta pode estar fazendo o uso apenas das camadas mais superficiais do solo.

A melhor agregação do solo reflete na densidade e porosidade do solo (Kay & Angers, 1999), e na retenção de água (Silva et al., 2005). Rojas & Van



Lier (1999), trabalhando com um Argissolo Amarelo observaram, na camada de 0,00–0,20 m, uma maior retenção de água, creditada ao maior volume de microporos nessa camada. Isso ocorre porque a falta de revolvimento do solo característica que denomina o plantio direto permite que a matéria orgânica que está sobre o solo complete seu ciclo natural de decomposição e aumente sua concentração no solo, mantém os micro-organismos da superfície, e evita ação de fatores desfavoráveis ao solo como ação incidente da chuva e do sol. Têm provocado efeitos diferenciados sobre os atributos físicos, em função do tipo de preparo de solo adotado em cada sistema de manejo, sendo estes dependentes da intensidade de revolvimento do solo, trânsito de máquinas, tipo de equipamento utilizado, manejo de resíduos vegetais e das condições de umidade do solo, no momento do preparo (Costa et al., 2006).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar por meio da densidade, um dos fatores do comportamento de parâmetros físicos do Argissolo submetido a diferentes sistemas de manejo e culturas em antecessão, ao final de 14 anos de condução de experimento de longa duração.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo vem sendo realizado na Estação Experimental Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe – UFS, localizado na porção central da região fisiográfica do Litoral, a 15 km de Aracaju, cujas coordenadas geográficas de Greenwich são 10°19'S de latitude, 36°39'O de longitude, com altitude de 22 m acima do nível médio do mar, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO AMARELO, conforme Embrapa (2006). A região possui clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As', Tropical chuvoso com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro.

O presente estudo está sendo realizado desde 2001, em experimento de longa duração, em que os tratamentos (sistemas de manejo) estudados são os seguintes: preparo convencional (grade + arado de discos + grade - PC), plantio direto (sem revolvimento do solo - PD) e cultivo mínimo (mínimo revolvimento do solo / uso apenas de gradagem superficial - CM). As culturas antecedentes ao milho verde, implantadas são crotalária (*Crotalaria spectabilis*), guandu (*Cajanus cajan*), milheto (*Pennisetum glaucum*) e o girassol (*Helianthus annuus*). Utilizando-se o delineamento em faixas experimentais (sistemas de preparo) com

parcelas subdivididas (culturas antecedentes) com três repetições distribuídas ao acaso. Sendo estas utilizadas em todas as parcelas em antecessão com milho- (*Zeamays L.*) variedade Biomatrix BM 3061.

Desta forma, no presente estudo há 12 tratamentos que associam os três sistemas de manejo do solo com as quatro espécies de plantas de cobertura. As parcelas possuem área total de 60 m² (6 m X 10 m), com espaço entre faixas (1 m) para permitir a manobra de máquinas e implementos sem prejuízo da faixa vizinha e seguindo o sistema de irrigação fixo por aspersão implantado no local.

Para determinação da densidade do solo, foram utilizados anéis de metal bizelados, pelo método da anel volumétrico, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, nas subparcelas das culturas em antecessão, onde as amostras de solo. Após coletadas foram retiradas dos anéis e acondicionadas em cápsulas de alumínio previamente identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Fitoremediação do DEA-UFS, colocadas na estufa a 105 °C por 24 h e depois pesadas (Blake & Hartge, 1986).

Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2008) de análise estatística, efetuando a comparação de médias e prova de significância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos de densidade do solo para as camadas de 0-10 e 10-20 cm, sob os três sistemas de preparo do solo (convencional, mínimo e plantio direto) associado a quatro culturas antecedentes (crotalária, milheto, guandu e girassol) sob cultivo do milho, são apresentados na Tabela 1, abaixo.

Observa-se que os três sistemas de cultivo juntamente com a profundidade proporcionaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1). Com a adoção do sistema de plantio convencional, obteve-se valores mais elevados de densidade do solo, concordando com Centurion & Demattê (1992a, 1992b), ao relatar que a intensidade da compactação em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo varia com o tipo e a profundidade de atuação dos implementos agrícolas utilizados. Vários parâmetros podem ser utilizados para caracterizar o grau de compactação como a densidade e a porosidade do solo, que são comumente empregadas em análises de laboratório (Forsythe, 1975; Beltrame & Taylor, 1980; Grant & Lafond, 1993).

O aumento dos valores de densidade do solo, também pode estar associado a diminuição da porosidade total, acomodação das partículas do



solo, além da presença da camada argilosa. Solos manejados com sistema plantio direto adquirem condições físicas diferentes daqueles solos submetidos ao preparo convencional, conforme Reinert et al., (1984), sendo uma das principais alterações é o aumento na densidade, as custas da diminuição no volume de macroporos na camada superficial. Essa última alteração pode se tornar restritiva ao crescimento radicular das plantas, devido à redução na porosidade de aeração e menor disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio, proporcionando queda no rendimento de grãos (Secco et al., 2005).

A adoção do sistema de cultivo convencional proporcionou os menores valores de densidade e o emprego do sistema de plantio direto proporcionou a obtenção dos maiores valores de densidade. Este comportamento coincide com Vieira et al., (1978), Abrão et al., (1979) e Fernandes et al., (1983) que encontraram valores de densidade da camada superficial de um solo no sistema de plantio direto, superiores à do sistema de manejo convencional.

O revolvimento do solo no cultivo convencional, promoveu menores densidades nas camadas de 10 a 20 cm.

Entre as culturas antecedentes ao milho, pelos resultados contidos na Tabela 1, observou-se que as mesmas proporcionaram resultados diferentes de densidade entre as espécies estudadas. Marcadamente na profundidade de 0-10 cm, o emprego da cultura da crotalária proporcionou os menores valores de Ds no sistema de CC, já o destaque no sistema de CM foi a cultura do Guandu e no sistema de PD o melhor valor de Ds ocorreu com o emprego da cultura antecedente do Milheto. Para a profundidade de 10-20 cm a cultura da Crotalária proporcionou menores valores de Ds quando empregado o sistema de CC, já quando empregado os sistema de CM e de PD, foi a cultura do Girassol que resultou em menores valores de densidade do solo, como pode ser observado na Tabela 1.

As plantas de cobertura podem, mesmo em solos compactados, desenvolver o sistema radicular em função das especificidades de cada espécie. Sendo assim a descompactação em sistema de semeadura direta pode ser realizada por métodos biológicos, através da rotação de culturas, que pode ser utilizada tanto na prevenção quanto no controle da compactação, desde que utilizadas espécies com sistema radicular vigoroso (sistema radicular com raízes pivotantes), com capacidade de crescer em camadas com alta resistência à penetração, criando poros por onde as raízes da cultura subsequente possam crescer (Muzilli, 2006).

Entre as plantas antecedentes cultivadas a

crotalária pode proporcionar bons resultados em ambas as profundidades avaliadas e como o seu sistema radicular é do tipo pivotante, a mesma pode contribuir para a redução dos níveis de Ds de solos compactados. Desta forma, os efeitos mais benéficos pode serem observados, pela redução dos níveis de compactação, situação típica quando do emprego do sistema convencional.

Os maiores valores de densidade do solo encontrados quando da adoção do sistema de cultivo Plantio Direto, possivelmente também foram potencializados pela acelerada decomposição da palhada, motivado pelas condições climáticas da região, além do tempo de pousio pois o solo fica ocupado pelas culturas antecedentes por um período médio de 90 dias mais 90 dias pela cultura do milho. Desta forma, aproximadamente metade do ano, o solo fica sem culturas implantadas, fato que contribui tanto para a perda da fertilidade do solo construída, como a decomposição dos resíduos culturais. Fato que, com a presença do horizonte mais arenoso do Argissolo (camada superficial) provoca perdas nos níveis de matéria orgânica e nutrientes, conforme Pedrotti et al., (2013).

CONCLUSÃO

O revolvimento do solo, quando do emprego do sistema de cultivo convencional, pode ter favorecido, a diminuição dos valores de densidade no solo.

As culturas antecedentes da crotalária, quando de milho, proporcionaram os menores valores de DS na camada superficial (0-10 cm), respectivamente nos sistemas de cultivo convencional (CC), mínimo (CM) e sistema de Plantio direto (PD). Já na camada de 10- 20 cm, os menores valores de densidade do solo foram obtidos com o emprego da as cultura da crotalária no sistema de cultivo convencional (CC) e a cultura do girassol, tanto no sistema de cultivo mínimo (CM) como no sistema de plantio direto (PD).

O cultivo de plantas antecedente ao milho mostrou-se uma alternativa excelente para conservação e recuperação das propriedades físicas do solo, especificamente em termos de Densidade do solo (Ds).

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos e funcionários do Campus Rural da UFS pelo auxílio na condução do experimento, ao DEA e PRODEMA, da UFS, CNPq, CAPES e FAPITEC-Se., pela viabilização logística, condições

operacionais e disponibilização de recursos financeiros para o presente estudo.

REFERÊNCIAS

BERTIN, E.G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. *Acta Scientiarum*, v.27, p.379-386, 2005.

CALONEGO, J. C. & ROSOLEM, C. A. Soil aggregate stability after management with crop rotation and chiseling. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 04, p. 1399-1407, 2008.

CENTURION, J. F. & DEMATTÊ, J. L. I. Sistemas de preparo de solo de cerrado: efeito nas propriedades físicas e na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 2, p. 315-324, fev. 1992b.

CENTURION, J. F. & DEMATTÊ, J. L. I. Efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 9, n. 3, p. 263-266, 1992a.

CHANG, G. & LINDWALL, C. W. Comparison of the effect of long term tillage and crop rotation on physical properties of a soil. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v. 32, p. 53-55, 1990.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. & WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:527-535, 2003.

FERNANDES, B.; GALLOWAY, H. M.; BRONSON, R. D.; MANNERING, J. V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos (Typic Argiaquoll e

Typic Hapludalf). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 7, n. 3, p. 329-333, 1983.

KAY, B.D. & ANGERS, D.A. Soil structure. In: SUMNER, M.E.(Ed.). *Handbook of soil science*. Boca Raton: CRC Press, 1999. p.229-276.

REINERT, D.J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris; Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo no sistema plantio direto. *Plantio Direto*, 4:25-44, 1997.

PEDROTTI, A. ; ACIOLE, F.M. ; SILVA ; ARAÚJO, E.M. ; SANTOS, D. ; MELLO Jr. . Manejo do solo e de culturas de antecessão sobre a produtividade do milho em experimento de longa duração. *Revista Magistra*, v. 25, p. 220-227, 2013.

ROJAS, C.A.L. & VAN LIER, Q.J. Alterações físicas e hídricas de um Podzólico em função de sistemas de preparo. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.5, p.105-115, 1999.

SECCO, D. et al. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 797-804, set./out. 2004.

SILVA, V. R. da; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 5, p.795-801, set./out. 2000a.

SPERA, S. T. et al. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto. *Revista Científica Rural*, Bagé, v. 9, n. 1, p. 23-31,

Tabela 1. Valores médios da Densidade do solo (g/cm^3) de um Argissolo Vermelho Amarelo sob diferentes sistemas de preparo do solo, sob diferentes culturas antecedentes e cultivo do milho doce em duas profundidades analisadas. São Cristóvão – Se. 2014

| Culturas antecedentes | Sistema de manejo do solo | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | CC | | CM | | PD | |
| | Profundidade (cm) | | | | | |
| | 0-10 | 10-20 | 0-10 | 10-20 | 0-10 | 10-20 |
| Girassol | 1,90 aA ¹ | 1,69 aB | 1,88 aA | 1,71 bB | 1,77 bA | 1,75 aA |
| Milheto | 1,77 bA | 1,66 aB | 1,78 aB | 1,81 aA | 1,76 bA | 1,81 aA |
| Crotalária | 1,72 bA | 1,64 bB | 1,85 aA | 1,88 aA | 1,87 aA | 1,78 aB |
| Guandu | 1,80 aA | 1,72 aA | 1,71 bA | 1,78 aA | 1,89 aA | 1,79 aB |

¹ - Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, dentro das profundidades e maiúscula na linha, dentro de cada sistema de preparo do solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.