

Comportamento da Resistência Mecânica à Penetração de um Argissolo sob Plantio Direto e Culturas Antecedentes ao milho ao final de 12 anos de condução¹.

**Olavo José Marques Ferreira⁽²⁾; Alceu Pedrotti⁽³⁾; France Mario Costa⁽⁴⁾;
Ayrton Elvis Silva Oliveira⁽⁴⁾; Erick do Nascimento Dantas⁽⁴⁾.**

(1) Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e da Universidade Federal de Sergipe (UFS); (2) Mestrando em Agroecossistemas, NEREN-UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Campus Universitário, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão-SE, CEP 49.100-000. E-mail: olavojose@hotmail.com; (3) Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe - UFS. Av. Marechal Rondon, s/n, Campus Universitário, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP 49100-000. E-mail: alceupedrotti@gmail.com; (4) Discente do Curso de Engenharia Agrônômica do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe - UFS. Av. Marechal Rondon, s/n, Campus Universitário, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP 49100-000. E-mail: ayrton_elvis@hotmail.com.

RESUMO: Os solos do Nordeste brasileiro, em especial os dos Tabuleiros Costeiros são geralmente muito intemperizados e possuem baixa capacidade de retenção de água. As diferentes formas de uso e do manejo do solo ao longo dos anos têm provocado alterações nas suas propriedades físicas, principalmente pelo uso intenso, podendo repercutir de forma negativa na produtividade das culturas. O plantio direto, nestes solos, visa à não pulverização da superfície e redução da susceptibilidade aos processos erosivos. As plantas de cobertura do solo constituem um importante componente em sistemas agrícolas, tendo por finalidade, formar uma cobertura morta e proteger o solo contra o risco de erosão. As plantas de cobertura foram: crotalária (*Crotalaria spectabilis*), guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum glaucum*). A resistência mecânica à penetração (RMP) é um dado importante para o conhecimento da qualidade física do solo. O objetivo neste trabalho foi verificar o comportamento da resistência mecânica à penetração (RMP) de um Argissolo Vermelho Amarelo sob plantio direto e plantas de cobertura do solo antecedentes ao cultivo de milho doce (*Zea mays* L.) no tabuleiro costeiro sergipano. Pelos resultados obtidos, as parcelas com guandu e girassol, tiveram maior umidade, e menores densidades do solo. As parcelas com milheto e girassol tiveram menores valores de RMP. Parcelas com crotalária tiveram maior RMP.

Termos de indexação: Sistemas de cultivo, umidade, plantas de cobertura.

INTRODUÇÃO

Na faixa dos Tabuleiros Costeiros, onde a velocidade das reações é intensa devido às altas temperaturas ligadas a razoáveis teores médios de umidade durante o ano, torna-se necessário um manejo adequado do solo e o emprego de plantas de cobertura a fim de conservar o solo e torná-lo sustentável.

As práticas de manejo e conservação do solo tornam-se necessárias para essa região. O uso de plantas de cobertura do solo constitui-se em uma forma de proteger o solo contra insolação, evaporação rápida de água e reciclagem de nutrientes (Oliveira *et al.*, 2002).

A densidade do solo é uma propriedade relativamente instável, dependendo principalmente do grau de compactação, do teor de matéria orgânica, da ausência ou presença de cobertura vegetal, do sistema de cultivo empregado e da profundidade (Vieira, 1981).

Deste modo, o conhecimento da resistência mecânica à penetração (RMP) e a densidade podem contribuir para a escolha de formas adequadas de manejo que permitam a melhoria da qualidade física do solo e o adequado crescimento e desenvolvimento das culturas.

Com o objetivo de verificar o comportamento da resistência mecânica à penetração em um Argissolo Vermelho Amarelo sob plantio direto e plantas de cobertura do solo ao cultivo de milho doce no tabuleiro costeiro sergipano.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Experimental do Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de

Sergipe – UFS, localizado no município de São Cristóvão - SE na porção central da região fisiográfica do Litoral, a 15 km de Aracaju.

A região, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima do tipo A's, isto é, clima quente e chuvoso com verão seco, temperatura média anual de 26°C, com precipitação anual média de 1.200 mm e período chuvoso entre os meses de abril e agosto.

O solo em estudo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico arênico Tb A moderado franco arenoso antigo Podzólico Vermelho Amarelo – PV, conforme Embrapa (2006).

O experimento foi instalado no ano de 2001 e, ainda atualmente vem sendo conduzido, avaliando o comportamento dos sistemas de manejo de solo e das PCS em sucessão à cultura do milho doce (*Zea mays* L.) variedade Biomatrix BM 3061.

As espécies que foram utilizadas todos os anos em sucessão ao milho doce foram: crotalária (*Crotalaria spectabilis*), guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum glaucum*). Utilizou-se o esquema de faixas experimentais sendo os tratamentos de manejo de solo dispostos como faixas e os de plantas de cobertura com subparcelas com três repetições distribuídos ao acaso. A adubação e a calagem foram feitas de acordo com a análise química do solo, segundo recomendações técnicas (Sobral *et al.*, 2007) e o controle de invasoras durante o ciclo das diferentes culturas e sistemas de manejo estudados, quando necessário, utilizou-se as capinas manuais através de enxada.

Para determinação da resistência mecânica à penetração foi utilizado o penetrômetro digital PLG 1020, PenetroLOG - Falker, onde foram efetuadas amostragens nas profundidades de 0 - 0,1m e 0,1-0,2 m nas quatro parcelas das plantas de cobertura com três repetições.

No mesmo dia da coleta dos dados de resistência, amostras de solo foram retiradas nas profundidades de 0 - 0,1 e 0,1 - 0,2 m para a determinação da umidade, segundo o método de umidade atual (Embrapa, 1979).

A densidade do solo foi determinada conforme Blake & Hartge (1986), foram utilizados anéis de metal bizelados com aproximadamente 90 cm³, foram utilizadas 3 amostras, na profundidade de 0-10 e 10-20 cm, nas subparcelas das culturas em sucessão com três repetições em cada sistema de manejo.

As parcelas experimentais tinham uma área total de 60 m² (6 m X 10 m), com espaço entre faixas seguindo o sistema de irrigação por aspersão implantado no local.

Os dados de parâmetros físicos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para a realização das análises

estatísticas foi utilizado o programa ASSISTAT 7.6 beta (silva & Azevedo, 2002)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Umidade

Na **tabela 1** são apresentados os teores de umidade constantes em cada parcela com plantas de cobertura do solo nas profundidades de 0 – 0,1m e 0,1 – 0,2 m. Pode-se observar que não houve diferença estatística no teor de umidade. Entretanto, os maiores teores de umidade foram para o guandu na camada de 0 – 0,1m e o girassol na camada de 0,1 – 0,2m. De acordo com Llanillo *et al.* (2006), a umidade correlaciona-se negativamente com a RMP.

Tabela 1. Teor de umidade do Argissolo Vermelho-Amarelo submetido ao manejo de plantio direto e plantas de cobertura antecedentes ao cultivo de milho.

Culturas	Umidade (%)	
	0 - 01 m	0,1 - 0,2 m
Crotalária	2,91 ^a	2,58 ^a
Guandu	3,12 ^a	2,26 ^a
Girassol	1,96 ^a	3,26 ^a
Milheto	2,57 ^a	2,89 ^a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Densidade

Pela **tabela 2**, observa-se que os resultados de densidade do solo no plantio direto não diferiram estatisticamente entre si. Contudo os menores valores de densidade do solo foram verificados para a segunda camada do perfil em todas as parcelas de cultivadas.

De maneira geral os menores valores de densidade foram para o girassol na primeira camada e o guandu e crotalária na segunda camada.

Tabela 2. Densidade (g.cm⁻³) do Argissolo Vermelho - Amarelo submetido ao manejo de plantio direto e plantas de cobertura antecedentes ao cultivo de milho.

Culturas	Densidade (g.cm ⁻³)	
	0 - 01 m	0,1 - 0,2 m
Crotalária	1,60 ^a	1,55 ^a
Guandu	1,63 ^a	1,55 ^a
Girassol	1,58 ^a	1,63 ^a
Milheto	1,60 ^a	1,58 ^a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com Corsini e Ferraudo (1999), devido ao efeito de sistemas de cultivo na densidade do solo, concluíram que no plantio direto ocorre o aumento da densidade do solo e diminuição da porosidade, reduzindo o desenvolvimento radicular e somente a partir do quinto ano agrícola esses parâmetros começam a se restabelecer, voltando

aos seus níveis normais. Estes afirmaram ainda que no PD a recuperação da estrutura na camada superficial para atingir níveis de densidade do solo, porosidade e níveis de desenvolvimento radicular semelhantes aos obtidos logo após a realização das operações mecânicas de preparo, inicia-se no quarto ano agrícola e completa-se no oitavo. Em longo prazo é possível que se acumule matéria orgânica e a redução da compactação contribua para diminuir a densidade do solo nesse sistema.

Resistência Mecânica à Penetração

Na **tabela 3**, são mostradas as médias de RMP para as parcelas submetidas ao plantio direto e plantas de cobertura do solo que foram analisadas pelo teste de Tukey.

Para as profundidades entre 0 – 0,1 m, não houve diferença significativa. Entretanto, a maior média foi registrada para a parcela cultivadas com crotalária (1,54 MPa); e o menor valor de RMP para as parcelas com girassol (0,70 MPa). Este resultado sugere que o teor de umidade não interferiu na medição da RMP, pois o teor de umidade das parcelas com crotalária foi maior que o as parcelas com girassol.

Para a segunda camada (0,1 – 0,2m), houve uma diferença estatística pelo teste de Tukey. As maiores médias significativas foram registradas para as parcelas com guandu (3,35 MPa), seguida por crotalária com 2,92 MPa. As duas não apresentaram diferenças estatísticas entre si, porém foram superiores às demais. A alta RMP do guandu pode ser devido ao crescimento do sistema radicular em comprimento e densidade favorecendo o preenchimento dos poros do solo aumentando sua rigidez. Genro Junior *et al.*, (2004) em seu trabalho, apresentou resultados similares quando estudando a variabilidade da resistência mecânica à penetração de um latossolo textura argilosa sob semeadura direta com rotação de culturas.

Tabela 3. Resistência Mecânica à Penetração (RMP) em Mpa, sob plantio direto e plantas de cobertura antecedentes ao milho; na safra 2012; média de 3 repetições. São Cristóvão – Se. 2013.

Culturas	Resistência (MPa)	
	0 - 01 m	0,1 - 0,2m
Crotalária	1,54 ^a	2,92 ^{ab}
Guandu	1,38 ^a	3,35 ^a
Girassol	0,70 ^a	1,70 ^c
Milheto	0,77 ^a	2,29 ^{bc}

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os menores valores de RMP foi o girassol e o milho que, embora não tenham apresentado diferenças entre si, promoveram uma melhor estruturação do solo, causando um menor impedimento ao desenvolvimento de raízes da cultura posterior. Como proposto por Taylor e

Gardner (1963), RMP acima de 2,0 MPa, podem restringir o desenvolvimento de raízes e parte aérea de plantas.

Na **figura 1**, é mostrada a dinâmica do comportamento da RMP sob o plantio direto ao longo do perfil. Nela, observa-se que os valores de RMP estão próximos nos primeiros 0,05 m de profundidade, onde a partir da qual, começam a variar de acordo com a profundidade.

Entre 0,05 e 0,15 m o guandu, a crotalária e o milho tiveram maiores aumentos de resistência à medida que a profundidade aumenta. O guandu registrou a maior média, 4,61 MPa. O girassol manteve-se até os 2,2 MPa.

A partir dos 0,15 m há uma diminuição mais visível para no milho e a crotalária que encerraram as observações em 0,2 m com 2,01 e 1,56 MPa.

As parcelas com girassol que demonstraram as menores variações na RMP, e a média mais alta foi 2,64 MPa aos 0,18 m de profundidade.

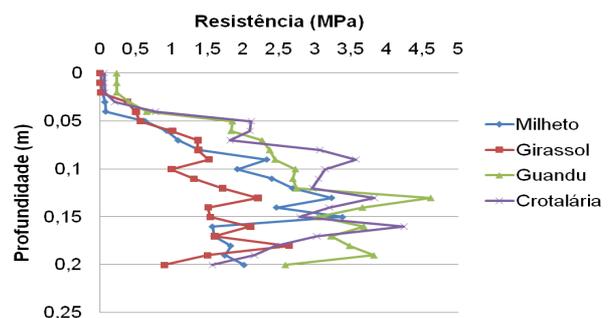


FIGURA 1. Resistência mecânica à penetração no solo sob o sistema plantio direto, com diferentes plantas de cobertura.

CONCLUSÕES

O guandu e o girassol possibilitaram maiores teores de umidade nas parcelas.

Parcelas com girassol, crotalária e guandu demonstraram menores densidades ao longo do perfil do solo.

Parcelas com crotalária tiveram o maior valor de RMP para a primeira camada e o guandu na segunda. Já parcelas cultivadas com milho e girassol apresentaram os menores valores de RMP.

REFERÊNCIAS

SILVA, F. de A. S. e & AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n1, p71-78, 2002.

BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.363-375.



CORSINI, P.C. & FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 34:289-298, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 271p.

GENRO JUNIOR, S.A.; REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, 28:477-484, 2004.

KOPPEN, W. *Das Geografic System der klimete. Handbuch der Klimatologie*. Berlin: Bortraeger, 1938.

LLANILLO, R.; RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M.F. & FERREIRA, R.R.M. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina: Ci. Agr.**, 27:205-220, 2006.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., H. V.; CANTARUTTI, R.B. & BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ALVAREZ V., H. V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V. & COSTA, L.M., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2002. v.2. p.393-486.

SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETTO, M. C.V.; GOMES, J. B. V. (Eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251p.

TAYLOR, H. M.; GARDNER, H. R. Penetration of cotton seedlings taproots as influenced by bulk density, moisture and strength of soil. *Soil Science*, Baltimore, v.96, p.153 – 156, 1963.

VIEIRA, M.J. Propriedades Físicas do Solo. In: **Plantio direto no Estado do Paraná**. IAPAR, Circular nº 23, Agosto de 1981.