

## Comportamento da Resistência Mecânica à Penetração de um Argissolo sob Cultivo Mínimo e Culturas Antecedentes ao milho ao final de 12 anos de condução<sup>1</sup>.

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

(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: erickdantas\_2008@hotmail.com.

**RESUMO:** Para assegurar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, o manejo do solo deve manter as propriedades físicas o mais próximo das condições originais em que este se encontrava na natureza. Nas condições edafoclimáticas típicas dos Tabuleiros Costeiros foi realizado um estudo de parâmetros físicos avaliando a Resistência Mecânica à Penetração (RMP), Densidade do solo e Umidade no décimo segundo ano do experimento. O cultivo mínimo (duas gradagens), nestes solos, visa redução da susceptibilidade aos processos erosivos. A resistência mecânica à penetração é um dado importante para o conhecimento da qualidade física do solo. As plantas de cobertura foram: crotalária (*Crotalaria spectabilis*), guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum glaucum*), em sucessão ao cultivo de milho doce (*Zea mays* L). O objetivo neste trabalho foi verificar o comportamento da RMP e densidade de um Argissolo Vermelho Amarelo sob cultivo mínimo e plantas de cobertura antecedentes ao milho doce no Tabuleiro Costeiro Sergipano. Pelos resultados obtidos as parcelas com e guandu tiveram maior teor de umidade e densidade. A densidade foi menor em parcelas com girassol. A resistência do Argissolo sob cultivo mínimo foi maior em crotalária e menor em girassol e milheto.

**Palavras-Chave:** Sistemas de cultivo, densidade do solo, plantas de cobertura.

### INTRODUÇÃO

O Nordeste Brasileiro está geralmente associado à presença de solos originados de sedimentos intemperizados, geralmente pobres e com reduzida capacidade de armazenamento de água. 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.

A utilização de sistemas de preparo com mínimo do solo tem sido cada vez mais utilizado, por promover inúmeros benefícios, como melhoria da estrutura, porosidade, retenção e infiltração da água no solo (DUARTE JUNIOR & COELHO, 2008).

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).

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 resistência à penetração se apresenta relacionada a diversos atributos do solo indicadores do grau de compactação. Outros indicadores como a densidade e conteúdo de água no solo, são fundamentais para a escolha de sistema de preparo que permita o desenvolvimento de culturas.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento da RMP e densidade de um Argissolo Vermelho Amarelo sob cultivo mínimo e plantas de cobertura antecedentes ao 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 conduzidos, avaliando o comportamento dos sistemas de cultivo convencional (CC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) e das plantas de cobertura 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.

Na 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.

A densidade do solo foi determinada conforme Blake & Hartge (1986), foram utilizados anéis de metal bizelados com aproximadamente 90 cm<sup>3</sup>, foram utilizadas 3 amostras, na profundidade de 0 - 0,1 e 0,1 - 0,2 m, nas subparcelas das culturas em sucessão com três repetições em cada sistema de manejo.

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).

As parcelas experimentais apresentaram área total de 60 m<sup>2</sup> (6 m X 10 m), com espaço entre faixas seguindo o sistema de irrigação, por aspersão, implantado na área do experimento.

Os dados de parâmetros físicos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de médias 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 de 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 para as camadas amostradas. Contudo pode-se observar que o milheto obteve os maiores valores de umidade no solo para as duas camadas. Isso pode estar associado ao volume de raízes distribuídas no perfil do solo e que melhoraram a manutenção de umidade. Os menores valores umidade foram observados nas parcelas cultivadas com o girassol. Os restos culturais de girassol que foram incorporados no solo podem não ter contribuído para a manutenção do teor de umidade. De acordo com Llanillo *et al.* (2006), a umidade correlaciona-se negativamente com a RMP.

**Tabela 1.** Teor de umidade do Argissolo Vermelho-Amarelo sob ao manejo cultivo mínimo e plantas de cobertura antecedentes ao cultivo de milho.

Culturas	Umidade (%)	
	0 - 01 m	0,1 - 0,2m
Crotalária	6,05 <sup>a</sup>	6,47 <sup>a</sup>
Guandu	7,16 <sup>a</sup>	6,53 <sup>a</sup>
Girassol	5,94 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>
Milheto	6,09 <sup>a</sup>	6,51 <sup>a</sup>

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

### Densidade

Na **tabela 2**, são apresentados os valores médios de densidade do solo, quando submetido cultivo mínimo e culturas antecedentes ao milho doce. Que na primeira camada, as parcelas com girassol apresentaram a menor densidade. Este comportamento pode ser atribuído provavelmente à redução de operações no solo, associado ao emprego de plantas de cobertura. Segundo Rosolem *et al.*, (2002), isto é proporcionado pela a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo após a colheita, mantendo o solo coberto por um período maior, comparado ao sistema de cultivo convencional.

Na segunda camada os menores valores de densidade foram observados nas parcelas cultivadas com girassol, crotalária e milheto que apresentaram valores de densidade semelhantes com 1,60 g.cm<sup>-3</sup>.

**Tabela 2.** Densidade do solo (g.cm<sup>-3</sup>) e culturas antecedentes ao milho doce; na safra 2012; média de 3 repetições. São Cristóvão – Se. 2013.

Culturas	Densidade (g.cm <sup>-3</sup> )	
	0 - 01 m	0,1 - 0,2m
Crotalária	1,55 <sup>a</sup>	1,60 <sup>a</sup>
Guandu	1,53 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>
Girassol	1,52 <sup>b</sup>	1,60 <sup>a</sup>
Milheto	1,57 <sup>a</sup>	1,60 <sup>a</sup>

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

### Resistência Mecânica à Penetração

Para as duas camadas, não houve diferenças estatísticas entre as plantas de cobertura do solo (tabela 3). Entretanto, na primeira camada, a maior RMP foi registrada para a crotalária (0,53 MPa) e a menor RMP foi para as parcelas com girassol (0,34 MPa).

**Tabela 3.** Resistência Mecânica à Penetração (RMP) em MPa e culturas antecedentes ao milho doce; na safra 2012; média de 3 repetições. São Cristóvão – Se. 2013.

Culturas	Resistência (MPa)	
	0 - 01 m	0,1 - 0,2m
Crotalária	0,53 <sup>a</sup>	3,35 <sup>a</sup>
Guandu	0,46 <sup>a</sup>	2,85 <sup>a</sup>
Girassol	0,34 <sup>a</sup>	2,82 <sup>a</sup>
Milheto	0,49 <sup>a</sup>	2,61 <sup>a</sup>

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

Para a segunda camada (0,1 – 0,2 m), foi registrado um aumento na RMP em relação a primeira camada para todas as plantas de cobertura. Todas ultrapassaram o limite considerado crítico para o crescimento do sistema radicular (2,0 MPa). As parcelas cultivadas com crotalária obtiveram a maior RMP e superou os 3,0 Mpa

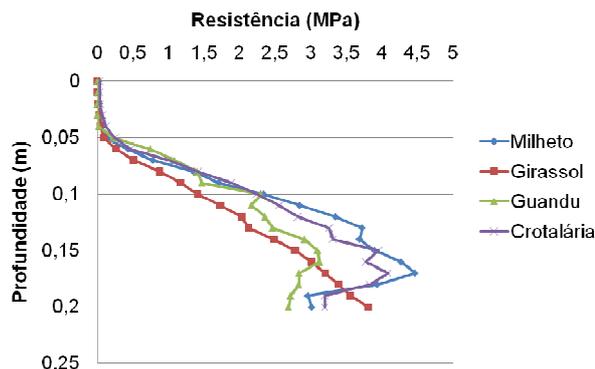
A crotalária foi quem menos estruturou o solo e, neste trabalho, a parcela cultivada com ela apresentou os maiores valores de RMP em relação às demais. As parcelas com milho apresentaram a menor RMP. Este resultado está de acordo com Tavares *et al.* (2001), que associa a mobilização do solo, através do uso de máquinas no preparo do solo ao longo dos anos o que caracteriza a formação de uma camada mais compacta (pé de grade) na profundidade de 20 cm.

Na **figura 1**, pode-se observar a dinâmica do comportamento da RMP nas parcelas ao longo do perfil do solo. Nela pode-se observar 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.

As parcelas com crotalária e milho se destacam pelos maiores valores médios de RMP na

camada 0,15 m, respectivamente com 4,08 e MPa e 4,47 MPa.

As parcelas com guandu reduziram a RMP a partir da camada 0,15 m. diferentemente do girassol que a resistência manteve crescente a medida que o penetrômetro aprofundava do solo.



**FIGURA 1.** Resistência mecânica à penetração no sistema de cultivo convencional, com diferentes plantas de cobertura.

### CONCLUSÕES

Dentre as plantas que foram incorporadas ao solo, as parcelas com guandu apresentaram maior teor de umidade.

As menores densidades foram observadas para girassol na primeira camada. As parcelas sob cultivo mínimo e guandu, apresentaram maiores densidades a partir de 0,1 m.

O argissolo sob cultivo mínimo apresentou maiores resistências para as parcelas com crotalária em todas as camadas. As menores resistências foram observadas para as parcelas com girassol e milho.

### REFERÊNCIAS

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.

DUARTE JUNIOR, J.B.; COELHO, F.C. A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v12, n.6, p576-583,

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.



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.

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.

LIMA, C.L.R.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.da S.; HARTWIG, M.P.; LIMA, A.C.R.; MULLER, V. **Resistência mecânica de um Planossolo cultivado com arroz irrigado sob diferentes sistemas de manejo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1., Pelotas. Anais... Pelotas, 1999.

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.

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.

SILVA, G. J.; MAIA, J. C. S.; BIANCHINI, A; **Crescimento da parte Aérea de plantas cultivadas em vaso submetidas e Irrigação Subsuperficial e a diferentes Graus de Compactação de um Latossolo Vermelho – Escuro Distrófico**. R. Bras. Ci. Solo. SBCS: Viçosa (MG). v.30, N.1, 2006.

TAVARES, J. F; BARBOSA, G. M. C; GUIMARÃES, M. F & FONSECA, I. C. B. **Resistência á penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (Zea mays) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo**, R. Bras. Ci. Solo, 25:725-730, 2001.