

Resistência Mecânica à Penetração de um Argissolo submetido a diferentes Manejos e Culturas antecedentes ao milho ao final de 12 anos de experimento nos Tabuleiros Costeiros¹.

France Mário Costa⁽²⁾; Alceu Pedrotti⁽³⁾; Ayrton Elvis Silva Oliveira⁽⁴⁾; Erick do Nascimento Dantas⁽⁴⁾; Olavo José Marques Ferreira⁽⁵⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

⁽²⁾ 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: france.mario@hotmail.com.

⁽³⁾ Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe - UFS.

⁽⁴⁾ Discente do Curso de Engenharia Agrônômica do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe - UFS.

⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo do Departamento de Engenharia Agrônômica – DEA, da Universidade Federal de Sergipe.

RESUMO: Os solos do Nordeste brasileiro, em especial os dos Tabuleiros Costeiros são geralmente muito intemperizados e possuem baixa capacidade de retenção de água. O cultivo nestes solos com diferentes sistemas de manejo contribui para uma variação na resistência mecânica a penetração ao longo do perfil. O objetivo neste trabalho foi verificar a resistência mecânica à penetração (RMP) do solo e densidade em diferentes profundidades de um Argissolo Vermelho Amarelo submetido a três sistemas de manejo (plantio direto, cultivo mínimo e cultivo convencional) e plantas de cobertura do solo, crotalária (*Crotalaria spectabilis*), guandu (*Cajanus cajan*), girassol (*Helianthus annuus*) e milheto (*Pennisetum glaucum*), em sucessão ao cultivo de milho doce no tabuleiro costeiro sergipano. Conforme os dados obtidos de densidade do solo e resistência à penetração, foi verificada que houve aumento de resistência nas camadas mais profundas do solo a partir de 0,1 m, sendo o plantio direto de girassol o mais apropriado para manter as características físicas do solo estáveis.

Palavras-Chave: Sistemas de cultivo, propriedades físicas do solo, plantas de cobertura.

INTRODUÇÃO

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

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).

Os sistemas de preparo do solo promovem modificações nas propriedades físicas como a agregação, a densidade e a porosidade do solo. A utilização de sistemas conservacionistas de manejo de solo assegura a sustentabilidade do solo, diminuindo a desagregação acelerada das partículas e, conseqüentemente mantendo a capacidade produtiva.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento da resistência mecânica a penetração (RMP), em diferentes profundidades, de um ARGISSOLO VERMELHO AMARELO no seu décimo segundo ano de condução, em que se associam diferentes sistemas de manejo e plantas de cobertura do solo antecedentes 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 apresenta clima tropical 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 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 cm³, 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.

A umidade do solo foi determinada pelo método gravimétrico no mesmo dia da avaliação da resistência mecânica do solo à penetração em três pontos ao longo da linha de determinação, nas profundidades de 0-0,1m; 0,1-0,2m.

As parcelas experimentais apresentam área total de 60 m² (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, 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resistência mecânica do solo à penetração

Os resultados da resistência mecânica do solo à penetração apresentaram, de maneira geral, uma uniformidade nos primeiros 0,1 m para os sistemas com uso de maquinário e muita variação para o plantio direto (Figuras 1, 2 e 3). Os sistemas que tiveram o uso de maquinário apresentaram uma uniformidade inicial na resistência mecânica a penetração nos primeiros 0,05 m (figuras 1 e 2) quando comparados ao plantio direto (Figura 3). Segundo Fuentes *et al.*, (2005) considera-se esse comportamento como sendo resultado do efeito do revolvimento do solo.

No cultivo convencional (figura 1), entre 0,05 e 0,1m, as parcelas cultivadas com girassol apresentam menores valores de RMP em relação às demais parcelas. Contudo, na camada entre 0,15 e 0,2 houve uma variação nos valores de resistência nas parcelas e o girassol terminou com o maior valor de RMP nos 0,2 m.

O fato da maior resistência na camada a partir de 0,15m pode estar relacionado com a mobilização do solo por meio do uso de máquinas e implementos agrícolas levando à destruição dos agregados maiores em agregados menores, favorecendo a compactação. Lima *et al.* (1999) observaram que onde o preparo do solo foi feito no sistema convencional houve um acréscimo de valores de resistência mecânica do solo à penetração, principalmente entre as profundidades de 10 – 15 cm. A partir dessa profundidade é possível perceber que as plantas de coberturas, crotalária e milheto se registram os maiores valores de RMP (respectivamente 4,087 MPa e 4,47 MPa).

Pedrotti *et al.*, (2001), que analisando os sistemas de manejo com relação à resistência do solo à penetração, observaram, de maneira geral, que cultivo convencional apresenta valores elevados em relação aos outros sistemas de manejo.

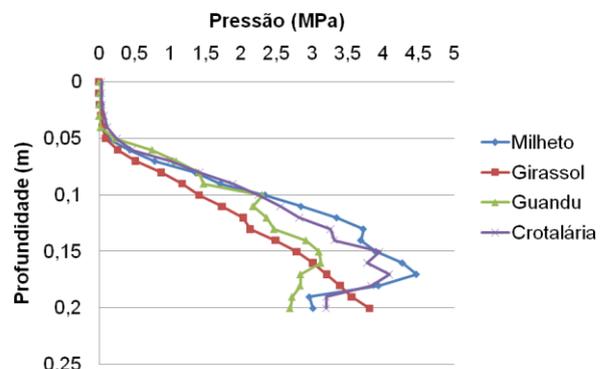


FIGURA 1. Resistência mecânica à penetração em MPa no sistema de cultivo convencional, com diferentes plantas de cobertura.

Para o cultivo mínimo (Figura 2) não houve muita variação nos primeiros 0,05 m. A partir desta,

ocorreu aumento da resistência em todas as parcelas, ficando na camada 0,15 m, o girassol com o maior valor de resistência e o milho com o menor valor de RMP. Todas as parcelas atingiram valores muito acima do limite considerado crítico para o crescimento do sistema radicular (2 MPa). O aumento considerável da RMP das parcelas pode estar associado a densidade do solo, devido ao uso de máquinas, pois a umidade das parcelas não apresentou diferenças estatísticas ao longo do perfil do solo (Tabela 1). De acordo com Llanillo et al., 2006, a umidade correlaciona-se negativamente com a RMP. A partir de 0,17 m houve um decréscimo na RMP de todas as plantas de cobertura.

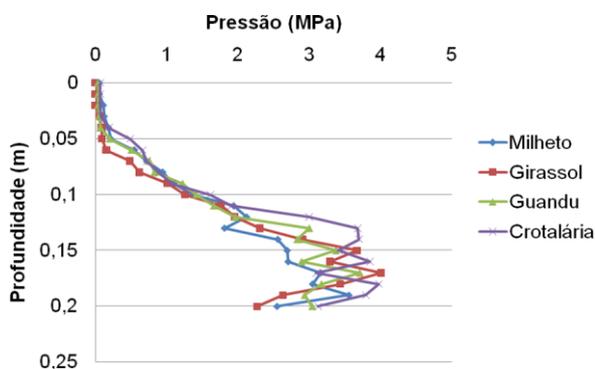


FIGURA 2. Resistência mecânica à penetração em MPa no sistema de cultivo mínimo, com diferentes plantas de cobertura.

No plantio direto observa-se que nos primeiros 0,05 m os valores de crotalária e guandu apresentavam-se próximos a 2 MPa (Figura 3). Até os 0,15 m o maior valor de RMP estava nas parcelas cultivadas com guandu, crotalária e milho, alcançando ao longo do perfil 4,618, 4,244 3,240 MPa, respectivamente

Possivelmente, a maior resistência nas parcelas de guandu, deve-se ao crescimento do sistema radicular em comprimento e densidade favorecendo, o preenchimento dos poros do solo aumentando sua rigidez. Segundo Genro Junior *et al.*, (2004) resultados similares foram obtidos quando estudando a variabilidade da resistência mecânica à penetração de um latossolo textura argilosa sob semeadura direta com rotação de culturas.

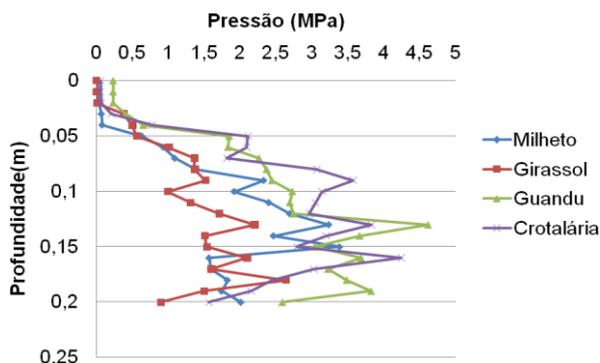


FIGURA 3. Resistência mecânica à penetração em MPa no plantio direto, com diferentes plantas de cobertura.

As parcelas cultivadas com girassol apresentaram os menores valores de RMP, superando crotalária e milho, apenas na leitura a 0,18 m de profundidade.

Teor de Umidade

Os teores de umidade, para os sistemas de cultivo estão na **tabela 1**. O teor de umidade, para as parcelas com cultivo convencional, apresentou diferença estatística para crotalária, embora não tenha diferido de girassol e milho na profundidade de 0 - 0,1 m.

Para a camada de 0,1 - 0,2 m a crotalária apresentou o melhor teor de umidade, porém não diferiu significativamente do milho. O menor teor de umidade foi registrado para as parcelas com guandu. Isso se justifica por ser o ARGISSOLO constituído do horizonte Bt (B-textural), que contém grande quantidade de microporos.

Para o cultivo mínimo e o plantio direto (tabela 1) não diferiram estatisticamente para as duas camadas cultivadas.

Densidade

As parcelas com girassol, no sistema convencional, e o guandu, no sistema de cultivo mínimo, apresentaram os menores valores de densidade com diferença significativa, na primeira camada, dentro de cada sistema de manejo (tabela 2). Essas culturas possuem sistemas radiculares que alteram as características físicas do solo, incrementando matéria orgânica e aumentando a agregação devido à rápida decomposição dos seus resíduos.

No plantio direto, não houve diferença significativa para as duas camadas amostradas. Em condições gerais, os menores valores de densidade foram observados na segunda camada, neste sistema de preparo do solo. Este comportamento pode ser atribuído, provavelmente, ao não revolvimento e pela manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo após a colheita. Além da contribuição das plantas de cobertura para a recuperação do solo degradado, rompendo a camada de impedimento, melhorando a aeração, a absorção de nutrientes e o aporte de matéria orgânica.

CONCLUSÕES

Nas camadas superficiais de 0 - 0,1m houve diferença na resistência mecânica à penetração entre os sistemas de cultivo e as plantas de coberturas crotalária, guandu, girassol e milho.

No cultivo convencional a crotalária proporcionou teores de umidade superiores às demais espécies vegetais nas duas camadas amostradas. No mínimo foi o guandu, enquanto que no plantio direto, o guandu foi melhor na primeira camada e o girassol na segunda camada.

O girassol, no plantio direto, promoveu os menores valores de resistência mecânica à penetração e menores valores de densidade na primeira camada de todos os sistemas.

REFERÊNCIAS

ASSISTAT – Assistência estatística. Versão 7,6 beta, 2013.

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FUENTES, C.; ANTONINO, A.C.D.; NETTO, A.M.; LIRA, C.A.B.O. & CABRAL, J.J.S.P. Desenvolvimento de um modelo fractal para a estimativa da condutividade hidráulica de solos não-saturados. *R. Bras. Ci. Solos*, 29:51- 60, 2005.

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.

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.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A; CRESTANA, S.; FERREIRA, M. M.; DIAS JUNIOR, M. S.; GOMES, A. S.; TURATTI, A. L. Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.3, p.521-529, 2001.

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.

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

Tabela 1. Teor de umidade do Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura, cultivado com milho.

Plantas de cobertura	Cultivo Convencional		Cultivo Mínimo		Plantio Direto	
	Umidade do solo (%)					
	Profundidades (m)					
	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0 - 0,1	0,1 - 0,2
Crotalária	6,78 ^a	6,84 ^a	6,05 ^a	6,47 ^a	2,91 ^a	2,58 ^a
Guandu	5,26 ^b	4,89 ^c	7,16 ^a	6,53 ^a	3,12 ^a	2,26 ^a
Girassol	5,77 ^{ab}	6,32 ^b	5,94 ^a	6,14 ^a	1,96 ^a	3,26 ^a
Milheto	6,17 ^{ab}	6,58 ^{ab}	6,09 ^a	6,51 ^a	2,57 ^a	2,89 ^a

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

Tabela 2. Densidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura, cultivado com milho.

Plantas de cobertura	Cultivo Convencional		Cultivo Mínimo		Plantio Direto	
	Densidade do Solo (g. cm ⁻³)					
	Profundidades (m)					
	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0 - 0,1	0,1 - 0,2
Crotalária	1,58 ^a	1,65 ^a	1,55 ^a	1,60 ^a	1,60 ^a	1,55 ^a
Guandu	1,57 ^a	1,62 ^a	1,53 ^a	1,62 ^a	1,63 ^a	1,55 ^a
Girassol	1,53 ^b	1,68 ^a	1,52 ^b	1,60 ^a	1,58 ^a	1,63 ^a
Milheto	1,65 ^a	1,67 ^a	1,57 ^a	1,60 ^a	1,60 ^a	1,58 ^a

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