



AVALIAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA DE UM ARGISSOLO AMARELO DISTROCOESO DE TABULEIRO COSTEIRO SUBMETIDO À SUBSOLAGEM ⁽¹⁾.

Fábio Farias Amorim ⁽²⁾; Livia Fernanda Lavrador Toniasso ⁽³⁾; Joelito de Oliveira Rezende ⁽⁴⁾; Luciano da Silva Souza ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPESB

⁽²⁾ Discente de Mestrado do Programa Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS, fabiofariasamorim@gmail.com; ⁽³⁾ Discente do curso de Agronomia; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; ⁽⁴⁾ Professor Emérito; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia;

⁽⁵⁾ Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

RESUMO: Os solos de maior expressão geográfica da Grande Unidade de Paisagem Tabuleiros Costeiros – Latossolos e Argissolos Amarelos – apresentam, de uma maneira geral, horizontes adensados (coesos) que dificultam a aeração, infiltração e disponibilidade de água ao longo do perfil, assim como o crescimento do sistema radicular das plantas. Esses aspectos, associado a períodos de estiagem, resultam em queda de produtividade e longevidade das lavouras, a exemplo do que ocorre com os citros, de grande importância econômica e social para os Estados da Bahia e Sergipe. Por isso, procurou-se avaliar os efeitos da subsolagem em um Argissolo Amarelo Distrocoeso de Tabuleiro Costeiro da Bahia, em área experimental com “plantio direto” de tanger ‘Murcott’, considerando-se os seguintes atributos físicos desse solo: granulometria, textura, densidades do solo e das partículas, porosidade (total, macro e micro), resistência mecânica à penetração, umidade volumétrica, condutividade hidráulica em condição de saturação, retenção, armazenagem e disponibilidade de água para as plantas. Observou-se que a subsolagem contribuiu para a diminuição da densidade do solo, aumento da macroporosidade, diminuição da resistência mecânica do solo à penetração e aumento da condutividade hidráulica do solo saturado; entretanto, prejudicou a retenção, armazenagem e disponibilidade de água para as plantas.

Termos de indexação: densidades do solo, porosidade e retenção da água no solo.

INTRODUÇÃO

Os Tabuleiros Costeiros são formações terciárias que se estendem do Amapá até o Rio de Janeiro, sendo mais frequentes no litoral nordestino, cujos solos, apesar de profundos e situados em relevo plano, apresentam restrições químicas e físicas à produção vegetal. (Souza, 1996; Fonseca et al., 2007). Quanto às restrições químicas, destacam-se a baixa capacidade de troca catiônica devido à predominância de

caulinita na fração argila e dos baixos teores de matéria orgânica. Do ponto de vista físico, uma das principais restrições é a ocorrência de horizontes coesos (densos) subsuperficiais, que dificultam a infiltração da água, a condutividade hidráulica e a aeração ao longo do perfil do solo, assim como o aprofundamento do sistema radicular das plantas (Fonseca et al., 2007; Souza et al., 2008).

O preparo do solo (aração, gradagem, escarificação, subsolagem, etc.) visa à melhoria das condições físicas do leito de sementes e/ou raízes, proporcionando-lhes benefícios na aeração, infiltração de água e disponibilidade de nutrientes para as plantas, além da redução da resistência do solo à penetração radicular, para que as plantas possam se desenvolver adequadamente (Rezende, 2013).

Pesquisas com subsolagem em solos coesos dos Tabuleiros Costeiros mostraram resultados benéficos em atributos físico-hídricos desses solos (Anjos, 2006; Brito, 2006). Carvalho & Vargas (2004) relataram que a subsolagem promoveu melhoria das condições físicas do solo tais como: maior retenção de água, maior condutividade hidráulica do solo saturado, aumento na porosidade total e macroporosidade, redução na microporosidade e na densidade do solo.

No presente trabalho, procurou-se avaliar a influência da subsolagem nos seguintes atributos físico-hídricos de um Argissolo Amarelo Distrocoeso de Tabuleiro Costeiro da Bahia, em uma área experimental com “plantio direto” dos citros: textura, densidades do solo e das partículas, porosidade (total, macro e micro), curva de resistência mecânica do solo à penetração em função da umidade, condutividade hidráulica em condição de saturação e retenção de água no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Em 22/05/2008, foi instalado experimento com “plantio direto” dos citros na Fazenda Lagoa do



Coco, localizada no Município de Rio Real, Litoral Norte do Estado da Bahia, 11° 33' 43" S, 37° 52' 51" W, 182 m acima do nível do mar, pluviosidade média anual de 1.028 mm.

O delineamento experimental é inteiramente aleatorizado no esquema de parcelas subsubdivididas, com seis repetições. Nas parcelas constam dois sistemas de preparo do solo (aração até 0,25 m de profundidade e aração seguida de subsolagem nas linhas de plantio até 0,50 m de profundidade); nas subparcelas constam dois sistemas de plantio (mudas e "plantio direto", isto é plantio do portra-enxerto e enxertia no local definitivo do pomar); nas subsubparcelas constam cinco porta-enxertos (limoeiros 'Cravo' e 'Volkameriano', tangerineiras 'Sunki Tropical' e 'Cleopatra', e citrandarin 'Índio'), nos quais foram enxertadas três copas: laranja 'Pera', tangor 'Murcott' e limeira ácida 'Tahiti'

A amostragem do solo para a avaliação dos atributos físico-hídricos considerados no presente estudo foi feita no centro das camadas de 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m de profundidade, em quatro trincheiras abertas em cada parcela experimental, da área com tangor 'Murcott'. Para a avaliação da densidade do solo, resistência mecânica do solo à penetração e retenção, armazenagem e disponibilidade de água foram coletadas, em cada camada de solo, seis amostras indeformadas, utilizando-se cilindros com 0,051 m de altura e 0,048 m de diâmetro, totalizando 144 amostras; para a avaliação da condutividade hidráulica do solo saturado, porosidade total, macroporosidade e microporosidade foram coletadas duas amostras indeformadas, por camada, utilizando-se cilindros com 0,081 m de altura e 0,069 m de diâmetro, totalizando 48 amostras; para a avaliação da granulometria, textura e densidade das partículas do solo foram coletadas 24 amostras deformadas, as quais foram acondicionadas em bolsas plásticas com capacidade para 1,0 kg. Com tais amostras, avaliaram-se os distúrbios provocados no solo pelas hastes subsoladoras. Todas as determinações físicas do solo foram efetuadas de acordo com Embrapa (2011), exceto a resistência mecânica do solo à penetração relacionada com a umidade, que foi determinada de acordo com Tormena et al. (1998), e a retenção de água no solo, determinada em painéis de pressão conforme técnica descrita por Richards (1949), utilizando-se amostras indeformadas submetidas às tensões de 0,0; -0,001; -0,033; -0,10; -0,50; e -1,50 MPa. Para o ajuste das curvas características de retenção de água no solo utilizou-se a equação de Van Genuchten (1980):

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / [1 + a_h]^{n/m}$$

onde: θ é a umidade volumétrica ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_r é a umidade volumétrica residual a 1500 kPa (cm^3

cm^{-3}); θ_s é a umidade volumétrica de saturação ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); h é o potencial matricial ($\text{cm H}_2\text{O}$); α (**-cm**), m , n são parâmetros referentes às características do solo, determinados de forma empírica.

Os parâmetros α , m , n e os valores de θ_s e θ_r foram obtidos utilizando o software Soil Water Retention Curve (SWRC versão 3.00), desenvolvido por Dourado Neto et al. (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises granulométricas das três camadas de solo avaliadas mostraram uma diminuição no teor de areia total e aumento no teor de argila com a profundidade. Em todas as camadas avaliadas predominou a fração areia média (AM), seguida, em ordem decrescente de valores, da areia grossa (AG), areia fina (AF), areia muito fina (AMF) e areia muito grossa (AMG). A classe textural variou de franco-arenoso, na camada de 0-0,20 m, a franco-argiloarenoso, nas camadas subsequentes (Tabela 1).

Comparando-se as parcelas com e sem subsolagem, percebe-se que a subsolagem contribuiu para aumentar a porosidade total e a macroporosidade nas três profundidades avaliadas (Tabela 2). Os valores da porosidade bloqueada [porosidade bloqueada (P_b) = porosidade calculada (P_c) - porosidade determinada (P_d)] estão bem acima do máximo aceitável ($0,02 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), o que indica que houve algum problema no decorrer do processo de determinação da porosidade na mesa de tensão, particularmente na determinação da macroporosidade, cujos valores, independentemente do preparo do solo, estão abaixo do limite crítico ($0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) para a porosidade de aeração. Quanto à densidade das partículas (D_p), variou de 2,58 a 2,66 kg dm^{-3} ao longo do perfil, o que se deve à predominância de quartzo, feldspato e mica na massa do solo, cujas densidades situam-se dentro da faixa de 2,60 a 2,75 kg dm^{-3} (KIEHL, 1979).

A resistência mecânica do solo à penetração (RP, MPa), relacionada com a umidade volumétrica (θ , $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) na figura 1, aumentou com a profundidade do solo - o que está coerente com o aumento do teor de argila e da densidade do solo ao longo do perfil; independentemente do preparo do solo, tal resistência aumentou exponencialmente com a diminuição da umidade do solo; porém, nas três camadas avaliadas, a subsolagem contribuiu para diminuí-la: na camada de 0-0,20 m, o limite crítico de resistência (2,0 MPa, destacado com linha vermelha na figura 1) foi atingido quando o solo apresentou $0,203 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ de umidade volumétrica, na área sem subsolagem, e $0,161 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ na área com subsolagem; na camada de 0,20-0,40 m, o limite



crítico foi atingido quando o solo apresentou $0,346 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ de umidade volumétrica, na área sem subsolagem, e $0,192 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ na área com subsolagem; na camada de 0,40-0,60 m o limite crítico foi atingido quando o solo apresentou $0,335 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ de umidade volumétrica, na área sem subsolagem, e $0,243 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ na área com subsolagem. Resumindo: nas áreas não subsoladas o limite crítico de resistência à penetração foi atingido com o solo mais úmido, comparado com as áreas subsoladas. Uma maneira eficiente de diminuir a resistência do solo à penetração radicular é mantê-lo com umidade acima do limite crítico.

As curvas características de retenção da água no solo – relação energia de retenção (potencial matric) versus umidade – referentes às áreas sem e com subsolagem são apresentadas na figura 2. Essas curvas mostram uma redução nos teores de umidade com o aumento do potencial mátrico, tal como explicam Reichardt (1990) e Libardi (2002). No presente trabalho, independentemente do preparo do solo e das camadas avaliadas, percebe-se que, para um mesmo potencial matric, a retenção da água foi maior na área sem subsolagem, onde a macroporosidade do solo é menor; a subsolagem contribuiu para mudar o traçado das curvas em consequência da modificação provocada na estrutura do solo. A camada de 0-0,20 m de profundidade foi a que mais reteve água, possivelmente devido ao maior teor de matéria orgânica.

CONCLUSÕES

O Argissolo Amarelo Coeso avaliado apresentou as seguintes alterações em atributos físico-hídricos na camada de 0-0,60m, em função da prática da subsolagem: a) A subsolagem contribuiu para a melhoria de atributos físicos, com destaque para a diminuição da densidade do solo, aumento da macroporosidade e diminuição da resistência mecânica do solo à penetração; e b) A alteração na distribuição dos poros por tamanho causada pela subsolagem promoveu aumento da condutividade hidráulica saturada e redução da retenção.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo inestimável apoio financeiro; ao Engenheiro Agrônomo Roberto Toyohiro Shibata e familiares - proprietários da Fazenda Lagoa do Coco, parceiros na pesquisa e pioneiro exitoso no uso do “plantio direto” dos citros - pelo carinho com que tratam estudantes e pesquisadores e por fazerem dessa Fazenda uma extensão das demais instituições parceiras.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, J. L. Sistemas de manejo de um argissolo dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe cultivado com citros. Areia, Universidade Federal da Paraíba, 2006. (Tese de doutorado)
- BRITO, A. S.; NEVES, P. M.; REZENDE, J. de O.; MAGALHÃES, A. F. de J.; SHIBATA, R. T. e COSTA, J. A. Lima da Pérsia com porta-enxerto no local definitivo. Bahia Agríc., v.7, n.3, nov. 2006.
- CARVALHO, J.E.B. e VARGAS, L. Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Frutíferas. In: VARGAS, L; ROMAN, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. 2004. EMBRAPA. p. 481-517.
- DOURADO NETO, D. et al. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo, modelo Van Genuchten: Soil Water Retention Curve, SWRC. Version 3,00 beta. Piracicaba: USP, 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos e análise de solo. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- FONSÊCA, M. H. P. et al. Uso de propriedades físico-hídricas do solo na identificação de camadas adensadas nos Tabuleiros Costeiros, Sergipe. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 4, p. 368-373, 2007.
- KIEHL, E. J. Manual de edafologia – relação solo-planta. São Paulo: Ceres. p. 262 1979.
- LIBARDI, P. L. Dinâmica da água nos solos de Tabuleiro. In: ARAÚJO, Q. R. de. (Org.). 500 anos de uso do solo no Brasil. Ilhéus: UESC. p. 581-596. 2002.
- REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Editora Manole, 1990. 188 p.
- REZENDE, J. de O. Plantio direto de citros: mito ou realidade?. Revista Bahia Agrícola, v. 04, p. 72 - 85, 2013.
- RICHARDS, L. A. Method of measuring soil moisture tension. Soil Science, v. 68, p. 95-105, 1949.
- SOUZA, L. da S. Uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996, Cruz das Almas. Anais... Aracaju: Embrapa-CPATC/Embrapa-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, 1996. p. 36-75.
- SOUZA, L. da S.; SOUZA, L. D.; PAIVA, A. Q.; RODRIGUES, A. C. V.; RIBEIRO, L. da S.; Distribuição do sistema radicular de citros em uma toposequência de solos de Tabuleiro Costeiro do Estado da Bahia. R. Bras. Ci. Solo, v. 32, p. 503-513, 2008.
- TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. & LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, v. 22. p. 573-581, 1998.



VAN GENUCHTEN, M. T. A closed: form equation for predicting the hydraulic conductivity of usaturated soils. Soil Science Society of America Journal, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

Anexos:

Tabela 1. Análise granulométrica e textura do solo. Fazenda Lagoa do Coco, Município de Rio Real, Bahia.

Análise granulométrica (dispersão com NaOH 1 N)*									
PROFUNDIDADE (m)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	SILT	ARG	TEXTURA
	(g kg ⁻¹)								
0,0-0,20	20	250	310	180	30	790	40	170	Franco-arenoso
0,20-0,40	25	235	260	170	30	720	40	240	Franco-argiloarenoso
0,40-0,60	27	232	246	145	30	680	60	260	Franco-argiloarenoso

*AMG = Areia muito grossa; AG = Areia grossa; AM = Areia média; AF = Areia fina; AMF = Areia muito fina; AT = Areia total; ARG = Argila.

Tabela 2. Resultados da macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total determinada (PTd), porosidade total calculada (PTc), porosidade bloqueada (Pb), densidade das partículas do solo (Dp) e densidade do solo (Ds), referentes as áreas sem e com subsolagem. Fazenda Lagoa do Coco, Município de Rio Real, Bahia.

Prof. (m)	Ma ⁽¹⁾ (m ³ m ⁻³)	Mi (m ³ m ⁻³)	PTd (m ³ m ⁻³)	PTc (m ³ m ⁻³)	Pb (m ³ m ⁻³)	Dp (kg dm ⁻³)	Ds (kg dm ⁻³)
SEM SUBSOLAGEM							
0-0,20	0,07	0,27	0,34	0,42	0,08	2,61	1,51
0,20-0,40	0,05	0,25	0,30	0,36	0,06	2,62	1,68
0,40-0,60	0,03	0,26	0,29	0,35	0,06	2,58	1,68
COM SUBSOLAGEM							
0-0,20	0,08	0,30	0,38	0,41	0,03	2,62	1,55
0,20-0,40	0,06	0,30	0,36	0,41	0,05	2,66	1,57
0,40-0,60	0,05	0,30	0,35	0,36	0,01	2,59	1,66

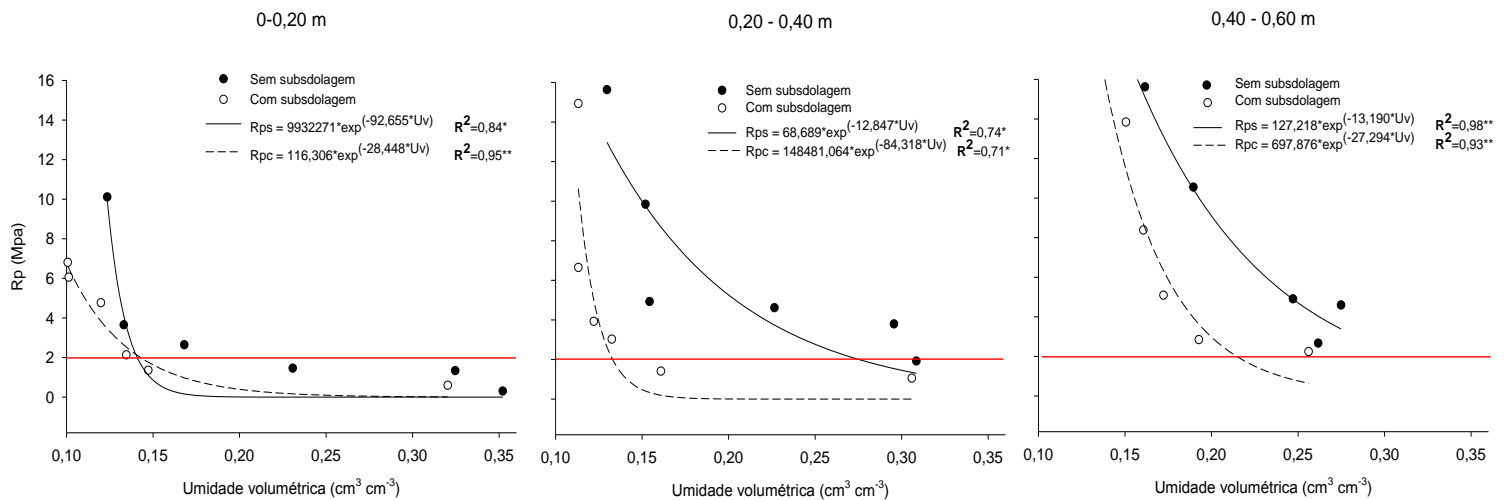


Figura 1. Curvas da resistência mecânica do solo à penetração (Rp) correlacionadas com a umidade, referentes às áreas com e sem subsolagem. A linha horizontal vermelha indica o limite crítico de resistência (RPC = 2,0 MPa) acima do qual o crescimento das plantas fica prejudicado.

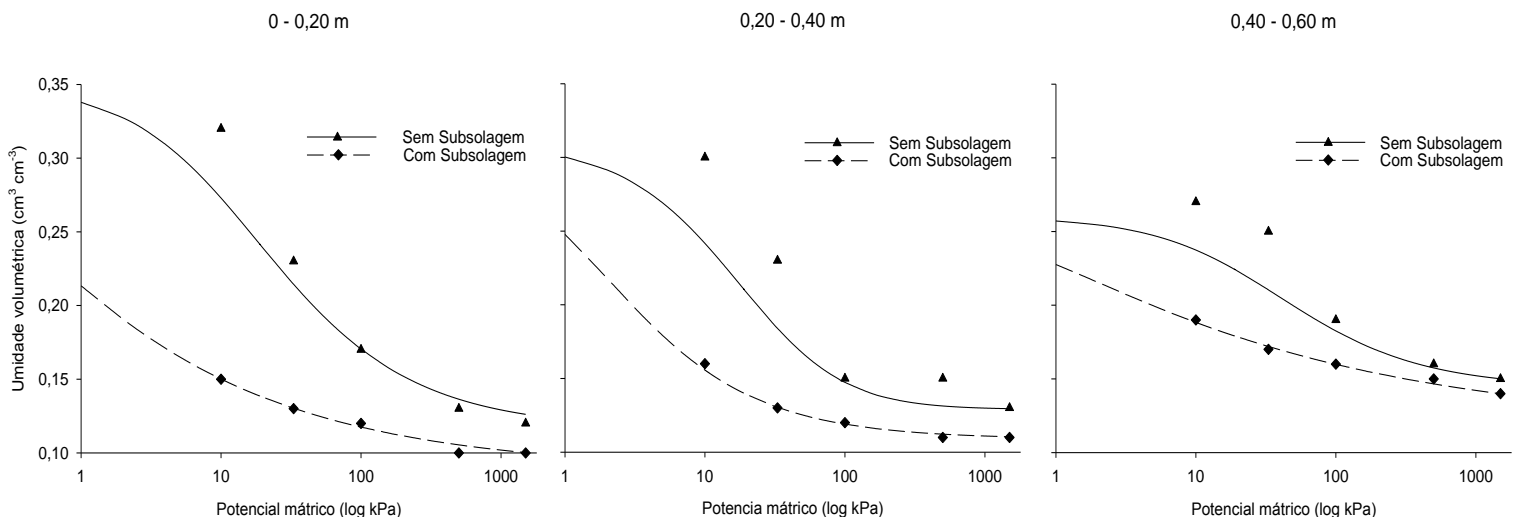


Figura 2. Curvas características de retenção da água no solo – relação energia de retenção (potencial matricial) versus umidade – referentes às áreas sem e com subsolagem. Para um mesmo potencial matricial, a retenção da água foi maior nas camadas de solo da área sem subsolagem. A camada de 0-0,20 m de profundidade foi a que mais reteve água, possivelmente devido ao maior teor de matéria orgânica.