
QUALIDADE FÍSICA DE UM LATOSSOLO COESO CULTIVADO COM 'TANGOR MURCOTT' COM E SEM SUBSOLAGEM

PHYSICAL QUALITY OF COHESIVE OXISOL CULTIVATED WITH 'TANGOR MURCOTT' WITH AND WITHOUT SUBSOILING

Valéria Peixoto Borges¹; José Fernandes de Melo Filho¹; Alexandro dos Santos Brito¹;
Joelito de Oliveira Rezende¹; Flávia Janaína Carvalho Brandão¹



Resumo: A presença dos horizontes coesos nos solos dos Tabuleiros Costeiros resulta em fortes restrições ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas cítricas, cuja principal consequência está relacionada à baixa produtividade e longevidade das plantas, alternadamente submetidas a períodos de restrição ou excesso de água. Diante desses problemas, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos da subsolagem nos atributos físicos, relacionados com a dinâmica da água e a resistência do solo à penetração nas camadas de 0 – 0,2 e 0,2 – 0,4 m, e em parâmetros de vigor de planta. Para tanto, aplicaram-se, em um Latossolo Amarelo Distrocoeso, para o cultivo de citros, dois tratamentos: T₁ – Sistema de preparo convencional (aração + gradagem) e T₂ – Subsolação com três hastas na linha de plantio. Decorridos seis anos da instalação do pomar, verificou-se que a subsolação é uma alternativa eficiente ao sistema convencional de preparo mecânico, tendo em vista que sua aplicação resultou em redução da densidade e da resistência do solo à penetração, com consequente aumento da porosidade total, da macroporosidade e da condutividade hidráulica do solo saturado. A subsolação também proporcionou maiores valores de diâmetros do caule e copa e altura de planta.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência à penetração; condutividade hidráulica, horizonte coeso.

Abstract: The Brazilian Coastal Tableland hardsetting soils exhibit some restrictions to citrus plants development, due to their cohesive horizons that make difficult the water distribution in soil profile, during the humid season, and the emission of new roots and the use of larger soil volume by root system, during the dry season, when the soil water content decreased. The objective of this work was to evaluate the physical soil attributes related to the soil water dynamics and the soil penetration resistance of the layers 0 – 0.2 and 0.2 – 0.4 m, using two treatments: T₁ – conventional management (plowing and harrowing) e T₂ – subsoiling with the three rippers on the plants line. After six years of the orchard installation, the subsoiling is a very beneficial practice to the these soils, since it provides better physical conditions to the plants, mainly in layer of 0.2 – 0.4 m, in the which is located part of cohesive horizon, decreasing the bulk density in 7.9 % and the soil penetration resistance in 53.53 % and increasing the soil porosity in 16.09 %, the macroporosity in 51.66 %, and the saturated hydraulic conductivity in 69.56 %.

KEY WORDS: Penetration resistance; hydraulic conductivity; cohesive horizon.

¹ Professora Doutora do Depto. de Solos e Engenharia Rural - Centro de Ciências Agrárias - UFPB, valeria@cca.ufpb.br;

¹ Professor Doutor do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - UFRB;

¹ Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi;

¹ Professor Emérito da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia;

¹ Doutora em Ciência do Solo, Consultora da Empresa Agrotopo Engenharia.

Recebido: 08/02/2017 – Aprovado: 23/10/2017

INTRODUÇÃO

Os principais municípios produtores de citros do Estado da Bahia estão localizados no ecossistema dos Tabuleiros Costeiros, onde os Latossolos Amarelos e os Argissolos são predominantes. Nestes solos, a presença de horizontes coesos reduz a profundidade efetiva, prejudicando a dinâmica da água, a circulação de ar e, principalmente, o aprofundamento do sistema radicular das plantas. Estas condições afetam a água disponível, a disponibilidade de oxigênio e a resistência do solo à penetração e interferem diretamente no desempenho fisiológico das plantas cítricas (KELLER et al., 2015; ASGARZADEH et al., 2010; FIDALSKI et al., 2010; MOREIRA et al., 2014).

Uma alternativa para a superação destas limitações dos solos coesos é o uso de subsoladores, pois seus órgãos ativos promovem corte profundo no solo, rompendo o arranjo cerrado das partículas sem alterar a ordem natural dos horizontes (REZENDE, 2000), uma vez que não revolve o solo.

Para as condições dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, o efeito da subsolagem na produtividade das culturas cítricas é altamente significativo. Ao estudar a influência da subsolagem na produção e produtividade de lima da Pérsia semeada no local definitivo, Brito et al. (2006) verificaram que a subsolagem apresentou potencial para facilitar o desenvolvimento do sistema radicular e da raiz pivotante das plantas.

A subsolagem é uma prática bastante útil para o problema de horizontes coesos subsuperficiais encontrados nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros, pois proporciona aumento

da porosidade, da condutividade hidráulica do solo saturado e diminuição da densidade do solo (NACIF et al., 2008). Entretanto, a sua efetividade depende da umidade do solo no momento da execução, sendo sugerida um conteúdo de água no solo correspondente a 80% da capacidade de campo (SASAKI et al., 2007). Quando realizada em conjunto com práticas vegetativas que possibilitem a ocupação do volume adensado desses solos, com sistemas radiculares agressivos e abundantes, pode contribuir muito na melhoria da estruturação e porosidade do solo, com forte influência positiva também na condutividade hidráulica do subsolo (DEXTER et al., 2004).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos da subsolagem nos atributos físicos relacionados com a dinâmica da água e a resistência do solo à penetração para o cultivo de citros em um Latossolo Amarelo Distrocoeso.

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação foi realizado na Fazenda Lagoa do Coco, município de Rio Real – BA, em um pomar instalado em 1998 com Tangor Murcott enxertado em limão Volkameriano (espaçamento de 5 x 7 m), localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 11°34'25" latitude Sul e 37°52'58" longitude Oeste e altitude de 182 m, com precipitação pluvial média de 960 mm ano⁻¹. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso (Rocha, 2001) apresentando os três primeiros horizontes (A_p, A₂ e AB) mais arenosos e os demais com um pouco mais de argila (Tabela 1).

Tabela 1. Composição granulométrica, argila natural e grau de floculação para os horizontes pedológicos.

| Horizonte | Composição granulométrica (g kg ⁻¹) | | | | | Classe textural | Argila natural (g kg ⁻¹) | Grau floc. (%) |
|-------------------|--|---------------|--------------|------------|-------|-----------------------|---|-------------------|
| | Símbolo | Prof. (cm) | Areia grossa | Areia fina | Silte | | | |
| A _p | 0-5 | 680 | 120 | 160 | 40 | Areia franca | 40 | - |
| A ₂ | 5-23 | 620 | 110 | 100 | 170 | Franco arenoso | 40 | 76 |
| AB | 23-55 | 600 | 110 | 100 | 190 | Franco arenoso | 40 | 79 |
| BA | 55-72 | 580 | 100 | 110 | 210 | Franco argilo arenoso | 20 | 90 |
| BA/B _w | 72-96 | 570 | 90 | 120 | 220 | Franco argilo arenoso | 20 | 91 |
| B _{w1} | 96-135 | 510 | 120 | 110 | 260 | Franco argilo arenoso | 20 | 92 |
| B _{w2} | 135+ | 610 | 90 | 60 | 240 | Franco argilo arenoso | 20 | 91 |

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (T₁ - Preparo do solo convencional com uma aragem e uma gradagem, e T₂ - Subsolação com três hastas na linha de plantio, até a profundidade de 0,6 metros). Para os parâmetros de vigor de plantas (diâmetros de copa e caule e altura de plantas) foram utilizadas 36 repetições e para os atributos do solo avaliados foram utilizadas seis repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

As amostragens foram realizadas numa transeção de 40 m, na linha de plantio, tomando-se o centro da distância entre duas plantas (espaçamento de 5,0 m) como ponto de coleta. Para avaliação da densidade do solo; porosidade total, macro e micro e condutividade hidráulica do solo saturado (K_0) foram utilizadas amostras indeformadas, coletadas com extrator de Uhland e anéis volumétricos com as seguintes dimensões: 0,07 m de diâmetro e 0,07 m de altura. No laboratório, as amostras foram convenientemente preparadas, retirando o excesso de solo do cilindro, com auxílio de faca de serra fina, e a colocação, na extremidade inferior de cada uma, de recorte de silk-screen,

preso com borracha, para evitar perdas de material.

A porosidade do solo foi determinada utilizando-se mesa de tensão (KIEHL, 1979), na qual as amostras foram equilibradas na tensão de 6,0 kPa m para a separação da macro e microporosidade. A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, conforme Embrapa (1999).

A condutividade hidráulica saturada foi determinada pelo método do permeâmetro de carga constante e calculada pela equação 1, descrita por Libardi (2005):

$$K_0 = \frac{V_A L}{At(h + L)},$$

em que, K_0 é a condutividade hidráulica do solo saturado, em mm h⁻¹; t é o tempo, em horas; V_A – volume percolado no tempo t , em mm³; A – área da seção transversal da amostra, em mm²; L – comprimento da amostra, em mm; h – potencial de pressão (carga hidráulica) no topo da amostra. Esse método é originado da experiência de Darcy, uma vez que a condutividade hidráulica é medida em função da relação entre densidade de fluxo (volume de água que passa por certa seção, num certo tempo) e o gradiente de potencial total para um sistema em regime estacionário.

A resistência à penetração foi quantificada com penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar - Stolf (STOLF et al, 1983). Para realizar essa determinação, a superfície do solo foi devidamente limpa, removendo-se restos culturais, e posicionando-se adequadamente a base do penetrômetro na superfície do solo. O procedimento adotado foi o de manter a espessura de solo a mais uniforme possível em função do número de impactos, ou seja, para camadas de solo menos densa, o número de impactos foi menor. Para o cálculo da resistência do solo à penetração foi utilizada a equação de Stolf (1991), multiplicando-se o resultado pela constante 0,098 com o objetivo de transformar o número de impactos dm^{-1} em MPa:

$$R = (5,6 + 6,89N) \times 0,098$$

em que, N é o número de impactos dm^{-1} .

Os parâmetros de vigor das plantas consistiram na medida dos diâmetros do caule e da copa, e da altura de plantas. O diâmetro do caule foi feito com a utilização de um paquímetro digital, sendo que a medida foi feita a 0,1 m acima do ponto de enxertia. O diâmetro da copa medido no terço médio da copa, com o auxílio de uma fita métrica. A altura de plantas foi realizado com a utilização de um instrumento com haste telescópica, na qual foi fixada uma

fita métrica, medindo da superfície do solo até o ramo mais apical.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do solo é semelhante nos primeiros 0,20 m de profundidade, tanto para preparo convencional quanto para subsolagem (Tabela 2). Entretanto, a subsolagem diminui a densidade do solo na camada de 0,2–0,4 m. Apesar deste efeito positivo na camada de 0,2 – 0,4 m, os valores em ambas as condições estão dentro dos limites médios citados por Kiehl (1979), cujos resultados para densidade desta classe de solo variaram de 1400 a 1790 kg m^{-3} , assemelhando-se às densidades do solo encontradas por Souza (1997) e Nacif et al. (2008). Levando-se em conta diferentes solos Coesos e estabelecendo uma densidade do solo de 1530 kg m^{-3} como limitante (LIMA et al., 2014), verifica-se que, apesar da subsolagem, a densidade do solo na camada de 0,2-0,4 m apresentou-se limitante ao crescimento e desenvolvimento vegetal, muito embora a mesma tenha resultado em significativa redução da densidade do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Macroporosidade (M_a), microporosidade (M_i), porosidade total (P_t) e densidade do solo (D_s) para preparo convencional (T_1) e subsolagem (T_2)

| Tratamento | D_s kg m^{-3} | Porosidade | | |
|-------------|-----------------------------|------------|-------------------------------------|----------|
| | | M_a | M_i $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ | P_t |
| 0,0 – 0,2 m | | | | |
| T_1 | 1490 a* | 0,2345 a | 0,1746 a | 0,4091 a |
| T_2 | 1510 a | 0,2026 b | 0,1769 a | 0,3794 b |
| 0,2 – 0,4 m | | | | |
| T_1 | 1770 a | 0,1293 a | 0,1814 a | 0,3107 a |
| T_2 | 1630 b | 0,1961 b | 0,1646 a | 0,3607 b |

* Letras diferentes nas colunas indicam que as médias são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A subsolagem promoveu aumento de 51,66 % da macroporosidade em subsuperfície (0,2 - 0,4 m), o que é coerente, tendo em vista que

práticas de manejo que proporcionam diminuição da densidade do solo, propiciam aumento da porosidade. Resultados semelhantes

foram obtidos por Santana et al. (2006) que ao caracterizarem um Latossolo Amarelo e um Argissolo Acinzentado, ambos Coesos, estimaram macroporosidade de 0,092 e 0,181 m³ m⁻³, respectivamente.

O manejo desses solos Coesos com aporte de matéria orgânica tem-se mostrado essencial, sobretudo na camada superficial mais arenosa. Ao comparar com uma mata nativa, observa-se que há menor incremento da densidade do solo quando o conteúdo de matéria orgânica aportado é maior, influenciando na retenção de água, estabilidade de agregados, aeração do solo e, em contrapartida, na movimentação de água no solo (VASCONCELOS et al., 2014). Dessa maneira, a integração de manejos, sobretudo ação mecânica e aporte de matéria orgânica, podem tornar o efeito da subsolagem mais resiliente, evitando o agravamento da condição física.

A diminuição de 7,9% na densidade do solo promoveu melhoria na macroporosidade. Além disso, a presença de horizontes superficiais arenosos e a estrutura maciça do horizonte coeso, mais profundo, propiciaram uma maior eficiência da subsolagem na melhoria desse atributo do solo na profundidade com pior condição física, a qual foi uma das hipóteses levantadas.

Na mesma profundidade, os valores para o manejo convencional aproximaram-se do limite inferior de porosidade de aeração de 0,10 mm⁻³, para a maioria das culturas (COLLIS-GEORGE, 1953; GRABLE & SIEMER, 1968; SILVA et al., 1994; GUEDES FILHO et al., 2013; MOREIRA et al., 2014), abaixo do qual o crescimento das raízes é comprometido. A macroporosidade é um atributo importante para avaliar o desempenho dos sistemas de manejo, pois poros deste diâmetro possibilitam a drenagem de água e impedem a formação de zonas saturadas, promovendo boas condições tanto para as raízes quanto para a macro e microfauna do solo, concorrendo também para o aumento da produtividade do citros (REZENDE, 2000).

A microporosidade não foi afetada pelas condições de manejo do solo. O qual tem mais efeitos sobre o volume de macroporos do que sobre o volume de microporos, sendo estes mais influenciados pela textura e teor de C orgânico (BERTOL, 2004). A porosidade total seguiu a mesma tendência da macroporosidade, ressaltando-se que, para ambos os tratamentos, os valores estão próximos do limite inferior da faixa de 0,30 - 0,60 m m⁻³, citada por Kiehl (1979) para a maioria dos solos.

A condutividade hidráulica saturada (K_0), da camada superficial (0-0,20 m), foi classificada como moderada a rápida (BEUTLER et al, 2001) para os dois tratamentos (Figura 1). Na camada de 0,2 - 0,4 m, os tratamentos foram significativamente diferentes, e a K_0 foi considerada lenta a moderada no preparo convencional (T_1) e moderada com a subsolagem (T_2), devido à elevação em 69,56 %. Este resultado decorre do aumento da porosidade na área que foi subsolada, o que resulta, consequentemente, em melhor distribuição de água através das diferentes camadas do solo, garantindo reserva para os períodos mais secos e aeração adequada na época chuvosa.

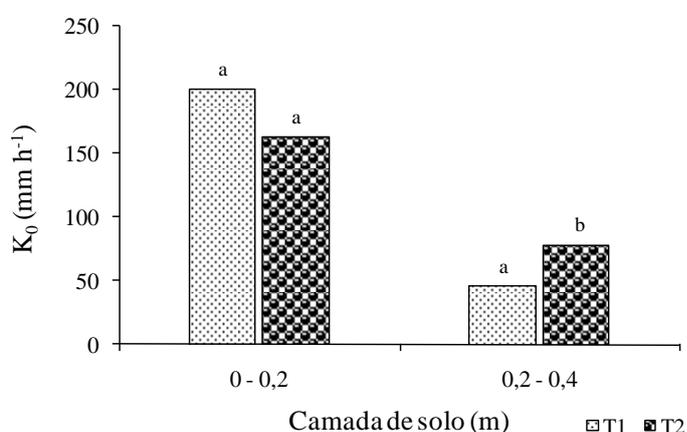


Figura 1. Condutividade hidráulica saturada em função dos tratamentos de preparo do solo convencional (T_1) e subsolagem (T_2).

A redução da condutividade hidráulica entre áreas preservadas (mata nativa) e agrossistemas implantados em solos coesos tem

sido constatada, bem como entre sistemas de manejo com menor aporte de matéria orgânica (VASCONCELOS et al., 2014). A adoção de um sistema com grande adição de matéria orgânica nem sempre favorece a estruturação do solo a curto e médio prazos, de modo a proporcionar redistribuição adequada da água no perfil do solo, em decorrência do tráfego de máquinas, o qual imprime sobrepressão ao solo, e da ausência de plantas de cobertura intercaladas no tempo, as quais auxiliam na estruturação do solo e criação de bioporos relacionados com a redistribuição da água e aeração do solo.

O resultado de uma alta densidade e da reduzida macroporosidade é a presença de alta resistência à penetração (Figura 2). A área não subsolada apresentou maior resistência à penetração, principalmente na profundidade 0,2 - 0,4 m, na qual foi classificada como alta (BEUTLER et al, 2001). A subsolagem provocou significativa diminuição da resistência à penetração, com valores correspondentes às classes baixa e moderada, em 0,0 - 0,2 m e 0,2 - 0,4 m, respectivamente, sendo que na camada de 0,2 a 0,4 m promoveu redução de 53,53 %.

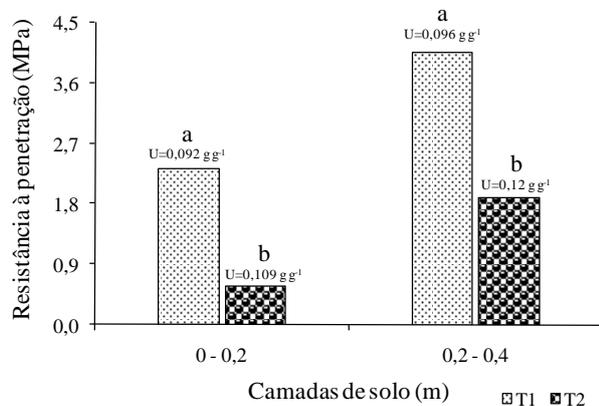


Figura 2. Resistência do solo à penetração em função dos tratamentos de preparo do solo convencional (T₁) e subsolagem (T₂) e as respectivas umidades a base de massa. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Condições mais propícias para o desenvolvimento das raízes resultam em melhor aproveitamento de ar, água e dos nutrientes disponíveis, refletindo na parte aérea da planta, tornando-as mais vigorosas, conforme verificaram Rocha (2001) e Brito et al (2006), com reflexos positivos na produtividade das plantas cítricas.

Diante destes resultados, é possível confirmar que o horizonte coeso submete as plantas cítricas a condições muito prejudiciais ao longo do ano (MELO FILHO et al., 2007), uma vez que essa região possui duas estações climáticas bem definidas: uma seca e outra úmida. Na estação seca, a diminuição da umidade do solo torna a resistência do solo impeditiva ao desenvolvimento de novas raízes e na estação úmida, a distribuição da água no perfil do solo fica extremamente dificultada devido à baixa condutividade hidráulica da camada de solo onde se encontra o horizonte coeso, além da possibilidade de tornar a camada superficial do solo saturada e, conseqüentemente, provocar prejuízos ao sistema radicular por falta de aeração adequada, uma vez que a condutividade hidráulica saturada da camada (0 - 0,2 m) superficial foi muito superior.

O preparo do solo com subsolagem também proporcionou maior vigor às plantas, as quais tiveram maiores valores de diâmetros de caule e copa e maior altura das plantas (Figura 3). Considerando as restrições físicas ao desenvolvimento radicular e ao movimento da água no perfil do solo, a melhoria da qualidade física, por meio da subsolagem, proporcionou maior vigor das plantas. Além disso, tais efeitos se prolongaram por seis anos, não havendo nivelamento desses parâmetros ao longo desse tempo.

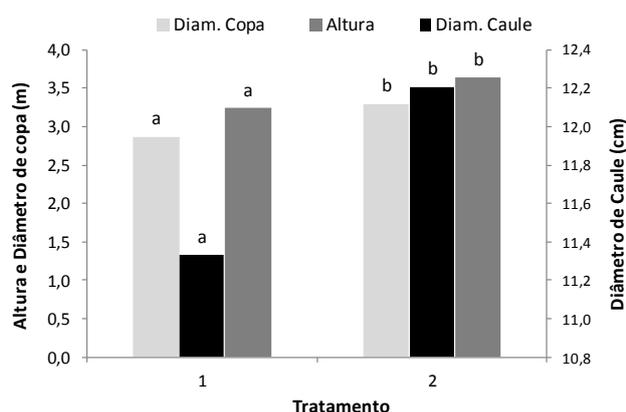


Figura 3. Diâmetros de caule e copa e altura de plantas em função dos tratamentos de preparo do solo convencional (T_1) e subsolagem (T_2). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a subsolagem melhorou os atributos físicos avaliados, reduzindo a densidade e a resistência do solo à penetração e aumentando a porosidade total, a macroporosidade e a condutividade hidráulica saturada, sendo uma prática mecânica que melhora as condições físicas do solo coeso para a produção citrícola.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fruticultor Roberto Toyohiro Shibata, proprietário da Fazenda Lagoa do Coco, pela concessão da área para instalação do experimento e pelo apoio operacional durante todas as etapas da pesquisa; e à Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASGARZADEH, H.; MOSADDEGHI, M.R.; MAHBOUBI, A.A.; NOSRATI, A.; DEXTER, A.R. Soil water availability for plants as quantified by conventional available water, least limiting water range and integral water capacity. **Plant Soil**, v. 335, p. 229-244, 2010.

BERTOL, I et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.28, n.1, p.155-163, 2004.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.167-177, 2001.

BRITO, A.S.; NEVES, P.M.; REZENDE, J.O.; MAGALHÃES, A.F.J.; SHIBATA, R.T.; COSTA, J.A. Lima da Pérsia com porta-enxerto semeado no local definitivo. **Bahia Agrícola**, v.7, n.3, p.61-71, 2006.

COLLIS-GEORGE, N. Relationship between air and water permeabilities in porous media. **Soil Science**, v.76, n.4, p. 239-250, 1953.

DEXTER, A.R. Soil physical quality: Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about Stheory. **Geoderma**, v. 120, p. 227-239, 2004.

DEXTER, A.R.; CZYZ, E.A.; GATE, O.P. Soil structure and the saturated hydraulic conductivity of subsoils. **Soil and Tillage Research**, v. 79, p. 185-189, 2004.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, **EMBRAPA-CNPS**, 1997.212p.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. Limiting water range and physical quality of soil under groundcover management systems in citrus. **Scientia agricola**, 67: 448-453, 2010.

GUEDES FILHO, O.; BLANCO-CANQUI, H.; SILVA, A.P. Least limiting water range of the soil seedbed for long-term tillage and cropping systems in the central Great Plains, USA. **Geoderma**, v. 207-208, p. 99-110, 2013.

KELLER, T.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; GIAROLA, N.F.B.; CAVALIERI, K.M.V.;

- STETTLER, M.; ARVIDSSON, J. Soil Flex-LLWR: linking a soil compaction model with the least limiting water range concept. **Soil Use Manage.** V. 31, p. 321-329, 2015.
- KIEHL, E. J. Manual de Edafologia. São Paulo, **Ceres**, 1979. 262 p.
- LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop productions. **Advances in Soil Science**, v. 1, p. 277-294, 1985.
- LIBARDI, P. L. Dinâmica da água no solo. São Paulo: **Editora da Universidade de São Paulo**, 2012. 335 p.
- LIMA, H.V.D.; SILVA, A.P.; GIAROLA, N.F.B.; IMHOFF, S. Index of soil physical quality of hardsetting soils on the brazilian coast. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1722-1730, 2014.
- MELO FILHO, J.F.; SOUZA, A.L.V.; SOUZA, L.S. Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um Latossolo Amarelo Coeso dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1599-1608, 2007.
- MOREIRA, F.R.; DECHEN, S.C.F.; SILVA, A.P.; FIGUEIREDO, G.C.; MARIA, I.C.; ESSONI, P.T. Intervalo hídrico ótimo em um Latossolo vermelho cultivado em sistema semeadura direta por 25 anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 118-127, 2014.
- REZENDE, J.O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador, **SEAGRI – SPA**, 2000. 117 p.
- ROCHA, E. S. Efeitos da subsolagem e da correção da acidez em Latossolo Amarelo Coeso dos Tabuleiros Costeiros e conseqüências no comportamento de limão Tahiti e tangor ‘Murcott’. Cruz das Almas, Universidade Federal da Bahia, 2001. 169p. (Tese de Mestrado).
- SANTANA, M.B.; SOUZA, L.S.; SOUZA, L.D.; FONTES, L.E.F. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. **Rev. Bras. Cienc. Solo.** V. 30, p. 1-12, 2006.
- SASAKI, C. M., GONÇALVES, J. L. M. e Da SILVA, A. P. Ideal subsoiling moisture content of Latosols used in forest plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 243, n. 1, p. 75-82, 2007.
- SILVA, A. P.; KAY, B D; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, n.6, p. 1775-1781, 1994.
- SOUZA, L. S. et al. Porosidade e condutividade hidráulica em solos dos Tabuleiros costeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997-Rio de Janeiro, -Anais... Rio de Janeiro: **SBCS**, 1997. 494 p.
- STOLF, R. et al. Recomendação para o uso de penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar – Stolf. **STAB**, v.1, p. 18-23, 1983.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p. 229-235, 1991.
- VASCONCELOS, R.F.B.D.; SOUZA, E.R.D.; CANTALICE, J.R.B.; SILVA, L.S. Qualidade física de Latossolo Amarelo de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 381-386, 2014.