



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

EFEITO DA SUBSOLAGEM SOBRE ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO ARGISSÓLICO CULTIVADO COM CITROS NO ESTADO DA BAHIA

Carlos Humberto Calfa⁽¹⁾; Phylipe Veiga de Macêdo⁽²⁾; Devison Souza Peixoto⁽³⁾; Edmar Oliveira da Silva⁽⁴⁾; Geraldo da Silva Vilas Boas⁽⁵⁾; Joelito de Oliveira Rezende⁽⁶⁾; Luciano da Silva Souza⁽⁷⁾; Carlos Alberto da Silva Ledo⁽⁸⁾, Roberto Toyohiro Shibata⁽⁹⁾

⁽¹⁾ Doutorando do Curso de Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos; Instituto de Geociências; Universidade Federal da Bahia (UFBA) bolsista da Capes; ^(2,3,4) Discentes do curso de Agronomia; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB); 44380-000 Cruz das Almas, Bahia, phylipe.macedo@agronomo.eng.br; ⁽⁵⁾ Doutor, Professor do Instituto de Geociências da UFBA; ^(6, 7) Doutores, docentes do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB); 44.380-000 Cruz das Almas, Bahia; ⁽⁸⁾ Doutor, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical; Rua Embrapa, s/n; 44.380 Cruz das Almas, Bahia; ⁽⁹⁾ Engenheiro Agrônomo, Fazenda Lagoa do Coco, Rio Real-BA.

Resumo – Na Bahia, a citricultura desenvolve-se principalmente na Grande Unidade de Paisagem Tabuleiros Costeiros, cujos principais solos (Latosolos e Argissolos) apresentam horizontes densos, limitantes para o desenvolvimento das plantas. Por isso, procurou-se avaliar a influência da subsolagem em um Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico cultivado com citros no Litoral Norte do Estado. O delineamento experimental é blocos ao acaso, com cinco tratamentos de preparo do solo idealizados para provocar distúrbios crescentes na zona de crescimento radicular das plantas: 1- aração + gradagem (convencional); 2 - subsolagem com uma haste nas linhas de plantio; 3 - subsolagem cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio; 4 - subsolagem com três hastes (haste central na linha de plantio); 5 - subsolagem cruzada, com três hastes (haste central na linha de plantio). Foram avaliados os seguintes atributos físicos do solo: densidade e porosidade do solo, condutividade hidráulica do solo saturado e resistência mecânica do solo à penetração. A diminuição da densidade do solo, aumento da macroporosidade - com consequente aumento da condutividade hidráulica e diminuição da resistência mecânica à penetração ao longo do perfil - mostraram que a subsolagem contribuiu para a melhoria da estrutura do solo ao longo do perfil.

Palavras-Chave: Tabuleiros Costeiros, citricultura, manejo, preparo do solo.

INTRODUÇÃO

O Estado da Bahia é o segundo maior produtor nacional de citros e o primeiro do Nordeste. Só de laranja são 76.019 ha de área plantada, 61.148 ha de área colhida e produção de 987.813 t (IBGE, 2009). Contudo, de uma maneira geral, na faixa dos Tabuleiros Costeiros as plantas apresentam baixo vigor vegetativo, reduzida longevidade e produtividade média baixa (cerca de 15,0 t ha⁻¹) comparativamente

aos mesmos cultivos em outras unidades de paisagem, devido a uma relação solo-planta fortemente influenciada pela baixa disponibilidade de nutrientes, acidez elevada e pela estrutura peculiar dos horizontes densos (Rezende, 2000; 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-lhe benefícios na aeração, infiltração de água e disponibilidade de nutrientes para as plantas, além da redução da resistência do solo à penetração radicular. Lanças (2002), explica que o escarificador e o subsolador, têm como princípio básico o rompimento do solo por propagação de trincas, mantendo a ordem natural de seus horizontes, isto é, sem inverter a leiva. Para isso, dispõem de hastes que são cravadas no solo e provocam o seu rompimento para frente, para cima e para os lados, ou seja, o solo não é cortado como na aração e ou gradagem e sim rompido nas suas linhas de fratura ou através das interfaces de seus agregados.

Pesquisas com subsolagem em solos coesos dos Tabuleiros Costeiros mostraram resultados benéficos em atributos físico-hídricos desses solos (Anjos, 2006; Brito, 2006; Nacif et al., 2008). Rezende et al. (2002) ao avaliarem o efeito do preparo do solo no crescimento do sistema radicular de tangor Murcott, em solo coeso de tabuleiro costeiro, verificaram que a subsolagem melhorou o ambiente radicular das plantas: as plantas cítricas mais desenvolvidas, vigorosas e com frutos de melhor qualidade foram aquelas cujas raízes exploraram um volume maior de solo perturbado pelas hastes subsoladoras. Carvalho e Vargas (2004) relatam que a subsolagem promoveu melhoria das condições físicas do solo tais como: maior retenção de água, elevação na porosidade total, macroporosidade, e redução na microporosidade e na densidade do solo. Entretanto, Minatel et al. (2006), afirmam que o manejo com subsolagem em pomares de citros em São Paulo não apresentou efeito significativo. Observa-se, portanto, que os efeitos da subsolagem são

contraditórios, carecendo de mais pesquisas para avaliação dos efeitos dessa prática no solo e nos sistemas de cultivo, em virtude da grande variabilidade dos resultados que têm sido obtidos (Anjos, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da subsolagem na porosidade, densidade do solo, resistência mecânica do solo à penetração e condutividade hidráulica de um Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico representativo da região, cultivado com citros.

MATERIAL E MÉTODOS

Em 2000, o experimento foi instalado na Fazenda Lagoa do Coco, município de Rio Real (Litoral Norte do Estado da Bahia), a 170 metros de altitude (Figura 1). O clima local é quente e úmido (As, pela classificação de Köppen), com temperatura média anual de 24,1°C e pluviosidade média anual de 1100 mm. O delineamento experimental é inteiramente casualizado, com cinco parcelas experimentais de 24,0 m x 145,0 m destinadas aos tratamentos de preparo do solo - idealizados para provocar distúrbios crescentes na zona de crescimento radicular das plantas (Figura 2): 1) aração + gradagem; 2) aração + gradagem + subsolagem com uma haste nas linhas de plantio; 3) aração + gradagem + subsolagem cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio; 4) aração + gradagem + subsolagem com três hastas nas linhas de plantio; 5) aração + gradagem + subsolagem cruzada, com três hastas, nas linhas de plantio. Em todos os tratamentos, foi utilizada uma grade pesada, regulada para uma profundidade de 0,25 m; a subsolagem foi feita com subsolador de três hastas, modelo DMB, com sistema hidráulico de transporte pneumático acoplado a um trator de pneus de 130 CV e tração 4 x 4. As hastas subsoladoras, dotadas de ponteiros com asas, medem 0,60 m de comprimento. A frente de serviço foi regulada para largura máxima (2,0 m) e a haste central foi direcionada para trabalhar sobre as linhas de plantio. A velocidade operacional do trator e a devida regulagem do subsolador, a exemplo do espaçamento entre as hastas, asseguraram um eficiente rompimento do solo na profundidade de corte entre 0,40 e 0,45 m.

No ano 2000, a semeadura do porta-enxerto (limão Volkameriano) foi feita no local definitivo do pomar, em covas espaçadas de 7,0 m x 5,0 m, totalizando 285 plantas por hectare. A enxertia foi feita *in loco* seis meses após o plantio, utilizando borbulhas do cultivar lima da Pérsia, produzidas em ambiente protegido a fim de assegurar a sanidade das plantas.

Em outubro de 2010 (dez anos após a subsolagem), abriram-se trincheiras ao acaso, no sentido perpendicular às linhas de plantio. Sobre essas linhas, foram coletadas amostras de solos indeformadas para análises, feitas de acordo com Embrapa (1997), exceto a resistência mecânica do solo à penetração, determinada até a profundidade de 0,6 m com o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf (Sto et al., 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 (A - E) mostra os resultados dos efeitos do preparo do solo nos atributos físicos avaliados, nos tratamentos 1 a 5. Esses resultados foram analisados estatisticamente, gerando-se uma matriz de correlação (coeficiente de Pearson) pelo programa estatístico SAEG versão 9.0 da Fundação Arthur Bernardes/UFV de 2006 (Tabela 1). As correlações confirmam o seguinte: quanto maior a densidade do solo, menor a porosidade e a condutividade hidráulica do solo saturado; por outro lado, quanto maior a densidade do solo, maior resistência mecânica do solo à penetração. A correlação entre esses dados foi altamente significativa, indicando que a subsolagem beneficiou significativamente a estrutura do solo ao longo do perfil.

Em todas as parcelas experimentais, os valores da resistência mecânica do solo à penetração no volume atingido pelos implementos agrícolas foram menores do que 2,0 MPa, considerado por Arshad et al. (1996) como limite crítico acima do qual o crescimento do sistema radicular das plantas fica em geral prejudicado. Resultados semelhantes foram obtidos por Prado et al. (2002) e Tormena et al. (2002). No caso das parcelas subsoladas (tratamentos 2 a 5), isso ocorreu a maiores profundidades. Convém destacar que esse efeito da subsolagem na resistência mecânica do solo à penetração tem-se mantido desde a instalação do experimento (ou seja, durante dez anos), contrariando a afirmativa de pesquisadores segundo os quais os efeitos de tal prática na estrutura do solo são efêmeros. Certamente isso deve ocorrer em sistemas agrícolas que exigem mobilização sistemática do solo como, por exemplo, em áreas cultivadas com culturas temporárias.

CONCLUSÕES

1. A diminuição da densidade do solo e da resistência mecânica do solo à penetração concomitantemente com o aumento da macroporosidade e da condutividade hidráulica do solo saturado nos horizontes Ap e AB, mostra que a subsolagem contribuiu para a melhoria da estrutura do solo – o que certamente favorecerá os fluxos de ar, água e nutrientes ao longo do perfil e, conseqüentemente, o crescimento radicular das plantas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é parte da tese de doutorado de Carlos Humberto Calfa, aluno do Curso de Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), realizado em parceria com o Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB-CCAAB) e com a Fazenda Lagoa do Coco. Os autores agradecem à família do Sr. Rokuro Shibata, proprietária da Fazenda Lagoa do Coco, pelo inestimável carinho com que trata estudantes e pesquisadores, e por fazer 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)
- ARSHAD, M. A.; LOWERY, B. e GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, J.W.; Jones, A.J.

(ed.). Methods for assessing soil quality. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141 (SSSA Special publication 49).

- 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 Agrícola*, 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análises do solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura de do Abastecimento, 1997. 221p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Levantamento Sistemático da produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil / Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, v.21, n.04, p.1-80, abr. 2009. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est. Acesso em: 20/05/2010.
- MINATEL, A. L. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. e NATALE, W. Efeitos da subsolagem e da adubação verde nas propriedades físicas do solo em pomar de citros. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, 26:86-95, 2006.
- MOREAU, A. M. S. S. dos; KER, J. C.; COSTA, L. M. e GOMES, F. H. Caracterização de solos de duas NACIF, P. G. S.; REZENDE, J. de O.; FONTES, L. E. F.; topossequências em tabuleiros costeiros do sul da Bahia. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:1007-1019, 2006.
- NACIF, P. G. S.; REZENDE, J. de O.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M. e COSTA, O. V. Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um latossolo amarelo distrocoeso do estado da Bahia.
- PRADO, R. M.; ROQUE, C. M. e SOUZA, Z. M. Sistemas de preparo e resistência a penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37:1795-1801, 2002.
- REZENDE, J. de O. Solos coesos dos tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI/SPA, 2000. (Série Estudos Agrícolas, 1).
- REZENDE, J. DE O.; MAGALHÃES, A. F. DE J.; SHIBATA, R. T.; ROCHA, E. S.; FERNANDES, J. C.; BRANDÃO, F. J. C.; REZENDE, V. J. R. P. Citricultura nos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros: análise e sugestões. Salvador, BA: SEAGRI: SPA, 97 p. 2002 (Série Estudos Agrícolas, 3).
- SOUZA, L. da S.; SOUZA, L. D.; PAIVA, A. de Q.; RODRIGUES, A. C. V. e RIBEIRO, L. da S. Distribuição do sistema radicular de citros em uma topossequência de solo de Tabuleiro Costeiro do Estado da Bahia. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:503, 2008.
- STOLF, R. et al. Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar–Stolf. São Paulo: MIC/IAA/PNMCA-Planalsucar, 1983. 8p. (Boletim, 1).
- TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C. e COSTA, A. C. S. Densidade, porosidade e resistência a penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Scientia Agrícola*, 59:795-801, 2002.

ANEXOS



Figura 1. Pomares cítricos na Fazenda Lagoa do Coco, destacando-se a área experimental, georreferenciada, com as parcelas (retângulos) e trincheiras (círculos) onde foram coletadas as amostras de solo para análise.



Figura 2. Tratamentos de preparo do solo: 1- aração + gradagem (convencional); 2 - subsolagem com uma haste nas linhas de plantio; 3 - subsolagem cruzada, com uma haste, nas linhas de plantio; 4 - subsolagem com três hastes (haste central na linha de plantio); 5 - subsolagem cruzada, com três hastes (haste central na linha de plantio).

Tabela 1. Matriz de correlação de Pearson para os seguintes atributos do solo: volume de sólidos (V_s), porosidade total (P), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), densidade do solo (D_s), resistência mecânica do solo à penetração (RP) e condutividade hidráulica do solo saturado ($K(\theta)$).

	V_s	P	Ma	Mi	D_s	RP	$K(\theta)$
V_s	1,00	-1,00	-0,90**	0,45 ^{ns}	0,96**	0,77**	-0,74**
P			0,90**	-0,45 ^{ns}	-0,96**	-0,77**	0,74**
Ma				-0,79**	-0,89**	-0,79**	0,71**
Mi					0,48 ^{ns}	0,55*	-0,43 ^{ns}
D_s						0,70**	-0,76**
RP							-0,67**
$K(\theta)$							1,00

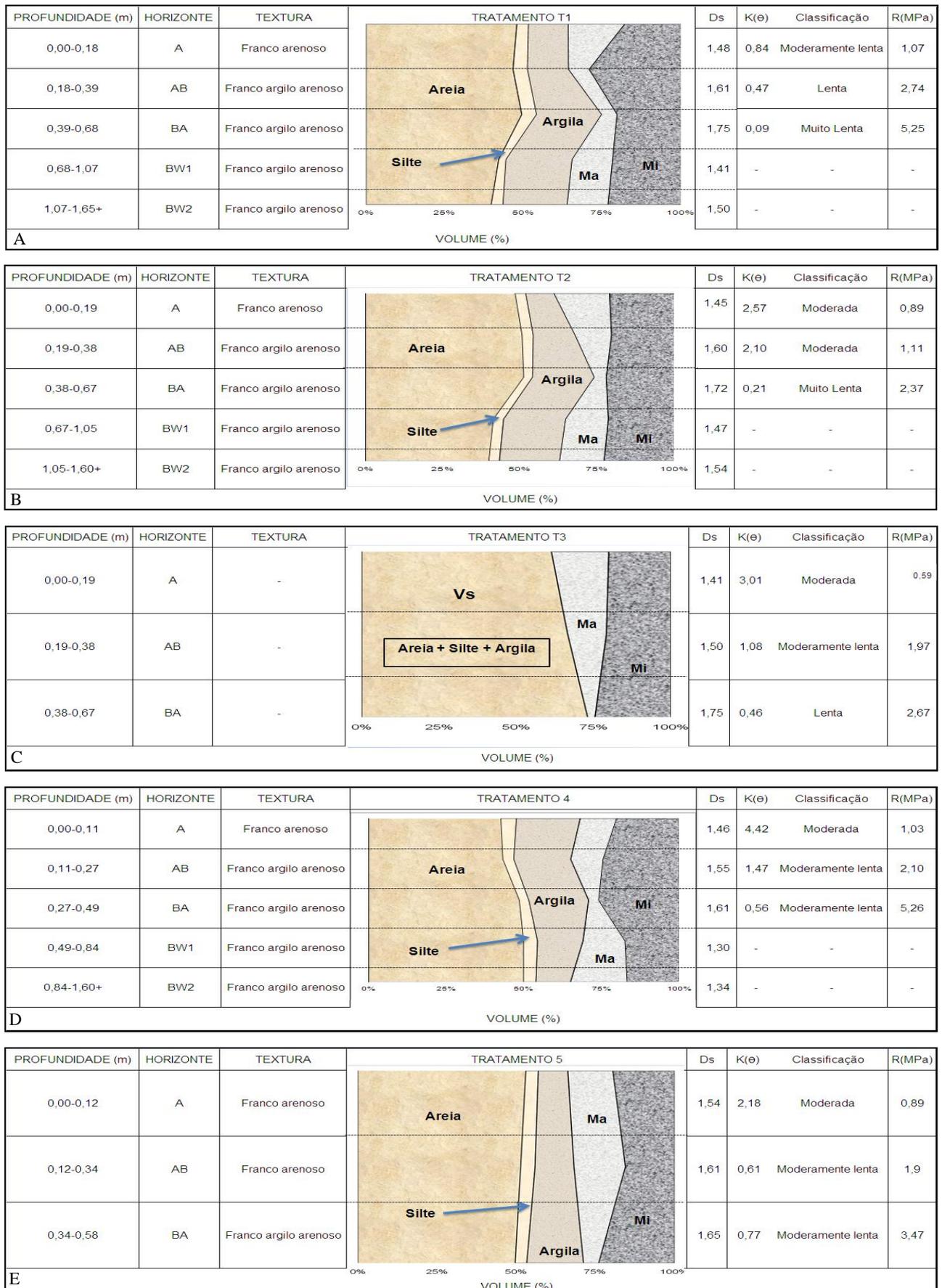


Figura 3. A – E: Dados de areia, silte, argila, classe textural, macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), densidade do solo (Ds) condutividade hidráulica do solo saturado (Ko, cm h⁻¹) e resistência mecânica do solo à penetração (R, MPa) ao longo dos perfis, nos cinco tratamentos de preparo do solo.