



Retenção da água em solo sob diferentes usos no ecossistema tabuleiros costeiros



Jeane C. Portela¹, Paulo L. Libardi² & Quirijn de J. van Lier³

¹ ESALQ/USP, C.P. 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone: (19) 429-4283 (Foto)

² ESALQ/USP. E-mail: pllibard@carpa.ciagri.usp.br

³ ESALQ/USP. E-mail: qdjvlier@carpa.ciagri.usp.br

Protocolo 030 - 23/03/2000

Resumo: Avaliaram-se as alterações na quantidade e qualidade dos poros de um Latossolo-Amarelo álico coeso, do ecossistema Tabuleiros Costeiros, em função do uso (citros, mandioca e mata) com base nas curvas de retenção do solo, determinadas com 10 repetições em amostras de solo com estrutura indeformada, coletadas aleatoriamente na profundidade de 0,10 e 0,30 m, em cada tratamento. As tensões aplicadas foram de 0,5; 1; 2 e 5 kPa em funil de placa porosa e 30, 70, 100, 500 e 1500 kPa em câmara de pressão, também com placa porosa. Os resultados de cada tensão foram avaliados pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade e, para fins de cálculo da condutividade hidráulica relativa, os valores de umidade versus tensão foram ajustados à equação de van Genuchten. Verificou-se que houve redução da macroporosidade do solo com o cultivo e o manejo na cultura de citros; além disso, constatou-se, ainda, que o uso do solo com mandioca aumentou a capacidade de água disponível do solo a 0,10 m de profundidade, em relação ao citros. Também relevante e que depreende dos resultados, é o fato de que, no citros, o manejo compactou o solo de maneira mais intensa que na mandioca, levando o solo, com esse cultivo (citros) a reter menos água que a mata a baixas tensões e mais água que a mata a altas tensões. A condutividade hidráulica relativa foi sempre inferior para o citros, fato que, aliado à macroporosidade inferior, faz com que se conclua que o solo com citros apresenta valores de condutividade hidráulica sempre inferiores que os da mata e mandioca.

Palavras-chave: tabuleiros costeiros, curva de retenção, condutividade hidráulica relativa

Water retention in a tableland ecosystem soil under different land use

Abstract: Modifications in the quantity and quality of soil pores of a "Latossolo Amarelo álico" located in the Brazilian tableland ecosystem under three circumstances (natural forestry, cropped to citrus and cropped to cassava) were evaluated through analysis of water retention curves. These were determined with 10 replications using undisturbed soil samples (randomly collected in each treatment) submitted to tensions of 0.5, 1.0, 2.0, and 5.0 kPa (porous plate funnels) and 30.0, 70.0, 100.0, 500.0 and 1500.0 kPa (porous plate pressure chambers). After the application of the Tukey test at the level of 5% of probability to the results, it was possible to verify that there was a decrease of the soil macroporosity in the soil cropped under citrus. This fact, in association with the determination of the relative soil hydraulic conductivity, leads to a strong tendency that the soil with citrus presents hydraulic conductivity values always smaller than those for the soil with forestry and cassava. It was also verified that the soil, when cropped to cassava, increased its soil water holding capacity at the 0.10 m soil depth, in comparison with the soil cropped to citrus. A fact also relevant from the results was that the citrus soil management compacted more intensively the soil than the cassava one; this caused a lesser water retention in the soil under citrus than the soil under forestry at lower soil water tensions and more water retention than the forestry at higher tensions.

Key words: tablelands, retention curve, relative hydraulic conductivity

INTRODUÇÃO

No Brasil, os tabuleiros costeiros são encontrados desde a região amazônica até o Rio de Janeiro, com possibilidade de estarem presentes também mais ao Sul. Esses tabuleiros ocorrem sempre associados a solos característicos, na maioria derivados de sedimentos do Grupo Barreiras do Terciário, onde os Latossolos coesos e os Podzólicos são os de maior ocorrência

e apresentam, como principais limitações agrícolas, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes. Embora considerados profundos, grande parte desses solos apresenta profundidade efetiva reduzida por horizontes coesos, com espessura entre 0,2 e 0,6 m. A presença dessas camadas endurecidas tem, como conseqüências, o impedimento à circulação de água e ar no solo e à penetração de raízes, além da formação sazonal de lençol de água suspenso, gerando

desoxigenação temporária nos horizontes superficiais, agravando as limitações agrícolas, como discutido em, entre outros, Souza (1997), Cintra et al. (1997) e Cintra & Libardi (1998).

Apesar desses solos se encontrarem, muitas vezes, próximo aos grandes centros urbanos, há uma utilização agrícola reduzida devido às suas limitações, resultando em baixas produções e alta relação custo/benefício (UFV, 1984; Cintra, 1997). O regime climático que coincide com esses solos é, muitas vezes, caracterizado pela ocorrência de períodos prolongados de seca, acentuando suas limitações. Paiva et al. (1998) demonstraram que as limitações hídricas nesses solos são determinantes na sua produtividade de laranja.

Vários autores concluíram que o adensamento observado nos solos dos tabuleiros costeiros é resultante, predominantemente, de sua pedogênese (Oliveira et al., 1968; Jacomine, 1974; Aguiar Neto & Nacif, 1988; Leão & Melo, 1990; Ribeiro, 1991; Ribeiro, 1993; Moniz, 1996). Desta forma, os solos com camada coesa são encontrados tanto no solo sob vegetação natural quanto sob cultivo.

Na agricultura mecanizada exercem-se pressões (máquinas e implementos) podendo causar um rearranjo dos componentes sólidos do solo, desestruturando e compactando-o diminuindo, assim, sua porosidade; deste modo, verifica-se, com o tempo, maior densidade do solo sob manejo agrícola em relação ao encontrado em condições naturais (Machado et al., 1981; Anjos et al., 1994; Barber et al., 1996). A macroporosidade do solo é a mais facilmente afetada pelo manejo (Barber et al., 1996; Azooz et al., 1997) pelo fato da estabilidade dos agregados normalmente ser função decrescente do seu tamanho; assim, agregados grandes, que compõem poros maiores, são destruídos mais facilmente que agregados menores.

Desta forma e tendo em vista as limitações naturais encontradas nos solos dos tabuleiros costeiros, o conhecimento detalhado das transformações das propriedades físicas desses solos, após a implantação de culturas agrícolas, como mandioca e citros, é de fundamental importância na definição de futuras práticas de cultivo e manejo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações ocorridas na porosidade e conseqüente retenção de água e condutividade hidráulica relativa, em um Latossolo-amarelo álico coeso, em função de seu uso.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo analisado pertence ao município de Cruz das Almas, BA, cujas coordenadas geográficas são: latitude 12° 40' 19" S, longitude 39° 06' 22" O e altitude média 220 m. O clima da região, segundo a classificação de Thornthwaite, é do tipo C₁, seco e sub-úmido e a pluviosidade média anual, no período de 1949 a 1990, esteve em torno de 1200 mm, enquanto os meses mais chuvosos, em condições normais, são abril e maio (150 mm) e os mais secos, setembro e outubro (60 mm de precipitação pluvial).

O solo é um Latossolo-Amarelo álico, apresentando horizontes subsuperficiais coesos, ocorrendo em relevo plano com declividade inferior a 0,03 m m⁻¹, pertencente à classe textural franco-argilo-arenoso, contendo 0,63 kg kg⁻¹ de areia e 0,32 kg kg⁻¹ de argila. Seu horizonte superficial é mais arenoso, com aproximadamente 0,74 kg kg⁻¹ de areia; além disso, o teor de argila aumenta em profundidade. Dentro dessa unidade de solo escolheram-se três glebas próximas, sob diferentes usos: sob

mata natural, cultivado com citros e com mandioca; a primeira, sob mata natural, encontra-se dentro da reserva biológica pertencente à Prefeitura Municipal do município de Cruz das Almas, BA, cuja vegetação proporciona uma serapilheira de uns 0,10 m de altura, cobrindo toda a superfície do solo; as outras duas glebas, sob cultivo, encontram-se na área pertencente à EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMP) a uma distância de aproximadamente 3 km da gleba sob mata, em que a primeira se encontra cultivada com citros desde a década de 70, tendo sido cultivada, antes disso, com pastagem e, hoje, com laranja Baía, cujo laranjal está com 11 anos de idade e ocupa uma área de mais ou menos 3,0 ha, no espaçamento 7 x 4 m. Para a limpeza de plantas invasoras utilizam-se grade no período seco (dezembro a maio) e roçadeira no período de chuvas (junho a novembro). A limpeza ao redor das plantas é realizada com enxada, enquanto o de entrada de máquinas na área apresenta variação anual em função da chuva e da insolação; em média, ocorrem oito passadas de trator por ano: duas com grade, três com roçadeira e três para a colheita (trator puxando carreta).

Na segunda área cultiva-se mandioca em fileira dupla, desde 1975, cujas práticas de manejo são manuais.

Em dez locais escolhidos ao acaso, dentro de cada gleba, foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada, nas profundidades de 0,10 e 0,30 m, utilizando-se um amostrador tipo "Uhland", com anéis volumétricos de 0,05 m altura e 0,04 m de diâmetro. No caso do citros, as amostras foram retiradas nas entrelinhas, a 1,5 m do caule e, no caso da mandioca, utilizou-se o mesmo procedimento na entrelinha da fileira dupla, em pontos com plantas de porte semelhante. Foram coletadas duas amostras por profundidade, totalizando 60 amostras indeformadas por tratamento. Coletou-se, também, nos mesmos locais e profundidades, material para a determinação da granulometria e da densidade dos sólidos do solo.

Cada amostra foi submetida às tensões de 0,5; 1; 2 e 5 kPa em funis de placa porosa e às tensões de 30, 70, 100, 500 e 1500 kPa, em câmaras de pressão com placa porosa. Após atingir o equilíbrio para cada tensão, as amostras foram pesadas para determinação da sua massa úmida (m, kg), ressaturadas na sua base apenas para restabelecer o contato hidráulico e submetidas à próxima tensão. Depois de terminadas todas as tensões, elas foram secas em estufas a 105 °C, por 48 h, para determinação da sua massa de sólidos (ms, kg). Com estas informações, foi feito o cálculo da umidade volumétrica (θ , m³ m⁻³) e da densidade do solo (ρ , kg m⁻³) pelas equações:

$$\rho = \frac{ms}{V} \quad e \quad \theta = \frac{(m - ms)\rho_a}{V}$$

donde V é o volume (m³) do anel de coleta e ρ_a (kg m⁻³) a densidade da água

A granulometria dos solos foi determinada utilizando-se o método do densímetro de Boyoucos, e a densidade dos sólidos ρ_s (kg m⁻³) o foi pelo método do balão volumétrico e permitiu o cálculo da porosidade total (Pt, m³ m⁻³):

$$Pt = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)$$

Os diferentes parâmetros avaliados foram comparados, entre os tratamentos, pelo teste de Tukey, a nível de significância de 5%. Para fins de cálculo da capacidade de água disponível considerou-se, como capacidade de campo, a umidade do solo correspondente à tensão de 5 kPa e, como ponto de murchamento permanente, a umidade do solo correspondente à tensão de 1500 kPa e a capacidade de água disponível (CAD) foi determinada pela diferença entre a umidade à capacidade de campo e no ponto de murchamento permanente.

As tensões com respectivas umidades determinadas foram ajustadas à equação de van Genuchten (1980) estimando-se seus parâmetros θ_r , θ_s , α e m por regressão e considerando-se a dependência ($m = 1 - 1/n$) entre os parâmetros m e n daquela equação. O parâmetro m dessa equação pode ser utilizado para se prever a condutividade hidráulica K em função da umidade θ , isto é, a função $K(\theta)$ pela seguinte expressão:

$$K(\theta) = K_0 \omega^{1/2} \left[1 - \left(1 - \omega^{1/m} \right)^m \right]^2$$

na qual K_0 é a condutividade hidráulica do solo saturado e ω é a saturação relativa do solo.

Por esta equação percebe-se que a razão $K(\theta)/K_0$, também chamada condutividade hidráulica relativa (K_r), é tanto maior quanto maior for o 'm' para um mesmo ω , com exceção dos extremos $\omega = 0$ e $\omega = 1$, para os quais ela vale zero e 1, respectivamente, para qualquer valor de 'm'; desta maneira, a análise do parâmetro m da curva de retenção pode dar uma boa idéia do comportamento da água, em termos de sua condução no solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise física

A análise granulométrica revelou teores de argila maiores para o solo sob citros e menores para o solo sob mata (Tabela 1). A densidade dos sólidos encontra-se em torno de $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

para todos os tratamentos e profundidades e a do solo foi levemente superior para o solo sob citros e inferior para o solo sob mata.

Retenção da água

Considerando-se, separadamente, o citros, a mandioca e a mata, verifica-se que não há diferença significativa da umidade à tensão de 0 kPa (umidade equivalente à porosidade total) entre as profundidades 0,10 e 0,30 m (Tabela 2). Considerando-se, ainda, a mesma profundidade, observa-se que, a 0,10 m de profundidade, a porosidade total do tratamento mata 0,10 m é igual à do tratamento mandioca a 0,10 m, mas difere do citros a 0,10 m, isto é, considerando-se a mata como referência, pode-se dizer que o tipo de manejo do citros diminuiu a porosidade do solo, enquanto no caso da mandioca isto não aconteceu, ou seja, o manejo utilizado no cultivo da mandioca aparentemente não afetou, de forma significativa, a porosidade do solo a 0,10 m, profundidade na qual a classe textural do solo é a mesma, tanto na mata, quanto no citros e na mandioca (Tabela 1). Considerando-se, também, a profundidade de 0,30 m, não há diferença significativa da porosidade total entre os três cultivos (mata, citros e mandioca) apesar da diferença de granulometria, notadamente no caso do tratamento mata, 0,30 m (Tabela 1). A mesma análise vale para as umidades correspondentes à tensão de 0,5 kPa, para ambas as profundidades, mostrando que, para a tensão de 0,5 kPa, o comportamento da retenção de água para os tratamentos em questão não mudou, tendo em vista, evidentemente, as análises por profundidade e por cultivo.

Continuando na linha de raciocínio, na tensão de 0,10 m de água ocorre maior uniformização dos tratamentos, isto é, a esta tensão não há diferença significativa para as duas profundidades de um mesmo cultivo nem diferença significativa de umidade entre cultivos para ambas as profundidades. Portanto, o manejo e o uso do solo parecem não ter afetado a retenção da água a uma tensão de 0,10 m de água nem a tensão de 0,20 m, de água. Os resultados de umidade à uma tensão de 0,20 m, mostram que a essa tensão os valores de umidade são todos estatisticamente iguais; desta forma, os poros com diâmetros menores que 0,3 mm (diâmetro equivalente à tensão de 0,10 m) não foram afetados

Tabela 1. Características físicas do Latossolo Amarelo álico coeso em diferentes sistemas e profundidades

Tratamento	Prof. m	Areia	Silte	Argila	Classe Textural	Densidade dos Sólidos	Densidade do Solo
		2-0,05 mm	0,05-0,002 mm	<0,002 mm		kg m ⁻³	
Mata	0,10	0,718	0,025	0,217	média	2,49.10 ³	1,34.10 ³
Mata	0,30	0,778	0,030	0,220	média	2,44.10 ³	1,44.10 ³
Citros	0,10	0,648	0,061	0,291	média	2,52.10 ³	1,59.10 ³
Citros	0,30	0,556	0,048	0,396	argilosa	2,49.10 ³	1,58.10 ³
Mandioca	0,10	0,727	0,028	0,245	média	2,44.10 ³	1,42.10 ³
Mandioca	0,30	0,648	0,031	0,321	argilosa	2,42.10 ³	1,49.10 ³

Tabela 2. Valores médios de umidade volumétrica (θ , m³ m⁻³) nas diversas tensões e profundidades, para os três tratamentos

Trat.	Prof. (m)	Tensão (kPa)									
		0	0,5	1	2	5	30	70	100	500	1500
Mata	0,1	0,462b*	0,404b	0,340b	0,272a	0,185a	0,137a	0,127a	0,123a	0,108a	0,100a
Mata	0,3	0,410ab	0,377ab	0,330ab	0,279a	0,201ab	0,143ab	0,134ab	0,120a	0,108a	0,096a
Citros	0,1	0,370a	0,345a	0,321ab	0,296a	0,254d	0,224c	0,209c	0,197b	0,180bc	0,167b
Citros	0,3	0,362a	0,343a	0,311a	0,282a	0,239cd	0,203c	0,193c	0,177b	0,159b	0,148b
Mandioca	0,1	0,416ab	0,389ab	0,341b	0,288a	0,211abc	0,153ab	0,139ab	0,128a	0,113a	0,102a
Mandioca	0,3	0,382a	0,357ab	0,322ab	0,288a	0,227bcd	0,168b	0,157b	0,143a	0,126ac	0,116a

* Valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem a nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey

pelos sistemas de manejo em questão, enquanto os poros maiores sofreram redução. Observações semelhantes foram feitas por Barber et al. (1996) e Azooz et al. (1997).

A partir da tensão de 0,5 m de água até a tensão de 150 m de água, o comportamento da retenção de água foi estatisticamente o mesmo entre os tratamentos, isto é, em relação à mata para todas as tensões estudadas iguais ou maiores que 0,5 m de água, à semelhança do que ocorreu com as tensões 0 e 0,05 m de água, tanto para a profundidade de 0,10 m como para a de 0,30 m, o citros diferiu da mata, mas a mandioca não, ou seja, as umidades correspondentes a tensões maiores ou iguais a 0,5 m de água, foram sempre estatisticamente maiores no citros que na mata (observe que no caso da tensão 0 e 0,05 m a umidade na mata foi maior) o mesmo não ocorrendo com a mandioca, para a qual as umidades foram estatisticamente iguais às da mata. Esses resultados mostram claramente que, no citros, o manejo compactou o solo de maneira muito mais intensa que na mandioca, como se constata pelos dados de densidade do solo, na Tabela 1, fazendo com que o solo no sistema de uso e manejo com citros retenha menos água que a mata a baixas tensões, e mais água que a mata a altas tensões. No caso da mandioca e apesar de também ter compactado o solo (Tabela 1), o processo foi menos intenso e não chegou a afetar a retenção da água.

As curvas de retenção médias (mata: 0,10 e 0,30 m; citros: 0,10 e 0,30 m e mandioca: 0,10 e 0,30 m) podem ser vistas nas Figuras 1, 2 e 3 ajustadas à equação de van Genuchten (1980). Analisando-se visualmente essas figuras, observa-se que, no caso da mata (Figura 1) as curvas nas profundidades de 0,10 e 0,30 m, só diferem para valores de tensões menores que 0,10 m de coluna de água, isto é, muito próximo à saturação. Com a mandioca (Figura 3) acontece aproximadamente o mesmo e, com o citros, Figura 2, ocorre mais ou menos o inverso, isto é, para a diferença entre as curvas a 0,10 m e 0,30 m é mais perceptível para valores de tensão maiores que 0,10 m de coluna de água.

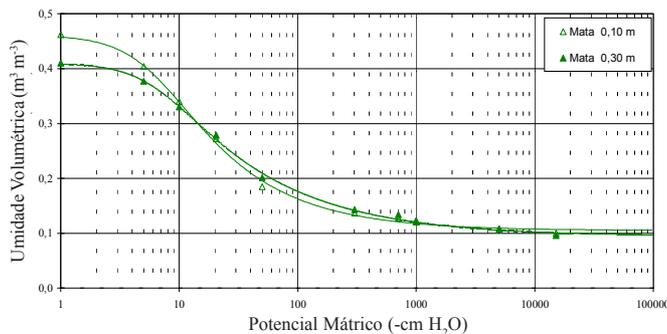


Figura 1. Curvas de retenção de água a 0,10 e 0,30 m de profundidade, num Latossolo Amarelo-álco coeso, sob mata

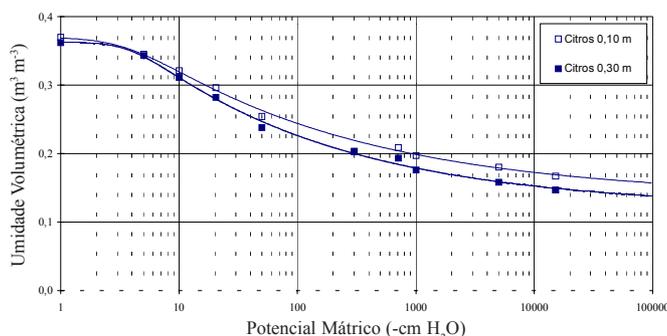


Figura 2. Curvas de retenção de água a 0,10 e 0,30 m de profundidade num Latossolo Amarelo-álco coeso, sob citros

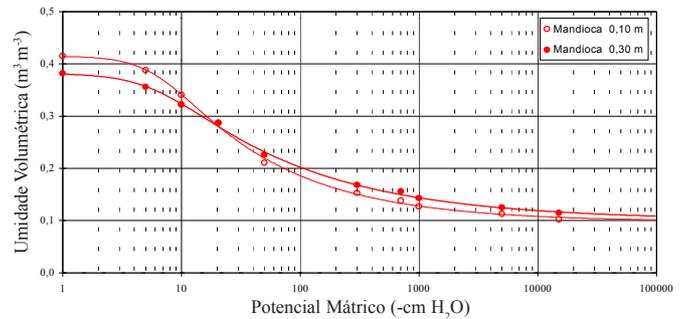


Figura 3. Curvas de retenção de água a 0,10 e 0,30 m de profundidade num Latossolo amarelo-álco coeso, sob mandioca

Os dados da Tabela 2 confirmam que, para valores de tensão maiores ou iguais à tensão de 0,5 m de água para ambas as profundidades, com exceção da profundidade 0,30 m e tensão de 0,5 m de água, os valores de umidade, comparando-se citros e mandioca, foram estatisticamente diferentes, com os do citros sempre maiores que os da mandioca.

Capacidade de água disponível

Analisando-se os dados de capacidade de água disponível CAD (Tabela 3) verifica-se que, a 0,30 m de profundidade, não há diferença estatística entre mata e citros, mata e mandioca, nem entre citros e mandioca, ou seja, a essa profundidade, considerando-se apenas a CAD, em nada afetou o uso nem o manejo do solo com citros ou mandioca, em relação à mata. A 0,10 m de profundidade, entretanto, houve mudança na disponibilidade de água pelo solo, isto é, a CAD do tratamento com mandioca foi estatisticamente maior que a CAD do tratamento com citros, apesar de, em relação à mata, não ter havido diferença da CAD, da mandioca nem do citros.

Tabela 3. Capacidade de água disponível para as profundidades e tratamentos avaliados

Tratamento	Profundidade (m)	Capacidade de Água Disponível (m³ m⁻³)
Mata	0,10	0,085 bc*
Mata	0,30	0,105 bc
Citros	0,10	0,087 ab
Citros	0,30	0,091 abc
Mandioca	0,10	0,109 c
Mandioca	0,30	0,111 c

* Valores seguidos pela mesma letra não diferem a nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey

Condutividade hidráulica relativa

A análise dos valores de 'm' obtidos nos ajustes dos pares de dados de tensão-umidade à equação de van Genuchten (1980) revela que, para a profundidade de 0,10 m, o valor de 'm' do solo da mata é maior que o do solo do citros (Tabela 4); no caso da mandioca, entretanto, o valor de 'm' do solo, na profundidade de 0,10 m, não difere estatisticamente do valor da mata, podendo-se inferir que, em termos de condutividade hidráulica relativa, o cultivo da mandioca não interferiu estatisticamente no seu valor, com relação à mata na profundidade de 0,10 m, mas que o cultivo de citros, ao contrário, diminuiu o valor desta propriedade. O mesmo fenômeno aconteceu na profundidade de 0,30 m mas, neste caso, ao contrário do anterior (profundidade de 0,10 m) também não houve diferença estatística entre os valores de 'm'

do citros nem da mandioca; portanto, conforme diminui a umidade do solo, sua condutividade hidráulica sob o citros é reduzida mais rapidamente que a do solo sob a mata, o mesmo não ocorrendo com o solo sob a mandioca, que se comportou identicamente ao solo sob a mata (Figura 4).

Tabela 4. Valores de m resultantes do ajuste dos dados da Tabela 2 à equação de van Genuchten (1980) para as profundidades e tratamentos avaliados

Tratamento	Profundidade (m)	m
Mata	0,10	0,4254 c
Mata	0,30	0,3966 c
Citros	0,10	0,2069 a
Citros	0,30	0,2491 ab
Mandioca	0,10	0,3943 c
Mandioca	0,30	0,3262 bc

* Valores seguidos pela mesma letra não diferem ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey

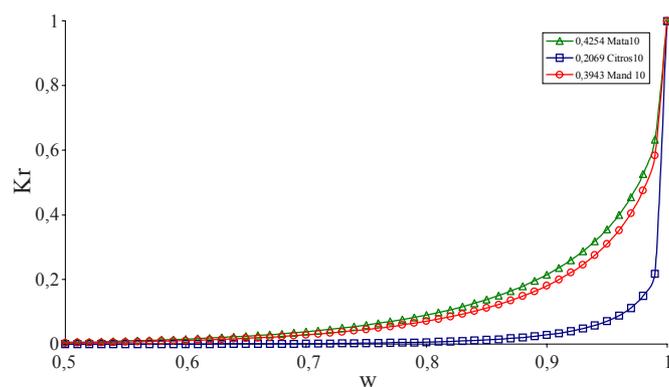


Figura 4. Condutividade hidráulica relativa (K_r) em função da saturação relativa do solo (w) para os três tratamentos, na profundidade de 0,10 m (Mata 10, Citros 10 e Mandioca 10)

Para se calcular o valor de $K(\theta)$ deve-se, além do valor de K_r , conhecer o valor de K_0 , que não foi determinado nesse estudo, porém é sabido que K_0 tem alta correlação com a porosidade total do solo e com a sua macroporosidade, ambas menores para o solo sob citros; conseqüentemente, esse solo apresentará valores de $K(\theta)$ sempre inferiores aos dos outros tratamentos.

CONCLUSÕES

1. Com o manejo e o cultivo na cultura do citros, verificou-se tendência de aumento na densidade do solo, na camada superficial, retendo menos água que a mata a baixas tensões e mais que a mata a altas tensões, indicando que a perda de porosidade foi devido à redução da macroporosidade. Observou-se, também, que o aumento da densidade do solo proporcionou menor quantidade de água disponível nos sistemas em estudo.

2. Tensões maiores ou iguais a 0,5 m de água para ambas as profundidades, com exceção da profundidade 0,30 m a uma tensão de 0,5 m de água e valores de umidade, comparando-se citros e mandioca, foram estatisticamente diferentes, com os citros sempre maiores que os da mandioca.

3. As curvas de retenção na mata, com profundidades de 0,10 e 0,30 m, só diferem para valores de tensões menores que

0,10 m de coluna de água, isto é, muito próximo à saturação, acontecendo aproximadamente o mesmo para a mandioca e, para o citros, o inverso, ou seja, para este a diferença entre as curvas é mais perceptível para valores de tensão maiores que 0,10 m de coluna de água.

4. Não houve diferença estatística entre os tratamentos mata, citros e mandioca em relação à porosidade total, entre as profundidades 0,10 e 0,30 m, sendo que a mata e a mandioca, a 0,10 m, são iguais e diferiram do citros; acredita-se que os tratamentos culturais utilizados na cultura do citros diminuíram a porosidade do solo.

5. O uso do solo com mandioca aumentou a capacidade de água disponível do solo a 0,10 m de profundidade, em relação ao citros.

6. Finalmente, com relação à condução de água é muito provável que o solo com citros apresente valores de condutividade hidráulica sempre inferiores que os da mata e mandioca, com resultado de sua macroporosidade e condutividade relativa.

LITERATURA CITADA

- Aguiar Neto, O.; Nacif, P.G.S. Caracterização morfológica e físico-hídrica de solos representativos do Recôncavo Baiano. Determinação da capacidade de campo "in situ" e suas relações com dados obtidos em laboratório. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/Escola de Agronomia, 1988. 58p.
- Anjos, J.T.; Uberti, A.A.A.; Vizzotto, V.J.; Leite, G.B.; Kreiger, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.18, p.139-145, 1994.
- Azooz, R.H.; Arshad, M.A.; Franzluebbers, A.J. Pore size distribution and hydraulic conductivity affected by tillage in Northwestern Canada. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.60, p.1197-1201, 1996.
- Barber, R.G.; Orellnan, M.; Navarro, F.; Diaz, O.; Soruco, M.A. Effects of conservation and conventional tillage systems after land clearing on soil properties and crop yield in Santa Cruz, Bolivia. Soil and Tillage Research, Madison, v.38, p.133-152, 1996.
- Cintra, F.L.D. Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. Piracicaba: ESALQ/USP. 90p, 1997. Tese Doutorado
- Cintra, F.L.D.; Libardi, P.L. Caracterização física de uma classe de solo do ecossistema do tabuleiro costeiro. Scientia Agricola, Piracicaba, v.55, p.367-378, 1998.
- Cintra, F.L.D.; Libardi, P.L.; Silva, A.P. Tabuleiros costeiros do nordeste do Brasil: uma análise dos efeitos do regime hídrico e da presença de camadas coesas nos solos. Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.22, p.77-80, 1997.
- Jacomine, P.K.T. Fragipans em solos de tabuleiros; Caracterização, gênese e implicações no uso agrícola. Recife, PE: UFPE. 1974. 83p. Tese Livre Docente em Agronomia

- Leão, A.C.; Melo, A.O. Características morfológicas, físico-químicas e mineralógicas dos solos da estação ecológica de Pau-Brasil. Porto Seguro - Bahia. *Agrotropica*, Itabuna, v.2, p.2-3, 1990.
- Machado, J.A.; Souza, D.M.P.; Brum, A.C.R. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.5, p.187-189, 1981.
- Moniz, A.C. Evolução de conceitos no estudo da gênese de solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, p.349-362, 1996.
- Oliveira, J.B. de; Dantas, H. da S.; Campelo, A.B.; Galvão, S.J.; Gomes, I.F. Caracterização de adensamento no subsolo de uma área de tabuleiro da Estação Experimental de Curado, Recife. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.3, p.207-214, 1968.
- Paiva, A.Q.; Souza, L.S.; Ribeiro, A.C.; Costa, L.M. Disponibilidade de água em uma toposseqüência de solos de tabuleiro do Estado da Bahia e sua relação com indicadores do crescimento da laranjeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.22, p.367-377, 1998.
- Ribeiro, L.P. Primeiras avaliações sobre a gênese dos solos coesos da Região de Cruz das Almas, BA. In: *Table ronde sur l'organization et dynamique interne de la couverture pédologique et son importance pour la morfogenèse*. Caen: CNRS. 1991. 35p.
- Ribeiro, L.P. Horizontes coesos em Latossolos de tabuleiros. In: *Semana de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*, 2; Porto, Porto: Universidade do Porto: Faculdade de Ciências e Laboratório Mineralógica, 1993. p.496-500. 1993.
- Souza, L.S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.22, p.34-38, 1997.
- UFV - Universidade Federal de Viçosa. Caracterização de solos e avaliação dos principais sistemas de manejo dos Tabuleiros Costeiros do Baixo Rio Doce e da região norte do Estado do Espírito Santo e sua interpretação para uso agrícola. Viçosa, MG: UFRV e CVRD, 1984. 153p. Universidade Federal da Bahia/ Escola de Agronomia, 1988. 58p.
- van Genuchten, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.44, p.892-897, 1980.