

Variação do potencial total da água em uma topossequência de solos de tabuleiro, durante dois anos⁽¹⁾

Luciano da Silva Souza⁽²⁾ e Arlicélio de Queiroz Paiva⁽³⁾

Resumo – O trabalho teve como objetivo avaliar quinzenalmente, em 1996 e 1997, a variação do potencial total da água ao longo do tempo, em solos de uma topossequência de tabuleiro localizada em Sapeaçu, BA. Esta topossequência tinha as seguintes características: a) comprimento de 190 m; b) declividade média de 0,097 m m⁻¹; c) cultivo com laranja; d) Latossolo Amarelo argissólico coeso, no terço superior; e) Argissolo Amarelo coeso, no terço médio; f) Argissolo Acinzentado não coeso, no terço inferior. A umidade do solo foi medida com sonda de nêutrons, nas profundidades de 0,30, 0,70, 1,10 e 1,50 m. Com base nas respectivas curvas de retenção, obteve-se o potencial matricial e, em seguida, o potencial total da água, para cada solo, profundidade e tempo. A camada coesa dificulta o fluxo de água no solo, tanto no processo de molhamento como no de secamento. Em consequência, o potencial total da água em solos com camada coesa varia bruscamente na camada mais superficial, ao longo do tempo, e mais lentamente nas camadas mais profundas. Em solo não coeso, a variação brusca do potencial ocorre apenas na camada mais superficial. O limite de tensão de água no solo de -1.500 kPa como sendo o ponto de murchamento permanente não se aplica à cultura dos citros.

Termos para indexação: latossolos, argissolos, solos coesos, textura do solo, conteúdo de água no solo, frutas cítricas.

Total water potential variation in a soil table land topsequence, during two years

Abstract – The objective of this work was to evaluate, fortnightly, during 1996/1997, the total soil water potential variation in a tableland topsequence in Sapeaçu county, BA, Brazil. This topsequence had the following characteristics: a) length of 190 m; b) slope of 0.097 m m⁻¹; c) orange as growing crop; d) the upper third with a cohesive argisolic Yellow Latosol; e) the middle third with a cohesive Yellow Argisol; and f) the lower third with a non-cohesive Gray Argisol. Soil water was estimated by neutron probe at depths of 0.30, 0.70, 1.10, and 1.50 m. Based on water retention curves, matric potential and, in sequence, total soil water potential were determined, for each soil and depth in different times. The cohesive layer makes difficult the water flow in the soil profile, both in the wetting and in the drying processes. Consequently, the total water potential in soils with cohesive layer changed abruptly in the most superficial layer, during the time, and slowing in the deepest layers. In non-cohesive soil, the water potential changed abruptly only in the most superficial layer. The -1,500 kPa limit of soil water pressure as permanent wilting point is not applied to orange crop.

Index terms: latosols, argisols, cohesive soils, soil texture, soil water content, citrus fruits.

Introdução

Os tabuleiros costeiros representam, apenas na faixa litorânea da Região Nordeste, cerca de 10 mi-

lhões de hectares, com uma significativa importância econômica e social, pelo fato de estarem situados próximo aos grandes centros consumidores, e por apresentarem enorme capacidade atual e potencial na produção de alimentos.

Entretanto, as classes de solos desse ecossistema apresentam várias limitações agrícolas, entre as quais destaca-se a baixa capacidade de retenção de água que, associada à má distribuição das chuvas e, em especial, à presença de horizontes coesos prejudicando a dinâmica da água no perfil, promove, com

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 9 de novembro de 2000.

⁽²⁾ Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 7, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: lsouza@cnpmf.embrapa.br

⁽³⁾ Escola Agrotécnica Federal de Santa Inês, Rod. Santa Inês-Ubaíra, km 2,5, CEP 45320-000 Santa Inês, BA. E-mail: aqpaiva@ig.com.br

freqüência, sérios problemas no suprimento de água para as plantas (Souza, 1996; Cintra, 1997). Por esta razão, é importante o conhecimento da flutuação estacional da água no solo, nesse ecossistema, especialmente considerando tanto os solos que ocorrem nas partes altas do relevo como também nas encostas e nas partes mais baixas.

A quantidade de água armazenada e disponível para as plantas em um solo de topografia declivosa é influenciada pela posição na paisagem, especialmente em solos de textura mais argilosa, que em geral têm uma baixa taxa de infiltração e alto potencial de escoamento superficial (Hanna et al., 1982). Embora os solos de tabuleiros geralmente não sejam argilosos, a presença da camada coesa funciona como um impedimento à infiltração da água no solo. Para Afyuni et al. (1993), a variação sistemática da água disponível para as plantas, em diferentes posições da paisagem, é um dos fatores mais importantes que controlam a produção.

Em trabalhos anteriores, Paiva (1997) e Paiva et al. (1998) avaliaram o armazenamento e a disponibilidade de água ao longo do tempo, em uma topossequência de solos de tabuleiro do Estado da Bahia, encontrando maior disponibilidade no solo Argissolo Acinzentado, de textura arenosa e localizado no terço inferior da vertente, vindo em seguida o Latossolo Amarelo argissólico (terço superior) e, por último, o Argissolo Amarelo (terço médio), ambos coesos e de textura média/argilosa. No entanto, não foi feita qualquer avaliação relativa ao potencial total da água no solo, embora reconhecendo a sua importância.

Mota (1995) avaliou a variação do potencial total da água de outubro/92 a julho/93, nas profundidades de 0,35 e 0,45 m de um Latossolo Amarelo álico coeso, localizado em Cruz das Almas, BA, utilizando tensiômetros de mercúrio. Os dados obtidos para as duas profundidades foram muito semelhantes, observando-se vários períodos de rápido secamento do solo durante o tempo de avaliação, com os potenciais situando-se entre -45 e ≤ -75 kPa (os tensiômetros permaneceram desligados por 53 dias, em média). Ocorreram chuvas com menos de 5 mm, que não foram efetivas para aumentar o potencial da água no solo, nas profundidades consideradas.

Souza (1996) cita dados avaliando a variação do potencial matricial da água nas profundidades de 0,25, 0,55 e 0,95 m de um Latossolo Amarelo álico coeso de Cruz das Almas, BA, também utilizando tensiômetros de mercúrio. Comprovou-se que a camada coesa realmente dificulta o fluxo de água no solo, desde quando se observou um decréscimo contínuo do potencial matricial no período de 25 a 100 dias de avaliação, a 0,55 e 0,95 m de profundidade, apesar da ocorrência de várias chuvas no período. Pequenos períodos de estiagem provocaram quedas bruscas no potencial matricial a 0,25 m de profundidade, indicando o rápido secamento do solo. De 100 a 180 dias o potencial matricial permaneceu em pelo menos -70 kPa (os tensiômetros permaneceram desligados), em todas as três profundidades, seguramente resultando em déficit hídrico para as plantas. Após este período ocorreram precipitações, verificando-se então a rápida recuperação dos potenciais a 0,25 e 0,55 m, enquanto a 0,95 m a recuperação foi muito lenta, por influência negativa da camada coesa.

Estudos feitos por Afyuni et al. (1993), em duas transeções, comprovaram que, na maioria dos casos, os solos de textura mais arenosa, situados na base do relevo, apresentaram um maior potencial matricial da água do que aqueles mais argilosos e localizados no topo.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a variação do potencial total da água ao longo do tempo, em solos de uma topossequência de tabuleiro do Estado da Bahia, cultivada com citros.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Soledade, nos anos de 1996 e 1997, em uma área com pomar de laranja 'Hamlin' com 10 anos de idade, situada no Município de Sapeaçu, no Recôncavo Baiano.

A topossequência estudada apresenta um comprimento de 190 m e declividade média de $0,097$ m m⁻¹, sendo composta por Latossolo Amarelo argissólico (LAa) no terço superior da vertente (0 a 50 m), Argissolo Amarelo (AA) no terço médio (50 a 150 m), ambos coesos, e Argissolo Acinzentado (AAc), não coeso, no terço inferior (150 a 190 m). Amostras de solo com estrutura deformada e indeformada foram coletadas em um perfil de cada solo, para determinação da granulometria (areia, silte e argila),

porosidade total, macro e microporosidade, densidade do solo e condutividade hidráulica saturada, seguindo metodologias descritas em Embrapa (1979).

A medição da umidade do solo foi feita quinzenalmente, com sonda de nêutrons, nas profundidades de 0,30, 0,70, 1,10 e 1,50 m, iniciando em janeiro/96 e terminando em dezembro/97. Para isso foram instaladas duas fileiras de tubos de acesso de zinco, a espaços de 6 m, sendo 10 tubos por fileira, com espaços de 20 m, no sentido do declive. Como foi variável a largura da faixa ocupada por cada solo, foram instalados três tubos de acesso no LAa e AAc, e quatro tubos no AA, com duas repetições. Os tubos possuíam um comprimento de 2,00 m e 0,05 m de diâmetro interno.

Os dados das leituras da sonda de nêutrons foram transformados em umidade volumétrica, com base em curvas de calibração estabelecidas para cada solo. Posteriormente, os dados de umidade volumétrica foram agregados para cada solo, profundidade e tempo de medição, sendo em seguida transformados em potencial matricial (Ψ_m), com base na curva de retenção de água no solo em cada profundidade. Em seguida, foi calculado o potencial total da água em cada solo, profundidade e tempo de medição, com base na seguinte equação:

$$\Psi_t = \Psi_m + \Psi_z,$$

sendo:

Ψ_t : potencial total;

Ψ_m : potencial matricial;

Ψ_z : potencial gravitacional.

Os dados de precipitação pluvial correspondentes ao período de avaliação foram obtidos na estação meteorológica da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, localizada em Cruz das Almas, BA, distando cerca de 20 km da área em estudo, mas com características semelhantes às desta. Tais dados foram agregados por quinzena, considerando-se como primeira quinzena a anterior à primeira leitura, com a sonda de nêutrons, e assim por diante.

Foram coletados dados de vigor das plantas cítricas, seguindo metodologia de uso universal na pesquisa citrícola, medindo-se nas plantas de laranja 'Hamlin', existentes na área do estudo e nas proximidades dos tubos de acesso, o diâmetro do caule a 0,10 m de altura do solo, a altura da planta e a circunferência da copa. Como variou a largura da faixa ocupada por cada solo, foram medidas 10 plantas nos solos LAa e AAc e 20 plantas no solo AA, considerando-se tais números suficientes, pelo fato de ser também rotineiro o uso de uma planta cítrica como unidade experimental. Os resultados foram analisados obedecendo ao delineamento experimental inteiramente casualizado, comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O Latossolo Amarelo argissólico (LAa) e o Argissolo Amarelo (AA) apresentaram textura média no horizonte A e argilosa no B; presença de coesão e/ou baixa porosidade total, predominância de microporos e baixa condutividade hidráulica saturada nos horizontes AB, BA e Bw1, na profundidade de 0,18-1,50 m, no LAa, e nos horizontes AB, BA, Bt1 e Bt2, na profundidade de 0,20-1,24 m, no AA; o Argissolo Acinzentado (AAc) apresentou textura arenosa nos horizontes A e E e média no Bt, com ausência de coesão (Tabela 1).

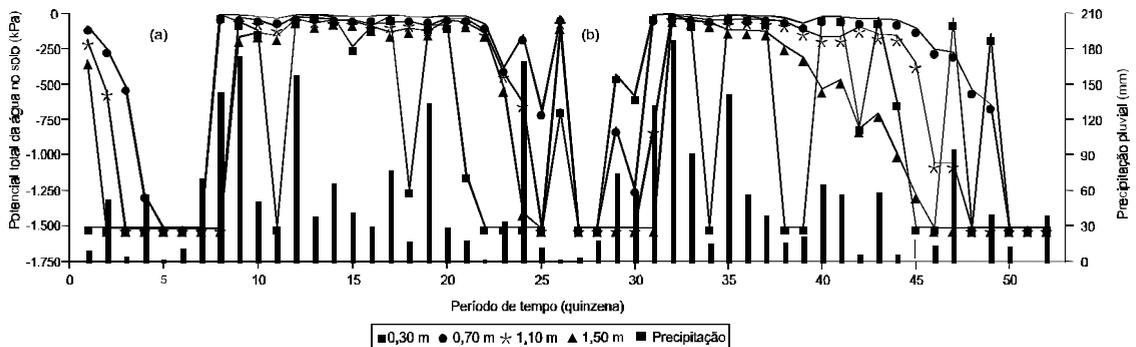
Nos solos coesos (LAa, Figura 1, e AA, Figura 2), foram observados rápidos decréscimos de potencial total da água no solo a 0,30 m de profundidade, atingindo valores matriciais bem mais negativos do que -1.500 kPa. Por simplificação, para evitar secções na escala do eixo Y das figuras, tais valores foram considerados como sendo -1.500 kPa, no cálculo do potencial total. Por outro lado, foi também observada uma rápida recuperação do potencial a 0,30 m, sempre que ocorreram chuvas. Como a maior parte do sistema radicular de citros nos solos coesos dos tabuleiros costeiros situa-se na camada de 0-0,40 m de profundidade, os decréscimos de potencial observados devem causar estresses hídricos às plantas cítricas cultivadas na área.

Nas demais profundidades avaliadas (0,70, 1,10 e 1,50 m), observou-se queda mais lenta do potencial do que a 0,30 m, provavelmente por efeito da camada coesa, que retarda o fluxo ascendente da água e, em consequência, as perdas por evaporação, como se observa nas quinzenas 1 a 5, 20 a 25 e 32 a 50 no LAa (Figura 1), e 1 a 2, 20 a 23, 37 a 39 e 43 a 47 no AA (Figura 2). Por outro lado, o processo de molhamento e, conseqüentemente, a recuperação do potencial nessas mesmas profundidades também foi mais lento que a 0,30 m, por efeito da camada coesa, neste caso retardando o fluxo descendente da água, como se observa nas quinzenas 7 a 12 e 28 a 32 no LAa, e 7 a 9 e 30 a 32 no AA.

Assim, em relação aos solos LAa e AA, foram confirmados os dados citados por Mota (1995) e Souza (1996), ou seja, a camada coesa realmente dificulta o fluxo de água no solo, tanto no processo de

Tabela 1. Resultados de análises físicas de uma toposeqüência de solos de tabuleiro cultivados com citros, localizada em Sapeaçu, BA.

Horizontes	Areia	Silte	Argila	Porosidade total	Macroporos	Microporos	Densidade do solo (kg dm^{-3})	Condutividade hidráulica saturada ($\text{m s}^{-1} \times 10^{-7}$)
	-----(g kg^{-1})-----			-----($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)-----				
Latossolo Amarelo argissólico								
Ap (0-0,18 m)	615	116	269	0,35	0,11	0,24	1,57	268,76
AB (0,18-0,46 m)	526	103	371	0,34	0,08	0,26	1,59	89,99
BA (0,46-0,80 m)	444	90	466	0,37	0,09	0,28	1,55	31,38
Bw1 (0,80-1,50 m)	375	106	519	0,35	0,03	0,32	1,57	23,89
Bw2 (1,50-1,60 m+)	353	144	503	0,42	0,11	0,31	1,40	129,14
Argissolo Amarelo								
Ap (0-0,20 m)	660	111	229	0,31	0,08	0,23	1,72	153,05
AB (0,20-0,46 m)	538	111	351	0,33	0,05	0,28	1,64	143,04
BA (0,46-0,67 m)	433	101	466	0,31	0,01	0,30	1,68	19,71
Bt1 (0,67-1,03 m)	396	104	500	0,35	0,03	0,32	1,55	6,50
Bt2 (1,03-1,24 m)	390	155	455	0,36	0,03	0,33	1,53	9,11
BC (1,24-1,50 m+)	362	155	483	0,36	0,03	0,33	1,53	39,72
Argissolo Acinzentado								
Ap (0-0,30 m)	834	116	50	0,37	0,22	0,15	1,63	460,78
AE (0,30-0,70 m)	808	139	53	0,36	0,20	0,16	1,70	300,12
E1 (0,70-0,87 m)	829	134	37	0,36	0,19	0,17	1,71	244,28
E2 (0,87-1,05 m)	841	136	23	0,35	0,18	0,17	1,73	132,89
E3 (1,05-1,30 m)	837	140	23	0,35	0,20	0,15	1,74	39,27
Bt (1,30-1,50 m+)	752	144	104	0,32	0,16	0,16	1,79	29,96

**Figura 1.** Variação do potencial total da água em razão de períodos de tempo e da precipitação pluvial, em diferentes profundidades (0,30, 0,70, 1,10 e 1,50 m), do Latossolo Amarelo argissólico, localizada em Sapeaçu, BA, nos anos de 1996 (a) e 1997 (b).

molhamento como no de secamento. Cintra (1997) também observou que a presença de horizontes coesos prejudica a dinâmica da água no perfil, causando, com frequência, sérios problemas no suprimento de água para as plantas.

De maneira geral, os mais baixos potenciais em todas as profundidades, inclusive atingindo valores

menores que -1.500 kPa, foram observados nas quinzenas 1 a 8, 25 a 30 e 48 a 52 no LAA, e 1 a 8, 23 a 30 e 45 a 52 no AA, as quais coincidem com os meses de outubro a abril, de menores precipitações, representando assim cerca de seis meses por ano em que as plantas cítricas sofrem por estresses hídricos; nesses períodos as plantas presentes na área apre-

sentaram-se com as folhas enroladas, adaptação natural para reduzir a transpiração. Souza (1996) considera esse aspecto como o principal responsável pela baixa produtividade e pequena longevidade dos citros na região.

Uma questão que surge é como as plantas cítricas suportaram tanto tempo sob potenciais de água no solo de -1.500 kPa ou menores, limite este considerado como ponto de murchamento permanente (PMP), e recuperaram o turgor logo após as primeiras chuvas. Cassel & Nielsen (1986) apresentam ampla revisão bibliográfica sobre a definição do PMP, enfocando os seguintes aspectos: a) o PMP é determinado usando uma planta indicadora, usualmente o girassol; b) a tensão de água no solo no PMP é de aproximadamente -1.500 kPa; c) existem evidências de que o PMP varia com as espécies de plantas e corresponde a diferentes tensões de água no solo; d) o teor de água no solo no PMP depende das condições ambientais – no caso, a demanda evaporativa da atmosfera –, como também do estágio de crescimento da planta e das suas características de enraizamento; e) no campo, a camada de solo mais superficial pode secar, atingindo umidades menores do que a do PMP, devido à evapotranspiração, enquanto raízes localizadas a profundidades de 2 ou 3 m ou mais podem estar ativas na absorção de água; e f) o murchamento é um processo cíclico diurno, atingindo o máximo próximo ao horário de máxima demanda evaporativa, podendo a planta recuperar-

se durante a noite, com o ciclo se repetindo até ocorrer o murchamento permanente.

Assim, acredita-se que os aspectos c até f enfocados por Cassel & Nielsen (1986) podem explicar a questão levantada, ou seja, o limite de -1.500 kPa como sendo o PMP não se aplica à cultura dos citros, sendo, para ela, inferior a este valor; além disso, como o potencial da água no solo foi acompanhado somente até a profundidade de 1,50 m, poder-se-ia imaginar a presença de raízes das plantas cítricas abaixo desta profundidade, suprindo, mesmo que precariamente, as plantas em água, ou que os ciclos diurnos de murchamento e noturnos de recuperação do turgor não foram suficientes em extensão para que as plantas atingissem o PMP. Sobre estes dois últimos aspectos, acredita-se serem muito pouco prováveis, pois várias observações de perfis de solos cultivados com citros, nos tabuleiros costeiros, mostraram a ausência de raízes mais profundas, pela limitação causada pela camada coesa. Por outro lado, acredita-se que os períodos de até quatro meses com o potencial da água no solo de -1.500 kPa, ou menos, seriam suficientes para que a planta atingisse o PMP. Logo, a única explicação que resta é que o limite de -1.500 kPa como PMP não se aplica à cultura dos citros.

Quanto ao AAC, não coeso, foram observadas quedas bruscas no potencial apenas a 0,30 m de profundidade, com as demais profundidades mantendo altos potenciais ($\geq -76,4$ kPa) durante todo o período

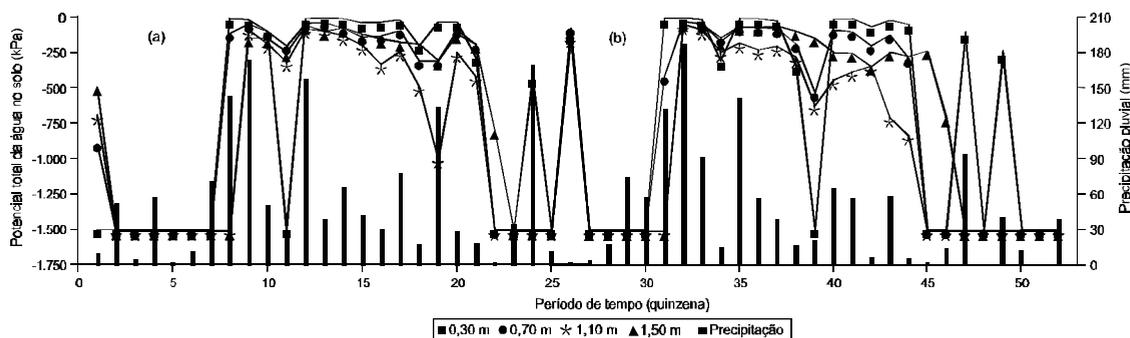


Figura 2. Variação do potencial total da água em razão de períodos de tempo e da precipitação pluvial, em diferentes profundidades (0,30, 0,70, 1,10 e 1,50 m), do Argissolo Amarelo, localizado em Sapeaçu, BA, nos anos de 1996 (a) e 1997 (b).

de avaliação (Figura 3). Nos períodos de menores precipitações (quinzenas 1 a 7, 27 a 30 e 46 a 52), observou-se também uma ligeira queda no potencial a 0,70 m, porém atingindo valores pouco ou não limitantes às plantas.

Os maiores potenciais observados nas profundidades de 0,70, 1,10 e 1,50 m no AAc, bastante contrastantes em relação ao LAa e AA, podem ser devido à sua textura bem mais arenosa (Tabela 1), que possibilita um rápido secamento da camada superficial nos períodos secos, o que, associado à descontinuidade de poros, faz com que ela funcione como uma espécie de “mulch”, contribuindo para restringir o fluxo evaporativo da água das camadas mais profundas. Aspectos teóricos sobre esse assunto podem ser encontrados em Reichardt (1985).

Por outro lado, nos períodos mais chuvosos, supõe-se a formação de um lençol freático transitório acima dos horizontes coesos nos solos LAa e AA, localizados nas partes mais altas da toposeqüência, devido à restrição ao fluxo descendente causada por tais horizontes. Assim, é possível a ocorrência de fluxo horizontal subsuperficial da água no sentido morro abaixo, por sobre os horizontes coesos, além do fluxo superficial que existe em função da posição dos solos na paisagem, ambos os aspectos fazendo com que o AAc receba um aporte maior e mais contínuo de umidade ao longo do tempo, no sentido LAa → AA → AAc. De fato, Gile Junior (1958) verificou em perfis de solo pouco profundos de New England que a presença de um horizonte adensado

na subsuperfície do solo causa a mudança do sentido do movimento das águas de percolação, de vertical para horizontal.

O solo de textura mais arenosa (AAc), situado na base do relevo, apresentou maior potencial total da água do que aqueles mais argilosos (LAa e AA) e localizados no topo, confirmando dados obtidos por Hanna et al. (1982) e Afyuni et al. (1993), evidenciando que a quantidade de água armazenada e disponível para as plantas em um solo de topografia declivosa é influenciada pela posição na paisagem e é um dos fatores mais importantes que controlam a produção; os solos de textura mais arenosa, situados na base do relevo, apresentaram maior potencial matricial da água do que os mais argilosos e localizados no topo.

De maneira geral, os dados de potencial total da água no solo relacionaram-se bem com os de precipitação, apesar de estes terem sido registrados em Cruz das Almas, BA, distando cerca de 20 km da área em estudo. Alguma defasagem observada pode ter sido decorrente deste fato e da falta de coincidência, no intervalo quinzenal de observação, entre a ocorrência das chuvas e o dia de medição da água no solo.

Como era esperado, pelas observações visuais no campo e pelas medições realizadas, o crescimento da laranjeira em tais solos (Tabela 2) acompanhou o potencial total da água no solo, sendo maior no AAc (maiores potenciais) e menor no LAa e AA (menores potenciais).

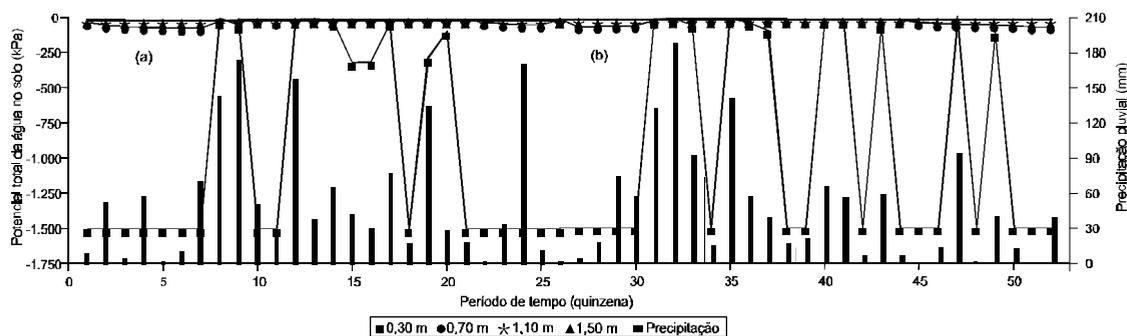


Figura 3. Variação do potencial total da água em razão de períodos de tempo e da precipitação pluvial, em diferentes profundidades (0,30, 0,70, 1,10 e 1,50 m), do Argissolo Acinzentado, localizado em Sapeaçu, BA, nos anos de 1996 (a) e 1997 (b).

Tabela 2. Valores médios de altura da planta, circunferência da copa e diâmetro do caule de plantas de laranjeira da variedade Hamlin, em uma toposseqüência de solos de tabuleiro localizada em Sapeaçu, BA⁽¹⁾.

Solo	Altura da planta	Circunferência da copa	Diâmetro do caule
Latossolo Amarelo argissólico	3,10b	10,27b	0,13b
Argissolo Amarelo	3,52b	10,65b	0,13b
Argissolo Acinzentado	4,14a	12,74a	0,14a

⁽¹⁾Valores seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusões

1. A camada coesa, presente em alguns dos solos de tabuleiro, dificulta o fluxo de água no solo, tanto no processo de molhamento como no de secamento.
2. Em conseqüência, o potencial total da água em solos com camada coesa varia bruscamente na camada mais superficial, ao longo do tempo, e mais lentamente nas camadas mais profundas.
3. Em solo não coeso de tabuleiro, a variação brusca do potencial ocorre apenas na camada mais superficial.
4. O limite de tensão de água no solo de -1.500 kPa como sendo o ponto de murchamento permanente não se aplica à cultura dos citros.

Referências

- AFYUNI, M. M.; CASSEL, D. K.; ROBARGE, W. P. Effect of landscape position on soil water and corn silage yield. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 57, n. 6, p. 1573-1580, 1993.
- CASSEL, D. K.; NIELSEN, D. R. Field capacity and available water capacity. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*.

2. ed. Madison : American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1986. pt. 1, p. 901-926.

CINTRA, F. L. D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro**. Piracicaba : ESALQ, 1997. 90 p. Tese de Doutorado.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 1 v.

GILE JUNIOR, L. H. Fragipan and water Table relationships of some Brown Podzolic and Low Humic Clay soils. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v. 22, p. 560-565, 1958.

HANNA, A. Y.; HARLAN, P. W.; LEWIS, D. T. Soil available water as influenced by landscape position and aspect. *Agronomy Journal*, Madison, v. 74, n. 6, p. 999-1004, 1982.

MOTA, P. P. **Variação do potencial total da água em um Latossolo Amarelo álico coeso, ao longo do tempo e em diferentes sistemas de preparo**. Cruz das Almas : UFBA, 1995. 62 p. Dissertação de Mestrado.

PAIVA, A. de Q. **Dinâmica da água em uma toposseqüência de solos de tabuleiro do Estado da Bahia e sua implicação no crescimento da laranjeira**. Viçosa : UFV, 1997. 74 p. Dissertação de Mestrado.

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, n. 3, p. 367-377, 1998.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas : Fundação Cargill, 1985. 445 p.

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-CNPMF/EAUFBA/IGUFBA, 1996. p. 36-75.