



XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE

MONITORAMENTO DOS POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO EM LISÍMETRO DE LENÇOL FREÁTICO CULTIVADO COM *MORINGA OLEÍFERA*

*Célia Silva dos Santos*¹; *Abelardo Antônio de Assunção Montenegro*²; *Daniella Pereira dos Santos*³

RESUMO – Conhecer o comportamento da água no solo é essencial para a tomada de decisões referentes ao manejo racional dos cultivos irrigados. O objetivo deste trabalho foi monitorar indiretamente a umidade do solo através de tensiômetros instalados em lisímetro de lençol freático cultivado com *Moringa Oleífera Lam.* O experimento foi conduzido em condições de campo em Mutuca, Distrito do município de Pesqueira-PE. O monitoramento dos potenciais de água no solo foi realizado em lisímetros de lençol freático, cultivados com *Moringa oleífera*, em três profundidades, 0,2, 0,4 e 0,6 m, com uso de tensiômetros de leitura digital, em dois horários distintos: 09h00 min e 16h00 min. Os dados foram submetidos à análise multivariada com Medidas Repetidas no Tempo. O potencial total de água no solo varia bruscamente na camada mais superficial ao longo do tempo e mais lentamente nas camadas mais profundas. Em consequência de um lençol freático no solo, o potencial total de água nas camadas mais profundas se torna menos negativos ao longo do tempo, contribuindo para necessidade hídrica da *Moringa oleífera*.

Palavras-Chave – Tensiometria, cultivo de oleaginosa, manejo de água e solo.

MONITORING OF WATER POTENTIAL IN SOIL IN GROUNDWATER LYSIMETER WITH *MORINGA OLEIFERA*

ABSTRACT– Knowing the behavior of water in the soil is essential for making decisions concerning the rational management of irrigated crops. The objective of this work was to monitor indirectly the soil moisture content by tensiometers installed in groundwater lysimeter with *Moringa oleifera Lam.* The experiment was conducted under field conditions in Mutuca, District Pesqueira-PE municipality. Monitoring of potential soil water was carried out in soil columns, cultivated with *Moringa oleifera* in three depths, 0.2, 0.4 and 0.6 m, using digital reading

1) Eng. agrônoma, Doutoranda, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE - Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife-PE, Fone: 81 9875-8815, e-mail: celia@agro.eng.br;

2) Eng. Civil, Doutor, Professor Titular, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE - Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife-PE, Fone: 81 8172-5157, e-mail: abelardo.montenegro@yahoo.com.br;

3) Eng. agrônoma, Doutoranda, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE - Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife-PE, Fone: 81 9616-1145, e-mail: daniellapsantos@hotmail.com;

tensiometers at two different times: 09:00 and 16:00. Data were submitted to multivariate analysis with repeated measures in time. The total water potential of the soil varies sharply in time due to the depth and the observation time, contributing to variation in water flow in the groundwater lysimeter. The total water potential in soil varies abruptly in the surface layer and over time more slowly in the deeper layers. As a result of groundwater in the soil, the total water potential in the deeper layers becomes less negative over time, contributing to *Moringa oleifera* the water requirement.

Keywords – Tensiometers, oleaginous crops, management of water and soil.

1 - INTRODUÇÃO

O conhecimento dos componentes do balanço de água no solo ao longo do ciclo de uma cultura é essencial para o manejo de solo e da água (Libardi *et al.*, 2015). Segundo Brito *et al.*, (2014) para a adoção de um manejo racional da água, do solo e da cultura, é condição indispensável o conhecimento a respeito da componente água no solo, como fator principal de produção agrícola. A dinâmica da água no solo é regida, fundamentalmente, pelo seu estado energético em diferentes camadas do perfil do solo, daí ser bastante comum encontrar na literatura as expressões “potencial total da água”, “gradiente de potencial total”, as quais expressam o potencial hídrico do solo em termos de transporte.

Segundo Coelho e Teixeira (2004), o princípio de funcionamento para mensuração do potencial de água no solo com tensiômetros, baseia-se na formação do equilíbrio entre a solução do solo e a água contida no interior do aparelho. O equilíbrio ocorre quando a cápsula porosa entra em contato com o solo e a água do tensiômetro entra em contato com a água do solo. Caso a água do solo esteja sob tensão, ela exerce uma sucção sobre o instrumento, retirando água deste, fazendo com que a pressão interna diminua. Como o instrumento é vedado, ocorre a formação do vácuo; a leitura dessa pressão negativa fornece o potencial matricial da água no solo (Carvalho, *et al.*, 2012).

O tensiômetro de leitura automática vem sendo utilizado há algum tempo, destacando-se o tensímetro Marthaler *et al.*, (1983) e o tensiômetro com transdutor Hubbell e Sisson (1998). O tensímetro digital utiliza um transdutor de pressão Marthaler *et al.*, (1983) como elemento sensível para transmitir um sinal correspondente à tensão no interior do tensiômetro quando do momento da leitura. Esse sinal é mostrado, também, digitalmente no visor do instrumento.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi monitorar indiretamente o teor de umidade do solo através de tensiômetros instalados em lisímetro de lençol freático cultivados com *Moringa Oleífera Lam.*

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local de Estudo

O experimento foi conduzido em condições de campo em Mutuca, Distrito do município de Pesqueira, PE, na Unidade Experimental Demonstrativa de Tratamento de Esgoto e Reuso Hidroagrícola. A área experimental é vinculada a Prefeitura de Pesqueira – PE, situada nas seguintes coordenadas geodésicas: 7° 15' 18'' de latitude Sul, 35° 52' 40'' longitude Oeste e altitude média de 550 m, figura 1.



Figura 1- Mapa com localização do Distrito de Mutuca-PE.

2.2 – Características do solo dos lisímetros

Na Tabela 1 é apresentada a caracterização física do solo da área de estudo, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, dos seguintes atributos físicos: textura (método do densímetro), densidade do solo (D_s - método do anel volumétrico), umidade na capacidade de campo (θ_{cc}), umidade no ponto de murcha permanente (θ_{pmp}).

Tabela 1- Características físicas do perfil do solo dos lisímetros dispostos na área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.

Profundidades		Areia	Argila	Silte	D_s	CC	PMP	Classe Textural
		%			$g\text{cm}^{-3}$	$\text{cm}^{-3} \text{cm}^{-3}$		
LF	0-20	85,92	10,44	3,64	1,49	0,40	0,20	Areia Franca
LF	20-40	85,92	11,44	2,64	1,46	0,40	0,30	Areia Franca

LF-Lisímetro de lençol freático.

As análises foram realizadas no Laboratório de Água e Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, conforme a metodologia da EMBRAPA (2006).

2.3–Determinação do potencial total da água no solo

Foi utilizado um lisímetro de lençol freático de carga constante, no qual foram instalados três tensiômetros de punção com leitura digital nas profundidades de 0,6, 0,4 e 0,2 m, conforme a figura

2, monitorados diariamente, iniciando aos 244 dias após o transplante (DAT) da cultura até 291 DAT, em dois horários distintos, às 9:00 horas da manhã e às 16:00 horas da tarde, totalizando seis tensiômetros utilizados, com as repetições no tempo.

A bateria lisimétrica corresponde à caixa de 1.000 litros, com diâmetro de 1,36 m e profundidade de 80 cm, ou seja, com uma área de exposição de aproximadamente 1,45 m². A profundidade do lençol freático em cada tanque foi de 50 cm a partir da superfície do solo, possibilitando dessa maneira que a planta cultivada no lisímetro retirasse água do solo por capilaridade, para atender a demanda atmosférica.



Figura 2 – Distribuição dos tensiômetros no lisímetro de lençol freático de carga constante.

Conforme Reichardt (1985), o potencial total da água é uma função da somatória de todos estes componentes, de tal forma que:

$$\psi_T = \psi_m + \psi_g + \psi_p \quad (1)$$

em que:

ψ_T é o potencial total da água no solo, [L];

ψ_m é o potencial matricial, [L];

ψ_g é o potencial gravitacional, [L];

ψ_p é o potencial de pressão [L].

O nível de referência adotado para o potencial gravitacional foi correspondente a 0,80 m, que representa a altura da parte inferior da caixa lisimétrica até a superfície do solo. Os dados diários de precipitação pluvial do Distrito de Mutuca-PE, referente ao período de março a abril de 2015, época

correspondente à condução do experimento, foram obtidos a partir de Estação Agroclimatológica automática instalada na área em estudo.

2.4 – Análise dos dados

Realizou-se a análise multivariada, com o auxílio do software SAS – Statistical Analytical System (SAS Institute, 1999), indicada quando há um ou mais de um fator com medidas repetidas no tempo. Para análise estatística, os dados dos potenciais totais foram transformados em $\log_{10}(X+1)$.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise multivariada permitiu avaliar o efeito das interações com medidas ao longo do tempo em lisímetros de lençol freático monitorados em dois horários distintos, às 9:00 h e às 16:00 h, em três profundidades (0,6, 0,4 e 0,2 m). Para as variáveis, o potencial total, durante 244 DAT até 291 DAT, observou-se, que houve diferença entre os níveis de profundidade e horário estudados com o tempo no lisímetro de lençol freático, ao nível de significância ($P < 0,05$ e $0,01$).

Detalhadamente as avaliações ao longo do tempo mostraram que para as variáveis, potencial total, houve influência significativa no tempo utilizado na avaliação ($P < 0,01$). No que se refere às avaliações nos blocos, observa-se que houve interação entre o tempo utilizado na avaliação e os blocos ($P < 0,01$). Em relação ao tempo x profundidade, houve interação significativa ($P < 0,01$), bem como para os fatores tempo x horário ($P < 0,01$) e tempo x profundidade x horário ($P < 0,05$), encontrados na tabela 2.

Tabela 2 - Análise de variância multivariada (MANOVA) do potencial total a partir dos 244 até 291 dias após o transplante (DAT).

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrados Médios
		Ψ_T (KPa)
Tempo	31	0,10**
Tempo x Prof.	93	0,04**
Tempo x Horário	31	0,05**
Tempo x Prof. x Horário	93	0,03*
Resíduo	155	0,02

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; NS não significativo.

De modo geral observa-se na figura 3, elevada dinâmica da variação do potencial total de água no solo com valores médios de -58,11, -30,36 e -34,19 KPa para as respectivas profundidades, 0,6, 0,4 e 0,2 m.

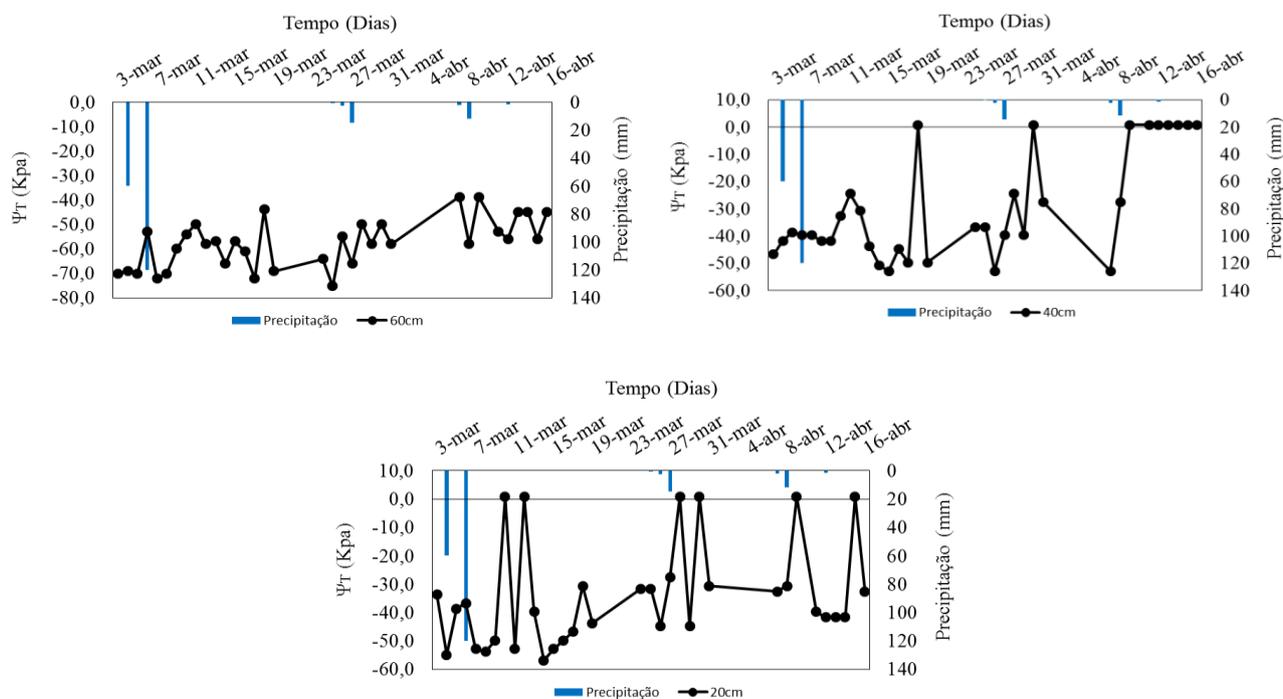


Figura 3 - Variação do potencial total da água em razão de períodos de tempo, em diferentes profundidades (0,60, 0,40 e 0,20 m), monitorado às 09h00 min em lisímetro de lençol freático, Mutuca-PE.

Na profundidade de 0,60 m quando monitorado às 09h00min horas, foram observados rápidos decréscimos de potencial total da água no solo, atingindo valores matriciais bem mais negativos em comparação a todo conjunto de dados. Por outro lado, foi também observada uma rápida recuperação do potencial a 0,60 m, sempre que ocorreram as precipitações.

No fator tempo de monitoramento para o potencial total de água no solo, os valores da tensão em que a água estava retida nas partículas do solo partiram de -70,11 Kpa aos 244 DAT para -44,79 mca ao final do experimento, aos 291 DAT, representando um aumento de 63,88%, tornando o conteúdo de água mais disponível para cultura da moringa na fase sua fase final (figura 3). Em conformidade, Lacher (2000) afirma que a necessidade de consumo de água é aproximadamente proporcional à quantidade de fitomassa.

Observou-se também na figura 3, que a 0,40 m de profundidade, ocorre rápidos acréscimos do potencial total da água no solo, atingindo camadas mais superiores, provavelmente por efeito do lençol freático presente no lisímetro, o que possibilitou maiores potenciais de água no solo tendendo à zero, neste caso retardando o fluxo ascendente da água. Segundo Souza & Paiva (2001) este fato é explicado devido à possibilidade de 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, ambos os aspectos fazendo com que receba um aporte maior e mais contínuo de umidade ao longo do tempo.

Em se tratando do tempo de monitoramento para o potencial total de água no solo, os valores da tensão em que a água estava retida nas partículas do solo partiram de -46,81 KPa aos 244 DAT para 0,80 KPa ao final do experimento, aos 291 DAT, representando um aumento de 1,70%, tornando o conteúdo de água mais disponível para cultura da moringa na fase final.

Em relação à profundidade de 0,20 m, foram observados vários acréscimos de potencial total de água no solo atingindo a superfície, sempre que ocorreram as precipitações, ou seja, em condições mais úmidas. Observou-se também que após esse período de reposição de água com as precipitações, ocorreu secamento do solo que ocasionou um decréscimo no potencial total de água a 0,20 m, o que é de certo modo esperado, devido, aos maiores efeitos das trocas hídricas na superfície do solo, contribuindo dessa maneira para potenciais matriciais mais negativos.

Em relação ao tempo de monitoramento para o potencial total de água no solo, os valores da tensão em que a água estava retida nas partículas do solo partiram de -33,64 KPa aos 244 DAT para -32,63 KPa ao final do experimento, aos 291 DAT, representando um aumento de 96,99%. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza & Paiva (2002), observando a variação do potencial total da água em uma topossequência de solos de tabuleiro, durante dois anos, em que os autores afirmam que em consequência, o potencial total da água no solo varia bruscamente na camada mais superficial, ao longo do tempo, e mais lentamente nas camadas mais profundas.

Na figura 4 observou-se que ocorreu elevada dinâmica da variação do potencial total de água no solo com valores médios de -57,49, -29,34 e -25,81 KPa para as respectivas profundidades, 0,6, 0,4 e 0,2 m. Pode-se observar na profundidade de 0,60 m quando monitorado às 16h00 horas, que houve decréscimos de potencial total da água no solo, atingindo valores matriciais bem mais negativos durante o tempo de avaliação, provavelmente devido ao rebaixamento do lençol freático, tornando essa camada mais seca e com menor potencial de energia, favorecendo a adesão de água na matriz do solo, contribuindo para potenciais totais menores.

Concomitantemente, foi observada um acréscimo do potencial total de água no solo, sempre que ocorreram as precipitações ou devido a contribuição da ascensão capilar. Quanto ao tempo do monitoramento para o potencial total de água no solo a 0,60 m, os valores da tensão em que a água estava retida nas partículas do solo partiram de -65,05 KPa aos 244 DAT para -57,35 KPa ao final do experimento, aos 291 DAT, representando um aumento de 88,16%, contribuindo dessa maneira com uma maior disponibilidade do conteúdo de água para cultura da moringa.

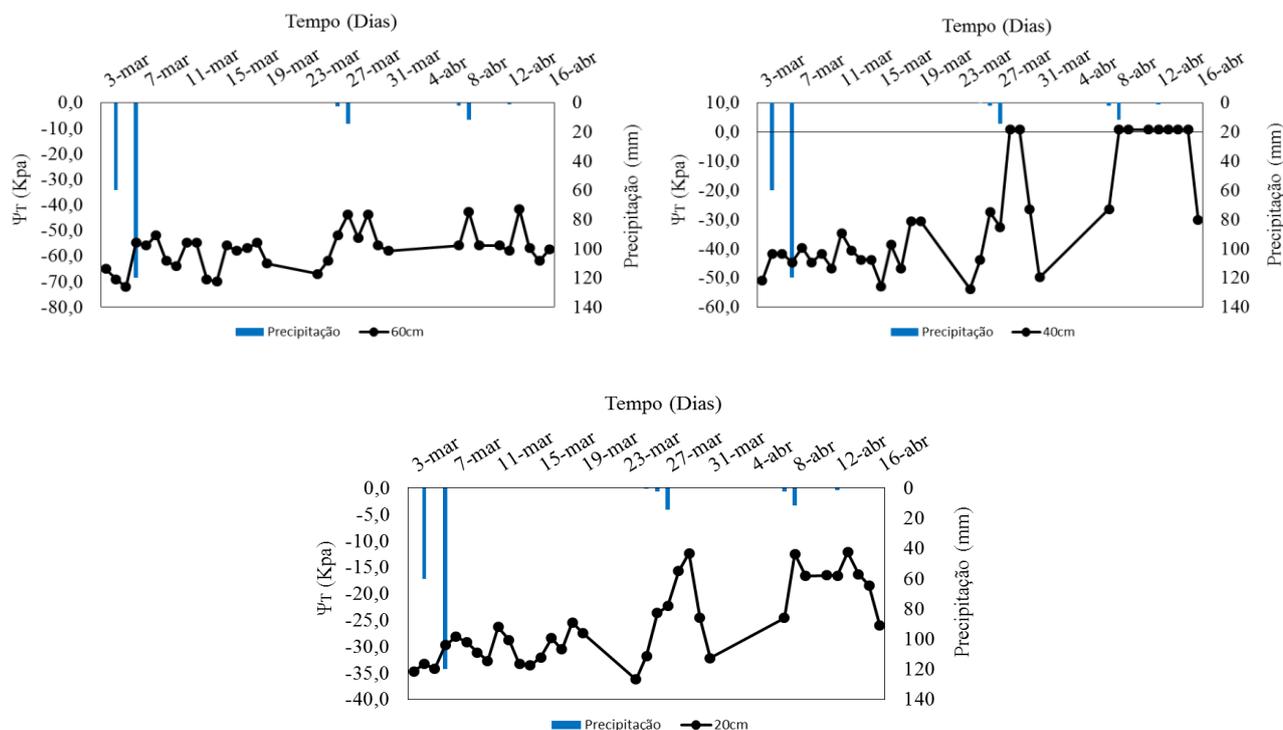


Figura 4 - Variação do potencial total da água em razão de períodos de tempo, em diferentes profundidades (0,60, 0,40 e 0,20 m), monitorado às 16h00 horas em lisímetro de lençol freático, Mutuca-PE.

Observa-se também na figura 4, que a 0,40 m de profundidade, ocorre rápidos acréscimos do potencial total da água no solo, atingindo camadas mais superiores, provavelmente por efeito do lençol freático presente no lisímetro, o que possibilitou maiores potenciais de água no solo tendendo à zero, neste caso retardando o fluxo descendente da água. Porém, durante todo monitoramento a maior frequência dos dados de potencial total de água no solo se encontram retida nas partículas do solo, tornando-se menos disponível para a cultura da moringa a 0,40 m de profundidade.

Durante o tempo de monitoramento para o potencial total de água no solo, os valores da tensão em que a água estava retida nas partículas do solo partiram de -50,86 KPa aos 244 DAT para

-30,29 KPa ao final do experimento, aos 291 DAT, representando um aumento de 59,56%, tornando o conteúdo de água mais disponível para cultura da moringa apenas na fase final.

Em relação à profundidade de 0,20 m, foram observados vários acréscimos de potencial total de água no solo atingindo a superfície, sempre que ocorreram as precipitações, ou seja, em condições mais úmidas, ou por efeito da capilaridade. Observou-se também que após esse período de reposição de água com as precipitações ou capilaridade, ocorreu secamento do solo que ocasionou um decréscimo no potencial total de água, o que é de certo modo esperado, devido, aos maiores efeitos das trocas hídricas na superfície do solo, contribuindo dessa maneira para potenciais matriciais mais negativos. O tempo de monitoramento para o potencial total de água no solo, os valores da tensão em que a água estava retida nas partículas do solo partiram de -34,67 KPa aos 244 DAT para -26,04 KPa ao final do experimento, aos 291 DAT, representando um aumento de 75,11%.

Comparando os tempos de monitoramento, observa-se que às 09h00min horas a 0,2 m de profundidade, os dados do potencial total de água no solo estão mais próximos da poro-pressão positiva, que indica um solo mais saturado quando comparado às 16:00 horas. Segundo Guerra & Guerra (1997) a poro-pressão é considerada positiva quando o solo está saturado, e a força capilar é neutralizada.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bezerra et al., (2012) onde os autores explicam que a diferença de poro-pressão entre os pontos estudados, depende de uma série de fatores, dentre eles a presença de micro e macroporos no solo, a evaporação e absorção de água nas zonas onde estão as raízes das plantas.

4 - CONCLUSÃO

O potencial total de água no solo varia bruscamente na camada mais superficial ao longo do tempo e mais lentamente nas camadas mais profundas.

Em consequência de um lençol freático no solo, o potencial total de água nas camadas mais profundas se tornam menos negativos ao longo do tempo, favorecendo para necessidade hídrica da *Moringa oleífera*.

BIBLIOGRAFIA

BEZERRA, J. F. R.; GERRA, A. J. T.; RODRIGUES, S. C. *Relações entre potencial matricial no solo e cobertura vegetal em uma estação experimental, Uberlândia – MG. Sociedade & Natureza.*, Uberlândia, ano 24 n. 1, 103-114, jan/abr. 2012.

BRITO, A. DOS S.; LIBARDI, P.L.;MOTA, J.C.A.; KLEIN, V. A.*Varição diurno-noturna do potencial mátrico e gradiente de potencial total da água no solo*.Revista Brasileira de Ciência do Solo, n.38, p.128-134, 2014.

CARVALHO, C.M. DE.; VIANA, T.V. DE A.; MARINHO, A.B.; LIMA JÚNIOR, L.A. DE.;VALNIR JÚNIOR, M.; CORREIA, K.G. *Monitoramento do potencial matricial de água no solo utilizando tensímetros digitais instalados em área de pinhão manso irrigado*. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.6, n.2, p. 115-126, 2012.

COELHO, S. L.; TEIXEIRA, A DOS S. *Avaliação do tensiômetro eletrônico no monitoramento do potencial matricial de água no solo*. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.24, n.3, p.536-545, 2004.

GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. *Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1997, 648p.

HUBBELL, J.M.; SISSON, J.B. *Advanced tensiometer for shallow deep soil water potential measurements*. Soil Science, Baltimore, v.163, n.4, p.271-7, 1998.

LIBARDI, P.L.; MOTA, J.C.A.; ASSIS JÚNIOR, R.N. DE; BRITO, A. DOS S., AMARO FILHO, J. *Water balance components in covered and uncovered soil growing irrigated muskmelon*.Revista Brasileira de Ciência do Solo, n.39, p.1322-1334, 2015.

SOUZA, L. da S. & PAIVA, A de Q. *Varição do potencial total da água em uma topossequência de solos de tabuleiro, durante dois anos*. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 36, n. 2, p. 349-355, fev. 2001.

MARTHALER, H.P.; VOGERSANGER, W.; RICHARD, F.; WIERENGA, P.J.A *pressure transducer for field tensiometers*.Soil. Science Society of American Journal, Madison, v.47, n.4, p.624-7, 1983.

MORAES, N.B.; MEDEIROS, J.F.; LEVIEN, S.L.A.; OLIVEIRA, A.M.S. *Avaliação de cápsulas de cerâmica de instrumentos de medida de tensão usados em tensiômetros*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n.1, p.58-68, 2006.

REICHARDT, K. *Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera*. Fundação Cargil, São Paulo, 1985.