

OBTENÇÃO DA CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO DURANTE O CICLO DE UMA CULTURA DE GERGELIM IRRIGADO

*Madson Tavares Silva¹, José Nildo Nobrega¹,
Everson Batista Mariano¹, José Américo Bordini do Amaral²*

¹Graduando em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campina Grande, PB, Brasil. madson_tavares@hotmail.com, nildo_nobrega@yahoo.com.br, eversonmariano@yahoo.com.br ²Engº Agrº e Ftal. Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, Brasil. bordini@cnpat.embrapa.br

RESUMO: O experimento de campo foi realizado no campo experimental da Embrapa Algodão em Barbalha-CE (7° 18' 45" de Latitude Sul e 39° 18' 45" de Longitude Oeste de Greenwich, altitude: 415 m), para estimar a curva de retenção de água no solo para o cultivo do gergelim (*Sesamum indicum L.*) irrigado. A umidade do solo foi monitorada através da técnica de tensiometria no período de setembro a dezembro de 2006. Os tensiômetros foram instalados nas profundidades de 0,10; 0,25 e 0,40 m.

ABSTRACT: Field trial was made at Barbalha – CE Embrapa Algodão experimental station (7° 18' 45" S and 39° 18' 45" W Greenwich, altitude: 415 m above sea level) to evaluate irrigated sesame crop (*Sesamum indicum L.*) curve retention of soil water. Soil moisture monitored by tensiometric method from September to December, 2006. Tensiometers were placed at 0,10; 0,25 e 0,40 m depth.

Palavras-Chave: tensiometria , curva de retenção da água pelo solo

1. INTRODUÇÃO

Para quantificar o reservatório de água no solo é preciso conhecer alguns conceitos que auxiliam no seu dimensionamento. Um desses conceitos se denomina água disponível, representa a água existente no perfil de solo onde se encontram as raízes e retida com uma energia tal que possa ser vencida e absorvida pela planta. É, portanto, aquela água retida no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente, em uma espessura de solo onde exista a maior parte das raízes da planta, ou seja, a camada de irrigação. A capacidade de campo é conhecida como o limite superior de disponibilidade de água para a planta; representa a umidade atingida pelo solo no final do processo de redistribuição da água de um perfil de solo saturado. O ponto de murchamento permanente é o limite inferior de disponibilidade de água para a planta. Essa é uma situação em que há uma certa quantidade de água nos poros do solo, porém, devido a elevada força de retenção existente entre as partículas sólidas do solo e a água, esta não se disponibiliza para o movimento em direção ao sistema radicular da planta. Nessa situação, a planta com seus mecanismos de defesa, fecha as células responsáveis pela transpiração (estômatos), deixando nula as atividades fotossintéticas, resultando estresse hídrico na planta com conseqüente perda de rendimento. Estes conceitos de capacidade de campo, ponto de murchamento permanente e água disponível, apesar de polêmicos no que respeita a sua conceituação teórica, são indispensáveis do ponto de vista prático para o correto controle da irrigação.

As leituras do tensiômetro indicam o estado de energia com que a água está retida nos poros do solo (formados pela agregação das partículas sólidas minerais e/ou orgânicas). A leitura do tensiômetro indica somente se a água do solo está retida com alta ou baixa energia (em solos secos a energia de retenção é alta e a água é pouco disponível para as plantas, em solos úmidos ocorre o inverso). Dessa maneira o tensiômetro é um instrumento que pode indicar muito bem qual o momento de se iniciar a irrigação e conseqüentemente qual o momento que se deve desligar o equipamento. Se conhecermos o teor de água no solo correspondente a determinada leitura do tensiômetro, há condições de definir, além do momento da irrigação, a quantidade de água a ser aplicada. Uma das maneiras de se conhecer o valor da umidade do solo através das leituras do tensiômetro é determinando-se a curva de retenção de água desse solo. A curva de retenção representa a distribuição de poros do solo, isso é, nos mostra qual a quantidade de água existente nos diferentes diâmetros de poros do solo.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o desempenho de tensiômetros para construção de uma curva de retenção de água no solo para uma cultura de gergelim irrigado.

Tema: Meteorologia e a cidade

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Barbalha/Missão Velha /Embrapa – Algodão, localizada em Barbalha, CE (7° 18' 45" de Latitude Sul e 39° 18' 45" de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude de aproximadamente 415 m). O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Aw' - Tropical chuvoso, com estação chuvosa no outono. A precipitação média anual do município de Barbalha é de 986 mm, com evaporação anual de 2.625 mm, umidade relativa média de 86% e temperatura média anual de 27,1°C.

O solo, é classificado como Latossolo eutrófico, de textura argilosa, cuja análise física realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, (UFCG), para obtenção das características físico-hídricas, encontram-se apresentadas na Tabela 1.

A cultivar utilizada no experimento foi a CNPA G4, a qual apresenta haste de cor verde, ausência de pêlos nas folhas e nas hastes, crescimento ramificado, sementes de cor creme, predominantemente um fruto por axila foliar, teor de óleo da semente entre 48 e 50% e peso médio de sementes de 3.10^{-3} Kg (EMBRAPA ALGODÃO, 2000). Seu ciclo de aproximadamente 100 dias entre emergência e maturação dos frutos. A cultura foi mantida livre das plantas daninhas, pragas e doenças durante todo o ciclo e conduzida sob regime de irrigação por aspersão.

Irigou-se pelo sistema de aspersão convencional, utilizando-se dez tubos de 1 m de altura, dispostos no espaçamento de 12 m x 12 m, a aplicação da água foi efetivada considerando-se uma eficiência de aplicação do sistema aspersivo de 70%, cujos aspersores aplicam em média, lâmina de $24,9 \text{ mm.dia}^{-1}$ funcionando simultaneamente, visando-se obter uma sobreposição de 100% da lâmina aplicada, os quais eram deslocados ao longo das posições, de forma que todas as parcelas ficavam a mesma distância dos emissores por ocasião da irrigação; em seguida à semeadura, aplicou-se uma lâmina em todas as parcelas, visando-se uniformizar a germinação. Para cada repetição foram instaladas 4 baterias de três tensiômetros de vácuo de água nas profundidades de 0,10; 0,25 e 0,40 m, totalizando 12 na área experimental, donde se obtinham leituras diárias.

Características Físicas	Profundidade (m)	
	0,0 – 0,3	0,3 – 0,6
Granulometria (%)		
Areia	26,32	31,30
Silte	24	22,98
Argila	49,68	45,72
Classificação Textural	Argilosa	Argilosa
Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,30	1,29
Densidade de partículas (g cm ⁻³)	2,53	2,66
Porosidade total (%)	48,62	51,40
Água disponível (%)	14,92	14,01

Tabela 1 – Resultado da análise física do Latossolo Eutrófico, unidade da Embrapa Algodão - Barbalha/Missão Velha, Barbalha, CE

A curva de retenção de água do solo foi determinada através do modelo de estimação da umidade volumétrica em função do potencial matricial, de acordo com os parâmetros da equação de ajuste proposta por van Genuchten (Libardi, 2004) que relaciona a umidade atual do solo com a tensão da água no mesmo, sendo utilizada para a determinação da lâmina de água a aplicar por irrigação. A equação de van Genuchten é apresentada de acordo com a equação (1):

$$\Theta_a = \left\{ \frac{\Theta_r + (\Theta_s - \Theta_r)}{1 + (\alpha |\Psi_m|)^n} \right\} \quad (1)$$

onde,

Θ_a - umidade atual (cm^3/cm^3); Θ_r - umidade residual (cm^3/cm^3); Θ_s - umidade de saturação (cm^3/cm^3); Ψ_m - potencial matricial (m.c.a.; 1 mca = 9,809 kPa); α , m , n - coeficientes empíricos obtidos por regressão polinomial.

A curva foi ajustada utilizando-se o software SWRC (Soil Water Retention Curve - versão Beta 3.0) para ajuste de curvas, que emprega o método iterativo de Newton - Rapshson, estimando os cinco parâmetros θ_s , θ_r , α , m e n independentemente, observando-se as seguintes condições: $0 < \alpha < 1$, $0 < m < 1$ e $n > 1$.

O controle da irrigação foi realizado com o auxílio de tensiômetros de vácuo de água, com aferição por tanque Classe A, localizado a cerca de 500 metros de distância da área experimental, em posto agrometeorológico. A leitura de ambos foi feita diariamente e o momento de irrigar foi determinado através da medição da tensão da água no solo (Tabela 2). Para determinar a lâmina de água a ser aplicada em cada irrigação, conhecendo-se a tensão da água no solo, aplicou-se a equação (2) para determinar a umidade volumétrica atual ($\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O} / \text{cm}^3 \text{ solo}$). Estabelecendo-se os níveis mínimo e máximo de umidade volumétrica em cada camada, a camada de água foi obtida mediante a expressão descrita por (MARTINEZ BELTRÁN, 1986) através da equação (2):

$$h_i = \frac{1}{E_a} \left(\frac{\theta_{CC} - \theta_{PMP} \cdot D_s \cdot Z \cdot Fr}{100} \right) \quad (2)$$

em que:

h_i - altura total de água a ser aplicada (mm); θ_{CC} - capacidade de campo (%); θ_{PMP} - ponto de murcha permanente (%); D_s - densidade do solo ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$); Z - profundidade para reposição de água até à capacidade de campo (mm); E_a - eficiência de aplicação de água do sistema (em decimal), Fr - fator de reposição ou de disponibilidade de água (decimal < 1).

Mês	TR (dias)	L.L.(mm)	L.B. (mm)	T.I. (min)	Temp Irr (min)
setembro - 1 a 14	8	36.8	52.5	210	26
setembro - 15 a 30	13	78.75	112.50	450	35
outubro - 1 a 14	8	86.10	117.00	480	60
outubro - 15 a 31	16	145.60	182.00	780	49
novembro - 1 a 14	8	67.20	84.00	360	45
novembro - 15 a 30	12	78.40	98.00	420	35

¹ Turno de irrigação (TR): LLTotal/ETc

² LL Corrigida para um Turno de Irrigação corrigido

³ LB Lâmina bruta

Tabela 2 - Cronograma de irrigação, considerando-se os coeficientes de cultivo (kc) por estágio e a evapotranspiração da cultura de cada mês

3. RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta os dados de potencial matricial versus conteúdo volumétrico de água do solo utilizados para a construção da curva de retenção. Utilizando a metodologia de van Genuchten (1980) e o Software SWRC, os dados foram ajustados e uma curva de retenção de água ajustada foi obtida (Figura 1).

Potencial matricial (kPa)	Conteúdo de água em volume (cm ³ cm ⁻³) Estimado
0	0.500
10	0.494
50	0.469
100	0.439
330	0.327
1000	0.168
5000	0.029
10000	0.011

Tabela 3 – Dados da curva de retenção do solo determinado estimado pela equação de van Genuchten

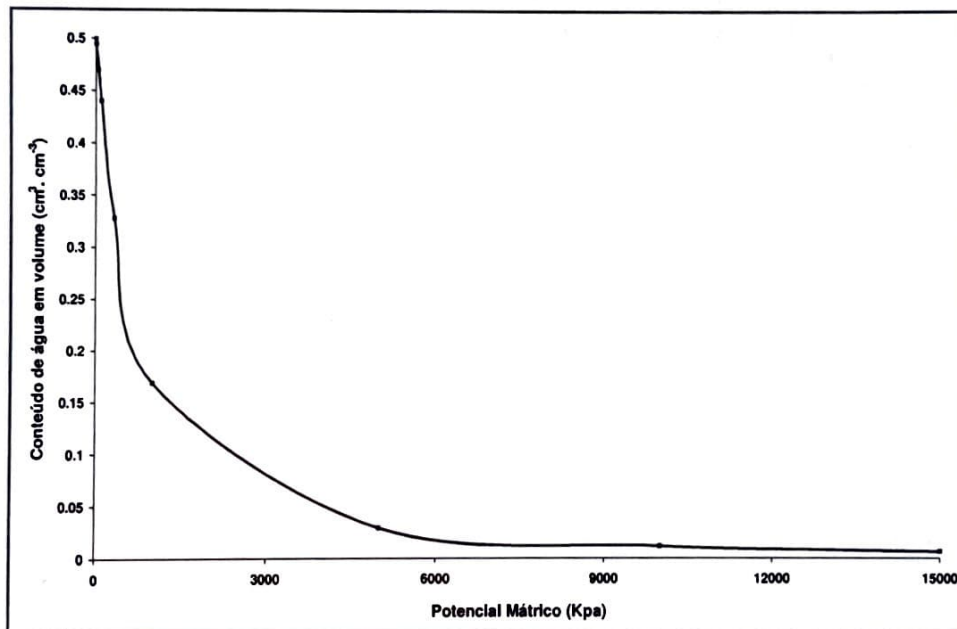


Figura 1 - Curva de retenção de água do solo ajustada pelo modelo de van Genuchten

A partir da determinação da curva de retenção de água ajustada obtiveram-se os parâmetros $\alpha=0,0012$, $m=1,36$, $n= 1,09$, $\theta_s=0,5$ e $\theta_r=0,182$ da equação com $R^2 = 0,85$, o que nos permitiu inferir o conteúdo de água em função do potencial matricial, determinado pelo tensiômetro.

Na Figura 2 observou-se as lâminas de irrigação e a precipitação pluvial diária ocorrida durante o período de estudo, como também a variação das leituras dos tensiômetros de vácuo de água que monitorava a água no perfil de solo de 0,25 a 0,40 m, para uma cultura do gergelim irrigado. Nota-se, no gráfico, que o tensiômetro localizado a 0,40 m sofreu as menores variações até o 25º dia após a germinação, isto é, na fase de desenvolvimento vegetativo, na qual por sua vez, o consumo de água pela cultura foi baixo. No período reprodutivo, após o 40º dia, o valor máximo ocorreu entre o 55º e o 70º dia após a germinação. Observou-se ainda que os tensiômetros de vácuo de água localizados a maiores profundidades (0,25 e 0,40 m), começava a acusar a maior extração de água nessa camada de solo (secamento do solo), devido às maiores taxas de evapotranspiração da cultura no período reprodutivo.

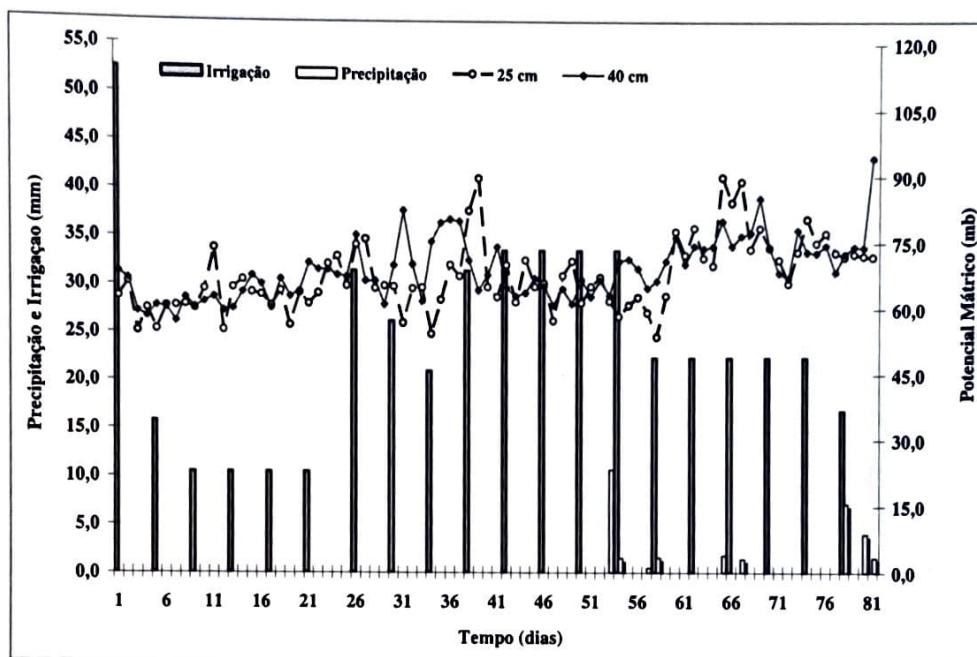


Figura 2 - Potencial mático, irrigação e precipitação pluvial durante o ciclo de uma cultura do gergelim, Barbalha, CE

4. CONCLUSÕES

A curva de retenção determinada pelo método de van Genuchten tem valores adequados para o cenário de condução do ensaio experimental.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB). **BRS 196 (CNPA G4)**: nova cultivar de gergelim e seu sistema de cultivo. Campina Grande, 2000. Folder.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da Água no Solo**. 2.ed. Piracicaba: O próprio, 2004. 509 p.

MARTINEZ BELTRÁN, J. **Drenaje agrícola**: Madrid; Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1986. v.1.

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, n. 5, p. 892-898, 1980.