



## ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE ÁGUA EM CAUPI IRRIGADO<sup>1</sup>

Rubens Sonsol Gondim<sup>2</sup>, José Vanglésio de Aguiar<sup>3</sup> & Raimundo Nonato Távora Costa<sup>3</sup>

### RESUMO

Este trabalho foi conduzido no período de setembro a dezembro de 1997, numa área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará, no município de Pentecoste, CE, localizada a 100 km de Fortaleza. O objetivo do experimento foi avaliar a utilização do tensiômetro de mercúrio, do Tanque Classe A e da equação de Hargreaves, na determinação da lâmina de água a ser aplicada na irrigação. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições, enquanto os tratamentos foram representados pelos três diferentes métodos de estimativa citados, de quando e quanto irrigar (Tratamento 1 – Tensiômetro; Tratamento 2 - Tanque Classe A e Tratamento 3 - equação de Hargreaves) e a cultura utilizada foi o caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) para consumo em estado verde, cultivar João Paulo II, no espaçamento de 0,90 x 0,40 m, com duas plantas por cova, irrigada por aspersão convencional. A análise dos resultados constatou uma economia de água no tratamento 1, de 28 e 23%, em relação aos tratamentos 2 e 3, respectivamente, e também evidenciou a inexistência de diferenças significativas entre as produtividades alcançadas em todos os tratamentos. O tensiômetro pode ser indicado como instrumento de racionalização do uso da água em irrigação.

**Palavras-chave:** tensiômetro, tanque classe A, *Vigna unguiculata* L. (Walp), lâmina de água

### STRATEGIES OF IRRIGATION SCHEDULING IN COWPEA

### ABSTRACT

A field study was conducted from September to December 1997 at the Federal University of Ceará Experimental Farm in Pentecoste, Brazil. The irrigation scheduling was based on a tensiometer, Class A pan evaporation and Hargreaves equation. The purpose of the research was to evaluate the three treatments (Treatment 1 - tensiometer, Treatment 2 - pan evaporation and Treatment 3 - Hargreaves equation) with four replications in a completely randomized design. Sprinkler irrigated cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cultivar João Paulo II for fresh consumption was grown on the experimental area. Plants were spaced at 0.90 x 0.40 m, maintaining two plants per hole. Crop yield showed no significant difference, although using the tensiometer to schedule irrigation, the water consumption was 28 and 30% lower compared to the Class A Pan Evaporation and Hargreaves equation, respectively. The tensiometer may be indicated as an instrument for saving water in irrigation scheduling.

**Key words:** tensiometer, Class A evaporation pan, *Vigna unguiculata* L. (Walp), water depth

Recebido em 03/05/1999, Protocolo 040/99

<sup>1</sup> Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor no Curso de Mestrado de Irrigação e Drenagem da UFC

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Irrigação e Drenagem, Técnico do Banco do Nordeste, Av. Paranjana 5.700, CEP 60740 – 000, Fortaleza, CE. Fone: (0xx85) 299 3273. E-mail: sonsol@banconordeste.gov.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Professor Adjunto da UFC, Av. Mister Hull s/n° - Bloco 804, CEP 60 451 – 970, Fortaleza, CE. Fone: (0xx85) 288 9756. E-mail: jvaguair@ufc.br e rntcosta@ufc.br

## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade ecológica em irrigação pode ser traduzida pelo manejo racional dos recursos hídricos disponíveis, alcançado por uso eficiente, prevenção contra salinização e tratamento adequado de poluentes e pesticidas. A equidade consiste em possibilitar a oferta de água a todos os irrigantes, em nível que satisfaça suas necessidades. O rápido crescimento da demanda de água se deve, de 70 a 80%, à irrigação, pouco menos de 20% ao abastecimento industrial e 6% ao consumo humano (FAO, 1992 *apud* Sampaio, 1997) de forma que se espera, no próximo século, ser a água o recurso natural mais importante; por outro lado, a agricultura irrigada é responsável pelo consumo de aproximadamente 70% da água doce utilizada no planeta (FAO, 1993). A medida em que aumenta a demanda, isto só é possível evitando-se o desperdício; desta forma, quando se pretende irrigar uma área, deve-se considerar que o fornecimento preciso de água, além de reduzir os impactos ambientais negativos em decorrência de possível salinização, pode ainda reduzir os custos de energia, como conseqüência do decréscimo das horas de bombeamento; por outro lado, o uso racional da água poderá propiciar uma expansão da área irrigada em função da maior disponibilidade deste recurso. A definição do momento certo de irrigar, além de proporcionar melhor distribuição no uso da água, poderá ter, como conseqüência, um aumento de produtividade das culturas. Pode-se acrescentar, ainda, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, conforme Art. 19 da Lei Federal nº 9.433/97, o que implicará em imediata demanda por métodos precisos de controle. Ante o exposto, um projeto de irrigação, para tornar-se competitivo deverá, obrigatoriamente, preocupar-se com um método adequado do manejo de água. No intuito de estudar os efeitos da frequência e da lâmina de irrigação sobre a produção do trigo (*Triticum aestivum*) em Latossolo Vermelho-Escuro, Frizzone et al. (1985) testaram quatro frequências de irrigação baseadas na evaporação acumulada do tanque Classe A (20, 40, 60 e 80 mm) e três lâminas de irrigação (50, 75 e 100% da evaporação do tanque) cujos resultados mostraram que, para uma mesma quantidade total de água aplicada, a alta frequência de irrigação proporcionou maior produção de grãos, sendo maior quando a lâmina foi igual àquela perdida por evaporação no tanque. Sobre tensiometria e variabilidade espacial em Terra Roxa estruturada, Villagra et al. (1988) com a finalidade de separar a variância total de leituras de tensiômetros em seus componentes instrumental e local (de solo) concluíram que a variância instrumental (dos tensiômetros) é desprezível em relação à do solo e os detalhes de variabilidade espacial da umidade do solo são perdidos quando se pretende estimá-la através de leituras de tensiômetros; constataram, ainda, que o tempo de resposta depende do potencial mátrico ( $\Psi_m$ ). Para altos potenciais (próximo à saturação), esse tempo é da ordem de sessenta minutos, para potenciais médios (em torno de - 27,5 kPa) quatro horas e para potenciais mais negativos (em torno de - 47,5 kPa) oito horas. Desta forma, afirmaram que qualquer tensiômetro que tenha sofrido desequilíbrio por fluxagem encontram-se, após doze horas, plenamente equilibrado. Segundo avaliações feitas pela FAO, citados por Sediya (1993), o melhor método de estimativa da evapotranspiração é o de Penman modificado com erro de mais ou menos 10% no verão e até mais ou menos

20% sob condições de baixa demanda evaporativa. O método do tanque Classe A pode ser classificado em segundo lugar com erro de mais ou menos 15%, dependendo do local de instalação do tanque. A seguir, são recomendados os métodos que envolvem o termo radiação solar na sua formulação com erros maiores que 20% no verão; finalmente, os métodos que envolvem apenas temperatura devem ser evitados. A maior parte dos projetos de irrigação da região Nordeste baseia-se no método de Hargreaves para estabelecer a frequência de irrigação, em função da facilidade da disponibilidade dos dados e por atender às exigências da maioria das instituições financiadoras; entretanto, outras alternativas poderiam ser incorporadas à cultura do irrigante. O tanque Classe A e o tensiômetro convencional de mercúrio são largamente aplicados no manejo de água no mundo inteiro, pois obtêm dados locais e sem muitas limitações, além de serem de simples operação, visto que se trata de equipamentos que poderão ser difundidos para os agricultores, desde que os cuidados requeridos em sua operação sejam transmitidos. O objetivo deste trabalho é avaliar comparativamente a racionalização no consumo de água dos métodos citados, a fim de se elaborar possível sugestão para adoção por parte dos agricultores, uma vez que os mesmos praticamente não utilizam manejo de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área irrigada, na Fazenda Experimental do Vale do Curu, da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no município de Pentecoste, Estado do Ceará. A propriedade localiza-se a 110 km de Fortaleza e, de acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é semi-árido (Bsh'i) apresentando precipitação média anual em torno de 750 mm e evaporação em torno de 1.400 mm, com temperaturas médias mensais de 28° C e umidade relativa média mensal de 67,4%. O solo é aluvial eutrófico, textura franco-arenosa. A cultura utilizada no experimento foi o caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) conhecida vulgarmente como feijão-de-corda, cultivar João Paulo II, desenvolvida pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFC. Foram realizadas três capinas durante o ciclo da cultura e os grãos colhidos verdes, quando as vagens iniciaram o amarelecimento, sendo estas debulhadas para a pesagem da produção. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições; os tratamentos foram representados por três diferentes métodos de estimação de quando e quanto irrigar (tensiômetro, tanque Classe A e equação de Hargreaves). Irrigou-se pelo sistema de aspersão convencional, utilizando-se dez aspersores subcopia em tubos de subida de 1 m de altura, dispostos no espaçamento de 6 x 6 m, funcionando simultaneamente, visando-se obter uma sobreposição de 100% da lâmina aplicada (Figura 1), os quais eram deslocados ao longo das posições e respectivos tratamentos, de forma que todas as parcelas ficavam a mesma distância dos emissores por ocasião da irrigação (Figura 1); em seguida à semeadura, aplicou-se uma lâmina em todas as parcelas, visando-se uniformizar a germinação em todos os tratamentos. Para cada repetição foram instalados cinco tensiômetros de mercúrio nas profundidades de 0,10, 0,30, 0,50, 0,70 e 0,90 m, totalizando 60 na área experimental, donde se

obtinham leituras diárias. Foram instalados, ainda, doze coletores para controle da água aplicada na irrigação. Após cada irrigação, calculou-se a lâmina precipitada com o auxílio de proveta. Reichardt (1974) apud Azevedo & Caixeta (1986) encontrou que 90% das raízes de feijão concentravam-se nos primeiros 30 cm de solo, profundidade esta considerada na irrigação.

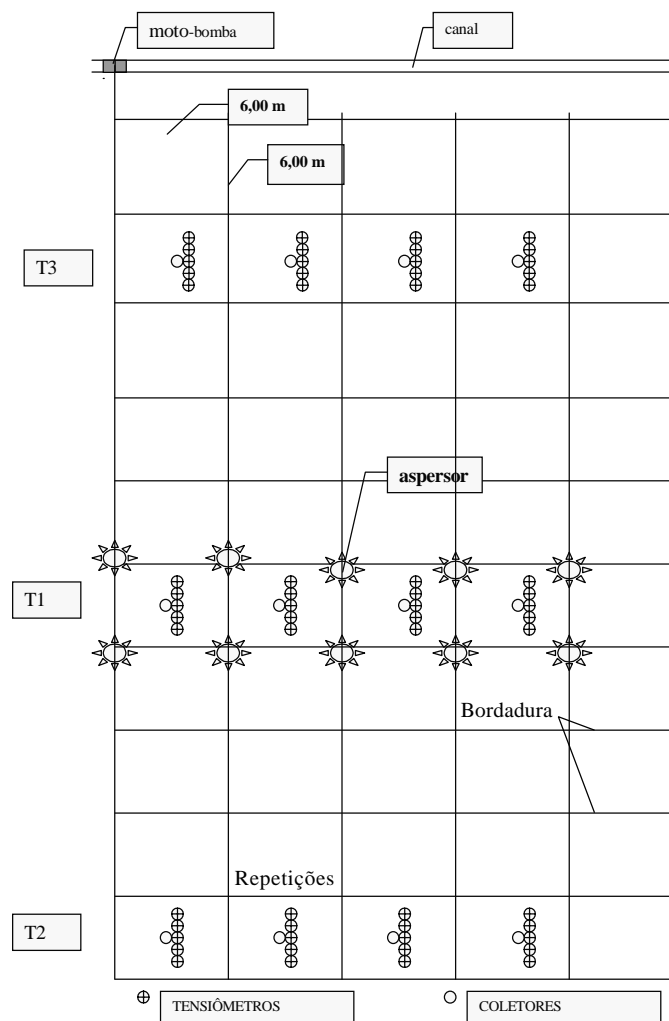


Figura 1. Disposição dos tratamentos e equipamentos na área experimental

**Tratamento 1** - Controle da lâmina d'água pelo tensiômetro: Com os valores de potencial mátrico ( $\psi_m$ ) obtidos das leituras dos tensiômetros determinou-se, através das curvas características de retenção de água, o conteúdo de água do solo ( $\theta$ ,  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) e a lâmina líquida aplicada foi calculada pela

seguinte expressão:

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{uc}) \cdot z \quad (1)$$

sendo:

- LL - lâmina líquida (mm)
- $\theta_{cc}$  - conteúdo de umidade na capacidade de campo ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ )
- $\theta_{uc}$  - conteúdo da umidade crítica ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ )
- z - profundidade do solo que se deseja irrigar (mm)

Sempre que o solo atingia a umidade crítica era aplicada uma lâmina, suficiente para colocar o solo na capacidade de campo. Para o caupi, a tensão máxima (ou teor mínimo de umidade) na qual a cultura responde com rendimento ótimo, situa-se em torno de - 0,04 MPa (Bezerra, 1985) isto é, as irrigações deverão ocorrer sempre que o potencial mátrico ( $\psi_m$ ) de 0 a 0,30 m de profundidade atingir o valor médio de - 0,04 MPa.

**Tratamento 2** - Controle da lâmina d'água pelo tanque Classe A: A necessidade de água pela cultura foi fornecida pelos dados do tanque Classe A e a frequência de irrigação foi indicada quando o tanque acumulava uma evaporação equivalente a 40% da capacidade de água disponível (CAD) ou seja, fator de depleção de água do solo de 0,4. A lâmina foi calculada pela equação:

$$CAD = \frac{(C.C. - P.M.)}{100} \cdot d \cdot z \quad (2)$$

em que:

- CAD - em mm de água por cm de solo
- CC - capacidade de campo em %
- PM - ponto de murcha em %
- d - densidade aparente do solo em relação à densidade da água (adimensional)
- z - profundidade efetiva do sistema radicular em cm

**Tratamento 3** - Controle da lâmina d'água através da equação de Hargreaves: O fornecimento d'água para a cultura foi baseado nos dados de evapotranspiração potencial (ETp) pelo método de Hargreaves, no coeficiente da cultura kc, na CAD e na eficiência de irrigação (Tabela 1). A frequência da irrigação variava de acordo com o turno de irrigação (TR) dado pela equação:

$$TR = \frac{CAD}{(ETp \times kc)} \quad (3)$$

O controle das irrigações foi iniciado logo após a emergência das plantas. A partir dos volumes coletados após a irrigação,

Tabela 1. Cronograma de irrigação para o tratamento 3, considerando-se os coeficientes de cultivo (kc) por estágio e a evapotranspiração da cultura de cada mês

Mês	kc	ETp (mm dia <sup>-1</sup> )	ETc (mm dia <sup>-1</sup> )	TR <sup>1</sup> (dias)	TR (dias) Corrigido	L.L. <sup>2</sup> (mm)	L.B. <sup>3</sup> (mm)	Tempo de cada Irrigação
Setembro	0,60	5,83	3,50	11,14	11	38,50	55,00	2h39min
Outubro - 1 a 14	0,60	5,73	3,44	11,34	11	37,84	54,06	2h36min
Outubro - 14 a 31	1,05	5,73	6,02	6,48	6	36,12	51,60	2h29min
Novembro - 1 a 14	1,05	5,74	6,03	6,47	6	36,18	51,68	2h29min
Novembro - 14 a 30	1,05	5,74	6,03	8,31	8	48,24	68,91	3h19min

<sup>1</sup> Turno de irrigação (TR):  $LL_{total}/ETc$

<sup>2</sup> LL Corrigida para um Turno de Irrigação corrigido

<sup>3</sup> LB Lâmina bruta

foram calculadas as lâminas aplicadas. Pelo tempo de bombeamento, calculou-se o consumo de óleo diesel em cada tratamento, através da relação de 0,8 L de óleo por cada hora bombeada.

**Colheita:** Os grãos foram colhidos verdes, quando as vagens iniciaram o amarelecimento e eram debulhadas para a pesagem da produção. A colheita foi iniciada em 11/11/97, estendendo-se até 18/12/97. De maneira geral, no tratamento 2 observou-se maior concentração da colheita com amarelecimento das plantas em seguida. Para todos os tratamentos, o pico da colheita ocorreu nos dias 17 e 18/11/97 e, por ocasião das mesmas, de cada repetição foram retiradas, das bordaduras, duas amostras de aproximadamente 50 g (peso úmido da amostra verde) que foram levadas à estufa a 105° C; após 24 h foram pesadas para determinação da umidade. De posse dos dados de umidade das amostras, calculou-se a umidade média e se corrigiu o peso dos grãos verdes para a umidade padrão de 57%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento 1, por ter demandado menor quantidade de água (Tabela 2), também necessitou de menor bombeamento e menor quantidade de diesel durante o ciclo da cultura (15,21h e 12,17 L) seguido pelos tratamentos 2 (22,09 h e 17,67 L) e 3 (22,37 h e 17,86 L). A época de maior consumo de água pelas plantas coincidiu com a floração e enchimento dos grãos antes do pico da colheita. Os dados da análise de variância indicaram haver diferença das lâminas totais aplicadas entre tratamentos. O teste de Tukey indicou que o tratamento 1 difere significativamente dos demais, a nível de 0,01 de probabilidade; o coeficiente de variação foi de 7,43% e não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos 2 e 3 enquanto o tratamento 1 apresentou 28% de economia de água em relação ao tratamento 2 e 23% em relação ao tratamento 3. O tensiômetro, por se basear em tensão da água no solo, tem a vantagem de indicar o momento de irrigar, fundamentado em dados locais, da área irrigada, enquanto os métodos climáticos, mesmo os de melhor estimativa, muitas vezes recorrem a dados de áreas próximas, que podem não refletir a realidade local onde se está irrigando; isto deve ser confrontado com a possível variabilidade espacial do solo enfrentada pelos tensiômetros e, também, considerar qual seria o método de monitoramento de irrigação mais adequado. Um novo modelo de irrigação monitorada por tensiômetro requer nova avaliação da eficiência dos diversos métodos de irrigação, a qual poderá ser maior que nos modelos tradicionais.

Tabela 2. Lâminas totais aplicadas em mm, nas diversas repetições dos tratamentos, durante o ciclo da cultura

Trat.	Repetição (R)				Var.	Soma	Média*
	1	2	3	4			
1	300,33	356,59	297,41	316,40	742,51	1.270,73	317,68a
2	396,05	451,59	463,28	456,70	957,42	1.767,62	441,91b
3	439,90	374,86	412,86	431,86	840,00	1.659,48	414,87b

CV=7,43% - Teste F significativa a 0,01 da probabilidade

\* Médias seguidas pelas letras diferentes apresentam diferenças significativas ( $p < 0,01$ )

Os resultados obtidos neste estudo coincidem com o experimento de Smajstrla & Locascio (1990) comparando-se o controle da irrigação por tensiômetro de vácuo usando duas tensões críticas com o tanque Classe A, na irrigação de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) pelo sistema de

gotejamento, durante dois anos, em solo arenoso, na Flórida. Em ambos os anos, o tratamento do tanque Classe A demandou maior quantidade de água em relação aos tratamentos que utilizavam tensiômetros (38 a 48% a mais no primeiro ano e 20 a 36% no segundo ano).

A Tabela 3 apresenta o total de grãos verdes, colhidos em cada repetição dos tratamentos, com a umidade corrigida para 57% e a média, em kg ha<sup>-1</sup>, dos tratamentos. Pela análise de variância, verificou-se que não houve efeito significativo dos tratamentos, e resultado semelhante foi obtido por Smajstrla & Locascio (1990) quando compararam a irrigação monitorada por tensiômetros e tanque Classe A, em tomates. Apesar da aplicação de menor quantidade de água no tratamento 1, não houve diferenças significativas nas produtividades. Apesar do valor de F observado ter sido menor que 1, o coeficiente de variação foi de apenas 7,74%, refletindo que o controle experimental foi satisfatório, cujo resultado pode ser entendido como resultante de irrigações excessivas, quando baseado nos métodos de Hargreaves e Tanque, fato que não implicou em perda de produtividade. Apesar da menor aplicação de água no tratamento do tensiômetro, tal fato também não revelou haver perda na produção, o que significa que um monitoramento da irrigação pode resultar numa economia de recursos hídricos sem aumento ou perda de produtividade, uma vez que as irrigações tradicionais, de maneira geral, desperdiçam água; por outro lado, as produtividades alcançadas são maiores quando comparadas com o experimento de Silva & Freitas (1996) que analisaram os rendimentos de grãos verdes de caupi em cultivo puro e consorciado com milho (*Zea mays* L.) em Latossolo Vermelho-Amarelo, na região de Mossoró, RN, sob irrigação suplementar; em cultivos puros, alcançaram rendimento médio de 1.648 kg ha<sup>-1</sup>. A redução do rendimento pode ter sido pelo fato da irrigação suplementar carecer de algum método de controle das irrigações para sinalizar o momento de irrigar. O rendimento de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> se dá em função da umidade dos grãos no ponto da colheita (57%). Esta é perda quando os grãos são colhidos secos.

Tabela 3. Massa de grãos verdes\* colhidos em kg ha<sup>-1</sup>, nas diversas repetições dos tratamentos

Trat.	Repetição (R)				Var.	Soma	Média
	1	2	3	4			
1	2.804	2.799	3.263	3.164	58.219,00	12.030	3.007,50a
2	2.552	3.004	3.073	3.035	59.683,33	11.664	2.916,00a
3	2.676	3.114	3.073	3.014	39.904,92	11.877	2.969,25a

CV=7,74% - Teste F não significativo

\* Corrigidas para 57% da umidade

## CONCLUSÃO

A irrigação monitorada pelos tensiômetros demandou menor quantidade de água e, conseqüentemente, implicou em maior eficiência no uso da água que o Tanque Classe A e equação de Hargreaves. Esta realidade não resultou em diferenças significativas entre os tratamentos nas produtividades.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AZEVEDO, J.A.; CAIXETA, T.J. Irrigação do feijoeiro. Planaltina, DF: EMBRAPA - CPAC, 1986, 60p. Circular Técnica nº 23
- BEZERRA, F.M.L. Efeito do potencial matricial e da época de plantio na produtividade de duas cultivares de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata*, (L.) Walp no Vale do Curu sob regime de irrigação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1985, 93 p. Dissertação Mestrado
- FAO. Sustainable management of water resources for agricultural development. In: The world of agriculture. Hong Kong: FAO, p. 110 - 112, 1993.
- FRIZZONE, J.A.; ZANINI, J.R.; PEREIRA, G.T.; RETTORE, P.R. Efeito da frequência e da lâmina de irrigação na produção de trigo (*Triticum aestivum* L.), Ciência e Prática, v.9. n.2, p.198-207, 1985.
- LEI FEDERAL Nº 9.433/97 – Lei das Águas. Brasília, DF: Diário Oficial.
- SAMPAIO, G. Água no Século XXI. Economia e Mais. Fortaleza. v. 8, p.12-13, 1997.
- SEDIYAMA, G.C. Necessidade de água para os cultivos. In: Curso de engenharia de irrigação. Brasília: ABEAS, 1993. 143p.
- SILVA, P.S.L.; FREITAS, C.J. Rendimento de grãos verdes de milho e caupi em cultivos puros e consorciados. Revista Ceres. Viçosa, MG, v. 43, n. 245, p.28-38, 1996.
- SMAJSTRLA, A.G.; LOCASCIO, S.J. Irrigation scheduling of drip-irrigated tomato using tensiometers and pan evaporation. Proceedings Florida State Horticulture Society. Florida. v. 103, p.88-91, 1990.
- VILLAGRA, M.M.; MATSUMOTO, O.M.; BACCHI, O.O.S.; MORAES, S.O.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Tensiometria e variabilidade espacial em terra roxa estruturada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 12, p.205-10, 1988.