

# CONTROLE AUTOMÁTICO DE IRRIGAÇÃO ATRAVÉS DO PRINCÍPIO TENSIO MÉTRICO<sup>1</sup>

Roberto TESTEZLAF<sup>2</sup>, Fedro ZAZUETA<sup>3</sup> e Thomas YEAGER<sup>4</sup>

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um sistema automático de controle de irrigação para plantas cultivadas em vasos dentro de estufas, tendo transdutores de pressão acoplados a tensiômetros como sensores de umidade. O sistema de controle funcionou satisfatoriamente durante o período de testes, sem apresentar falhas operacionais e conseguindo controlar eficientemente as irrigações. Adicionalmente, monitorou corretamente a tensão de água do substrato na opção de controle automático, aplicando água em função da demanda das plantas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle de irrigação, tensiômetros, cultivo em vasos.

**ABSTRACT:** An automated irrigation computer control system was developed for management of greenhouse container plants. A control system supervising container soil water was developed based on tensiometer-mounted pressure transducers. The system worked properly during the test period with no failures in monitor and control water applications. Furthermore, the system accurately monitored water status of container plants, and applied water responding to the plant demands.

**KEYWORDS:** Irrigation control, tensiometer, container plants.

**INTRODUÇÃO:** A implementação de sistemas automatizados de controle que realizam manejo de irrigação em tempo real tem o potencial de aumentar as eficiências do uso de água, energia e de aplicação de produtos químicos. Exemplos da aplicação destes tipos de sistemas podem ser encontrados na literatura (Jacobson et al., 1989; Zazueta & Smajstrla, 1992; van Bavel, 1995; Wessels et al., 1995). Entretanto, estes sistemas não tem sido utilizados extensivamente na produção de plantas ornamentais pela falta de informação técnica e de sensores adequados. Apesar de certas limitações, tensiômetros têm sido utilizados como alternativa para definir o momento de irrigar em função da tensão de água em plantas cultivadas em vaso (Burger & Paul, 1987; Lieth & Burger, 1989, e Testezlaf et al., 1996).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O desenvolvimento do sistema de controle pode ser dividido nas seguintes partes: interface gráfica de controle (software), hardware e avaliação do sistema. As partes do hardware foram definidas em função das características de

---

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido dentro do Programa de Pós-Doutorado do primeiro autor, financiado pela FAPESP.

<sup>2</sup> Professor Livre Docente, Departamento de Água e Solo, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 13083-970 - Campinas, SP, Fone: (019) 789-2023, FAX: (019) 239-4717, e-mail: bob@agr.unicamp.br.

<sup>3</sup> Professor, Agricultural and Biological Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL.

<sup>4</sup> Professor, Department of Environmental Horticulture, University of Florida, Gainesville, FL.

disponibilidade, custo, e precisão requerida. O sistema ficou composto das seguintes partes: sensores de umidade, interface de comunicação (placa A/D) com amplificador de sinais e multiplexador de canais, computador com o interface gráfica de controle (software) instalada, fonte de potência externa e dispositivos de controle. Quando em operação, a interface obtém informações sobre o sistema controlado através dos canais analógicos da interface A/D. Algoritmos existentes na interface são então aplicados sobre estas informações, o que resultará na definição de possíveis ações a serem tomadas. Caso necessário, estas ações serão aplicadas sobre os dispositivos de controle (relays e bombas submersas) usando os canais digitais de saída, supervisionado pela interface de controle. O controle automático do manejo de irrigação foi projetado baseado no uso de tensiômetros conectados a transdutores de pressão. Baseado em ensaios de calibração, optou-se por sensores piezoresistivos modelos MPX 5100 DP, da empresa Motorola conectados a pontas porosas de tensiômetros produzidas pela empresa Q-Com. A avaliação do desempenho do sistema e dos sensores foi realizada em uma estufa experimental do Departamento de Horticultura da Universidade da Florida, através do acompanhamento do manejo de irrigação de plantas de *Chrysanthemum* (*Dendranthema grandiflora* Tzvelez.) cv 'Coral Charm' cultivadas em vasos, com volume de três litros, em um substrato comercial denominado Metro Mix 500. Utilizou-se da variável denominada percentagem de água disponível (PAD) para relacionar a perda de água diária e o correspondente valor da tensão de água no substrato. Esta variável descreve o quanto da capacidade total de retenção de água do vaso estava disponível todo dia à planta e foi calculada através do monitoramento dos valores diários do peso dos vasos, partindo da condição de saturação.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 apresenta o gráfico e a função matemática que relaciona os valores de tensão de água do substrato com os valores percentagem de água disponível nos vasos. Com estes dados foi possível definir o momento de irrigar em função de quanto de água a planta poderá retirar. Por exemplo, se o momento de irrigar for definido para 90% de água disponível, o valor de tensão correspondente será de 1,5 kPa. Desta forma, através do acompanhamento em tempo real dos valores de tensão de água do substrato, o sistema procurará manter a tensão em um valor constante pré-definido (set-point). Como exemplo deste funcionamento, a Figura 2 apresenta a operação diária típica do controle automático de irrigação. Neste caso o sensor registrou em dois momentos distintos durante o dia (10:00 e 16:00 horas, aproximadamente) um valor de tensão superior ao valor de 1,5 kPa. Neste momento o sistema automaticamente iniciou a irrigação, aplicando água durante um período pré-determinado e induzindo a posterior redução dos valores de tensão do substrato.

**CONCLUSÕES:** O sistema de controle funcionou satisfatoriamente durante o período de testes, sem apresentar falhas operacionais e conseguindo controlar eficientemente as irrigações. Adicionalmente, monitorou corretamente a tensão de água do substrato na opção de controle automático, aplicando água em função da demanda das plantas e sendo capaz de armazenar os dados gerados pelo sistema.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

JACOBSON, B. K., P. H. JONES, J. W. JONES, e J. A. PARAMORE. **Real-time greenhouse monitoring and control with an expert system.** *Computers and Electronics in Agriculture* 3:273-285. 1989.

BURGER, D. W., e J. L. PAUL. **Soil moisture measurements in containers with solid-state, electronic tensiometers.** *HortScience*. 22(2): 309-310. 1987.

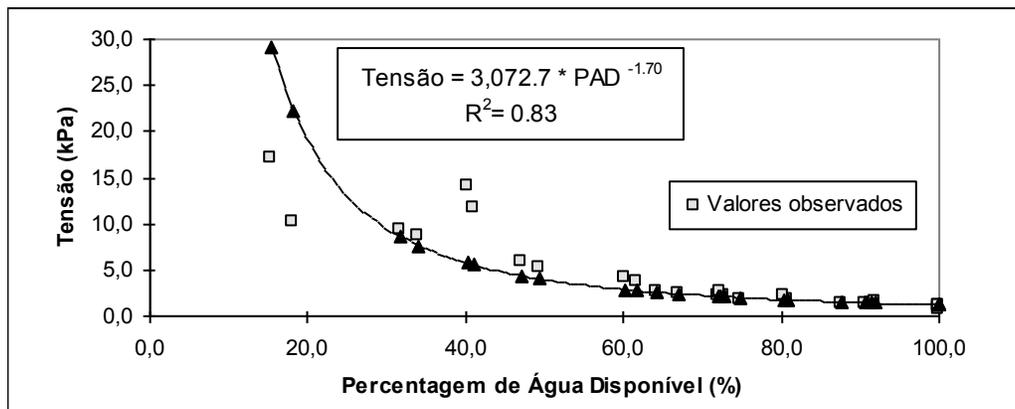
LIETH, J. H. e D. W. BURGER. **Growth of Chrysanthemum using an irrigation system controlled by soil moisture tension.** *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(3):387-397. 1989.

TESTEZLAF, R., F. S. ZAZUETA, e T. H. YEAGER.. **A real-time irrigation control system for greenhouses.** In. *Proc. of the Sixth International Conference on Computers in Agriculture*, 204-211. St. Joseph, MI: ASAE. 1996

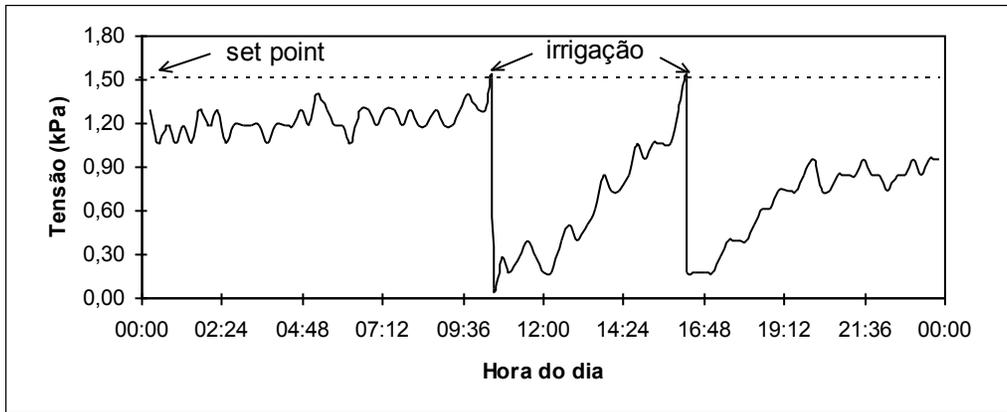
van BAVEL, M. G. **Advances in microirrigation control by sap-flow monitoring systems.** In *Proc. 5th International Microirrigation Congress*, 234-238. St. Joseph, MI: ASAE. 1995.

WESSELS, W. P. J., W. H. STEYN, e J. H. MOOLMAN. **Automatic microirrigation and salt injection system for research and commercial applications.** . In *Proc. 5th International Microirrigation Congress*, 116-122. St. Joseph, MI: ASAE. 1995.

ZAZUETA, F. S. e A. G. SMAJSTRLA.. **Microcomputer-based control of irrigation systems.** *Applied Engineering in Agriculture*, 8(5):593-596. St. Joseph, MI:ASAE. 1992



**FIGURA 1: Relação entre tensão (kPa) e porcentagem de água disponível no vaso (%) para Chrysanthemum cultivadas em Metro Mix 500.**



**FIGURA 2: Variação diária dos valores de tensão obtidos pelo sistema automático de controle da irrigação.**