



ATMOGOTEJAMENTO COM SENSORES IG: IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

A.G. Calbo¹, C.M.P. Vaz¹

(1) Embrapa Instrumentação, Rua Quinze de Novembro 1452, 1356-970, São Carlos, SP,
adonai.calbo@embrapa.br, carlos.vaz@embrapa.br

Resumo: Um gotejador ideal deve aplicar uma vazão de água uniforme e reduzida, não ser susceptível ao entupimento, mesmo sem o uso de sistemas de filtragem sofisticados, ter pequenas dimensões, ser de fácil transporte e montagem, e poder ser controlado por sensores de água no solo ou na planta. Para obter-se emissores com vazão reduzida e com possibilidade do controle por sensores de água, estudou-se o sistema de atmogotejamento, associado a sensores IG de controle da tensão de água no solo. Os sensores IG são elementos porosos, cujo núcleo contém partículas de dimensões especificadas, que habilitam ou bloqueiam a passagem de ar, de acordo com a tensão da água no solo. A adaptação proposta pode também ser elaborada na forma de haste irrigante, cuja altura pode ser 50% menor, sem causar perda de desempenho, em relação ao sistema convencional. Esse resultado é obtido graças ao uso de entrada de água através de um filtro de areia, que dirige o fluxo de ar utilizado para ajustar a vazão da água por um duto de gotejamento com diâmetro interno de 2 a 5 mm. Para vazões $< 500 \text{ mL h}^{-1}$, o atmogotejamento é linearmente controlado pelo fluxo de ar, de acordo com uma taxa de $\sim 0,4 \text{ L}$ de água carregada no gotejamento por litro de ar insuflado, para uma altura relativa da coluna de água de 0,5 vezes a altura do tubo de gotejamento.

Palavras-chave: gotejamento, método, sensor IG, tensão de água, umidade.

ATMODRIPPING WITH IG SENSORS: LOCALIZED IRRIGATION

Abstract: An ideal dripper should apply a reduced and uniform water flow; avoid clogging, even without the use of sophisticated filtering systems; have a reduced size, be easily transported and assembled; and easily controlled by locally distributed soil or plant water sensors. In order to obtain emitters with reduced flow and ease control by water sensors, simple atmodripping systems associated with IG sensors control the soil water tension were developed and evaluated. IG sensors are porous elements, whose core is formed by particles of specified dimensions, which enable or block the passage of airflow, according to the soil water. The proposed modification can also be prepared in the form of irrigating stems, whose height may be 50% smaller, without any performance loss, compared to the conventional system. This is achieved by conducting the water input through a sand filter, which directs the air stream used to adjust the flow of water through a drip tube having an internal diameter between 2 and 5 mm. For flow rates smaller than 500 mL h^{-1} the atmodripping is linearly controlled by the air flow, under the specified conditions, according to a rate of about 0.4 L of floated dripping water per liter of insuflated air, when the relative height of the water column is 0.5 times the height of the drip tube.

Keywords: drip irrigation, method, IG sensor, water tension, soil moisture.

1. Introdução

Os precursores do gotejamento imaginavam que a água deveria ser aplicada em baixíssima vazão, para evitar escoamento superficial, percolação profunda da água e para formar um bulbo molhado quase esférico, mesmo em solos de textura grossa. GILAAD (1972), inclusive, preconizava que gotejador ideal deveria aplicar uma vazão de água uniforme e reduzida, não ser susceptível a entupimento, mesmo sem o uso de sistemas de filtração sofisticados, precisaria ter pequenas dimensões e ser de fácil transporte e montagem.

A questão da vazão reduzida infelizmente foi uma noção “abandonada” em função da necessidade prática de gotejadores menos propensos a entupimento. Assim o uso de gotejadores de elevada vazão ocorreu, complementado pela aplicação de temporizadores (SPENCER, 1974). Das noções de transporte de água no solo, no entanto, infere-se que a aplicação ideal de água sob baixa vazão é uma alternativa ainda viável. Correntemente, no entanto, os controladores de irrigação temporizados e automatizados, envolvendo ou não sensores pontuais de estado de água no solo, são operados de modo a prover lâminas úteis de irrigação, ajustadas na proporção do tempo de rega e que utilizam tempos de pré rega, como precaução, para diminuir a ocorrência de percolação profunda.

Uma alternativa para possibilitar a aplicação de vazões de água reduzidas sem entupimento de gotejadores é a técnica de atmogotejamento (CALBO, 2008). O sistema evita o risco de entupimento mediante o ajuste da vazão de água através da aplicação de um fluxo de bolhas de ar em um duto de elevação. Pela baixa densidade, o ar

em fluxo propulsiona a elevação de quantidades proporcionais de água através de tubos com diâmetro menor que 5 mm, graças à tensão superficial desse fluido. É um sistema de gotejamento que possibilita controle da vazão em ampla faixa, começando de valores tão reduzidas quando 4 mL h⁻¹. Nos trabalhos iniciais o controle da irrigação por atmogotejamento era realizado com válvulas, ou controladores de irrigação com flutuadores internos, ligados a sensores Irrigas (CALBO e SILVA, 2005; CALBO e MAROUELLI, 2011). Era uma automatização que, no entanto, envolvia complexidades práticas.

Nesse trabalho descreve-se algumas adaptações ao sistema de atmogotejamento com o intuito de torná-lo simples, compacto e possibilitar o controle simplificado da irrigação, habilitado pela disponibilidade de novos sensores IG de tensão de água no solo, que por sua sinergia com o sistema empregado possibilita a irrigação automática sem o uso de controladores ou válvulas.

2. Materiais e Métodos

O sistema de atmogotejamento no lado esquerdo da Figura 1, possui como diferencial o fato de que a água adentra o duto de elevação (8), com diâmetro interno entre 2 e 5mm e, altura preferencialmente, da ordem duas vezes a altura de coluna de água, após passar por um filtro de areia fina (10) e um elemento poroso flexível (9), de contenção. No regulador de pressão com flutuador (5), a alimentação com água ocorre através de um duto extravasor (7). Quando o bloqueio na borracha de vedação (6) é habilitado pelo flutuador (5), esse controle é igual ao anteriormente descrito por Calbo, 2008. Ao centro (Fig. 1) ilustra-se um sensor IG (1) de tensão de água no solo, que habilita um afluxo entre o duto de entrada de ar (2) e o duto de saída de ar (3), caso a tensão da água no solo seja maior que um valor crítico característico do sensor, por exemplo 15 kPa.

O dispositivo ilustrado no lado direito da Figura 1 é um compressor de expansão gasosa opcional, que pode ser substituído por um compressor de ar com pressão máxima ajustada para 4 kPa (23) (Fig. 2) e uma restrição (22) de fluxo de ar tipicamente igual a 2,5 vezes a vazão de água que se queira regular. O compressor de ar por expansão gasosa, é adequado para a rega automática em áreas que recebem radiação solar direta. O compressor de expansão gasosa é constituído de uma câmara negra (11), que contém internamente óleo mineral (12) e um duto de pressurização, com diâmetro interno, relacionado ao volume, e tipicamente maior que 5 mm, preferencialmente, de seção triangular, para facilitar passagem de ar através do líquido, encimado por um reservatório de escape de ar (14), que evita derramamento de óleo, quando o sensor IG (1), está no estado impermeável ao ar, isto é em solo úmido. Para a rega de arbustos o compressor térmico pode ter uma câmara negra (11) de baixa capacidade calorífica, e volume de ~1 L e 15 mL de óleo mineral.

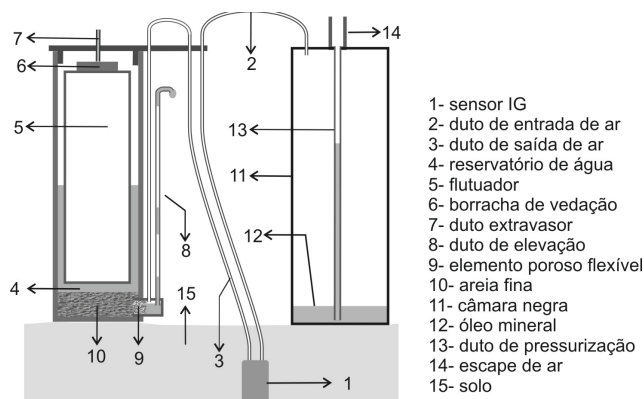


Figura 1. Sistema de atmogotejamento automatizado com uso de sensor IG.

O sistema de atmogotejamento ilustrado da Figura 2 é similar ao da Figura 1, exceto por pequenas diferenças como o controle de pressão, ou nível de água externo. Desse modo cada atmogotejador é apenas uma haste irrigante (21), no qual um fluxo de ar governa a vazão de água através do duto de elevação (8) interno. Outras pequenas diferenças são uma vedação (19), um compressor de ar a 4 kPa com distribuidor (23), de múltiplas saídas, cada uma provendo um fluxo de ar ajustado em respectiva restrição (22) de controle. Na Figura 2 procurou-se deixar claro o nível de água ajustado, que aparece evidente no lado direito, que representa solo úmido, após o equilíbrio. No lado esquerdo representa-se o gotejamento induzido pelo fluxo de ar em solo seco.

3. Resultados e Discussão

Na Figura 1 ilustra-se um sistema miniaturizável de atmogotejamento com alimentação de água através de um filtro de areia (10), que dirige o fluxo de ar para ajustar a vazão da água através do duto de elevação (8), ou tubo de gotejamento. A faixa de diâmetros do duto de elevação (8) não deve exceder 5 mm de diâmetro interno, pois acima desse diâmetro o fluxo de ar pode se movimentar através da coluna de água fazer a água flutuar e gotejar. Essa alteração possibilitou que o sistema proposto tenha uma altura 50% menor, para uma dada coluna de água, em comparação com o sistema convencional descrito por Calbo (2008). Outros aspectos de desempenho do sistema proposto são similares ao determinado anteriormente por Calbo e Marouelli (2011). Na faixa de zero a

500 mL h⁻¹ a vazão de água ocorre na proporção de 0,4 de água por litro de ar aplicado. Para fluxos de ar maiores a relação deixa de ser linear e após um máximo a vazão de água diminui em função do fluxo de ar aplicado. Para a melhor performance, em termos de estabilidade de vazão a altura relativa deve ser mantida ao redor de 0,5, onde a altura relativa é a razão entre altura de coluna de água e a altura do duto de elevação (8) (CALBO e MAROUELLI, 2011). Ainda na Figura 1, o compressor de expansão gasosa, que poderia ser acomodado sobre o atmogotejador à esquerda, é adequado para operação sob exposição direta ao sol. No sistema, o volume do termostato pode ser dimensionado de acordo com a aplicação que se tem em vista. A rega ocorre sempre que há aumento da temperatura ambiente.

Outra configuração do sistema é ilustrada na Figura 2. A diferença mais significativa é o controle externo do nível da água (20). Opcionalmente nessa figura ilustra-se compressor de ar ajustado a 4 kPa com distribuidor (23) de múltiplas saídas, cada uma delas contendo uma restrição (22) de ajuste do fluxo de ar. O uso do compressor elétrico, tubos e restrições é um pouco mais complicado, nos termos da praticidade sugerida para os sistemas de gotejamento (GILAAD,1972).

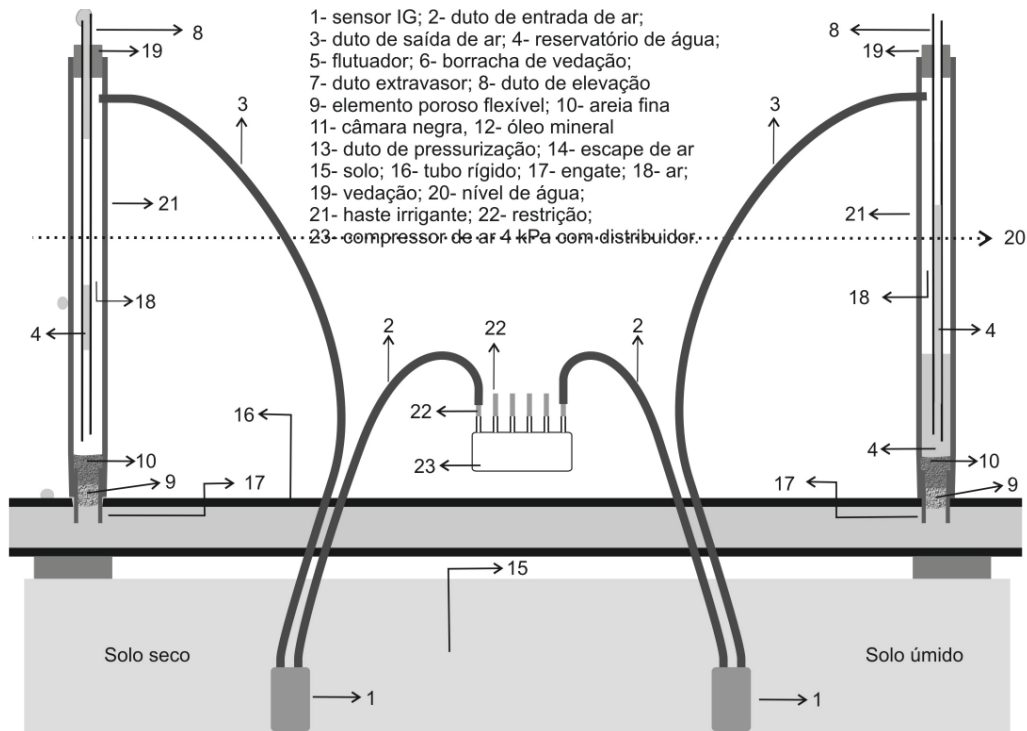


Figura 2. Sistema de atmogotejamento compacto para irrigação automática controlada pela passagem de ar através de sensores IG montado na forma de haste irrigante.

Nos sistemas descritos nesse trabalho a potencialidade do atmogotejador como dispositivo, praticamente a prova de entupimento, mesmo para vazões de água diminutas entre 5 e 500 mL h⁻¹ é mantida. Do ponto de vista de automatização, o uso de sensores IG causou uma importante simplificação em comparação com o controle de irrigação obtido com auxílio de sensores pneumáticos Irrigas (CALBO, 2008). Isto ocorre porque os sensores IG apresentam fluxo direcional através do sensor e dispensam outros dispositivos complementares como válvulas pressostáticas, ou controladores de irrigação de boia, que oneram a irrigação automática.

Por possibilitar a aplicação de vazões de água reduzidas e controle de irrigação simples, mediado por sensores IG, o atmogotejamento abre novas possibilidades de irrigação automatizada. Assim, caso este sistema seja operado com vazão de água adequadamente reduzida, de acordo com o tipo de solo, então, o controle automatizado da irrigação dispensa a necessidade de definições preliminares de lâmina de irrigação, o que usualmente conseguido mediante a intercalação de temporizadores elétricos. Essas definições de preliminares de irrigação, de acordo com curvas de retenção de água no solo, são aproximações baseadas em parâmetros estáticos e médios, que de fato não representam a dinâmica do reservatório de água do solo, no ciclo da irrigação. Assim, na recomposição do reservatório de água do solo, sistemas análogos ao aqui proposto, também dispensam a necessidade de definição referente a um tempo de pré rega, ou de espera, que são utilizados para evitar, que a aplicação duplicada de uma lâmina de irrigação seja indevidamente habilitada, pelo fato do fronte de molhamento não ter alcançado um sensor de estado da água no solo. Lâminas de irrigação inadequadas e lâminas de irrigação aplicadas em duplicidade estão as causas comuns de percolação profunda e de lixiviação de nutrientes durante a irrigação.

4. Conclusões

O sistema de atmogotejamento proposto e as suas hastes irrigantes podem ser 50% mais curtas graças ao uso de entrada de água através de um filtro de areia, que dirige o fluxo de ar através de um duto de gotejamento com diâmetro interno entre 2 e 5 mm. O controle de irrigação através do sistema é habilitado pelo fluxo de ar que atravessa sensores IG, quando a tensão da água no solo se torna maior que um valor crítico (kPa) do sensor. A alimentação dos atmogotejadores pode ser feita por compressor de ar elétrico ou por expansão gasosa acionada por variações na intensidade da radiação solar. Sob vazões $<500 \text{ mL h}^{-1}$, o atmogotejamento é linearmente controlado pelo fluxo de ar de acordo com uma relação experimental com magnitude da ordem de 0,4 L de água por litro de ar insuflado, quando a altura relativa da coluna de água é 0,5 vezes a altura do duto de gotejamento. Adicionalmente, sob vazões de água suficientemente reduzidas, especificadas para cada solo, o sistema possibilita a irrigação automática sem cálculos preliminares de lâmina de irrigação ou de tempo de pré rega.

Agradecimentos

Ao colega Carlos Cesar Pusinhol pelas detalhadas conversas e planos de trabalho sobre manejo e controle de irrigação por atmogotejamento.

Referências

- CALBO, A.G. Sistema de gotejamento para irrigação e arejamento com vazão ajustada por fluxo de ar. Patente BRPI0803322, 2008.
- CALBO, A.G.; MAROUELLI, W.A. Atmodripper system for precision plant irrigation. *Acta Horticulturae*. v. 889, p:601-605, 2011.
- CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C. Sistema Irrigas para manejo de irrigação: Fundamentos, aplicações e desenvolvimentos. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 174 p.
- CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C. Gaseous irrigation control system: description and physical tests for performance assessment. *Bragantia*, v.65, n.3, p.501-510, 2006.
- CALBO, A.G.; VAZ, C.M.P.; PORTO, L.F.; MAROUELLI, W.A. Sensor de tensão de água, sistema para caracterização e medições contínuas de água no solo, sistema de indicação de tensão crítica no solo e haste de irrigação. Patente BR 0097721, 2013.
- GILAAD, I. Improvements in or relating to an irrigation emitter unit. Patent, EU 139200, 1972.
- SPENCER, L. Intermittent irrigation system. Patent US 3797741, 1974.