

1. INTRODUÇÃO

Determinar o consumo hídrico de uma planta é uma medida de grande importância para o controle da irrigação. Uma forma de se avaliar a perda diária de água das plantas, é através da medida do fluxo de seiva no caule, que em boas condições hídricas e integrado em 24 horas representa a transpiração diária da planta.

Uma das técnicas destinadas à determinação da taxa de transpiração de plantas, consiste na realização de um balanço de calor numa seção do caule ou ramo da planta de interesse, suprida com uma quantidade conhecida de calor. Parte desse calor será perdido verticalmente e radialmente por condução, e a outra será transportada por convecção pela seiva que flui. Este método recebeu grande impulso com os trabalhos de Sakuratani (1981) e Baker & Van Bavel (1987).

Um problema operacional relacionado com a técnica, consiste em se medir adequadamente esses fluxos de calor. Por isso é que são utilizados sensores, os quais irão fornecer sinais analógicos que alimentarão as equações que propiciam o balanço de calor.

Neste sentido, o presente trabalho objetiva a construção de uma sonda para medida do fluxo de seiva, de duas plantas de goiabeira irrigada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Na construção da sonda estão sendo obedecidos os procedimentos propostos por Steinberg (1989) em cursos oferecido pela mesma em universidades americanas. Para tanto, são usados diferentes materiais e ferramentas, dentre os quais pode-se mencionar: estilete, soldador de ferro com ponta fina, solda, alicate de ponta, régua de precisão, cola forte, fita adesiva, placa de cortiça, material isolante, conector de 8 pinos, velcro, fios de cobre e constantan (diâmetro 0,01 polegadas e isolados individualmente) e aquecedor flexível (com resistência determinada em função das dimensões de cada sonda).

Estas sondas consistem de um aquecedor cilíndrico que circula completamente o caule da planta, uma placa de cortiça envolvendo o aquecedor, uma termopilha e dois conjuntos de termopares montados sobre a placa de cortiça, além de um material isolante que se estende alguns centímetros acima e abaixo do conjunto termopilha-cortiça-aquecedor.

O aquecedor consiste de uma resistência impressa em filme flexível, com valor bem definido, que irá envolver o caule e fornecerá uma quantidade conhecida de calor. O modelo usado neste estudo foi importado de uma companhia americana com tamanho e resistência que variam de acordo com o diâmetro da planta ser estudada.

A termopilha é a parte do sensor que fica entre o aquecedor e o isolamento, e é montada na parte central da placa de cortiça. É formada por junções de fios alternados de cobre e de constantan, alinhadas no centro do sensor. Sua função básica é determinar o fluxo de calor radial dissipado a partir do caule, cujo sinal analógico denominamos Ch.

Os termopares são junções de cobre e constantan (mas podem ser usados outros metais) que ficam em contato direto com o caule e obedecem a desenho que depende do modelo a ser adotado. Esses devem ser igualmente espaçados, aos pares e ligados em série, a fim de avaliar a variação de temperatura da seiva que atravessa a seção aquecida e especialmente, para medir o gradiente de temperatura acima e abaixo da seção aquecida.

O material isolante que irá envolver todo o conjunto deve ser de tal forma que proteja o sensor de trocas de calor com o meio ambiente, minimizando a perda radial de calor.

2.1 Procedimentos experimentais

A sonda que desenvolvemos é composta de uma termopilha com 10 junções ligadas em série e dois pares de termopares montados acima e abaixo da termopilha, como pode ser visto na Figura 1. Por isso, o sinal analógico CH fornecido pela termopilha deve ser dividido por 10, e os sinais AH e BH fornecidos pelos pares de termopares devem ser divididos por 2. O material isolante utilizado em nossas pesquisas, consiste de duas placas de borracha de espessuras diferentes, 3mm e 8mm, sobrepostas. Os aquecedores utilizados apresentam resistências de 26 W e foram alimentados com uma voltagem de aproximadamente 6,0 Volts, o que corresponde a uma potência de 1,38 watt.

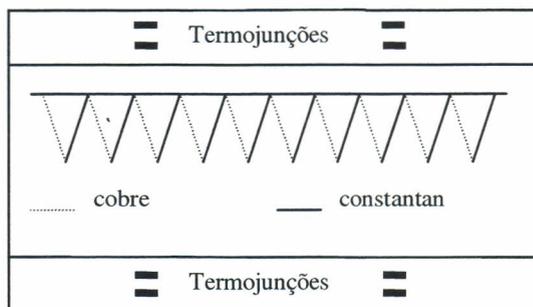


Figura 1 - Principais partes do sensor: termopilha (central) e termopares (extremos)

Os sinais analógicos fornecidos pelos sensores, foram coletados e armazenados por um sistema de aquisição de dados e placa multiplexadora, os quais foram previamente programados para coletar medições a cada minuto e armazenar as médias a intervalos de 30 minutos.

Os testes, em condições de campo, dos sensores confeccionados, foram realizados em área do Projeto Nilo Coelho, núcleo 09 e lote 1194, distante 8,5Km de Petrolina (09°09'S;40°22'W; 365m), os quais foram instalados em duas goiabeiras com diâmetros aproximados de 56,5mm, de julho a outubro de 2000.

3. RESULTADOS

A fim de se analisar o correto funcionamento dos sensores instalados, procedeu-se uma análise dos sinais analógicos AH, BH, CH fornecidos pelo sensor, bem como a temperatura da seiva, e os diferentes fluxos de calor.

Para a análise dos sinais, considere-se o Gráfico 1, no qual observa-se que em baixas taxas de fluxo (durante a noite), os sinais analógicos atingem valores máximos. Já com altas taxas de fluxo (durante o dia), esses são mínimos.

¹ Aluna do Curso de Graduação em Meteorologia do DCA/CCT/UFPB e Bolsista do PIBIC/CNPq,

² Dr. Professor Adjunto da UFPB, Campina Grande, PB. Pesquisador CNPq

Gráfico 1. Sinais analógicos fornecidos pelo sensor.
Goiabeira 2

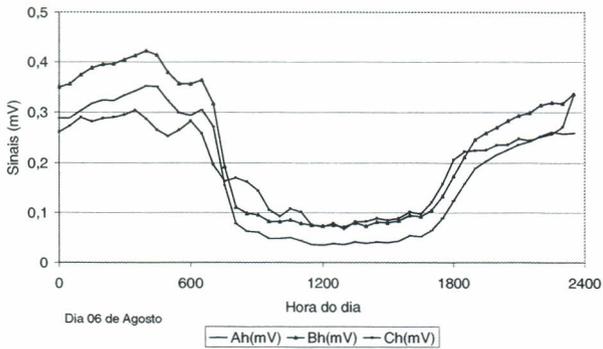


Gráfico 2. Variação da temperatura da seiva.
Goiabeira 2

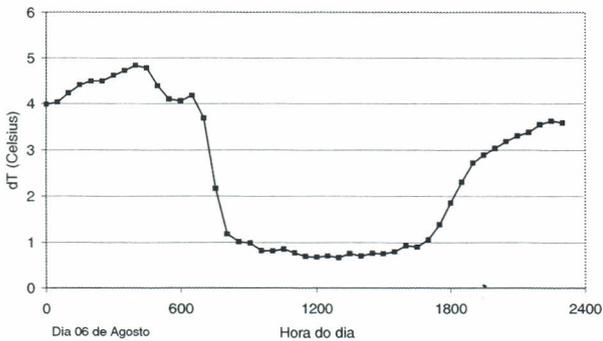
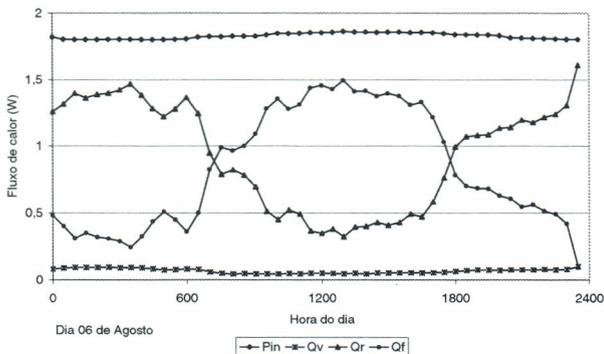


Gráfico 3. Análise do fluxo de seiva
Goiabeira 2



A explicação para esse fato é que durante o dia, pelo fato de que a seiva se movimenta muito rápido, ela transporta

grande quantidade de calor ao atravessar a seção aquecida do caule, sem que se registre aumento das perdas radial e vertical, por condução. À noite, por se movimentar lentamente, a seiva transporta pequena quantidade de calor e se constata grandes perdas radial e vertical de calor.

O Gráfico 2, mostra que o aumento de temperatura da seiva diminui com o aumento das taxas de fluxo, e atinge valores máximos durante à noite. Os valores máximos calculados para dT foram em torno de 5°C e os mínimos foram em torno de $0,7^{\circ}\text{C}$. Ou seja, a potência utilizada proporcionou valores entre $0,3$ e 8°C , como sugerido em Dynamax (1994).

No método do balanço de calor, a energia dividida entre o fluxo de calor condutivo e convectivo varia com a taxa de fluxo. O Gráfico 3, ilustra as variações típicas das componentes de fluxo de calor. Como pode ser visto, antes do nascer do Sol, o fluxo de calor perdido por condução longitudinal (Q_v) eleva-se um pouco, o fluxo radial de calor (Q_r) aproxima-se de P_{in} e o calor transportado pela seiva (Q_f) atinge um valor mínimo, em virtude de as taxas de fluxo serem baixas. Após o nascer do Sol, quando essas taxas aumentam, os valores de Q_v apresentam uma pequena queda e Q_r começa a diminuir em virtude do considerável aumento de Q_f .

4. CONCLUSÕES

Os dados obtidos para AH e BH produziram um aumento de temperatura com valores dentro do intervalo sugerido pela Dynamax (1994), o que assegura um bom funcionamento da sonda.

A transpiração total diária obtida foi compatível com medições da Etc obtidas no pomar de goiabeiras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sakuratani, T., A heat balance method for measuring water flux in the stem of intact plants. *Journal of Agricultural Meteorology*, 37:9-17 (1981).
- Baker, J. M., & C. H. M. Van Bavel. Measurement of mass flow of water in the stem of herbaceous plants. *Plant, Cell and Environment*. 10:777-782, 1987.
- Steinberg, S., Van Bavel, C.H.M., and McFarland, M.J. A gauge to measure mass flux rate of sap in stems and trunks of woody plants.
- Grime, V.L. & Sinclair, F.L. Sources of error in stem heat balance sap flow measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 94:103-121, 1999.
- DYNAMAX. Flow 32 installation and operation manual Dynamax, Houston, TX, 182p, 1994.