

LISÍMETRO DE PESAGEM E DE LENÇOL FREÁTICO DE NÍVEL CONSTANTE PARA USO EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE PROTEGIDO

Lucas Melo Vellame¹, Mauricio Antonio Coelho Filho², Eugênio Ferreira Coelho³

ABSTRACT - Weight and constant water table lysimeters were evaluated under laboratory or greenhouse conditions. The lysimeters were built by using pots of 15 and 50 liters and the weighting ones were built using charge cells of 45 and 140 kg capacity. The precision errors (repeatability and hysteresis) were the ones more affected by non controlled factors during calibration process and they were, respectively, 10.31 and 8.84 g for the 45 kg-lysimeter and 58.36 and 21.46 g for the 140 kg-lysimeter. The evaporation measured in the weight lysimeters followed dynamically sap flow at one-hour scale. The measurements in the water table lysimeter underestimated evaporation during the whole daily-period, however for 24-hours period the readings got close to those ones obtained for the weight lysimeters.

INTRODUÇÃO

A lisimetria de pesagem, apesar de suas limitações metodológicas, serve como referência em estudos de perda de água das culturas, pois tais equipamentos medem diretamente a evapotranspiração.

Lisímetros de pequena capacidade podem ser usados na medição da evapotranspiração em plantas de pequeno porte. São indicados também para culturas de grande porte na sua fase inicial de desenvolvimento, isso em decorrência de sua menor resolução. O uso de lisímetros de pequeno porte viabiliza também o aumento do número de repetições em um tratamento, aumentando assim a significância estatística, segundo conclusões de Waugh et al. (1991) Outra aplicação é seu uso em conjunto com lisímetros maiores para medições independentes da evaporação e da transpiração (Liu et al., 2002).

O presente trabalho teve como objetivo construir e calibrar lisímetros de pesagem de pequena capacidade e estabelecer comparações entre funcionamento destes com sistemas mais simples como o lisímetro de lençol freático de nível constante.

MATERIAIS E MÉTODOS

No laboratório de Irrigação da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical foram construídos dois lisímetros em vasos de 15 litros e 50 litros, sendo dois de pesagem e outros dois de lençol freático de nível constante. O sistema de drenagem dos vasos é constituído de uma mangueira de ½ polegada acoplada a parte inferior dos vasos. Internamente os vasos foram preenchidos com uma camada de brita e sobre esta uma folha de espuma de 5 mm. O solo usado foi seco ao ar e passado por peneira de malha 2 mm.

As plataformas de pesagem foram constituídas com células de carga “tipo I” de capacidade de 45 e 140 kg centralizadas entre duas chapas de aço. A alimentação das células e medição do sinal das mesmas se fez utilizando o sistema de aquisição de dados CR10X.

Para efetuar a calibração do lisímetro de pesagem massas de 100, 200, 500, 1000 e 2000 gramas foram confeccionadas usando sacos com brita pesados em balança analítica. Também foram utilizadas massas padrões comerciais de 50, 20, 10, 5 e 2 gramas. As massas foram aplicadas em ordem crescente e decrescente em quatro ciclos de leituras sendo anotados os valores medidos. Os erros do instrumento na faixa de medição foram determinados segundo metodologia sugerida por Wheeler & Ganji (1996).

Os erros de precisão podem ser por repetibilidade ou histerese. O erro de repetibilidade é representado pela maior variação entre as medidas em sucessivas medições seguindo uma única direção (crescente ou decrescente). O erro de histerese é calculado pela máxima diferença entre as medições feitas em ordem crescente e decrescente em todos os ciclos de leitura.

O principal erro sistemático é o de linearidade dada a maior complexidade de compensação ou correção. A máxima distância dos pontos medidos em relação a uma reta de referência determina o erro de linearidade. A reta de referência foi estabelecida unindo os pontos inicial e final da curva de erros médios dos instrumentos.

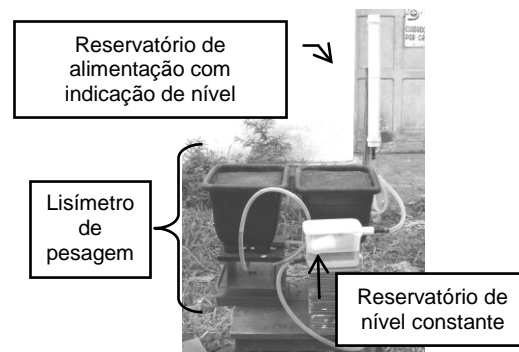


Figura 1. Lisímetro de pesagem e de lençol freático constante, vasos de 15 litros.

Por meio de um sistema de vasos comunicantes, com acoplamento pelo dreno, foi formado um lençol freático no solo do lisímetro de pesagem. Isso se deu com a finalidade de manter o solo do mesmo em condições parecidas com o lisímetro de lençol freático constante. Medições simultâneas de evaporação em solo descoberto foram efetuadas com os dois tipos de lisímetros em intervalos de uma hora. Além da medição da evaporação mediu-se a radiação solar por meio de um radiômetro instalado no local do experimento.

Posteriormente, mediu-se a transpiração de laranjeiras por meio dos lisímetros cobrindo a parte exposta do solo com uma lona plástica e medições simultâneas foram efetuadas com o uso de um medidor de fluxo de seiva por balanço de calor.

¹ Mestrando, Mestrado em Ciências Agrárias – UFBA. E-mail: lvellame@terra.com.br

² Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Bolsista RD. E-mail: macoelho@cnpmf.embrapa.br

³ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Bolsista CNPq. E-mail: ecoelho@cnpmf.embrapa.br

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela relação entre as medições dos sinais analógicos (S), em mV, e as massas padrões colocadas no lisímetro (M), em kg, geraram as equações lineares 1 e 2 para o lisímetro de 140 e 45 kg, respectivamente, ambas com alta correlação:

$$M = 53,057.S - 3,5313 \quad (r^2 = 0,999) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$M = 14,734.S - 4,6129 \quad (r^2 = 0,999) \quad (\text{Eq. 2})$$

Na Tabela 1 estão explicitados os erros dos instrumentos. Os erros de precisão (repetibilidade e histerese) são os que mais são afetados por fatores não controlados durante o processo de calibração. A repetibilidade é o fator que mais interfere na acurácia de ambos instrumentos. Os erros tanto sistemáticos (linearidade) quanto de precisão (repetibilidade e histerese) foram maiores no lisímetro de maior capacidade tanto em valores absolutos (massa), quanto relativos à capacidade da célula de carga. Isso pode ter explicação tanto pela qualidade do sensor utilizado como também pelas forças de torção que atuam sobre a plataforma serem maiores devido à altura do vaso. Além disso, a repetibilidade pode ter sido afetada pela maior instabilidade durante o manuseio das massas padrões no lisímetro durante a calibração.

Tabela 1. Erros dos lisímetros de pesagem em unidades de massa (M) e em percentuais da faixa de medição da célula de carga (%FM).

Erro	Lisímetro 45 kg		Lisímetro 140 kg	
	M (g)	% FM	M (g)	% FM
Desvio máximo	6,53	0,014	37,47	0,027
Desvio mínimo	-5,71	-0,013	-44,65	-0,032
Repetibilidade	10,31	0,023	58,36	0,042
Linearidade	2,52	0,006	17,74	0,013
Histerese	8,84	0,019	21,46	0,015

Na Figura 2 são apresentados os resultados da medição da transpiração de mudas de laranja determinadas pelos lisímetros de pesagem e por fluxo de seiva. O instrumento foi capaz de realizar leituras com boa estabilidade durante os dias de medição e de detectar variações de massa provenientes da transpiração em intervalos horários.

As medidas de evaporação acumulada em incrementos horários por meio dos lisímetros estão ilustradas na Figura 3. Observa-se que os lisímetros de lençol freático constante subestimam a evaporação durante todo o período diurno. Entretanto em períodos de 24 horas as leituras se aproximam bastante, como pode ser observado na Figura 3 e nas medições apresentadas na Tabela 2. Isso se dá provavelmente pelo tempo que leva a ascensão da água por capilaridade até a superfície do solo. As diferenças absolutas observadas são esperadas, considerando que se tratam de sistemas diferentes. Ao se comparar os valores médios de 3 dias, observa-se concordância entre a evaporação (mm), obtidas pelos dois sistemas.

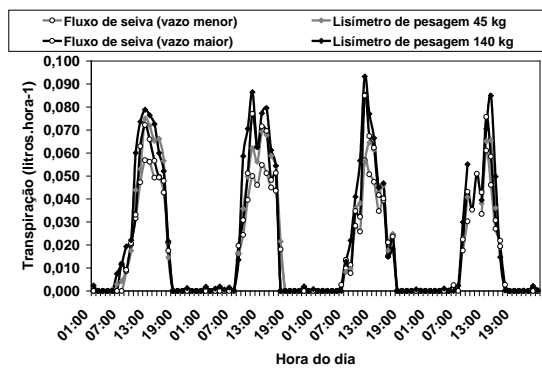


Figura 2. Médias horárias de transpiração de laranjeiras medidas com lisímetro de pesagem e pela técnica de fluxo de seiva.

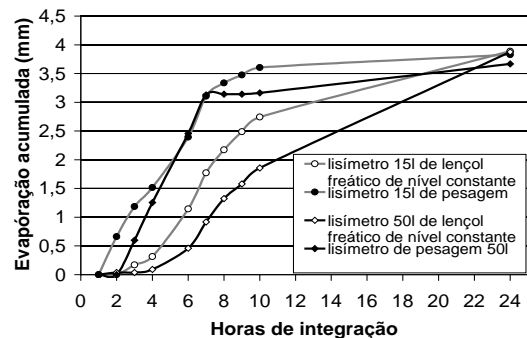


Figura 3. Evaporação acumulada medida a partir das 8h em solo descoberto, por lisímetros de pesagem e lençol freático constante.

Tabela 2. Comparação da evaporação da água do solo determinada por lisímetro de lençol freático de nível constante (LFC) e de pesagem (P) em vasos de duas capacidades em três dias.

	Evaporação (mm) vaso de 15 litros		Evaporação (mm) vaso de 50 litros	
	LFC	P	LFC	P
1º dia	3,89	3,83	3,88	3,67
2º dia	4,63	4,84	4,45	3,97
3º dia	3,86	4,76	3,97	4,92
Média	4,13	4,48	4,10	4,19

REFERÊNCIAS

- Liu, C.; Zhang, X.; Zhang, Y. Determination of daily evaporation and evapotranspiration of winter wheat and maize by large-scale weighing lysimeter and micro-lysimeter. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2002.
- Waugh, W.J. et al. Small lysimeters for documenting arid site water balance. In: Allen, R.G. et al. *Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements*. Hawaii: American Society of Civil Engineers. 1991. 444p.
- Weeler, A. J.; Ganji, A. R. *Introduction to engineering experimentation*. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 415 p.