

Un evaporímetro simple para mediciones de terreno

A simple evaporimeter for field investigation

PETER WEINBERGER

Instituto de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile,
Casilla 567, Valdivia, Chile

SUMMARY

An atmometer made of plaster that is prepared in the laboratory and is easy to transport and install, is described. The atmometer provides comparative values and can be used easily for simultaneous collection of considerable amounts of integrated evaporation data for up to a week. A comparison is made with a Piche evaporimeter.

Key words: atmometer, evaporimeter, method, microclimate.

RESUMEN

Se describe la forma y el funcionamiento de un evaporímetro de yeso cuya construcción se realiza en el laboratorio. Su transporte e instalación en terreno son relativamente simples. El instrumento entrega datos comparativos de la evaporación, sirviendo para la obtención simultánea de gran cantidad de valores integrados, cubriendo períodos de hasta una semana. Se presenta una comparación con el evaporímetro de Piche.

Palabras clave: atmómetro, evaporímetro, medición de evaporación, microclima.

INTRODUCCION

Recientemente se ha planteado en Chile la necesidad de desarrollar métodos apropiados para integrar árboles nativos a la silvicultura del país (Donoso y Lara 1999). Para ello, es indispensable un conocimiento detallado de los requerimientos microclimáticos de los árboles con aptitud forestal, sobre todo en lo que se refiere a su regeneración y establecimiento. Al respecto, y durante los últimos años, se han realizado investigaciones sobre los requerimientos de especies de *Nothofagus*, con posibilidades silvícolas en la IX Región (resultados en preparación). Los objetivos de dichas investigaciones implican la medición simultánea de variables microclimáticas en numerosas parcelas diseminadas en forma separada y en terreno de difícil acceso. Para ello el equipo a utilizar debe cumplir con características tales como ser económico, por el riesgo de pérdida, de fácil transporte, por la mala accesibilidad de los lugares, confiable, de fácil y rápida instalación y de funcionamiento

continuado durante vanos días sin necesidad de control.

En relación con la evaporación, en la revisión de literatura no se encontró un instrumento que cubriera todos los requisitos mencionados (Lee 1978, Rosenberg *et al.* 1983, Jones 1992, Steubing y Fangmeier 1992), por ello, se diseñó un instrumento, simple y apropiado, pensado especialmente para estudios en terreno.

DISEÑO, CONSTRUCCION Y USO DEL INSTRUMENTO

Para la construcción del instrumento se procuraron envases plásticos, semejantes a los que se usan para envasar rollos de película. Se escogieron aquellos cilíndricos, de color blanco, con tapa hermética y una capacidad de 33.8 cm³. Se perforó el fondo del envase para poder atornillar allí un pequeño tornillo de gancho, cuando el tornillo está instalado no debe dejar escapar el agua. Para ga-

rantizar lo último, es recomendable sellar adicionalmente con un adhesivo para plástico. Luego se agregaron 18 ml de agua destilada y 26 g de yeso en polvo, formándose una pasta en el envase y mezclando muy bien con una espátula. Por último, se dejó secar en reposo.

El evaporímetro así confeccionado está en condiciones de ser saturado con agua, proceso para el cual se necesitan unas 3 horas. La saturación se alcanza con cerca de 12.3 ml de agua. El evaporímetro saturado con agua es pesado para obtener el peso inicial (exactitud de 0.01 g), quedando listo para ser utilizado en terreno.

El evaporímetro así construido y preparado consiste en un cilindro de yeso que actúa como el sustrato sólido adsorbente, por lo tanto, su diseño es del tipo atmómetro (Rosenberg *et al.* 1983, Jones 1992). La superficie evaporante se encuentra en la boca, algunos mm bajo el borde del envase, permitiendo colocar la tapa del mismo.

En el terreno se extrae la tapa hermética y se cuelga mediante el gancho, en posición invertida (figura 1). Al terminar el tiempo de exposición del evaporímetro en terreno, se tapa nuevamente para su traslado al laboratorio, donde se vuelve a pesar (peso final). La diferencia entre peso inicial y final constituye la medida comparativa de la evaporación.

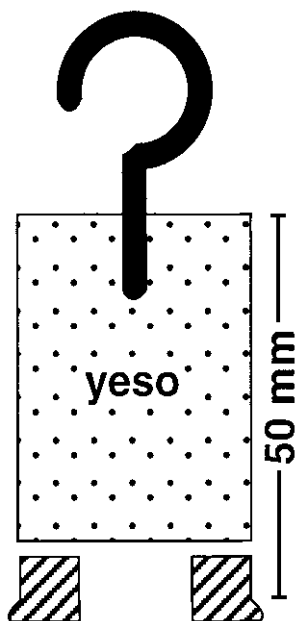


Figura 1. Corte transversal del evaporímetro de yeso con tapa perforada.

Transverse section of the evaporimeter with perforated cover.

Instalado el instrumento sin tapa bajo condiciones de fuerte evaporación, posibilita mediciones integradas en lapsos de 3 a 4 días. Para la investigación mencionada en la introducción, se utilizó una modificación del evaporímetro que permite prolongar su exposición en terreno hasta por una semana y, eventualmente, más. Para ello, se requieren dos tapas por envase. La segunda tapa extra se perfora haciendo una apertura circular de 15 mm de diámetro en el centro de ella, lo que corresponde a un 27% de la superficie total expuesta cuando el evaporímetro se usa sin tapa. Se tapa el evaporímetro con la tapa perforada y se deja expuesto en el terreno. Con esta modificación el intercambio entre la superficie del yeso y la atmósfera se reduce considerablemente, lo que se traduce en un tiempo de medición más prolongado.

Dados la simplicidad, la facilidad de construcción y el bajo costo del instrumento, es factible instalar varios evaporímetros en cada lugar de observación para obtener promedios más representativos de la situación real.

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

Para examinar las posibilidades y limitaciones del instrumento diseñado se realizaron ensayos metodológicos. En lo particular se refieren a precisión y sensibilidad, como también a la comparabilidad con el conocido evaporímetro de Piche.

Precisión y sensibilidad. En cada una de las cinco parcelas con diferente vegetación boscosa se instalaron seis evaporímetros de yeso. Acto seguido se determinaron los promedios y errores estándares (cuadro 1). Los últimos oscilaron entre 3.1 y 8.5% de los promedios. En condiciones relativamente uniformes (prado abierto, bosque cerrado) los errores estándares tienden a ser más pequeños, que en formaciones de estructura más variada (matorral, renewal). Para fines de la investigación práctica se dedujo que tres evaporímetros de yeso por parcela (30 m²) permiten obtener resultados lo suficientemente representativos. De acuerdo con posteriores experiencias varía entonces el tamaño de errores estándares entre 5-9% de los promedios.

En términos generales, el espectro de microclimas presentados (cuadro 1) es característico de

CUADRO 1

Evaporación acumulada de seis días en hábitats boscosos en la IX Región (Chile).
 Tiempo estival mediano (enero), parcelas de 30 m², exposición de evaporímetros 25 cm sobre el suelo.
 Tubo de Piche sólo un instrumento por parcela.

Accumulative evaporation over six days in forest and woodland habitats, IX Region, southern Chile.
 Average summer weather conditions (January), experimental sites of 30 m², exposure of instruments 25 cm above soil.
 One Piche evaporimeter was deployed per site.

Sitio	Evaporímetro de yeso (g)				Tubo Piche (ml)
	N	Promedio		s %	
Prado, pleno sol	6	3.92	0.122	3.1	58.2
Claro pequeño	6	2.22	0.147	6.6	23.6
Matorral	6	1.20	0.102	8.5	9.4
Renoval semicerrado	6	0.89	0.059	6.7	n.d.
Bosque cerrado	6	0.55	0.026	4.7	8.0

formaciones boscosas que se encuentran en las precordilleras de Chile. Los promedios aquí dados fluctúan entre 0.55 y 3.92 g por el lapso de seis días, lo que da un margen cercano a: 1:7. Vale decir, la sensibilidad es semejante con aquella observada con mediciones hechas mediante el evaporímetro de Piche.

Comparación con el evaporímetro de Piche. Para mediciones de microclima en estudios ecológicos se utiliza ampliamente el evaporímetro o tubo de Piche, que mide el potencial de evaporación (Muelder *et al.* 1963, Steubing y Fangmeier 1992). Este instrumento cumple con algunos de los requisitos mencionados en la introducción; sin embargo, tiene la desventaja que requiere de una atención diaria, para su relleno, registro y control. Además, la lluvia y el rocío alteran las mediciones.

Los valores de evaporación logrados con el evaporímetro de yeso son más bajos que aquellos medidos simultáneamente con el tubo de Piche (figura 2). Son directamente comparables, ya que en ambos casos se trata de la pérdida de agua (1 ml = 1 g). La correlación ($r = + 0.79$) es significativa, aunque no muy alta. Lo que sucede generalmente al comparar diferentes tipos de evaporímetros (Jones 1992, Häckel 1999).

Con el evaporímetro de Piche las evaporaciones potencial y actual son idénticas, mientras exis-

ta agua en el tubo, aunque sea en poca cantidad. En el evaporímetro descrito, en cambio, el proceso es análogo a la evaporación de una superficie desnuda de suelo, en la cual con la saturación inicial, los factores determinantes de la cantidad de agua evaporada son sólo la temperatura, la turbulencia y el déficit de saturación del aire, es decir, se mide la evaporación potencial. Pero a medida que el sustrato se deshidrata, la pérdida de vapor de agua se va reduciendo, de manera que entonces se comienza a medir la evaporación actual (Häckel 1999). En otras palabras, esto significa que el instrumento proporciona datos semicuantitativos. Efectivamente, hasta que se evaporan aproximadamente 4 ml de agua de los 12.3 ml que originalmente contenía el evaporímetro de yeso, se observa una cierta proporcionalidad con los valores del evaporímetro de Piche, el cual con un disco de papel filtro de 3 cm de diámetro pierde entre 50 y 70 ml de agua en el mismo tiempo. Así el evaporímetro de yeso instalado sin tapa alcanza ese estado crítico a los 3 ó 4 días, pero provisto de la tapa perforada, lo hace sólo después de 7 a 9 días. Cuando se pretende caracterizar la evaporación potencial se debe interrumpir la medición en esos momentos.

Cuando se trabaja con los evaporímetros de yeso para mediciones de terreno, se instala también un tubo de Piche en un lugar central y abierto para usar sus valores como control.

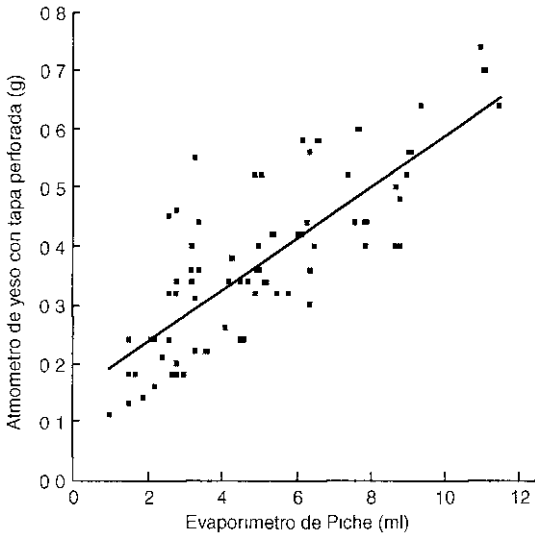


Figura 2. Relación entre tasas de evaporación simultáneas del evaporímetro de Piche y el de yeso. N = 72, r = + 0.76. Mediciones diarias (duración 10 horas) en variadas condiciones ambientales y de tiempo.

Relationship between simultaneous evaporation rates measured using a Piche evaporimeter and the plaster atmometer N = 72, r = + 0.76 (N: number of measures; r: coefficient correlation). Daily measurement (10 hours) in varying ambient and weather conditions.

CONCLUSIONES

- Con el instrumento construido artesanalmente y descrito en este trabajo, no se pretende desplazar al método convencional que utiliza el Evaporímetro de Piche, sino que este evaporímetro de yeso constituye un instrumento complementario para terrenos de difícil acceso y para períodos de medición prolongados.

- Una particular ventaja del método consiste en que sin mayores inversiones de recursos permite obtener gran cantidad de datos, una condición favorable para la evaluación estadística

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de terreno brindado por la Corporación Nacional Forestal y las sugerencias de los colegas Dr. Anton Huber, del Instituto de Geociencias y Dr Roberto Godoy del Instituto de Botánica, ambos de la Universidad Austral de Chile.

BIBLIOGRAFIA

DONOSO, C., A. LARA (eds.). 1999. *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*. Santiago, Editorial Universitaria, 421 p.

HÄCKEL, H. 1999. *Meteorologie*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 448 p.

JONES, H.G. 1992. *Plants and microclimate: A quantitative approach to environmental plant physiology*. 2nd ed., Cambridge, University Press, 428 p.

LEE, R. 1978. *Forest Microclimatology*. Columbia University Press, New York, 276 p.

MUELDER, D. W., J. C. TAPPEINER, J. H. HAUSEN 1963. "Measurement of potential evaporation rates in Ecology and Silviculture with particular reference to the Piche atmometer", *J. For.* 61: 840-845.

ROSENBERG, N. J., B. L. BLAD, S .B. VERMA. 1983. *Microclimate. The biological environment*. John Wiley & Sons, New York, 495 p.

SOKAL, R. R., F. J. ROHLF. 1969. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman & Company, San Francisco, 757 p.

STEUBING, L., A. FANGMEIER. 1992. *Pflanzenökologisches Praktikum*. Stuttgart, 205 p.