

INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES METEOROLOGICOS EN EL CONSUMO
DE AGUA POR TRANSPIRACION DE *Nothofagus obliqua* (MIRB) OERST, Y
Nothofagus dombeyi (MIRB) OERST¹

A., HUBER*
C., OYARZUN*
M., RAMIREZ*
H., FIGUEROA**

Summary

The daily and seasonal variations of water consumption by transpiration and the influence of meteorological parameters on the transpiration intensity were studied in two species of the Fagaceas, Nothofagus obliqua and Nothofagus dombeyi. These species have a wide distribution in Chile and are of considerable forestry importance. To determine the water consumption of these two species the method proposed by Huber and Ramirez (8) was applied.

The experiment was carried out at the meteorological station Isla Teja, of the Austral University of Chile (Valdivia, Chile).

The results indicated that increases of solar radiation and air temperature and a decrease of relative humidity lead to an increase in transpiration intensity in both species, which are higher in N. obliqua than in N. dombeyi. The maximum transpiration intensities reached were $2.4 \text{ l m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ in N. obliqua and $1.4 \text{ l m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ in N. dombeyi. The multiple regression analysis indicated that for both species solar radiation was the most important meteorological factor in regard to transpiration.

Introducción

La eliminación de agua por los vegetales se conoce con el nombre de transpiración. Los órganos transpiratorios por excelencia son las hojas. Las pérdidas de agua se producen principalmente a través de los estomas (transpiración estomática), que representa aproximadamente el 90% de la transpiración total, la restante se produce por vía cuticular (4, 11). El flujo de agua desde las raíces hacia las hojas es posible cuando existe una gradiente de presión de agua entre ambas partes de la planta (6, 9).

La velocidad y cantidad de agua que se difunde a través de los estomas depende de la resistencia que oponen cada uno de los conductos que debe atravesar el agua desde los pelos radicales hasta llegar a las hojas; de la intensidad, tamaño y distribución de los estomas y de las condiciones ambientales como radiación solar, temperatura y gradiente de presión de vapor de agua entre las hojas y el aire que las rodea (6, 12).

Existe poca información con respecto a la transpiración de agua por las especies arbóreas chilenas; a menudo se considera en forma subjetiva a una especie como gran consumidora de agua, ya sea por las condiciones hídricas del hábitat donde se encuentra, o por su tamaño, gran superficie foliar, o a las características de sus hojas. Además, muy poco se sabe de las variaciones que experimenta el consumo de agua por transpiración a través del año y la influencia que ejercen los diferentes parámetros meteorológicos sobre la intensidad transpiratoria (relación entre el agua consumida por

1 Recibido para publicación el 8 de octubre de 1982
Proyecto RS-78-25, Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile.

* Inst de Geociencias

** Inst. de Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

transpiración de una planta y su correspondiente superficie foliar).

En consideración a todas estas interrogantes, se estudiaron las variaciones diarias y estacionales del consumo de agua por transpiración y las reacciones que experimenta la intensidad transpiratoria frente a los cambios ambientales, en dos especies arbóreas de la familia Fagaceas, *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus dombeyi*.

N. obliqua es una especie arbórea de hojas caducas, que se distribuye en Chile entre los 33° y 41° Lat. Sur, ocupando suelos fértiles y profundos en toda su distribución siempre que haya suficiente humedad. Es un árbol que alcanza alturas entre 30 y 40 m. *N. dombeyi* es una especie arbórea de hojas perennes, que se encuentra distribuida entre los 36° y 46° Lat. Sur; se asocia normalmente a lugares húmedos siguiendo las quebradas y cursos de agua, alcanzando más de 40 m de altura siendo el árbol gigante de los bosques chilenos (5).

Materiales y métodos

Para el presente estudio se usaron tres ejemplares de *N. obliqua* y *N. dombeyi*, de 8 a 10 años de edad y 3 a 4 m de altura. Se eligieron árboles de estas edades debido a que sus tamaños son los más adecuados para utilizar el método propuesto por Huber y Ramírez (8). Todos los ejemplares fueron obtenidos de una localidad cercana a la ciudad de Valdivia, Chile (39°48' Lat. Sur, 73°14' Long Oeste, 40 m s. n. m.).

Los ejemplares fueron transplantados a los recipientes diseñados para el experimento. Los árboles se extrajeron con suelo para reducir el daño a las raíces y se ubicarán en el recipiente principal del equipo a utilizar. Posteriormente, se relleno cada recipiente principal con el mismo suelo de donde provenían los árboles y se cubrió la superficie del suelo con una capa de gravilla, según lo recomendado por el método (8).

Los árboles se pasaron al recinto de la Estación Meteorológica de la Universidad Austral de Chile, junto a otras especies en estudio y se ordenaron en forma reticular, separados a 2 m. Los árboles transplantados se dejaron acomodar en los equipos por un período vegetativo para reducir al máximo los daños que podrían haber sufrido por el transplante.

Las observaciones se realizaron durante un período vegetativo, entre agosto de 1978 y julio de 1979. Todos los días a las 8 horas se midió el consumo de

agua durante las últimas 24 horas. Para ello se consideró la cantidad de agua agregada automáticamente al equipo, en el cual se encontraba cada individuo, para mantener constante el contenido de agua del suelo.

Esta cantidad de agua correspondía a la evapotranspiración (evaporación del suelo + transpiración del árbol) que se producía en cada uno de los equipos que contenían un árbol. Para determinar el valor de la transpiración (T_r) de cada individuo, se restó a la evapotranspiración ($EvTr$), el agua consumida por evaporación del suelo (Ev), obtenida del valor promedio entregado por cuatro instalaciones idénticas a las anteriores, cuyos recipientes principales solo contenían suelo ($T_r = EvTr - Ev$).

Para determinar la intensidad transpiratoria de cada árbol, se calculó la superficie foliar de cada uno de ellos. Se contabilizó todas las hojas de cada árbol, extrayendo la cienava para determinar su superficie promedio con un instrumento adecuado (Automatic Area Meter, Tokyo Hagashi Denko Co. Ltda.). El valor de la superficie foliar promedio se multiplicó por el número total de hojas del correspondiente árbol, estimándose así la superficie foliar del árbol para una determinada fecha. La superficie foliar de los árboles para el período comprendido entre dos fechas con superficie foliar conocida, se obtuvo por simple interpolación lineal de estos dos valores. Al dividirse el consumo diario de agua por transpiración por la superficie foliar estimada para ese día, se obtuvo la correspondiente intensidad transpiratoria diaria.

Las condiciones meteorológicas diarias se determinaron a partir de los valores bihorarios de la temperatura y humedad relativa registrados en un termohigrógrafo Belfort, ubicado en una caseta meteorológica. Los valores de la radiación solar diaria se determinaron con un piranómetro según Bellani y la velocidad del viento promedio diaria se obtuvo mediante un anemómetro registrador del recorrido del viento Wilh. Lambrecht, ubicado a 2 metros sobre el suelo, correspondiente a la altura media de las copas de los árboles.

Para determinar la respuesta que tienen la intensidad transpiratoria frente a los cambios en las condiciones meteorológicas, se promedió para cada especie la intensidad transpiratoria diaria. Esta información fue analizada estadísticamente calculándose las regresiones simples entre la intensidad transpiratoria y los diversos parámetros meteorológicos y sus correspondientes regresiones múltiples, para evaluar la importancia relativa de cada uno de ellos.

Resultados y discusión

Curso anual de la transpiración

Los Cuadros 1 y 2 muestran, para cada uno de los periodos considerados en el estudio, el consumo total de agua por transpiración, el consumo total por metro cuadrado de superficie foliar y sus correspondientes promedios diarios y algunas características fenológicas, para *N. obliqua* y *N. dombeyi*, respectivamente.

N. obliqua, por ser una especie de hoja caduca, inició su consumo de agua por transpiración recién cuando empezaron a abrirse los brotes, durante el mes de setiembre. Este consumo aumentó cuando los

principales factores meteorológicos que regulan la transpiración se hacían más efectivos, y a medida que aumentaba la superficie foliar de los árboles. La transpiración empezó a declinar durante el mes de abril, para cesar durante mayo, cuando los árboles perdieron la totalidad de sus hojas (Cuadro 1).

El consumo de agua por transpiración en *N. dombeyi* fue algo diferente. Por ser una especie de hoja perenne pudo mantener su transpiración a través de todo el año (Cuadro 2).

En la Figura 1, se puede observar el curso anual de la intensidad transpiratoria diaria y los correspondientes consumos mensuales y totales anuales

Cuadro 1. Consumo de agua por transpiración, intensidad transpiratoria y características fenológicas en *Nothofagus obliqua*, para cada uno de los periodos de observación.

Fecha período	2-08	3-08 22-09	23-09 3-11	4-11 23-11	24-11 20-12	21-12 19-01	20-01 15-02	16-02 15-03	16-03 20-04	21-04 25-05	26-05
No. días período		50	42	20	27	30	27	28	36	35	
No. total hojas (en miles)	0 0	7 6	8 6	9 2	10 6	8 8	8 6	7 8	3 4	0 0	0 0
	0 0	5 2	6 3	10 5	11 2	10 0	8 6	7 3	4 7	1 4	0 0
	0 0	6 9	8 4	12 1	12 5	11 5	10 7	10 4	3 7	0 0	0 0
Variación en el No. de hojas (en miles)		7 6	1 6	0 6	1 4	-1 8	-0 2	-0 8	-4 4	-3 4	0 0
		5 2	1 1	4 2	0 7	-1 2	-1 4	-1 3	-2 6	-3 3	-1 4
		6 9	1 5	3 7	0 4	-1 0	-0 8	-0 3	-6 7	-3 7	0 0
Superficie foliar (m ²)	0 0	0 6	1 3	2 3	2 8	2 4	2 5	2 4	1 5	0 0	0 0
	0 0	0 4	2 0	2 9	3 2	3 3	3 7	3 3	3 0	0 9	0 0
	0 0	0 8	1 7	2 7	2 3	2 2	2 4	2 6	1 0	0 0	0 0
Variación en superficie foliar		0 6	0 7	1 0	0 5	-0 4	0 1	-0 1	-0 9	-1 5	0 0
		0 4	1 6	0 9	0 3	0 1	0 4	-0 4	-0 3	-2 1	-0 9
		0 8	0 9	1 0	-0 4	-0 1	0 2	0 2	-1 6	-1 0	0 0
Volumen fustal (cm ³)	480	495	597	729	968	1139	1244	1248	1264	1268	1268
	541	550	637	732	915	1082	1227	1239	1249	1253	1253
	578	586	636	711	839	945	984	987	993	998	998
Variación volumen fustal (cm ³)		15	102	132	239	171	105	4	16	4	0 0
		9	87	95	183	167	145	12	10	4	0 0
		8	50	75	128	106	39	3	6	5	0 0
Consumo total de agua del período (litros)		7 2	36 4	39 8	107 1	139 5	118 6	104 2	84 6	9 3*	0 0
		6 0	60 2	61 9	137 1	170 9	153 9	130 0	120 4	28 5	0 0
		9 6	55 4	46 7	107 1	117 0	103 3	98 5	74 6	6 3*	0 0
Consumo \bar{x} diario de agua (litros)		0 6	0 9	2 0	4 0	4 7	4 4	3 7	2 4	0 3	0 0
		0 5	1 4	3 1	5 1	5 7	5 7	4 6	3 4	0 8	0 0
		0 8	1 3	2 3	4 0	3 9	3 8	3 5	2 1	0 2	0 0
Consumo de agua del período (l m ⁻²)		4 3	34 5	22 7	42 7	54 3	48 6	40 8	41 0	9 8*	0 0
		3 5	49 4	25 1	44 4	52 4	44 3	33 6	39 2	14 2	0 0
		5 0	36 6	21 8	43 5	52 8	45 4	39 8	41 6	10 2*	0 0
Consumo \bar{x} diario de agua (l m ⁻²)		0 4	0 8	1 1	1 6	1 8	1 8	1 5	1 1	0 4	0 0
		0 3	1 2	1 3	1 6	1 8	1 6	1 2	1 1	0 4	0 0
		0 4	0 9	1 1	1 6	1 8	1 7	1 4	1 2	0 4	0 0

* Período de 28 días.

Cuadro 2. Consumo de agua por transpiración, intensidad transpiratoria y características fenológicas en *Nothofagus dombeyi*, para cada uno de los períodos de observación.

Fecha de período	3-08	23-09	4-11	24-11	21-12	20-01	16-02	16-03	21-04	26-05	
	2-08	22-09	3-11	23-11	20-12	19-01	15-02	15-03	20-04	25-05	28-06
No. de días período		50	42	20	27	30	27	28	36	35	34
No. total hojas (en miles)	11.4 11.0 11.5	11.8 11.9 11.9	29.9 14.7 37.1	38.3 30.6 44.1	40.0 38.5 44.0	45.2 36.2 42.7	48.4 34.0 37.9	44.7 35.1 43.9	43.6 29.8 39.5	41.7 25.0 34.4	39.9 22.0 28.5
Variación en el No. de hojas (en miles)		0.4 0.9 0.4	18.1 2.8 25.2	8.4 15.9 7.0	1.7 7.9 -0.1	5.2 -2.3 -1.3	3.2 -2.2 -4.8	-3.7 1.1 6.0	-1.1 -5.3 -4.4	-1.9 -4.8 -5.1	-1.8 -3.3 -5.9
Superficie foliar (m ²)	0.7 1.1 0.9	0.7 1.1 0.9	2.1 1.2 3.1	3.0 2.1 4.0	3.7 3.1 4.8	4.5 2.9 6.1	5.0 2.1 6.8	4.7 1.5 5.6	3.8 1.0 5.2	3.6 1.0 4.4	3.4 1.0 4.4
Variación en superficie foliar (m ²)		0.0 0.0 0.0	1.4 0.1 2.2	0.9 0.9 0.9	0.7 1.0 0.8	0.8 -0.2 1.3	0.5 -0.8 0.7	-0.3 -0.6 -1.2	-0.9 -0.5 -0.4	-0.2 0.0 -0.8	-0.2 0.0 0.0
Volumen fustal (cm ³)	780 1610 778	789 1626 787	803 1668 840	913 1693 1029	1112 1852 1501	1303 1932 1995	1598 1987 2600	1670 1991 2803	1733 2020 3174	1771 2045 3204	1782 2064 3218
Variación volumen fustal (cm ³)		9 16 9	14 42 53	110 25 189	199 159 472	191 80 494	295 55 605	72 4 203	63 29 371	38 25 30	11 19 14
Consumo total de agua del período (litros)		9.1 20.5 11.3	28.0 24.6 30.0	41.4 24.0 63.1	92.8 82.7 118.1	137.7 98.7 163.2	131.7 60.8 164.6	113.3 39.3 143.3	107.8 29.4 138.6	30.2 10.2 40.8	16.5 5.8 20.3
Consumo \bar{x} diario de agua (litros)		0.2 0.4 0.2	0.7 0.6 0.7	2.1 1.2 3.2	3.4 3.1 4.4	4.6 3.3 5.4	4.9 2.3 6.1	4.1 1.4 5.1	3.0 0.8 3.9	0.9 0.3 1.2	0.5 0.2 0.6
Consumo de agua del período (l m ⁻²)		14.0 18.0 13.3	18.9 20.9 14.0	17.0 14.5 17.3	27.8 29.7 26.7	33.7 31.6 31.2	27.8 24.9 25.8	23.2 21.8 23.1	25.1 22.8 25.4	7.9 9.3 8.3	4.7 5.5 4.6
Consumo \bar{x} diario de agua (l m ⁻²)		0.3 0.4 0.3	0.5 0.5 0.3	0.9 0.7 0.9	1.0 1.1 1.0	1.1 1.1 1.0	1.0 0.9 1.0	0.8 0.8 0.8	0.7 0.6 0.7	0.2 0.3 0.2	0.1 0.2 0.1

de ambas especies. Además, están los valores promedio mensuales de los parámetros meteorológicos considerados. Las reacciones, frente a los cambios de las variables meteorológicas, de la intensidad transpiratoria en ambas especies fueron similares. Sólo variaban sus valores absolutos; así, en *N. obliqua* la intensidad transpiratoria máxima fue de 2.4 l m⁻² . d⁻¹, mientras que en *N. dombeyi* sólo alcanzó un valor de 1.4 l m⁻² . d⁻¹.

La intensidad transpiratoria muestra que sus valores máximos ocurren durante los meses de diciembre-enero, cuando la radiación solar y temperatura del aire alcanzan sus valores más altos y la humedad relativa desciende. Tendencias similares han obtenido

Swanson (13), Braun (2, 3) y Greenwood *et al* (7), cuando la cantidad de agua en el suelo era capaz de satisfacer la demanda evaporativa del aire.

Relaciones entre intensidad transpiratoria y variables meteorológicas

Las relaciones entre la intensidad transpiratoria de *N. obliqua* y *N. dombeyi*, con cada uno de los factores meteorológicos, sus ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación, se presentan en las Figuras 2, 3, 4, 5. Las correlaciones más altas en ambas especies se logran con la radiación solar y las más bajas con la ventilación.

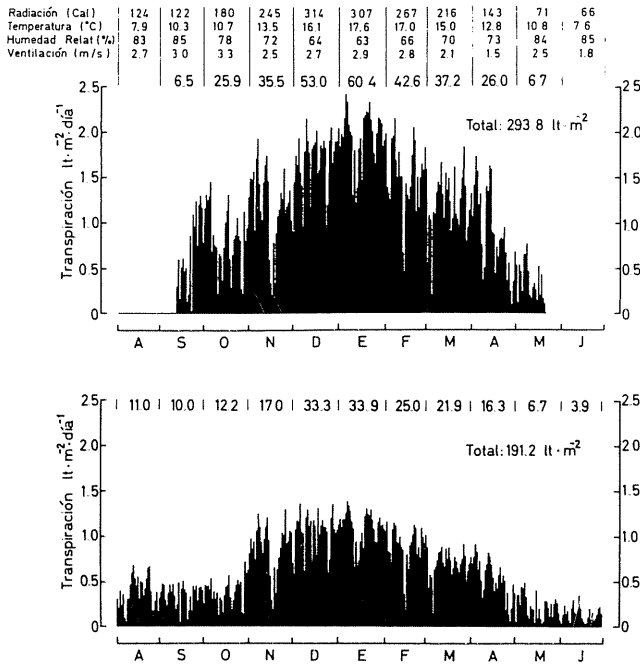


Fig. 1. Curso anual de la intensidad transpiratoria diaria, consumos de agua por períodos y totales anuales en *Nothofagus obliqua* (A) y *Nothofagus dombeyi* (B).

De las especies estudiadas, *N. obliqua* es la que aumenta más rápido su intensidad transpiratoria con incrementos de la radiación (Figura 2). A iguales valores de radiación, *N. obliqua* consume más agua que *N. dombeyi*. Esta diferencia entre especies podría deberse a la diferente estructura morfológica de los órganos asimiladores (14). La transpiración está relacionada con la presión de vapor, que a su vez depende de la interacción de la temperatura y la humedad relativa del aire. Si la temperatura del aire aumenta, se reduce la humedad relativa, con la cual se establecerá una mayor gradiente de humedad entre la capa de aire en contacto con la hoja y la atmósfera exterior, lo que traerá una mayor transpiración. De las dos especies consideradas, *N. obliqua* es la que aumentó en forma más rápida su consumo de agua a medida que aumentaba la temperatura del aire (Figura 3).

La humedad relativa del aire también influye sobre el consumo de agua por transpiración. A medida que la humedad relativa disminuye, la intensidad transpiratoria de *N. obliqua* aumentó mucho más rápidamente que en *N. dombeyi* (Figura 4).

El efecto de la velocidad del viento sobre las pérdidas de agua por transpiración, es bastante complejo y podemos señalar que su acción no se puede explicar claramente en este estudio. Esto lo

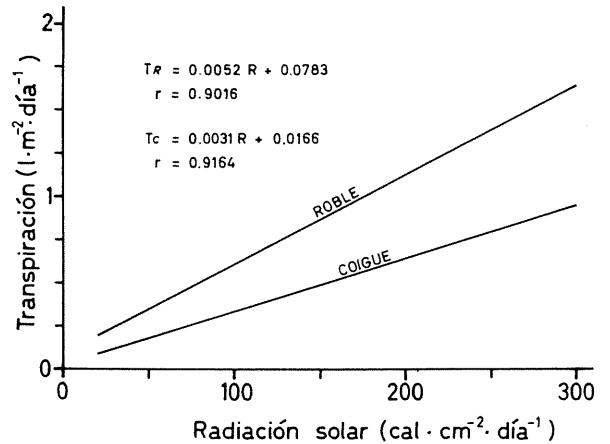


Fig. 2. Relaciones entre la intensidad transpiratoria y la radiación solar para *N. obliqua* (roble) y *N. dombeyi* (coigüe).

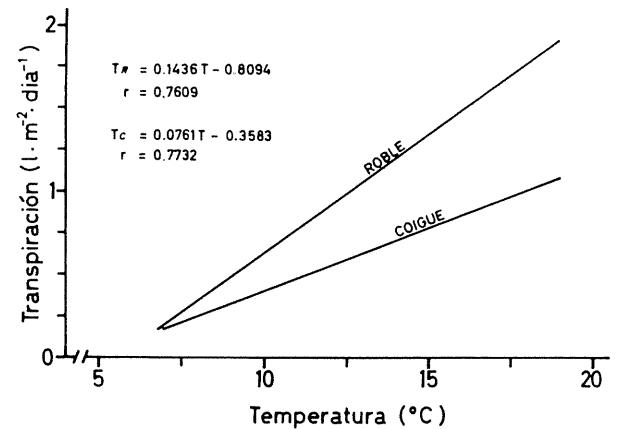


Fig. 3. Relaciones entre la intensidad transpiratoria y la temperatura del aire para *N. obliqua* (roble) y *N. dombeyi* (coigüe).

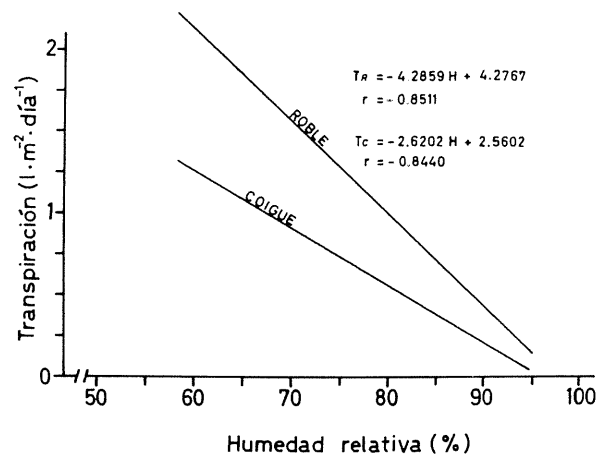


Fig. 4. Relaciones entre la intensidad transpiratoria y la humedad relativa para *N. obliqua* (roble) y *N. dombeyi* (coigüe).

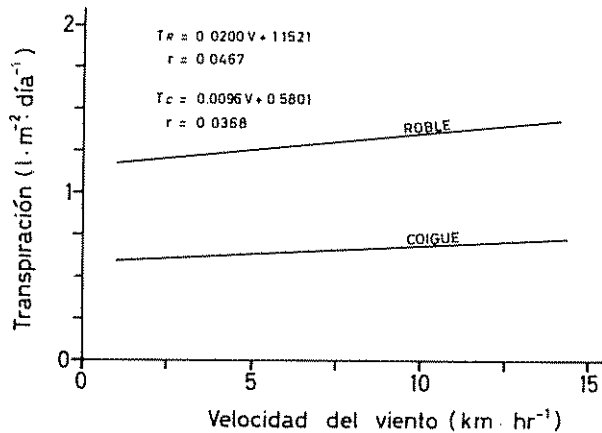


Fig. 5 Relaciones entre la intensidad transpiratoria y la velocidad del viento para *N. obliqua* (roble) y *N. dombeyi* (coigüe).

confirman los bajos coeficientes de correlación (Figura 5). Se obtuvo, un leve incremento de la transpiración en ambas especies a medida que la velocidad del viento aumentó.

Las ecuaciones de regresión múltiple y los coeficientes de correlación entre la intensidad transpiratoria y las variables meteorológicas (Cuadro 3), corroboran la importancia de la radiación solar en la regulación de la transpiración de ambas especies arbóreas. Durante todas las estaciones del año, con la excepción de fines de otoño en *N. obliqua*, este parámetro fue seleccionado en primer lugar. Esto se debe probablemente, a que la radiación solar eleva la temperatura de las hojas incrementando con

ello la presión de vapor de la cavidad estomática y aumentando la gradiente de presión de vapor de agua entre la hoja y el aire, lo cual resulta en un incremento de la transpiración. Por otro lado, un aumento de la radiación activa la fotosíntesis, lo que causa la apertura de los estomas, con el consiguiente facilitamiento de la transpiración (1, 10)

La excepción que se produjo a fines de otoño en *N. obliqua* se puede deber a que las hojas, a medida que se acerca el periodo de caída de ellas, reducen su capacidad de controlar las pérdidas de agua por oclusión de sus estomas. Esto las hace vulnerables a una mayor deshidratación regulada por la humedad relativa del aire.

Resumen

Se estudiaron las variaciones diarias y estacionales del consumo de agua por transpiración y la influencia que ejercen algunos parámetros meteorológicos sobre la intensidad transpiratoria, en dos especies arbóreas de la familia Fagacea, *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus dombeyi*, de amplia distribución en Chile y considerable importancia forestal. Para este efecto, se usó el método propuesto por Huber y Ramirez (8), el cual permite determinar la cantidad de agua consumida por una planta.

El experimento se realizó en el recinto de la estación meteorológica Isla Teja, de la Universidad Austral de Chile (Valdivia, Chile), durante el periodo comprendido entre 1978-1979.

Cuadro 3. Ecuaciones de regresión múltiple entre la intensidad transpiratoria diaria y las variables meteorológicas radiación solar (R), temperatura (T), humedad relativa (H) y velocidad del viento (V), para *N. obliqua* y *N. dombeyi*, durante las estaciones de primavera (Est. 1), verano (Est. 2), otoño (Est. 3), invierno (Est. 4) y anual.

Ecuaciones de correlación múltiple	Coefficiente
<i>Nothofagus obliqua</i>	
Est. 1: 0.0025 R + 0.0512 T - 1.1101 H - 0.0115 V + 0.7643	0.8511
Est. 2: 0.0022 R + 0.0792 T - 1.7281 H - 0.0049 V + 0.8874	0.9504
Est. 3: 0.0020 R + 0.0720 T - 1.7879 H - 0.0207 V + 0.9979	0.9349
Est. 4: -2.0362 H + 0.0023 R + 0.0367 T - 0.0224 V + 1.5623	0.9801
Anual: 0.0028 R + 0.0550 T - 1.4807 H + 0.0051 V + 0.8656	0.9584
<i>Nothofagus dombeyi</i>	
Est. 1: 0.0009 R - 0.7026 H - 0.0054 V + 0.008 T + 0.8166	0.8332
Est. 2: 0.0018 R + 0.0253 T - 0.6490 H - 0.0140 V + 0.5584	0.9233
Est. 3: 0.0013 R + 0.0320 T - 0.8208 H + 0.0141 V + 0.4950	0.9250
Est. 4: 0.0017 R + 0.0221 T - 0.7639 H - 0.0260 V + 0.5715	0.9532
Anual: 0.0019 R + 0.0280 T - 0.6175 H - 0.0014 V + 0.3490	0.9539

Los resultados indicaron que a medida que aumenta la radiación solar y temperatura del aire y disminuye la humedad relativa, aumenta la intensidad transpiratoria en ambas especies, siendo esta reacción mucho más marcada en *N. obliqua* que en *N. dombeyi*. Las intensidades transpiratorias máximas que se obtuvieron fueron de $2.4 \text{ l m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ en *N. obliqua*, mientras que en *N. dombeyi* solo alcanzaron un valor de $1.4 \text{ l m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. El análisis de regresión múltiple indicó que la radiación solar fue el factor meteorológico más importante en la regulación de la transpiración en ambas especies.

Literatura citada

1. ASLYNG, H. C. Evapotranspiration and plant production directly related to global radiation. *Nordic Hydrology* 5:247-256. 1974.
2. BRAUN, H. J. Eine Methode für die Untersuchung des Wasserverbrauchs der Holzpflanzen. I. Das Prinzip der Methode und ihre Brauchbarkeit. *Forstw. Cbl.* 89:189-194. 1970.
3. BRAUN, H. J. Eine Methode für die Untersuchung des Wasserverbrauchs der Holzpflanzen. II. Ergebnisse der Testversuche. *Forstw. Cbl.* 90:319-328. 1971.
4. DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona, Omega, 1970. 517 p.
5. DONOSO, C. Dendrología, árboles y arbustos chilenos. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 1978. 142 p.
6. GATES, D. M. Biophysical ecology. New York, Springer Verlag, 1980. 601 p.
7. GREENWOOD, E. A., BERESFORD, J. D. y BARTLE, J. R. Evaporation from vegetation in landscapes developing secondary salinity using the ventilated-chamber technique. II. Evaporation from a *Pinus radiata* tree and the surrounding pasture in an agroforestry plantation. *Journal of Hydrology* 50:155-168. 1981.
8. HUBER, A. y RAMIREZ, M. Un método para estudiar el consumo de agua de especies arbóreas. I. Principios y posibilidades de uso. *Bosque (Chile)* 2(2):83-87. 1978.
9. LEE, R. Forest microclimatology. New York, Columbia University Press, 1978. 276 p.
10. LOWRY, W. P. Weather and life. An introduction to biometeorology. New York, Academic Press, 1967. 305 p.
11. MEYER, B. et al. Fisiología vegetal. Buenos Aires, EUDEBA, 1976. 579 p.
12. SEEMANN, J. Water requirements of plants. In *Agrometeorology*. New York, Springer Verlag, 1979. pp. 294-297.
13. SWANSON, R. H. Seasonal course of transpiration of *Lodgepole pine* and *Engelman spruce*. In Sopper, W. y Lull, H., eds. *International Symposium on Forest Hydrology*. New York, Pergamon Press, 1967. pp. 419-434.
14. WEINBERGER, P. Verbreitung und Wasserhaushalt araukano patagonischer protoceen in Beziehung zu mikroklimatischen Faktoren. *Flora (Alemania)* 163(5):264-275. 1974.

Necesita conocer los avances de la investigación en FRIJOL, YUCA o PASTOS TROPICALES?

Las revistas de resúmenes que el CIAT publica tres veces al año en sus áreas de investigación:

Yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Pastos tropicales (gramíneas y leguminosas)

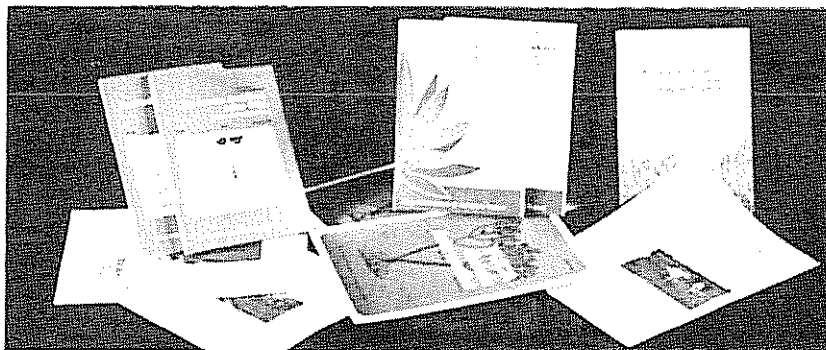
le proporcionan información concisa y actualizada sobre estos temas

Los folletos, artículos mimeografiados, informes de conferencias y otros materiales de escasa circulación, están a su alcance por medio de las revistas de resúmenes, las cuales le proporcionan extractos con los datos más importantes de cada artículo, para que usted seleccione la documentación que necesita, y solicite los documentos completos.

Los índices de autores y de materias que se incluyen en cada número facilitan sus búsquedas personales.

La suscripción a los Resúmenes Analíticos le da derecho a:

- Búsquedas bibliográficas retrospectivas sobre temas específicos
- Boletín informativo sin costo adicional



Deseo suscribirme a los Resúmenes Analíticos sobre:

Yuca

Frijol

Pastos tropicales

Tarifas: (1 año) América Latina, Caribe, África y sureste asiático: US\$16; otros países: US\$25 00; Colombia, \$1 000

Nombre _____

Institución _____

Dirección _____

Ciudad Estado y País _____

Incluyo: US\$ _____

\$Col _____

ENVIAR: A CIAT, Unidad de Comunicaciones e Información Aptdo. A. 6713, Cali, Colombia