

TRASCOLACIÓN Y ESCORRENTÍA CORTICAL EN DOS ENCINARES (*Quercus ilex* L) DEL MACIZO DEL MONTSENY (BARCELONA)

A. RODRIGO DOMÍNGUEZ & A. ÀVILA I CASTELLS

CENTRE DE RECERCA ECOLÒGICA I APLICACIONS FORESTALS. CREAM. UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA. EDIFICIO C. 08193. BELLATERRA (BARCELONA)

RESUMEN

Se ha medido la cantidad de precipitación, de trascolación, de escorrentía cortical y de intercepción en dos encinares del Montseny entre junio del 95 y junio del 96, uno en el valle de La Castanya (LC) y otro en Riera de Sant Pere (RP). La precipitación registrada durante el periodo de estudio ha sido especialmente abundante, 1275.2 l/m²·año en LC y 1048.1 l/m²·año (RP) comparado con la media para el periodo de 1984-1995 que es de 889.1 l/m

La partición de la precipitación entre trascolación y escorrentía cortical es diferente entre los dos bosques: 75.5 % en LC y 72.1% en RP de trascolación y 2.7% en LC y 5.3% en RP de escorrentía cortical. La cantidad de escorrentía cortical no está condicionado por el tamaño de los árboles sino que parece estar influenciada por la estructura de los mismos. La intercepción ha sido superior en RP (22.6% de la lluvia) que en LC (21.8%) probablemente por la exposición sur de la zona de RP.

Se ha descrito un alto grado de correlación entre la cantidad de precipitación y las otras tres variables. Así la cantidad de trascolación, de escorrentía cortical y de intercepción están condicionadas principalmente por la cantidad de precipitación.

P.C.: *Quercus ilex*, precipitación, trascolación, escorrentía cortical, intercepción, hidrología

SUMMARY

The amounts of Rainfall, throughfall, stemflow and interception were measured in two holm oak forest between June 1995 and June 1996, one at La Castanya valley and the other at Riera de Sant Pere (RP). The rainfall measured during the study time was particularly great, 1275.2 l/m²·year at LC and 1048.1 l/m²·year at RP as compared to the average since 1984 to 1995 that is 889.1 l/m²·year.

The rainfall partition between throughfall (75.5 % at LC and 72.1% at RP) and stemflow(2.7% at LC and 5.3% at RP) is different between the two forests: 75.5 % at LC and 72.1% at RP of throughfall and 2.7% at LC and 5.3% at RP of stemflow. The stemflow amount did not depend on tree size but it was rather influenced by tree structure. Interception was greater at RP (22.6% of rainfall) than at LC (21.8%) probably due to the south exposition of the RP zone.

We found a great correlation between rainfall and the other tree variables. So, the throughfall, stemflow and interception amount were mainly explained by the rainfall amount.

K.W.: *Quercus ilex*, Rainfall , throughfall, stemflow, interception, hydrology

INTRODUCCIÓN

El estudio de la partición de la lluvia en trascolación, escorrentía cortical y en intercepción se ha demostrado imprescindible en la comprensión del ciclo hidrológico del bosque. El conocimiento de los flujos de entrada de agua en un bosque permite establecer los balances de agua a nivel de cuencas forestadas (LIKENS ET AL, 1977). Es conocido también que la cantidad de agua que llega en forma de trascolación o de escorrentía cortical depende en gran medida del tipo de cobertura vegetal sobre la que incide, así como de las características meteorológicas de la misma lluvia. (BELLOT, 1988, GASH 1980, MOLCHANOV 1963, OVERTON, 1954, RODÀ. 1983, TANG 1996).

En el presente trabajo se describe la lluvia incidente, la intercepción del vuelo del bosque, la trascolación y la escorrentía cortical en dos encinares del Montseny, así como las relaciones entre estas variables. Se incide también en la relación entre la escorrentía cortical a nivel de árbol y algunas características estructurales del mismo.

METODOLOGÍA

El estudio se ha llevado a cabo en dos encinares del Macizo del Montseny. Uno en el valle de La Castanya situado en la zona oeste de la parte central del macizo, al sur del Pla de la Calma. El otro encinar se encuentra en el sur del Macizo en una parte abierta a la llanura del Vallés i cerca del torrente llamado Riera de Sant Pere de Vilamajor. La primera zona se identificará con las siglas LC i la segunda con las siglas RP. Algunas características generales de las dos zona se pueden encontrar en la tabla 1. Las variables se han medido en 4 parcelas de 7 m de radio, las mismas que después se utilizan para instalar los colectores de trascolación. En cada zona se instalaron los siguientes dispositivos de muestreo:

En un claro del bosque a unos 50 metros de las parcelas se instaló un pluviómetro estándar.

En cada una de las cuatro parcelas se colocaron 8 colectores de trascolación. Estos colectores consistían en un embudo de polietileno situado encima de una botella de poliuretano con capacidad de un litro. El conjunto se ponía dentro de un tubo de pvc unido con una abrazadera metálica a un poste de madera clavado en el suelo. Una vez colocado la boca del embudo quedaba a 120 cm del suelo.

En una de estas parcelas, se instaló el muestreo de la escorrentía cortical. Para ello se eligieron 10 árboles representativos de la estructura de tamaños de área basal del bosque. A cada árbol se le colocó un tubo de plástico cortado longitudinalmente y se clavó en forma de espiral al tronco sellándolo al mismo con silicona. Se procuró que el centro de la espiral formada por el tubo estuviera aproximadamente a 1,30 m del suelo. El agua de escorrentía al llegar al tubo entraba por la hendidura, que era la parte del tubo que tocaba al tronco, y circulaba por el mismo hasta un bidón colector.

El muestreo de la lluvia y la trascolación de LC empezó el 3-11-94, el de la lluvia y trascolación en RP el 27-2-95 y la escorrentía cortical en ambas zonas el 6-6-95 finalizando en todos los casos el 25-6-96. En todos los caso se hacía la recogida semanalmente. En el presente trabajo presentamos solo los datos del periodo comprendido entre el 6-6-95 y el 25-6-96, ya que es del que disponemos de todos los datos.

RESULTADOS

En la tabla 2 presentamos los resultados globales de las dos zonas, en $l/m^2 \cdot \text{año}$. Expresamos el agua recogida y el porcentaje de lluvia que la trascolación, la escorrentía y la intercepción representan. La intercepción se describe como el agua de la precipitación retenida por el vuelo del bosque, y se estima por diferencia entre la precipitación incidente y el agua total que llega al suelo del bosque (suma de la cantidad de trascolación y de escorrentía cortical). Los porcentajes indican que en LC la trascolación es superior que en RP mientras que en la escorrentía es al revés, siendo el doble en RP que en LC. Este comportamiento provoca una cierta compensación en la intercepción que solo es algo superior en RP.

En la tabla 3 se muestra la partición de la precipitación entre trascolación, escorrentía cortical y intercepción según la cantidad de precipitación recogida semanalmente. Esta clasificación nos permite visualizar más detalladamente el comportamiento de la precipitación y las otras variables así como la relación entre las dos zonas. Es importante recordar que cuando hablamos de episodios nos referimos a cada uno de los muestreos semanales, que pueden coincidir con una o más lluvias.

Finalmente en la tabla 4 presentamos los resultados de las rectas de regresión entre la precipitación y las otras 3 variables para ambas zonas. Lo primero remarcable son los valores tan altos de todos los coeficientes de correlación. La pendiente de la recta de regresión entre la precipitación y la trascolación es la más alta, seguida de la intercepción y mucho menor para la escorrentía. Para todos los casos el nivel de significación de las pendientes fue inferior a 0.0001.

DISCUSIÓN

La primera observación relevante que indican los datos es que el año hidrológico 1995-1996 (que comprende el muestreo entre el 5-6-95 y el 25-6-96) ha sido especialmente lluvioso. Para el caso de La Castanya disponemos de datos de precipitación para el periodo 1984-1995 siendo la media anual de $889.1 l/m^2 \cdot \text{año}$, valor sensiblemente inferior al encontrado en el presente estudio..

La precipitación ha sido mayor en la zona de La Castanya, puesto que se encuentra a mayor altura y en una zona más interna del macizo donde la formación de lluvias de relieve puede ser más importante. Este resultado depende en gran medida del mayor número de periodos de precipitación alta registrados en LC. Así, mientras que el número de episodios en los que ha habido precipitación es similar (49 para LC y 47 para RP) se observa un aporte mucho mayor en los episodios con precipitación superior a $65 l/m^2$ en la LC que en RP.

Los valores de trascolación expresados en % de precipitación en las dos zonas son superiores a los encontrados en estudios de encinares por RODÀ (1983) y similares a los encontrados por BELLOT ET AL (1991) y RAPP (1968). Si nos fijamos en las dos zonas de este estudio observamos que la trascolación es superior en LC que en RP, tanto en valor absoluto como en porcentaje. La cantidad de agua de trascolación en ambos bosques depende en gran medida de la cantidad de precipitación (coeficiente de correlación entre ambas variables en la tabla 4). Esto implica que como en LC los episodios de precipitación superiores a $65 l/m^2$ son más numerosos, también tendrán mayor influencia en el aporte por trascolación (un 42.1 % de la trascolación total registrada en LC corresponde a estos 5 episodios), y en cambio representan un porcentaje menor para RP (un 16.5 %). Por lo tanto

este mayor porcentaje de la trascolación en LC se puede explicar en buena parte por este mayor aporte de episodios de alta precipitación. Como explica el siguiente párrafo el hecho de que la importancia de la escorrentía sea superior en RP indica que hay un mayor desvío del agua de trascolación en forma de escorrentía en esta zona y explicaría también esta menor cantidad de trascolación.

Los valores de escorrentía cortical difieren considerablemente entre los dos bosques. Siendo, en porcentaje de precipitación, en RP son aproximadamente el doble que en LC. Esta diferencia se manifiesta para todos los episodios, sea cual sea la cantidad de precipitación incidente (ver división en clases de la tabla 3). La pendiente de la recta entre escorrentía cortical y precipitación (mayor para RP que para LC, tabla 4) también indica este comportamiento. Esta escorrentía cortical mayor en RP puede ser explicada por diversos factores. Por un lado en la zona de LC la presencia de epífitos en los troncos es superior a la de RP y podría representar una cierta capacidad de absorción de agua y evaporación evitando así que llegará a nuestros colectores. Otra posible explicación se puede buscar en la posible relación entre diámetro de los árboles muestreados y la cantidad de escorrentía cortical que han recogido cada uno (BELLOT, 1988) pero en nuestro caso no se ha encontrado ningún tipo de relación significativa ni entre la escorrentía recogida por cada árbol respecto a su diámetro ni respecto a su área de copa. La explicación que proponemos en este caso se basa en la estructura de los árboles. En RP los árboles tienen ramas con ángulos menores (considerando el eje vertical 0 y el horizontal 90°) y troncos más lisos, en cambio en LC, que es un bosque más maduro, las encinas presentan ramas en posiciones más horizontales, y troncos más cuarteados que dificultan el flujo de la escorrentía cortical (MOLCHANOV, 1963, NÁVAR, 1990). Este razonamiento explicaría también que BELLOT et al (1991) describa valores de escorrentía cortical mucho mayores (en un encinar más inmaduro, con gran densidad de pies y ángulos de ramas más agudos) y que RAPP (1968) encuentre valores muy inferiores (en un encinar más maduro, con árboles más grandes y presumiblemente ramas en posición más horizontal).

Cuando comienza una precipitación el efecto de intercepción del vuelo del bosque implica que se necesite una cierta cantidad de agua (variable según las características de la lluvia) capaz de saturar la copa antes de empezar a gotear hacia el suelo bien sea en forma de trascolación o de escorrentía cortical. Esto implica que el porcentaje de precipitación que representa la intercepción disminuirá según aumente la cantidad de lluvia. Esta disminución en general se observa para las dos zonas en la tabla 3. Los desajustes que se observan, por ejemplo en la última clase de RP pueden explicarse por el hecho ya comentado que al muestrear semanalmente los periodos pueden contener más de una lluvia, circunstancia que puede introducir un cierto ruido al analizar los datos. La intercepción que el vuelo del bosque ejerce en el agua de la precipitación es similar (expresado en porcentaje) en los dos bosques y solo algo superior para RP. Es decir que el mayor porcentaje de trascolación a LC implica un menor grado de intercepción, a pesar que en RP la escorrentía sea muy superior. Esta afirmación se corrobora con los datos de la regresión entre intercepción y precipitación (tabla 4) donde se observa que el mayor pendiente de RP respecto a LC indica que a igual cantidad de precipitación se espera encontrar mayor intercepción en RP que en LC.

Esta constatación de una mayor intercepción en RP se puede explicar considerando su exposición sur. Esta exposición, en contraste con la de LC, que es norte, implica una mayor insolación que provocaría un aumento en la evaporación de este agua de intercepción.

BIBLIOGRAFÍA

BELLOT, Análisis de los flujos de deposición global, trascolación, escorrentía cortical y deposición seca en el encinar mediterráneo de L'Avic (Sierra de Prades, Tarragona). Tesis doctoral. Universidad de Alicante. Alicante.

BELLOT, J & ESCARRÉ A.(1991). Chemical characteristics and temporal variations of nutrients in throughfall and stemflow of three species in Mediterranean holm oak forest.

LIKENS, G, BORMANN, F.H., PIERCE, R.S., EATON, J.S & JOHNSON, N. (1977) . Biogeochemistry of a forested ecosystem. Springer-Verlag, New York.

MOLCHANOV, A.A. (1963) The Hydrological role of forest. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.

NÁVAR, J.(1993) The causes of stemflow variation in three semi-arid groing species of northeastern Mexico.J.Hydrol 145:175-190

OVINGTON, J.D.(1954) A comparison of rainfall in different woodlands. Forestry 27:41-53.

RAPP, M & ROMANE, F. (1968). Contribution a l'étude du bilan de l'eau dans les écosystèmes méditerranéens.1.- Égouttement des précipitations sous des peuplements de *Quercus ilex* L. et de *Pinus Halepensis* Mill.Oecol. Plant 3:271-284.

RODÀ, F. (1983). Biogeoquímica de les aigües de pluja i de drenatge en alguns ecosistemes forestals del Montseny. Tesis doctoral.Universidad Autonoma de Barcelona. Barcelona.

TANG, C.(1996) Intercepcion and recharge processes beneath a *Pinus elliotti* forest. Hydrol. Process 10:1427-1434.

Zona	Altitud	Orientación	Pendiente *	Densidad *	Área basal*	Altura árboles*	Precipitación
	m		grados	pies/ha	m ² /ha	m	l/m ² año
LC	731	N	37.5	2127	26.5	5.943	1029.4
RP	535	S	20.5	1753	22.3	6.408	805.7

Tabla 1. Algunas características de las parcelas.* media de las 4 parcelas.

Zona	Precipitación	Trascolación		Escorrentía		Intercepción	
	l/m ² ·año	l/m ² ·año	%3	l/m ² ·año	%3	l/m ² ·año	%3
LC ₂	1275.21	962.65	75.5	33.89	2.7	278.67	21.8
RP ₂	1048.16	755.69	72.1	55.74	5.3	236.73	22.6

Tabla 2. Valores de LC (n=49) y de RP (n=47) para el periodo del 6/6/95 al 25/6/96. %3 indica el porcentaje que representa de la precipitación recogida durante el mismo periodo.

	Distribución de los episodios en clases según la cantidad de precipitación (l/m²)					
La Castanya	P<5	5²P<10	10²P<20	20²P<40	40²P<65	65²p
Precipitación l/m2	27.7	48.4	148.3	180.9	400.2	539.4
Trascolación l/m2	10.0	22.8	105.0	145.1	308.7	430.3
% de P	36.2	47.14	70.79	80.19	77.13	79.8
Escorrentía l/m2	0.008	0.115	1.70	4.40	9.52	19.96
% de P	0.03	0.34	1.14	2.43	2.37	3.70
Intercepción l/m2	17.7	25.4	41.6	31.4	82.0	89.1
% de P	63.8	52.5	28.1	17.4	20.1	13.4
n° de episodios	13	7	10	6	8	5
Riera de Sant Pere						
Precipitación l/m2	22.4	44.5	177.0	110.9	561.1	189.7
Trascolación l/m2	7.53	29.1	123.6	81.5	423.6	131.7
% de P	33.62	65.48	69.85	73.51	75.49	69.4
Escorrentía l/m2	0.297	1.32	7.63	5.10	32.8	11.7
% de P	1.32	2.97	4.31	4.60	5.84	6.15
Intercepción l/m2	14.6	14.0	45,7	24.3	104.7	46.4
% de P	65.1	31.5	25.8	21.9	18.7	24.4
n° de episodios	12	6	12	4	11	2

Tabla 3. Todos los datos son para el periodo del 6-6-95 al 25-6-96. Los porcentajes indican el porcentaje de lluvia que representa cada valor.

La Castanya	Coefficiente de correlación	Pendiente
Trascolación vs Precipitación	0.996	0.823
Escorrentía c.vs Precipitación	0.931	0.036
Intercepción vs Precipitación	0.870	0.141
Riera de Sant Pere		
Trascolación vs Precipitación	0.982	0.743
Escorrentía c.vs Precipitación	0.905	0.062
Intercepción vs Precipitación	0.801	0.195

Tabla 4. Periodo del 6-6-95 al 25-6-96. Todas las pendientes una $p < 0.0001$.