

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA INTERCEPCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES ATMOSFÉRICAS EN EL PINAR DE SAN JUAN DE LA PEÑA*

P O R

B. ALVERA**

I. INTRODUCCIÓN

En esta comunicación se dan los resultados del tercer año de medidas de la recepción de las precipitaciones atmosféricas en el pinar con acebo de San Juan de la Peña (Alto Aragón).

De la relación:

$$P = Pd + G + E + I$$

hemos medido durante este tercer año P (precipitación incidente o bruta), Pd (penetración directa), G (agua que gotea desde las coronas al suelo), y E (agua que se escurre por los fustes hasta el suelo), y calculamos I (intercepción) por diferencia entre P y los otros tres componentes.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

El pinar (de *Pinus sylvestris*) con acebo (*Ilex aquifolium*) de San Juan de la Peña ha sido descrito por PUIGDEFÁBREGAS.

Precipitación incidente o bruta: por dificultades técnicas no podemos medirla con pluviómetros situados sobre las coronas de los árboles y la estimamos de las lecturas de dos pluviómetros standard, situados en dos claros suficientemente amplios, aproximadamente equidistantes (unos 250 metros) de la parcela en estudio y en sentidos opuestos sobre un eje NE-SW.

Medidas bajo el bosque: penetración directa (Pd) y agua que gotea desde las coronas (G). Estos dos componentes se midieron juntos, situando 24 pluviómetros al azar sobre una superficie de 1 Ha., de manera que quedan representados los claros, las zonas de

* Recibido para publicar en enero de 1975.

** Centro pirenaico de Biología experimental. Apartado 64, Jaca.

cubierta sencilla de pino o acebo y las de cubierta doble. 21 pluviómetros son de tipo standard y los tres restantes son de igual forma pero con un diámetro de 30 cm.

E: agua que escurre por los troncos («stem-flow», «écoulement»). Por primera vez medimos este componente. Para ello elegimos al azar catorce pinos en los que se instaló un pequeño canal de plomo (lámina de 1 mm. de espesor) en espiral, en una excavación practicada en la corteza y unido a ésta con masilla. La parte inferior de la espiral comunica con un tubo de plástico que va a una botella del mismo material de 10 litros de capacidad. Los árboles que recogen más agua tienen dos o tres botellas conectadas con codos de vidrio unidos por tubos de goma.

Las medidas se hacían semanalmente o a intervalos más largos, según la distribución de las precipitaciones. La nieve acumulada en los pluviómetros se medía por pesada con dinamómetros.

El periodo estudiado va desde el 5 de octubre de 1973 hasta el 30 de septiembre de 1974.

III. RESULTADOS

En la tabla I se indican (agrupados en estaciones solares, tipo de precipitación y total anual): la precipitación incidente (P, media de los dos pluviómetros utilizados) seguida de su error standard; la media de la penetración directa (Pd) y el goteo desde las coro-

TABLA I

PRECIPITACIÓN BRUTA (P, en mm.) CON ERROR STANDARD; PENETRACIÓN DIRECTA Y GOTEO (Pd + G, en mm.); AGUA QUE ESCURRE POR LOS FUSTES (E, en mm.); INTERCEPCIÓN P — Pd + G (I, en mm.); PORCENTAJE DE INTERCEPCIÓN (% I = I.100/P); PORCENTAJE DE «STEM-FLOW» (% E = E.100/P).

	P	Pd + G	E	I	% I (1)	% E
Invierno... ..	316,7 ± 13,0	259,0	3,45	57,7	18,2 ± 3,8	1,1
Primavera	105,3 ± 4,6	77,7	0,73	27,6	26,2 ± 4,2	0,7
Verano	299,6 ± 4,0	183,5	2,52	116,1	38,8 ± 3,2	0,8
Otoño	136,2 ± 5,0	107,1	0,14	29,1	21,4 ± 4,8	0,6 (2)
Nieve	221,6 ± 11,5	175,1	4,35	46,5	21,0 ± 3,9	2,0
Lluvia	636,2 ± 15,2	452,2	2,49	184,0	28,9 ± 3,4	0,5 (2)
Año	857,8 ± 26,7	627,3	6,84	230,5	26,9 ± 3,4	0,9 (2)

(1) Calculado sin considerar el agua que resbala por los fustes, E. Va seguido de su error standard.

(2) Las medidas de E («stem-flow») se comenzaron el 6-12-73, de manera que la precipitación bruta correspondiente es menor en 112,8 mm en otoño, lluvia y año, dato que se tuvo en cuenta al calcular los porcentajes.

nas (G) que se midieron conjuntamente; la precipitación que llega al suelo resbalando por los troncos (E); la intercepción (diferencia entre P y Pd + G), I; el porcentaje de intercepción (que calculamos multiplicando por 100 el cociente entre I y P) seguido de su error standard; por último figura E expresado en porcentaje de P.

Para calcular el agua que llega al suelo resbalando por los fustes (stem-flow) se halla la media del agua recogida por los catorce árboles (en litros), se multiplica por el número de vástagos por hectárea (832) y se divide por 10.000 m.², obteniéndose así los l/m.² o mm. de precipitación que llega al suelo por ese medio. Como se ve sólo una pequeñísima cantidad de agua llega al suelo de esa forma.

IV. DISCUSIÓN

No resulta fácil comparar los resultados obtenidos con los de otros autores, debido al conjunto de factores que afectan a la intercepción: especies, cobertura, edad, tipo de precipitaciones, sistema de muestreo... En la bibliografía de que disponemos, y refiriéndose sólo al género *Pinus*, el porcentaje anual de intercepción varía desde el 47 % (*P. nigra*, Ovington) y el 40 % (*P. ponderosa*, Pearson (en Molchanov)) hasta valores tan bajos como 12 % (*P. ponderosa*, Rowe y Hendrix (en Zinke)), 12,8 y 14,1 % (*P. sylvestris*, Nesterov y Eitingen (en Molchanov)).

En cuanto a las diferencias estacionales la mayoría de los datos bibliográficos coinciden en señalar mayor intercepción en verano que en invierno, lo que probablemente se debe, tal vez entre otras causas, a que las temperaturas más altas del verano provocan una mayor evaporación del agua que se deposita sobre las superficies vegetales; sin embargo algunos autores (Aussenac, para *P. sylvestris*) encuentran mayor intercepción relativa en invierno, y otros (Ebermayer (en Molchanov); Rapp y Romane, para *P. halepensis*) dan valores parecidos para ambas estaciones extremas.

Para las diferencias de intercepción entre nieve y lluvia conocemos muy pocos datos y también coinciden en señalar una menor intercepción relativa para la nieve (Nesterov y Eitingen, Rowe y Hendrix (ambos en Molchanov)).

Sobre el agua que resbala por los troncos en árboles del género *Pinus* tenemos muy pocos datos: 0,21 % de la precipitación incidente (*P. nigra*, Ovington), 1,6 % (*P. sylvestris*, Aussenac), 15-30 % (*P. sylvestris*, Rutter), 1,2 % (*P. resinosa*, Voigt (en Zinke)), 4 % (*P. ponderosa*, Rowe y Hendrix (en Zinke)). El valor hallado por Rutter es altísimo y creemos se debe a las características de la plantación por él estudiada (árboles muy jóvenes que tendrán una su-

perficie de hojas relativamente mayor que árboles más viejos). Para otras especies de coníferas conocemos valores igualmente bajos: 1,9 % para *Picea abies* (AUSSENAC), 1 % para *Abies grandis* (AUSSENAC); valores aún más bajos son citados por OVINGTON (varias especies), ROTHACHER (en ZINKE) (0,27 % para *Pseudotsuga menziesii*), SKAU (en ZINKE) (0 % para *Juniperus osteosperma* y *J. deppeana*), NOIRFALISE (0 % para *Picea abies*). Por otro lado VOIGT (en ZINKE) señala un valor bastante alto (5,9 % para *Tsuga canadensis*).

En árboles planifolios los porcentajes de «stem-flow» son en general más altos: 9,6 % en *Fagus grandifolia* (VOIGT (en ZINKE)), 7,7 % para robledal mixto (SCHNOCK), 7 % para plantación de naranjos (KALMA et al.), 7 % en hayedo mixto (AUSSENAC). Pero también encontramos valores muy bajos, como los citados por OVINGTON (0,32 % para *Quercus rubra*) y CARLISLE et al. (máximo de 0,36 % para *Quercus petraea*).

Los resultados de los tres años de medidas no se corresponden exactamente, pues en el primer año (ALVERA, 1973) estimamos la precipitación incidente a partir de un solo pluviómetro situado en un lugar más distante de la parcela y que recoge más agua que los utilizados este tercer año; además en ese primer año sólo muestreamos seis puntos situados bajo cubierta arbórea, de forma que no estaban representados los claros ni situaciones intermedias. Durante el segundo año (ALVERA, 1974) hicimos un muestreo estratificado bajo distintos tipos de cubierta con 18 pluviómetros. Y en el tercer año muestreamos al azar con 24 pluviómetros, con lo que quedan representados todos los tipos de cubierta y la estimación de la intercepción media es más sencilla. Por haber utilizado métodos distintos en los tres años no podemos comparar de un modo absoluto los resultados, pero sí podemos compararlos relativamente: representamos en la tabla II los porcentajes relativos de intercepción, respecto a la media anual tomada como unidad, para las distintas

TABLA II

PORCENTAJES DE INTERCEPCIÓN RELATIVOS AL PORCENTAJE ANUAL TOMADO COMO UNIDAD.

	71-72	72-73	73-74	Media tres años
Invierno	0,8	1,0	0,7	0,8
Primavera	1,0	0,9	1,0	1,0
Verano	1,2	1,3	1,4	1,3
Otoño	1,1	1,0	0,8	1,0
Nieve	0,8	0,8	0,8	0,8
Lluvia	1,2	1,0	1,1	1,1
Año	1	1	1	1

estaciones y tipos de precipitación. Observando la tabla resalta el hecho de que el porcentaje de intercepción es siempre mayor que la media anual en verano, y que para la nieve es menor; en invierno no siempre es menor, pero la media de los tres años es igual que la de la nieve.

V. CONCLUSIONES

Hemos encontrado que el porcentaje de intercepción varía con la cantidad de precipitación; a mayor precipitación menor es el porcentaje de intercepción: por ejemplo, para una lluvia aislada de sólo 1,9 mm. registramos una intercepción del 92 %; para una lluvia, de menos de un día de duración, de 54 mm., 22 % de intercepción; y para una lluvia, de varios días de duración, de 95 mm. la intercepción fue sólo del 12 %.

El error relativo de la precipitación media bajo el bosque (Pd + G) disminuye al aumentar la precipitación bruta: por ejemplo, el error standard es un 37 % de la media para una lluvia de 1,9 mm., 5,5 % para 54 mm., y solamente 4,7 % para 95 mm. de lluvia. Esto parece indicar que cuanto menor es la lluvia más irregularmente se distribuye.

El porcentaje de agua que llega al suelo resbalando por los fustes aumenta con la precipitación: 0,02 % para una lluvia de 1,9 mm., 0,9 % para 54 mm. y 1,7 % para 91 mm., aunque la relación no es tan clara como para el agua que gotea desde las coronas. La cantidad relativa de precipitación que llega al suelo por este medio es realmente insignificante, aunque puede ser importante por la riqueza en elementos minerales lavados de las biomásas que, según diversos autores, es superior a la del agua que gotea desde las coronas.

No hemos hallado ninguna correlación entre el «stem-flow» y el diámetro (a 1,30 m.) de los fustes. Debe de haber otras variables que intervienen, tales como el tamaño de la corona, la proximidad a un claro —de forma que el tronco reciba lateralmente agua cuando ésta no cae verticalmente por soplar viento.

RESUMEN

Un bosque de pino albar con estrato arbustivo de acebo, situado en San Juan de la Peña (Alto Aragón), interceptó el 26,9 % de las precipitaciones atmosféricas durante un período de un año con 857,8 mm. de pluviosidad. El agua que llega al suelo escurriéndose por los troncos fue sólo un 0,9 % de la precipitación bruta. El goteo desde las coronas se midió con 24 pluviómetros fijos situados al azar; el agua que resbala por los fustes se midió en 14 pinos.

SUMMARY

A 26,9 % of the atmospheric precipitation was intercepted by a stand of scotch pine with holly understory—in San Juan de la Peña (Alto Aragón)—during a year period of 857,8 mm. of gross rainfall. Stem-flow was only 0,9 % of annual rainfall. Throughfall was measured utilizing 24 fixed rain-gauges randomly located; stem-flow was measured in 14 pine-trees.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVERA, B., 1973. — Estudios en bosques de coníferas del Pirineo Central. Serie A: Pinar con acebo de San Juan de la Peña: 4) Intercepción de las precipitaciones (primera contribución). *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada*, Barcelona (en prensa).
- ALVERA, B., 1974. — Estudios en bosques de coníferas del Pirineo Central. Serie A: 5) Recepción de las precipitaciones atmosféricas. *Pirineos Jaca* (en prensa).
- AUSSENAC, G., 1968. — Interception des précipitations par le couvert forestier. *Ann. Sci. forest.*, 25 (3): 135-156. Paris.
- CARLISLE, A., BROWN, A. H. F. y WHITE, E. J., 1965. — The interception of precipitation by oak (*Quercus petraea*) on a high rainfall site. *Q. Jl. For.* 59: 140-143.
- KALMA, J. D., STANHILL, G. y URIELI, E., 1968. — Rainfall interception and stemflow in an orange plantation. *Israel J. agric. Res.* 18 (1): 3-14. Bet Dagan.
- MILLER, D. H., 1964. — Interception processes during snowstorms. *U. S. Forest Serv. Res. Paper PSW-18*: 24 pp.
- MOLCHANOV, A. A., 1960. — *The hydrological role of forests*. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR. Israel Program for Scientific Translations, 407 pp. Jerusalem.
- NOIRFALISE, A., 1959. — Sur l'interception de la pluie par le couvert dans quelques forêts belges. *Bull. Soc. Roy. For. de Belg.*, 66 (10): 433-439.
- OVINGTON, J. D., 1954. — A comparison of rainfall in different woodlands. *Forestry*, 27: 41-53.
- PUIGDEFÁBREGAS, J., 1973. — Estudios en bosques de coníferas del Pirineo Central. Serie A: 3) Descripción de la parcela en estudio y estructura de la vegetación leñosa. *Pirineos*, 111 (en prensa). Jaca.
- RAPP, M. y 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. *Ecol. Plant.*, 3: 271-284. Paris.
- REYNOLDS, E. R. C. y LEYTON, L., 1963. — Measurement and significance of throughfall in forest stands, pp. 127-141. En: *The Water relations of Plants*, Eds. A. J. Rutter y F. H. Whitehead. Br. Ecol. Soc. Symp. n° 3. Blackwell, Oxford.
- RUTTER, A. J., 1963. — Studies in the water relations of *Pinus sylvestris* in plantation conditions. I. Measurements of rainfall and interception. *J. Ecol.*, 51: 191-203. Oxford.
- SCHNOCK, G., 1969. — La chênaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont. Bilan des apports hydriques pour 1966 et 1967. *Bull. Soc. Roy. For. de Belg.* 75° año: 19 pp.
- ZINKE, P. J., 1967. — Forest interception studies in the United States. pp. 137-161. En: *International Symposium on Forest Hydrology*, Eds. W. E. Sopper y H. W. Lull. Pergamon Press, Oxford.