

Redistribución de las Precipitaciones en un Bosque Siempreverde del Sur de Chile¹

A. M. Huber,* C.E. Oyarzún*

ABSTRACT

Redistribution of incident precipitation into throughfall, stemflow and interception loss has been studied in a native evergreen forest in southern Chile. During the period of measurements (1986, 1987) throughfall and stemflow amounted to 62.9% and 1.4% of incident precipitation, respectively. The loss from interception by canopy and litter was estimated at 29.3% and 8.3% respectively, hence effective precipitation that actually entered the soil represented 62.4% of total precipitation. The amounts of water necessary for saturating the canopy and the trunks were estimated at 2.1 mm and 5.1 mm respectively. Significant relations were found between the duration and intensity of the precipitation and the amounts of throughfall, stemflow and canopy interception. In general, as duration and intensity of rainfall increase, the amounts of throughfall, stemflow and interception became greater.

INTRODUCCION

La vegetación arbórea ejerce una marcada influencia sobre la cantidad y redistribución de las precipitaciones pluviales. Una parte de la precipitación total en un ecosistema forestal es retenida por las copas y troncos de los árboles (intercepción del dosel) y reintegrada a la atmósfera por evaporación. Del agua que alcanza el piso del bosque, una fracción proviene del goteo de las hojas o directamente por medio del dosel (precipitación directa); el resto llega al suelo mediante los troncos (escurrimiento fustal). En el nivel del suelo (precipitación neta), una parte de la cantidad total es retenida por la hojarasca y devuelta a la atmósfera por evaporación (intercepción de la hojarasca) y la restante alcanza la superficie del suelo (precipitación efectiva).

COMPENDIO

Se estudió la redistribución de las precipitaciones en precipitación directa, escurrimiento fustal e intercepción en un bosque nativo siempreverde del sur de Chile. Durante el período de mediciones (1986-1987), la precipitación directa y el escurrimiento fustal representaron el 62.9% y el 1.4% de la precipitación incidente. Las pérdidas por intercepción del dosel y de la hojarasca fueron estimadas en 29.3% y 8.3%, por lo que la precipitación, que efectivamente ingresó al suelo, representó el 62.4% de las precipitaciones. Las cantidades de agua necesarias para saturar el dosel y los troncos fueron estimadas en 2.1 mm y 5.1 mm, respectivamente. Se hallaron relaciones significativas entre la duración e intensidad de las precipitaciones con los montos de precipitación directa, escurrimiento fustal e intercepción del dosel. En general, a medida que aumentan la duración e intensidad de las lluvias, son mayores los montos de la precipitación directa, escurrimiento fustal e intercepción.

Palabras claves: Redistribución, precipitaciones, bosque siempreverde, Chile.

En los ecosistemas forestales, el número de los componentes de la redistribución de las precipitaciones varía ampliamente, dependiendo de las especies, estructura del bosque, características de las precipitaciones y condiciones geográficas del lugar (2). Zinke (18) ha informado acerca de valores de intercepción en Estados Unidos de América (EE.UU.) que varían desde 58% en *Picea abies* y 33% en *Thuja plicata* hasta 7%-20% en árboles deciduos. Ovington (13) encontró también valores de 17%-20%, y 36%-54% para coníferas. En Australia, Prebble y Stirk (15) establecieron una intercepción del 11% en *Eucalyptus melanophloia* y Jackson (9) determinó un 16% de intercepción en un bosque del trópico húmedo. Jaro (10) encontró, para diferentes especies en Hungría, intercepciones que van desde el 32% al 51 por ciento. Oyarzún, Huber y Vásquez (14) señalaron, para bosques de *Pinus radiata* de diferentes edades y manejos, intercepciones entre el 9% y 18% para el sur de Chile.

El escurrimiento fustal determinado como porcentaje de las precipitaciones incidentes, generalmente se ha considerado de poca importancia porque sus valores no sobrepasan el 12% en bosque de latifoliados y 6% en coníferas (11, 16, 17). Sin embargo, Oyarzún, Huber y Vásquez (14) obtuvieron en bosques de *P. radiata* valores entre 12% y 22 por ciento.

¹ Recibido para publicación el 15 de noviembre de 1988. Este trabajo ha sido financiado por los proyectos RS-85-14 de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile y 1040-85 del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología

* Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile Casilla 567, Valdivia, Chile.

Los montos de agua interceptados por la hojarasca son poco conocidos, aunque se ha indicado que son de una magnitud mucho más pequeña que la interceptación del dosel y varían, generalmente, entre el 1% y el 5% de la precipitación total (11); sin embargo, Balazs (1) obtuvo valores de un 18% para *Larix decidua* y un 7% para rodales de *Fagus sylvatica*, *Abies alba* y *Picea*.

El presente trabajo tiene como finalidad establecer los montos de los diferentes componentes de la redistribución de las precipitaciones y determinar la influencia ejercida por las características de las precipitaciones en un bosque siempreverde en el sur de Chile.

MATERIALES Y METODOS

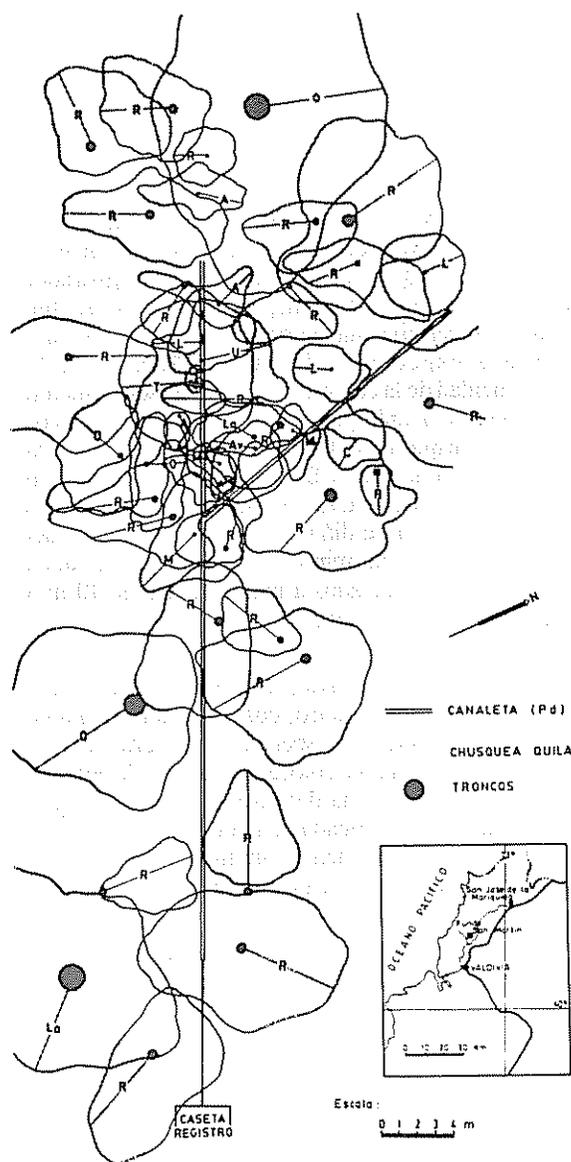
Area de estudio

El estudio se realizó en el fundo San Martín, ubicado a 25 km al noroeste de la ciudad de Valdivia, Chile (lat. 39°48'S; long. 73°14'O; altitud 10 msnm). El ecosistema forestal corresponde a una subasociación del bosque olivillo, denominada Lapagerio-Aextoxiconetum-Rigodietosum (4).

En este bosque se diferencian los siguientes pisos vegetacionales: estrato arbóreo superior, formado por *Nothofagus obliqua* y *Eucryphia cordifolia*, el cual alcanza hasta 45 m de altura; estrato arbóreo medio, con *Aextoxicon punctatum*, *Laurelia sempervivens*, *L. philippiana* y *Podocarpus salignus* entre 15 m y 30 m; estrato arbóreo inferior entre 10 m y 15 m integrado por *Drimys winteri*, *Gevuina avellana*, *Amomyrtus luma* y *Myrceugenella apiculata*. El estrato arbustivo está formado por *A. luma*, *Rhamnus difusus* y *Chusquea quila*. El suelo del bosque está cubierto por una capa de hojarasca de aproximadamente 3 cm de espesor y por *Rigodium implexum*. La cobertura media del estrato arbóreo es de un 94% (Fig 1).

La topografía del área estudiada se presenta prácticamente plana, con una pendiente inferior al 5 por ciento. Los suelos del sector corresponden a los denominados Trumaos, desarrollados a expensas de cenizas volcánicas y depósitos fluvio-glaciales (8).

La zona posee un clima templado lluvioso con influencia mediterránea (Cfsb según Koeppen), con temperatura en promedio de 12°C (oscilación anual de la temperatura entre 7°C y 17°C) y una precipitación de 2500 mm anuales. El mes más seco es enero con 60 mm y el más húmedo julio con 400 milímetros.



Leyenda:

- R: roble (*N. obliqua*).
- La: laurel (*L. sempervivens*).
- O: olivillo (*A. punctatum*).
- M: mañío (*P. salignus*).
- A: arrayán (*M. apiculata*).
- T: tepa (*L. philippiana*).
- Av: avellano (*G. avellana*).
- L: luma (*A. luma*).
- U: ulmo (*E. cordifolia*).
- C: canelo (*D. winteri*).

Fig 1. Cobertura de las copas del área estudiada y localización de la canaleta de precipitación directa

Métodos de medición

Las precipitaciones (P) se registraron con un pluviógrafo (Wilh. Lambrecht) instalado en una pradera situada a 150 m del lugar de estudio.

La precipitación directa (Pd) fue recogida en una canaleta metálica en forma de V, de 14 cm de ancho y 57 m de largo (Fig. 1), que desemboca en un registrador automático del nivel de agua, diseñado con ese fin. Este método permite una mejor integración de las fluctuaciones especiales de la Pd, debidas a la heterogeneidad de la cubierta vegetal. El escurrimiento fustal (pf) fue medido por medio de collares plásticos ajustados en espiral alrededor de los troncos, según la recomendación de Ford y Deans (5). La precipitación recogida de esta manera, fue conducida mediante tubos de PVC de 30 mm de diámetro a otro registrador del nivel de agua. Se determinó el escurrimiento fustal en todos los árboles ubicados a una distancia de 10 m a ambos lados de la canaleta.

La precipitación efectiva (Pe) se recogió en 20 bandejas de 30 cm de diámetro, con un fondo de malla, diseñadas y construidas especialmente para este estudio. Sobre la malla fue colocada una capa de hojarasca, simulando la cubierta del piso del bosque. Todas las bandejas estaban ubicadas a nivel del suelo y conectadas por vía subterránea a un tubo de PVC, que conducía el agua recogida a un recipiente calibrado.

La intercepción de las precipitaciones (In) por el dosel fue determinada a partir de la relación:

$$In = P - (Pd + Pf)$$

mientras que la intercepción (Ih) de la hojarasca se determinó:

$$Ih = Pn - Pe$$

donde Pn es la precipitación neta (Pd + Pf).

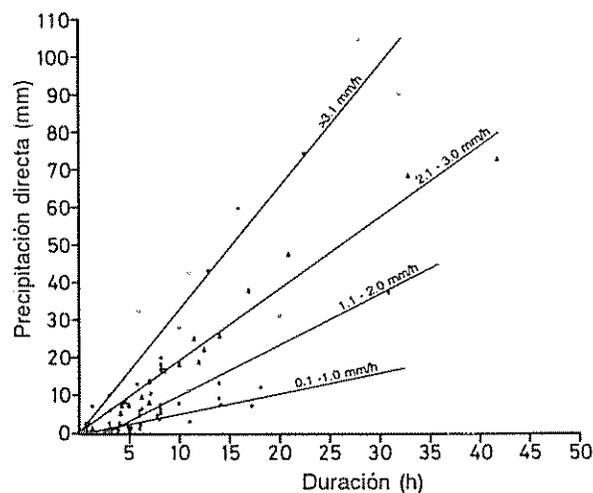
Para analizar estadísticamente las relaciones entre la Pd, escurrimiento fustal e intercepción con la intensidad, duración y montos de las precipitaciones, se consideraron solamente las precipitaciones continuas precedidas por un tiempo de al menos 18 h sin lluvia. Esta medida fue acordada para minimizar la influencia sobre los resultados que puede tener el agua adherida a las hojas, ramas y troncos de las precipitaciones precedentes. El período de mediciones se extendió entre enero de 1986 y diciembre de 1987.

RESULTADOS Y DISCUSION

Precipitación directa

La precipitación directa alcanzó valores de 69.9% y 68.5% con respecto de la precipitación incidente durante los dos años de estudio (Cuadro 1). La Pd, en general, presenta en su curso anual una tendencia similar a la precipitación incidente, alcanza los valores absolutos más altos durante los meses de invierno, sobrepasando el 75% de la precipitación. Los montos absolutos más bajos se registran durante los meses de verano, cuando gran parte de las lluvias incidentes son interceptadas debido a las características de duración e intensidad de las precipitaciones y a las condiciones meteorológicas, que favorecen la evaporación. Como consecuencia, la Pd representa sólo valores cercanos al 30% de la precipitación incidente durante algunos meses.

En la Fig. 2 y Cuadro 2 se presentan las relaciones entre la Pd y la duración e intensidad de las precipitaciones incidentes. Se puede observar que el comportamiento de los montos de la Pd se diferencian claramente según la intensidad de las lluvias (Fig. 2), existiendo una correlación significativa entre la duración e intensidad de las precipitaciones y la Pd (Cuadro 2). En general, con el aumento de la duración e intensidad de las lluvias, los montos de Pd también se



Leyenda:

- (\circ) 0.1 - 1.0 mm/h
- (\times) 1.1 - 2.0 mm/h
- (Δ) 2.1 - 3.0 mm/h
- (\ast) 3.1 mm/h

Fig. 2 Relaciones entre precipitación directa y duración de las precipitaciones para diferentes rangos de intensidad de las lluvias

Cuadro 1. Precipitación (P), precipitación directa (Pd), escurrimiento fustal (Pf), precipitación neta (Pn), intercepción del dosel (IN) y hojarasca (Ih) y precipitación efectiva (Pe) en un bosque siempreverde del sur de Chile (Datos en milímetros y porcentajes entre paréntesis).

Meses	P	Pd	Pf	1986			
				Pn	In	Ih	Pe
Enero	63.8	21.1 (33.1)	0.3 (0.5)	21.4 (33.5)	42.4 (66.5)	2.5 (3.9)	18.8 (30.7)
Feb.	163.3	115.5 (70.7)	1.9 (1.2)	117.4 (71.9)	45.9 (28.1)	17.4 (10.7)	100.0 (61.2)
Marzo	117.3	79.1 (67.4)	1.2 (1.0)	80.3 (68.5)	37.0 (31.5)	9.4 (8.0)	70.9 (60.4)
Abril	303.4	191.5 (63.1)	3.6 (1.2)	195.1 (64.3)	108.3 (35.7)	23.9 (7.9)	171.2 (56.4)
Mayo	424.8	324.6 (76.4)	8.8 (2.1)	333.4 (78.5)	91.4 (21.5)	44.9 (10.6)	288.5 (67.9)
Junio	411.2	310.1 (75.4)	9.1 (2.2)	319.2 (77.6)	92.0 (22.4)	43.1 (10.5)	276.1 (67.1)
Julio	193.3	136.6 (70.7)	2.3 (1.2)	138.9 (71.9)	54.4 (28.1)	16.5 (8.5)	122.4 (63.3)
Agosto	498.8	379.4 (76.1)	8.9 (1.1)	388.3 (77.8)	110.5 (22.2)	43.1 (8.8)	345.2 (71.0)
Set.	138.3	86.7 (62.7)	0.8 (0.6)	87.5 (63.3)	50.8 (36.7)	10.6 (7.7)	76.9 (55.6)
Oct.	85.3	51.2 (60.0)	0.3 (0.4)	51.4 (60.3)	33.9 (39.7)	7.3 (8.6)	44.1 (51.7)
Nov.	291.5	190.5 (65.4)	4.5 (1.5)	195.0 (66.9)	96.5 (33.1)	20.9 (7.2)	174.1 (59.7)
Dic.	18.6	8.9 (47.8)	0.1 (0.5)	9.0 (48.4)	9.6 (51.6)	1.6 (8.6)	7.4 (39.8)
Total	2 709.6	1 895.2 (69.9)	41.8 (1.5)	1 936.9 (71.5)	772.7 (28.5)	241.2 (8.9)	1 695.7 (62.6)

1987							
Enero	17.8	9.3 (52.2)	0.0 (0.0)	9.3 (52.2)	8.5 (47.8)	3.1 (17.4)	6.2 (34.8)
Feb.	38.2	11.8 (30.9)	0.0 (0.0)	11.8 (30.9)	26.4 (69.1)	1.5 (3.9)	10.3 (27.0)
Marzo	76.3	52.3 (68.5)	0.3 (0.4)	52.6 (68.9)	23.7 (31.1)	8.2 (10.7)	44.4 (58.2)
Abril	170.5	107.8 (63.2)	1.0 (0.6)	108.8 (63.8)	61.7 (36.2)	12.4 (7.3)	96.4 (56.5)
Mayo	260.0	188.2 (72.4)	2.6 (1.0)	190.8 (73.4)	69.2 (26.6)	22.6 (8.7)	168.2 (64.7)
Junio	253.0	181.3 (71.7)	5.0 (2.0)	186.3 (73.6)	66.7 (26.4)	14.5 (5.7)	171.8 (67.9)
Julio	544.2	394.9 (72.6)	9.4 (1.7)	404.3 (74.3)	139.9 (25.7)	36.7 (6.7)	367.6 (67.5)
Agosto	280.6	187.7 (66.9)	3.2 (1.1)	190.9 (68.0)	89.7 (32.0)	18.4 (6.6)	172.5 (61.5)
Set.	233.6	172.3 (73.8)	2.7 (1.2)	175.0 (74.9)	58.6 (25.1)	19.7 (8.4)	155.3 (66.5)
Oct.	219.6	139.3 (63.4)	1.9 (0.9)	141.2 (64.3)	78.4 (35.7)	19.5 (8.9)	121.7 (55.4)
Nov.	70.6	45.9 (65.0)	0.4 (0.6)	46.3 (65.6)	24.3 (34.4)	8.9 (12.6)	37.4 (53.0)
Dic.	53.0	27.9 (52.6)	0.1 (0.2)	28.0 (52.8)	25.0 (47.2)	5.8 (10.9)	22.2 (41.9)
Total	2 217.4	1 518.7 (68.5)	26.6 (1.2)	1 545.3 (69.7)	672.1 (30.3)	171.3 (7.7)	1 374.0 (62.0)

Cuadro 2. Relaciones entre la precipitación directa (Pd) y duración de las precipitaciones (D) para diferentes rangos de intensidad de las precipitaciones.

Intensidad (mm/h)	Lluvias (núm.)	Ecuación		r
		Pd (mm)	D(h)	
0.1 - 1.0	22	Pd= 0.585	D - 1.303	0.936
1.1 - 2.0	16	Pd= 1.327	D - 3.345	0.950
2.1 - 3.0	20	Pd= 1.899	D - 0.230	0.983
>3.1	20	Pd= 3.281	D - 0.319	0.974

incrementan debido a que, una vez saturado el dosel, las pérdidas por interceptación se hacen menores y los montos de PD mayores.

La cantidad de agua que llega al suelo por medio de la Pd, va creciendo proporcionalmente con el aumento de la intensidad de las lluvias, como consecuencia de que bajo estas características las posibilidades de evaporación se reducen.

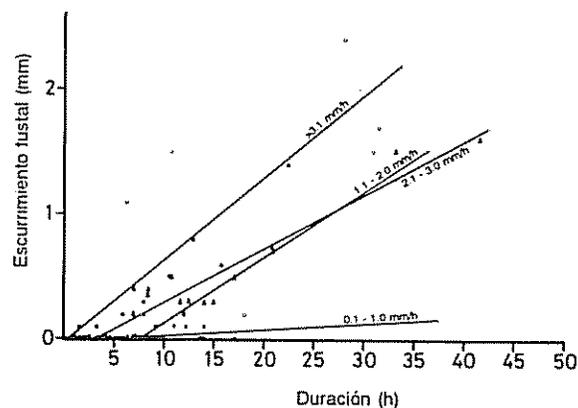
Escurrecimiento fustal

Las cantidades de agua que llegan al suelo por medio del escurrecimiento fustal en el bosque en estudio siguen la misma tendencia que el curso de las precipitaciones, alcanzando, por lo tanto, sus valores máximos durante los meses de invierno y los montos mínimos durante el verano (Cuadro 1).

El escurrecimiento fustal en este bosque siempreverde alcanzó valores de 1.5% y 1.2% durante los dos años de estudio, con respecto a la precipitación incidente. Estos valores pequeños están dentro de los rangos más bajos establecidos para bosques latifoliados (11). A pesar de que las ramas de los árboles son convergentes hacia el tronco, los escurrecimientos fustales son pequeños por la forma irregular de las ramas, lo cual obliga a que el agua escurra por ellas y se desprenda antes de alcanzar el fuste.

La cantidad de agua requerida para saturar los troncos, fue estimada con una regresión lineal entre el escurrecimiento fustal y la precipitación incidente con montos inferiores a 10 milímetros. Para evitar la posibilidad de errores en esta estimación, como consecuencia del agua retenida por los troncos por lluvias precedentes, sólo se consideraron precipitaciones que hubieran sido precedidas por un período de 24 h sin precipitaciones (3). La capacidad de saturación de los troncos fue de 5.1 milímetros.

En la Fig. 3 y Cuadro 3 se presenta el efecto que ejerce la duración y la intensidad de las precipitaciones sobre los montos de escurrecimiento fustal. En general, con precipitaciones de baja intensidad (0.1 y 1.0 mm) el escurrecimiento fustal existe y sólo se manifestó en lluvias con duraciones superiores a las 15 h (Fig. 3), porque las débiles precipitaciones requieren un tiempo prolongado para saturar de agua la corteza de los troncos y permitir así su inicio. A medida que aumenta la intensidad de las precipitaciones, el retraso del inicio del escurrecimiento fustal se hace cada vez menor. En precipitaciones cuya intensidad es superior a 3.0 mm/h, el escurrecimiento fustal se manifiesta después de media hora de iniciada la precipitación (Fig. 3). Bajo estas circunstancias y debido a la alta intensidad de la precipitación, el escurrecimiento fustal se hace presente aun antes de que la corteza de los troncos se sature.



Leyenda:

- (*) 0.1 - 1.0 mm/h
- (x) 1.1 - 2.0 mm/h
- (Δ) 2.1 - 3.0 mm/h
- (○) 3.1 mm/h

Fig 3 Relaciones entre escurrecimiento fustal y duración de las precipitaciones para diferentes rangos de intensidad de las lluvias

Cuadro 3. Relaciones entre el escurrimiento fustal (Pf) y duración de las precipitaciones (D) para diferentes rangos de intensidad de las precipitaciones.

Intensidad (mm/h)	Lluvias (núm.)	Ecuación		r
		Pf (mm)	D(h)	
0.1 - 1.0	22	Pf= 0.005	D - 0.019	0.553
1.1 - 2.0	16	Pf= 0.052	D - 0.398	0.912
2.1 - 3.0	20	Pf= 0.043	D - 0.141	0.956
>3.1	20	Pf= 0.066	D - 0.027	0.879

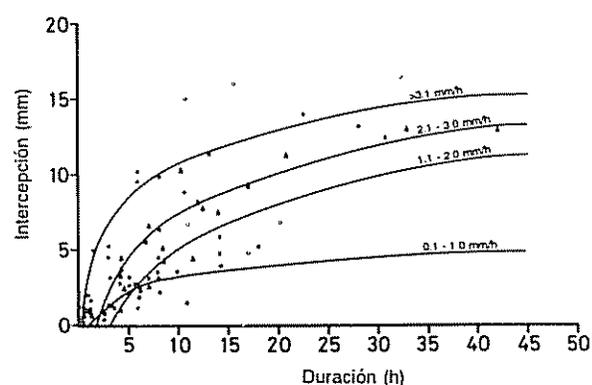
Intercepción del dosel

La intercepción representó el 28.5% y 30.0% de las precipitaciones incidentes, durante los años de estudio (Cuadro 1). Se pueden explicar estos altos valores por la gran estratificación y altura del bosque, por la cantidad de musgos y líquenes adheridos a las ramas y troncos y por la densidad de su sotobosque.

El curso anual de los valores porcentuales de la intercepción es inversamente proporcional a las cantidades de precipitación incidente, ocurriendo los valores mínimos durante los meses de invierno mientras que los máximos se registran en verano.

La capacidad de saturación de las copas, determinada a partir de una regresión lineal entre la precipitación directa y la incidente, fue de 2.1 milímetros. Este valor es similar al obtenido por Oyarzún, Huber y Vásquez (14) que fue de 2.2 mm para un bosque adulto de *P. radiata* situado en las cercanías del lugar de estudio y a los encontrados por Helvey y Patric (7) y por Zinke (18), para varias especies de coníferas y latifoliadas.

La Fig. 4 y el Cuadro 4 muestran las ecuaciones que indican las relaciones entre intercepción, duración e intensidad de las precipitaciones. En general se pudieron establecer altas correlaciones entre ellas. De la Figura 4 se deduce que cuanto mayor es la intensidad de las precipitaciones, mayores son las cantidades de agua retenida por el dosel y troncos que son devueltas a la atmósfera por evaporación. En estas condiciones de intensidad de la precipitación, el tiempo en que la lluvia queda retenida por las copas es mayor, por lo tanto está expuesta, con mayor posibilidad, a ser evaporada. También se puede observar (Fig. 4) que a



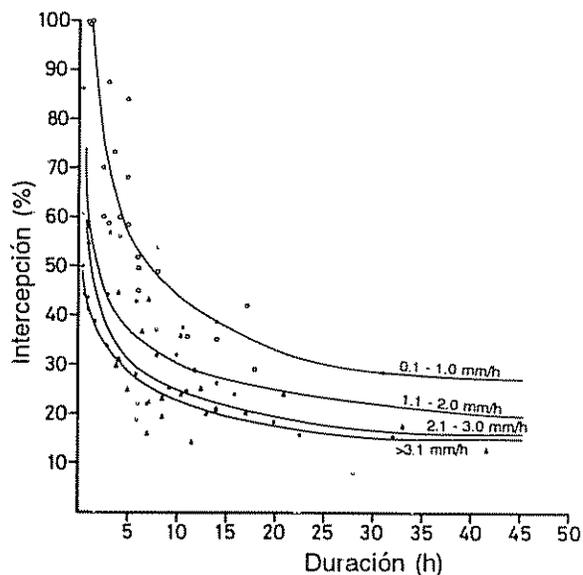
Leyenda:

- (*) 0.1 - 1.0 mm/h
- (x) 1.1 - 2.0 mm/h
- (Δ) 2.1 - 3.0 mm/h
- (Δ) 3.1 mm/h

Fig 4 Relaciones entre intercepción (mm) y duración (h) de las precipitaciones par diferentes rangos de intensidad de las lluvias.

medida que aumenta la duración de las precipitaciones, los montos de intercepción tienden a mantenerse constantes.

En un procedimiento similar, en el que se expresó la intercepción como porcentaje de la precipitación incidente, se encontraron relaciones significativas entre la duración e intensidad de las precipitaciones y la intercepción (Fig 5 y Cuadro 5). La intercepción disminuye porcentualmente cuando la duración y la intensidad aumentan. También se puede advertir que en cuanto aumenta la duración de las precipitaciones, los porcentajes de intercepción tienden a estabilizarse en valores entre el 15% y el 25% de la precipitación incidente (Fig. 5).



Leyenda:

- (○) 0.1 - 1.0 mm/h
- (x) 1.1 - 2.0 mm/h
- (Δ) 2.1 - 3.0 mm/h
- (·) 3.1 mm/h

Fig. 5. Relaciones entre intercepción (%) y duración (h) de las precipitaciones para diferentes rangos de intensidad de las lluvias.

Intercepción de la hojarasca

Los montos anuales de intercepción de la hojarasca representan el 8.9% y 7.7% de la precipitación incidente durante los dos años de observaciones (Cuadro 1). Estos valores son mayores a los informados por Helvey y Patric (7) para bosques latifoliados en EE.UU. y de Mitscherlich (12) en Alemania para coníferas. Ello se puede atribuir a la gruesa capa de hojarasca que posee este bosque. Balazs (1) obtiene resultados similares, recalcando que la intercepción de la hojarasca en bosques jóvenes de *Picea* es menor que en la de adultos. Esta equivale casi a la cuarta parte del valor de la intercepción de las copas y troncos, lo que concuerda con los resultados de Hädrich y Heuveldop (6) que expresan que la intercepción de la hojarasca está siempre por debajo del 50% de la intercepción de las copas. Al igual que la del dosel de la hojarasca posee un curso anual regulado, principalmente, por los montos de las precipitaciones y el grado de saturación de la hojarasca.

Precipitación efectiva

La cantidad de agua que alcanzó efectivamente la superficie del suelo del bosque es de aproximadamente 62% en los dos años. Como consecuencia de los diferentes porcentajes interceptados por las copas, troncos y la capa de hojarasca que cubren el suelo durante

Cuadro 4: Relaciones entre la intercepción (In) y duración de las precipitaciones (D) para diferentes rangos de intensidad de las precipitaciones.

Intensidad (mm/h)	Lluvias (núm.)	Ecuación		r
		In (mm)	D(h)	
0.1 - 1.0	22	$In = 0.066 + 1.347 \ln D$		0.830
1.1 - 2.0	16	$In = 4.805 + 4.301 \ln D$		0.798
2.1 - 3.0	20	$In = 1.990 + 4.065 \ln D$		0.835
>3.1	20	$In = 3.450 + 3.117 \ln D$		0.883

Cuadro 5: Relaciones entre la intercepción (In) y duración de las precipitaciones (D) para diferentes rangos de intensidad de las precipitaciones.

Intensidad (mm/h)	Lluvias (núm.)	Ecuación		r
		In (%)	D (h)	
0.1 - 1.0	22	$In = 107.09$	$D = 0.3883$	0.904
1.1 - 2.0	16	$In = 56.69$	$D = 0.2849$	0.446
2.1 - 3.0	20	$In = 51.89$	$D = 0.3206$	0.701
>3.1	20	$In = 45.61$	$D = 0.3030$	0.881

el año, los porcentajes de precipitación que efectivamente llegan al suelo están afectados también a un curso anual (Cuadro 1). Durante los meses con escasas lluvias, la precipitación efectiva alcanza sus valores absolutos y relativos más bajos del año. Si se considera que este período concuerda con el de mayor gasto de agua por transpiración, se puede deducir que el suelo verá reducidas sus reservas de agua en forma importante hasta el próximo período de recarga.

CONCLUSIONES

Las pérdidas por intercepción del dosel y de la hojarasca en un bosque siempreverde del sur de Chile fueron estimadas en un 29.3% y 8.3% de las precipitaciones que caen sobre las copas. Estos altos valores de intercepción se pueden atribuir a la gran estratificación y altura del bosque, la gran densidad de su sotobosque y a la gruesa capa de hojarasca.

La precipitación directa fue el aporte más importante de agua al suelo y representó el 69.2% de la precipitación incidente. El escurrimiento fustal fue solamente del 1.4%, estando dentro de los rangos más bajos establecidos para bosques de latifoliadas.

Los valores estimados de la capacidad de saturación del dosel y de los fustes fueron de 2.1 mm y 5.1 mm, respectivamente.

Los montos de precipitación directa y escurrimiento fustal se diferenciaron claramente según la duración e intensidad de las precipitaciones, estableciéndose relaciones significativas con estos parámetros. En general, a medida que aumentan la duración e intensidad de las precipitaciones, las cantidades de precipitación directa y escurrimiento fustal también crecen.

Además se encontraron relaciones significativas entre la duración e intensidad de las lluvias y las pérdidas por intercepción del dosel. La intercepción disminuye porcentualmente con el aumento de la duración e intensidad de las precipitaciones.

LITERATURA CITADA

- BALAZS, A. 1982. Interzeptions-verdunstung des waldes im interhalbjahr als Bestimmungsrösse des nutzbaren Wasserdargebotes. Beiträge zur Hydrologie 4:79-101
- BRECHTEL, H.M.; PABLOV, M.B. 1977. Niederschlagsbilanz von Waldbeständen verschiedenen Baumarten und Altersklassen in der Rhein-Main-Ebene. Kuratorium für Wasser und Kulturbauwesen (KWK), Bonn
- CALHEIROS DE MIRANDA, R.A.; BUTLER, D.R. 1986. Interception of rainfall in a hedgerow apple orchard. Journal of Hydrology 87:245-253.
- CARDENAS, R. 1976. Flora y vegetación del fundo San Martín. Tesis. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias 96 p
- FORD, E.D.; DEANS, J.D. 1976. The effects of canopy structure on stemflow, throughfall and interception loss in a young Sitka spruce plantation. Journal of Applied Ecology 15:905-917.
- HADRICH, F.; HEUVELDOP, J. 1987. Untersuchung Zur Bodenverdunstung in einem Waldbestand. APJZ 149:1-18
- HELVEY, J.D.; PATRIC, J.H. 1965. Canopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern United States. Water Resources Research 1:193-206
- IREN-CORFO. 1974. Estudio integrado de los recursos naturales renovables: Provincia de Valdivia. Santiago, Chile. 195 p.
- JACKSON, D.K. 1971. The effects of drought on the growth and water balance of *Colium perenne* and *Dactylis glomera*. Thesis. University of London.
- JARO, Z. 1981. Intercepción Gödöllői Kulturerdei Ökoszisztémákban. Erdő és víz, Veszprém. p. 46-45.
- LEE, R. 1980. Forest hydrology. New York, Columbia University Press.
- MITSCHEHLICH, G. 1971. Wald, Wachstum und Umwelt 2 ed. Waldklima und Wasserhaushalt. J.D. Sauerländer, A.M. Frankfurt (Eds.). 365 p.
- OVINGTON, J.D. 1954. A comparison of rainfall in different woodlands. Forestry 27:41-53.
- OYARZUN, C.; VASQUEZ, S. 1985. Balance hídrico en tres plantaciones de *Pinus radiata*. I. Redistribución de las precipitaciones. Bosque 6(1):3-14.
- PREBBLE, R.E.; STIRK, G.B. 1980. Throughfall and stemflow on silverleaf ironbark (*Eucalyptus melanophloia*) trees. Australian Journal of Ecology 5:419-427.
- PRICE, N.W. 1982. A comparison of water balance components in natural and plantation forest in El Salvador, Central America. Turrialba 32(4):399-416
- RONE, L.K. 1975. Rainfall interception by mountain beech. New Zealand Journal of Forestry Science 5(1):45-61.
- ZINKE, P.J. 1976. Forest interception studies in United States. In International Symposium on Forest Hydrology. W.A. Sopper, H.W. Lull (Eds.). Oxford, Pergamon Press p. 137-161.