

Evaluación de la interceptación de lluvias por el dosel de *Pinus halepensis* Mill, con tres clases de diámetro

V. A. Rodrigues¹, A. Ruiz Canales², M. E. Lucas-Borja³, J.M. Tarjuelo³, F.A. García Morote³, J.B. Santos¹

¹ Depto de Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista - FCA/UNESP - Botucatu - São Paulo - Brazil. evaldemirrodriques@fca.unesp.br

² Departamento de Ingeniería, Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO-UMH), Crtra. de Beniel, km 3,2 03312, Orihuela (Alicante). acanales@umh.es

³ Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario s/n, 02071 Albacete

Resumen

El objetivo de esta comunicación fue relacionar la interceptación por el dosel de los árboles con tres clases de diámetro de *Pinus halepensis*. Se realizó un experimento en el Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) de Albacete en 2015. Se evaluó la interceptación de las lluvias utilizando tres clases de diámetro de tronco (43 - 73 - 112) cm de circunferencia en la altura del pecho (CAP), en 8 pluviómetros exteriores y 96 bajo el dosel de los árboles. Los resultados muestran una baja precipitación (3 mm), sin episodios de vientos y aumento de la interceptación proporcionalmente al aumento de CAP. Los árboles finos, medianos y gruesos mostraron una interceptación alta, con promedios de 36, 52 y 70% de la precipitación total. En los episodios de alta precipitación (36 mm) se redujo la interceptación y disminuyó significativamente con el aumento de CAP (13,1, 10,4 y 6,4% de la precipitación, en tres clases). Con pocas precipitaciones y sin episodios de viento aumenta la interceptación cuando aumenta el diámetro. Con la alta precipitación se reduce la interceptación y disminuye considerablemente con respecto al aumento del diámetro. En zonas semiáridas como la región de Castilla La Mancha (precipitación media anual de 320 mm y el 75% de la precipitación anual es inferior a 5 mm) hay mayor captura de agua en dosel. Se propone un corte selectivo de árboles inferiores y la poda de las ramas remanentes de la copa, como alternativa adecuada para la gestión sostenible de los bosques con el fin de aumentar la precipitación interna, infiltración de agua en suelo y las reservas del agua subterránea a largo plazo y, contribuir con a la disponibilidad de agua en las cuencas hidrográficas.

Palabras clave: precipitación, pino, recursos hídricos.

Evaluation of rainfall interception by the *Pinus halepensis* Mill canopy, with three kinds of diameter

Abstract

The objective of this paper was to obtain the relation between interception by the canopy and the diameter of *Pinus halepensis* trees. An experiment was developed in the Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) in Albacete, during 2015. The interception of rainfall with three kinds of trunk diameter (43 73 112) cm of circumference in the chest high (CCH), in 8 external pluviometers and 96 under the canopy of the trees. Results shown a low rainfall (3 mm), without wind and the

increase of interception was proportional to the increase of CCH. A high interception was shown by the fine, medium and thick trees. The average values were 36, 52 and 70% of the total rainfall. In the episodes of high rainfall (36 mm) the interception was reduced and significantly decreased with the increase of the CCH value (13.1, 10.4 and 6.4% of rainfall, in three kinds). With a low level of rainfall and without wind, the interception increases when the diameter increases. With a high rainfall the interception was reduced and significantly decreased while the diameter is increasing. In semiarid zones as Castilla La Mancha region (annual rainfall average of 320mm and 75% of rainfall under 5 mm) there is a biggest water capture in the canopy. A selective cutting of trees and pruning lower branches and the cup of remanent trees is proposed as a suitable alternative for sustainable management of forest. This allows the increase of internal rainfall, the infiltration of water in the soil and the groundwater reserves in long periods. This contributes to the water availability in hydrographic basins.

Keywords: precipitation, pine tree, water resources.

INTRODUCCIÓN

La región semiárida de Castilla de La Mancha tiene una precipitación media anual de 320 mm. El 75% de las lluvias de esta zona son menores de 5 mm. En esta situación se produce un aumento de la interceptación del agua por las copas (Rodrigues et al., 2015). En bosques de *Pinus sylvestris* var. *Mongolica* del noroeste de China (Li et al. 2015) observaron que los porcentajes de la precipitación total fue del 71,42% como precipitación interna, 5,7% como escurrimiento por el tronco y un 22,08% como interceptación por las copas. Zhang et al. (2015), en estudios con arbustos xerofitos que se utilizaban en la revegetación de zonas áridas del desierto del noroeste de China, observaron que la precipitación bruta incidente era precipitación interna 74,31%, escurrimiento por el tronco 8,99% e interceptación por las copas 6,7%, respectivamente.

El manejo sostenible de los bosques es una estrategia inteligente de conciliar la conservación de los bosques y con la tala selectiva. Todo ello sin perjudicar a la biodiversidad, como la planificación temporal y espacial de individuos de mayor área basal. Estas prácticas tienen fines sociales, económicos y ambientales. Sociales como generadores de empleo y rentas al silvicultor. Económicos por la venta de la madera para energía o industria silvícola. Ambientales porque se abren claros en el bosque que posibilitan la regeneración natural del bosque con plántulas de las semillas del suelo forestal. Además de la disminución de la interceptación y el aumento de la precipitación interna se favorece la recarga de agua subterránea. El desafío es encontrar el equilibrio entre el mantenimiento de los bosques y el incremento del agua en el sistema para aumentar las reservas de agua. Principalmente en las regiones semiáridas que necesitan de estrategias para atenuar los problemas de escasez de agua. El desbaste selectivo se puede adoptar debido a que es un tratamiento silvícola que permite a la formación de mosaicos, redistribuidos espacialmente, aumentan la precipitación interna y dificulta la erosión.

La toma de datos se realizó en un área llana con *Pinus halepensis*, (pino de Alepo o pino carrasco) en Albacete. El objetivo del trabajo fue relacionar la interceptación de las copas de los árboles con tres clases diamétricas diferentes con baja y alta precipitación en *Pinus halepensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron en episodios de lluvia de octubre y noviembre de 2015, con *Pinus halepensis* de 32 años situados en el Centro Regional de Estudios del Agua (CREA), en la Universidad Castilla-La Mancha, Campus de Albacete. Las coordenadas geográficas: 38° 57' 33,17" N de latitud y 1° 52' 45,87" N de longitud, altitud de 695 m. Coordenadas UTM: x = 597.091,04 e y = 4.312.847,60 m.

Los datos climatológicos se obtuvieron del sitio web del SIAR (Servicio Integral de Asesoramiento al Regante), de la Estación Meteorológica de Albacete. Las temperaturas medias mínimas varían entre -9,6 y 10,5 °C y las máximas entre 16,1 y 36,6 °C. La precipitación anual es de 329,2mm (SIAR, 2015).

Las evaluaciones de interceptación de las precipitaciones se hicieron empleando árboles de tres clases diamétricas con valores medios de 43, 73,4 y 112 cm de circunferencia a la altura del pecho (CAP) con 8 pluviómetros externos y 96 sobre el dosel de las copas de los árboles, interceptómetro de tronco e infiltrómetro en el suelo. Los pluviómetros fueron colocados de forma circular en un radio de 1 metro del tronco del árbol. El pluviómetro tiene forma cilíndrica con un diámetro de 16 cm y colocado sobre soporte metálico con el fin de asegurar la horizontabilidad (Figura 1).

La precipitación interna (PI) se cuantificó en 64 pluviómetros, sobre el dosel, 16 sobre cada uno de los cuatro árboles de *Pinus halepensis* y transformados en milímetros de lluvia por la ecuación 1:

$$PI = \frac{V_{pi}}{A_p} 10 \quad (1)$$

Siendo: PI = precipitación interna (mm); V_{pi} = volumen de lluvia recogido (cm³); A_p = área del pluviómetro (cm²). El escurrimiento por el tronco (Et) se recogió y midió en cm³ a través del interceptómetro del tronco de árboles tronco de los árboles (Figura 1) y transformado en mm de lluvia por la ecuación 2:

$$Et = \frac{V_{et}}{A_c} 10 \quad (2)$$

Siendo: Et = escurrimiento por el tronco (mm); V_{et} = volumen de lluvia recogido por el tronco (cm³); A_c = área de la copa (cm²). Los colectores se construyeron con un molde de cartulina fijado con poliuretano, instalados para conducir el agua a un dren con 2 cm de diámetro. El agua se recogía en un depósito de 8 litros. El diámetro interno de los colectores varió entre 67 y 77cm, según el diámetro de los árboles. La precipitación efectiva (PE) del suelo forestal se obtuvo por la ecuación 3:

$$PE = PI + Et \quad (3)$$

Siendo: PE = precipitación efectiva (mm); PI = precipitación interna (mm); Et = escurrimiento por el tronco (mm). La estimación de la interceptación (Ic) de las lluvias por las copas de los árboles se calculó utilizando las medias de la precipitación total y efectiva mediante la ecuación 4:

$$Ic = P - PE \quad (4)$$

Siendo: Ic = interceptación de la copa (mm); P = precipitación (mm); PE = precipitación efectiva (mm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de las tres clases diamétricas, relacionadas con la interceptación en *Pinus halepensis* Mill, en el Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) de la Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete se presentan en las tablas 1 y 2.

Se observa en este evento lluvioso (tabla 1) que cuando hay precipitación baja (3,0 mm), sin viento, hubo un aumento significativo de la interceptación de las lluvias por las copas y creciente con el aumento del CAP. En esta lluvia los árboles finos, medios y gruesos con CAP de 43, 73 y 112 cm, les correspondía un área basal (AB/ha) de 16,35, 26,78 y 39,84 respectivamente. Tuvieron una altísima interceptación por las copas (36, 52,3 y 70% de la precipitación total).

En el mayor evento lluvioso, con una precipitación alta (36 mm) (tabla 2), hubo una disminución significativa de la interceptación de las lluvias por las copas de 13, 10 y 6,4% de la precipitación y un decrecimiento acentuado con el aumento del CAP. Este hecho puede ser atribuido a un episodio de viento posterior a la lluvia. En esta precipitación, después de la saturación del suelo, hubo un aumento del escurrimiento superficial de 7,5 mm, con lo que se produjo una disminución del arrastre de sedimentos con apenas 23,7 kg-ha⁻¹.

CONCLUSIONES

Con bajas intensidades de precipitación (3,0 mm), sin episodios de viento, hubo un aumento significativo de interceptación de las lluvias por las copas y crecientes en relación al aumento del CAP y el área basal.

Con alta precipitación (36 mm) hubo una disminución significativa de la interceptación de las lluvias por las copas de 13,1, 10,4 y 6,4 % de la precipitación respectivamente, y un decrecimiento acentuado con relación al aumento del CAP y el área basal.

Con la mayor precipitación hubo un aumento del escurrimiento superficial, pudiendo ocurrir una disminución de la acumulación de sedimentos.

En base a los resultados de los estudios sobre los procesos hidrológicos de interceptación se abren nuevas perspectivas de mejorar la redistribución del agua en regiones semiáridas. Se aumentaría la cantidad de agua en el sistema a través de un desbaste selectivo de árboles, encontrar la densidad poblacional adecuada, aumentar la infiltración de agua y disminuir el consumo por evapotranspiración, para reabastecer la capa freática y mejorar el desarrollo de los árboles restantes por la mayor disponibilidad de agua en el suelo. Por tanto, la continuidad de este trabajo permite esencialmente aumentar la cantidad de agua en el sistema para la reducción del área espacial de la copa a través de la propuesta de realización de los tratamientos silvícolas: 1) desbaste selectivo de los árboles inferiores (Scolforo; Maestri, 1998) con mejor aprovechamiento del resto para la industria maderera. 2) poda de 1/4 en la base de la copa de los árboles restantes. Como se reduce el área espacial por hectárea, individual y total entre copas, habrá un mayor incremento de agua de las precipitaciones internas. Con todo, habrá mejor abastecimiento de la capa freática y disponibilidad de agua para los árboles.

Los tratamientos silvícolas permitirán también el aumento del rendimiento económico, social y ambiental del silvicultor como la madera para serrar proveniente de desbaste y para energía (pellets) de biomasa de las ramas de los árboles de reforestación, contenido, la generación de los servicios ambientales (agua) mayor cantidad de agua subterránea además de trabajo con empleo y renta.

REFERENCIAS

Li, Y., Cai, T.J., Man, X.L., Sheng, H.C., Ju, C.Y. 2015. Canopy interception loss in a *Pinus sylvestris* var. *mongolica* forest of Northeast China. *Journal of Arid Land*. 7(6): p.831–840.

Rodrigues, A.V.; Lucas-Borja, M.E.; Tarjuelo, J.M.; Ruiz-Canales, A.; Mosqueda, I.A. 2015. Intercepção pelas copas em *Pinus halepensis* mill em três lâminas de chuvas: baixa, média e alta - Albacete – Espanha. I Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias. SASGEO. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Uberaba, MG.

Scolforo, J. R. Maestri, R.; O manejo de florestas plantadas. In: Scolforo, J. R. S.; Manejo Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438 p.

Zhang, Y.F., Wang, X.P., Hu, R., Pan, Y.X., Paradeloc, M. 2015. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss by two xerophytic shrubs within a rain-fed re-vegetated desert ecosystem, northwestern China. *Journal of Hydrology*. V.527, p.1084-1095.

Tabla 1. Redistribución de la precipitación baja en *Pinus halepensis*, en tres clases diamétricas. 03/10/2015.

Clases diamétricas	CAP (cm)	AB/ha	P (mm)	PI (mm)	Et (mm)	PE (mm)	IC (mm)	IC %	Qds (mm)	IF (mm)	Sd (kg·ha ⁻¹)
Fina	43,0	16,4	3,0	1,8	0,1	1,9	1,1	36,0	0,0	1,9	0,0
Media	73,4	26,8	3,0	1,3	0,1	1,4	1,6	52,3	0,0	1,4	0,0
Gruesa	112	39,8	3,0	0,8	0,1	0,9	2,1	70,0	0,0	0,9	0,0

CAP = Circunferencia a la altura del pecho, P = precipitación, PI = precipitación interna, PE = precipitación efectiva, Et = escurrimiento por el tronco, IC = interceptación por las copas, Qds = escurrimiento superficial, IF = infiltración, Sd = sedimentos del suelo.

Tabla 2. Redistribución de la precipitación alta en *Pinus halepensis*, en tres clases diamétricas. 02/11/2015.

Clases diamétricas	CAP (cm)	AB/ha	P (mm)	PI (mm)	Et (mm)	PE (mm)	IC (mm)	IC %	Qds (mm)	IF (mm)	Sd (kg·ha ⁻¹)
Fina	43	16,4	36,0	30,5	0,8	31,3	4,7	13,1	7,5	23,8	23,7
Media	73	26,8	36,0	31,5	0,8	32,3	3,7	10,4	7,5	24,8	23,7
Gruesa	112	39,8	36,0	32,94	0,8	33,7	2,31	6,4	7,5	26,9	23,7

CAP = Circunferencia a la altura del pecho, P = precipitación, PI = precipitación interna, PE = precipitación efectiva, Et = escurrimiento por el tronco, IC = interceptación por las copas, Qds = escurrimiento superficial, IF = infiltración, Sd = sedimentos del suelo.



Fig. 1. Pluviómetro de cuantificación de la precipitación (P), precipitación interna (PI) y colector de agua al tronco (Et) en *Pinus halepensis*.