

Effects of Mediterranean shrub species on rainfall interception

P. Garcia-Estringana⁽¹⁾, N. Alonso-Blázquez⁽¹⁾, M.J. Marques⁽¹⁾, R. Bienes⁽¹⁾,
J. Alegre⁽¹⁾

(1) Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA)

Autovía A-2, Km. 38,2. 28800 Alcalá de Henares, Madrid, Spain.

Corresponding author: Tel. +34 91 8879446. Fax: +34 91 8879494

E-mail address: jesus.alegre@madrid.org

ABSTRACT

Rainfall is intercepted by vegetation. Water intercepted could be evaporated, or it could drip from the leaves and stems to the soil or it could run down the stems to the base of the plant. In the Mediterranean, where water is a scant resource, interception loss could have an influence on hydrology. Water storage capacity depends on vegetation type. In the Mediterranean, there are many types of shrubs, and many of them are able to intercept large volumes of water depending on the shrub type. Many lands of the Mediterranean basin of European Union have been abandoned in the last decades and consequently vegetation type changes too. This modifies hydrologic processes, changing the volume and the way in which the rainfall reaches the soil. The aim of this study was to characterize water storage capacity in 9 Mediterranean shrub species, working with the whole plant and comparing results obtained by two methods, rainfall simulation and submersion method in laboratory conditions.

INTRODUCCIÓN

La vegetación intercepta precipitación, modificando el volumen y la distribución del agua que llega al suelo. La capacidad de almacenamiento estática, es el volumen máximo que puede almacenar una cubierta vegetal una vez que ha dejado de drenar, en condiciones de mínima evaporación (Dunkerley, 2000). Donde el agua es un recurso escaso la capacidad de almacenamiento tiene importancia hidrológica ya que el agua retenida termina evaporándose. Las especies de zonas áridas tienen menores pérdidas por interceptación en términos absolutos que las de zonas templadas y húmedas, donde llueve mucho más (Dunkerley, 2000), pero en términos relativos estas pérdidas son semejantes: Nívar y Bryan (1990) observaron pérdidas del 27 % para una zona arbustiva de México, valores próximos a los de coníferas de bosques templados. Los arbustos pueden almacenar la misma proporción de agua que la vegetación arbórea: Domingo *et al.* (1998) observaron pérdidas del 40 % para *Anthyllis cytisoides*, Belmonte Serrato y Romero Díaz (1998) observaron pérdidas del 36,5 % para *Juniperus oxycedrus*, 33 % para *Thymus vulgaris* y 25 % para *Rosmarinus officinalis*. Las características de la especie, su estructura y su morfología, afectan a la capacidad de almacenamiento. Nívar y Bryan (1990) observaron pérdidas del 27,2 %, mientras que West y Gifford (1976) observaron pérdidas del 4 %, ambos en zonas áridas con arbustos. Esta variabilidad hace interesante el estudio de arbustos de la Cuenca Mediterránea donde hay abundancia y diversidad de especies.

Una cubierta vegetal nunca estaría completamente saturada o bien porque el evento ocurre con viento, o bien porque se evapora parte del agua durante el evento (Herwitz, 1985). Por eso los ensayos de laboratorio son mucho más adecuados y fiables porque se miden en condiciones más uniformes. Entre las metodologías descritas, hay que destacar la simulación de lluvia (Brandt, 1989), en la que se somete a la vegetación a una precipitación simulada en ausencia de viento y en condiciones de máxima humedad, y la inmersión (Wood *et al.*, 1998), en la que se sumerge la vegetación en agua durante un tiempo y después se mide el agua almacenada.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar en condiciones de laboratorio la capacidad de almacenamiento de 9 especies arbustivas, trabajando con las plantas enteras, y

comparar los resultados obtenidos aplicando dos métodos, la simulación de lluvia y la inmersión.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron 9 arbustos mediterráneos: *Dorycnium pentaphyllum* (DP), de amplia distribución, hoja perenne, porte rastrero y ramificado. *Medicago strasseri* (MS) de hoja perenne, porte erguido, ramificado y denso. *Colutea arborescens* (CA), de amplia distribución, hoja caduca, porte erguido, poco ramificada y de escasa densidad. *Retama sphaerocarpa* (RS), de amplia distribución, apenas sin hojas, pequeñas y caducas. Su porte es erguido y ramificado, aunque con poca densidad. *Cistus ladanifer* (CL), distribuida por la región occidental de la cuenca mediterránea, de hoja perenne, porte erguido y ramificado, con una densidad de cobertura aérea media-alta. *Cistus albidus* (CAI) habita en torno al Mediterráneo occidental, de hoja ancha y perenne y porte redondeado, con tallos erectos y ramificado y con una alta densidad. *Rosmarinus officinalis* (RO), extensamente distribuida, de hoja estrecha y perenne, porte erguido, ramificado y densa. *Lavandula latifolia* (LL), abundante en la cuenca mediterránea, de hoja perenne y porte rastrero y poco leñosa. Tallos ramificados, con alta densidad. *Cytisus zeelandia* (CZ), de morfología semejante a otros *Cytisus*, de estructura ramificada, apenas sin hojas y con una moderada densidad.

Se emplearon plantas de 5 savias cultivadas en contenedores. Su capacidad de almacenamiento (S) se midió aplicando precipitación simulada con una metodología semejante a la descrita por Brandt (1989) y por inmersión de la planta en agua con una metodología semejante a la descrita por Wood *et al.* (1988). La capacidad de almacenamiento se expresó en función de la biomasa fresca total (ml g^{-1}) y en función del área de la planta (mm m^{-2}). A las capacidades de almacenamiento por unidad de biomasa medidas con simulación y por inmersión las hemos denominado S_{BS} y S_{BI} respectivamente, y a las capacidades de almacenamiento por unidad de área S_{SS} y S_{SI} respectivamente. Se trabajó en un invernadero sin viento, con la humedad y temperatura controladas, con un sistema de humidificación tipo fog para reducir la evaporación. Se empleó precipitación simulada de baja intensidad, 13 mm h^{-1} , con una parrilla de riego de 28 boquillas, separadas entre sí 50 cm, modelo SF-CE2 de Spraying Systems Co. ®, suspendida a 1 m de altura por encima de las plantas. Se realizaron entre 3 y 12 repeticiones (arbustos) por tratamiento (Tabla 1) y en cada repetición la capacidad de almacenamiento fue la media de 6 medidas realizadas en diferentes posiciones bajo el simulador. Antes de cada ensayo se determinó la altura (h), el diámetro del cuello (DB) y el diámetro medio, y con él se obtuvo el área de la planta (A). Se cortaron por la base y se midió la biomasa fresca total de la parte aérea (BFT) y se calculó la densidad de biomasa fresca total por unidad superficie (BFT/A).

Tabla 1 Características de los arbustos *Dorycnium pentaphyllum* (DP), *Medicago strasseri* (MS), *Colutea arborescens* (CA), *Retama sphaerocarpa* (RS), *Cistus ladanifer* (CL), *Cistus albidus* (CAI), *Rosmarinus officinalis* (RO), *Lavandula latifolia* (LL), *Cytisus zeelandia* (CZ). Valores medios de altura (h), diámetro basal (DB), área de proyección ortogonal de la copa (A), biomasa fresca total (BFT), biomasa fresca total en función de la superficie de proyección ortogonal de la copa (BFT / A).

	n	h (m)	DB (mm)	A (m^2)	BFT (g)	BFT / A (g m^{-2})
DP	4	0,51 (0,14)	9,6 (1,3)	0,13 (0,06)	100 (53)	0,78 (0,50)
MS	10	0,49 (0,13)	12,7 (2,0)	0,20 (0,08)	221 (66)	1,17 (0,20)
CA	3	1,44 (0,13)	20,1 (1,2)	0,25 (0,07)	704 (128)	2,94 (0,43)
RS	7	0,83 (0,27)	18,5 (6,4)	0,15 (0,04)	261 (142)	1,73 (0,86)
CL	8	0,63 (0,17)	12,7 (4,7)	0,10 (0,06)	209 (122)	2,17 (0,40)
CAI	4	0,64 (0,10)	9,6 (0,8)	0,07 (0,02)	152 (63)	2,10 (0,47)
RO	12	0,54 (0,12)	21,4 (7,2)	0,10 (0,04)	191 (119)	1,84 (0,80)
LL	5	0,51 (0,21)	12,3 (2,4)	0,08 (0,04)	126 (90)	1,57 (0,71)
CZ	7	0,81 (0,18)	17,5 (5,7)	0,18 (0,05)	363 (124)	1,96 (0,29)
Total	60	0,66 (0,27)	15,6 (6,2)	0,14 (0,07)	238 (163)	1,75 (0,73)

Los valores entre paréntesis son las desviaciones estandar.

RESULTADOS

La capacidad media por unidad de biomasa por simulación fue de 0,66 ml g⁻¹, oscilando entre los 0,26 ml g⁻¹ de CA y los 2,26 ml g⁻¹ de LL, mientras que por inmersión la media fue de 0,28 ml g⁻¹, oscilando entre los 0,13 ml g⁻¹ de CA y los 0,59 ml g⁻¹ de CAI. Fue del doble en la simulación, pero no se observó un mismo patrón para todas las especies. En RS y LL se midió 5 veces más por simulación, en DP y CZ 3 veces más, en RO, CA el doble, en CAI, MS y CL prácticamente lo mismo (Figura 1).

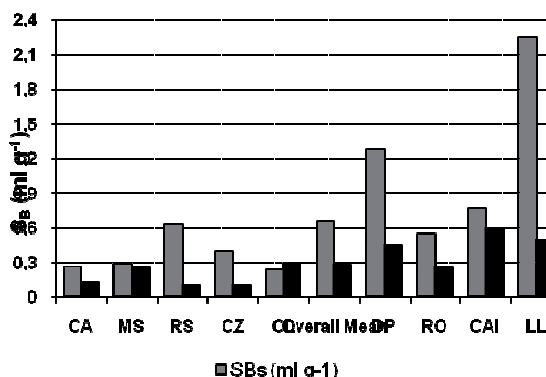


Figura 1 Capacidad de almacenamiento por unidad de biomasa fresca total por simulación (S_{Bs}) y por inmersión (S_{Bi}),

La capacidad media de almacenamiento medida por simulación fue de 0,67 l m⁻², oscilando entre 0,13 l m⁻² de CA y 2,26 l m⁻² de LL, mientras que la capacidad media de almacenamiento medida por inmersión fue de 0,33 l m⁻², oscilando entre los 0,06 l m⁻² de CA y los 0,95 l m⁻² de CAI (Tabla 2). Cuando la capacidad de almacenamiento se expresó por unidad de superficie, nuevamente la observada por simulación fue el doble que la observada por inmersión. En este caso tampoco se observó un mismo patrón para el conjunto de las especies, de este modo, en LL se midió 7 veces más por simulación que por inmersión, en RS y DP 4 y 3 veces más respectivamente, en CZ, DP y CA se midió un poco más del doble por simulación. En cambio en MS y CAI se midió casi lo mismo y en CL se midió incluso un poco más por inmersión.

Tabla 2 Capacidad de almacenamiento por unidad de superficie medida por simulación y por inmersión para *Dorycnium pentaphyllum* (DP), *Medicago strasseri* (MS), *Colutea arborescens* (CA), *Retama sphaerocarpa* (RS), *Cistus ladanifer* (CL), *Cistus albidus* (CAI), *Rosmarinus officinalis* (RO), *Lavandula latifolia* (LL) y *Cytisus zeelandia* (CZ)

	n	S _{SS} (l m ⁻²)	S _{Si} (l m ⁻²)
DP	4	0,71 (0,23)	0,30 (0,19)
MS	10	0,26 (0,16)	0,23 (0,08)
CA	3	0,13 (0,04)	0,06 (0,02)
RS	7	0,33 (0,17)	0,07 (0,06)
CL	8	0,39 (0,31)	0,52 (0,23)
CAI	4	1,13 (0,33)	0,95 (0,19)
RO	12	0,85 (0,79)	0,32 (0,17)
LL	5	2,26 (1,42)	0,51 (0,48)
CZ	7	0,38 (0,17)	0,15 (0,12)
Total	60	0,67 (0,77)	0,33 (0,29)

Los valores entre paréntesis son las desviaciones estandar

DISCUSIÓN

Mediante la simulación se obtienen cifras de almacenamiento más altas que mediante la inmersión, si se considera el total de las especies, se mide el doble. En la literatura también se observaron resultados más altos con simulación que con inmersión. De este modo, Keim (2006) observó que con el método de inmersión se obtenían resultados un orden de magnitud menor que los obtenidos con simulación, y Monson *et al* (1992) observaron que la diferencia incluso podía ser de 1 a 3 órdenes de magnitud. Si además se analiza especie por especie, se observa que no hay un mismo patrón para todas ellas, de esta forma en algunas se mide mucho más por simulación como LL, RS y DP, mientras que en otras se mide incluso menos por simulación, como CL. Wohlfahrt *et al* (2006) también observaron que la metodología de inmersión subestimaba entre un 13 y un 76 % con respecto a la simulación, y que la proporción dependía de la especie. Ambos métodos no dan los mismos resultados y además no son comparables, porque hay una interacción para la capacidad de almacenamiento medida entre el método empleado y la especie. En la literatura antes mencionada se defiende que la capacidad de almacenamiento depende de la estructura y organización de la cubierta, y por tanto no se puede considerar la estructura sin tener en cuenta su organización. Cuando se sumerge una planta en agua, se está mojando tanto la parte de la planta expuesta a la lluvia como la que no lo está y a pesar de que en el método de inmersión la superficie vegetal en contacto con el agua es mayor no aumenta la capacidad de almacenamiento. La inmersión no da lugar a la formación de gotas coherentes (Beysens *et al*, 1991). Por eso la planta se humedece más con simulación que con inmersión. Clades *et al* (1996) observaron que el humedecimiento es mayor cuanto más pequeña es la gota, por este motivo, la simulación es más efectiva y se acerca más a la realidad que la metodología de inmersión.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Belmonte-Serrato, F., Romero-Díaz, A. 1998. A simple technique for measuring rainfall interception by small shrub: "interception flow collection box". *Hydrological Processes* 12, 471-481.
- ❖ Beysens, D., Steyer, A., Guenoun, P., Fritter, D., Knobler, C.M. 1991. How does dew form? *Phase Transitions* 31, 219-246.
- ❖ Brandt, C.J. 1989. The size distribution of throughfall drops under vegetation canopies. *Catena* 16, 507-524.
- ❖ Domingo, F., Sánchez, G., Moro, M.J., Brenner, A.J., Puigdefábregas, J., 1998. Measurement and modelling of rainfall interception by three semi-arid canopies. *Agricultural and Forest Meteorology* 91, 278 – 292.
- ❖ Dunkerley, D. 2000. Measuring interception loss and canopy storage in dryland vegetation: a brief evaluation of available research strategies. *Hydrological Processes* 14, 669-678.
- ❖ Herwitz, S.R. 1985. Interception storage capacities of tropical rain forest canopy trees. *Journal of Hydrology* 77, 237-252.
- ❖ Keim, R.F., Skaugset, A.E., Weiler, M. 2006. Storage of water on vegetation under simulated rainfall of varying intensity. *Advances in Water Resources* 29, 974-986.
- ❖ Monson, R.K., Grant, M.C., Jaeger, C.H., Schettle, A.W. 1992. Morphological causes for the retention of precipitation in the crown of alpine plants. *Environmental and Experimental Botany* 32, 319-327.
- ❖ Návar, J., Bryan, R. 1990. Interception loss and rainfall redistribution by three semi-arid growing shrubs in northeastern Mexico. *Journal of Hydrology* 115, 51-63.
- ❖ West, N.E., Gifford, G.F. 1976. Rainfall interception by cool-desert shrubs. *Journal of Range Management* 29, 171-172.
- ❖ Wohlfahrt, G., Bianchi, K., Cernusca, A., 2006. Leaf and stem maximum water storage capacity of herbaceous plants in a mountain meadow. *Journal of Hydrology* 319, 383-390.
- ❖ Wood, M.K., Jones, T.L., Vexa-Cruz, M.T., 1998. Rainfall interception by selected plants in the Chihuahuan Desert. *Journal of Range Management* 51, 91-98.