

# LA CUBIERTA VEGETAL EN LAS REGIONES ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS: CONSECUENCIAS DE LA INTERCEPTACIÓN DE LA LLUVIA EN LA PROTECCIÓN DEL SUELO Y LOS RECURSOS HÍDRICOS

*Francisco Belmonte Serrato & Asunción Romero Díaz*

Departamento de Geografía Física. Universidad de Murcia,  
«Campus de La Merced», Santo Cristo 1. 30001 MURCIA

---

**Resumen:** Se pone de manifiesto la problemática que se plantea en las regiones áridas y semiáridas, entre la necesidad de proteger y preservar el recurso suelo y la de aumentar los recursos hídricos, y el doble papel que en este sentido tiene la cubierta vegetal, mediante la interceptación de la lluvia. Se aportan resultados de tres años de experiencias, obtenidos en la Estación Experimental de El Ardal (Murcia), sobre el balance hídrico anual de interceptación en distintas especies del matorral mediterráneo semiárido. Se determina el comportamiento diferencial de cada especie, en la partición de la lluvia, el volumen de los flujos derivados y su distribución en la superficie del suelo. Se discuten, según los resultados obtenidos, los efectos e implicaciones del proceso de interceptación, tanto en la protección del suelo, como en la disminución de los recursos hidrológicos.

**Palabras clave:** Interceptación, Flujos, Cubierta vegetal, Protección del suelo, Recursos hídricos.

**Abstract:** This paper shows the contradiction which exists in arid and semiarid lands, between protection and preservation of soil resources and the increase of hydrological resources, and the role that in this direction plays the vegetal canopy cover through the rainfall interception. Three years data plot results, on the interception balance in the mediterranean semiarid scrubs, and the differential partitioning rainfall for each species monitored are given.

Finally, the effects of the interception process on soil protection and the reduction of hydrological resources is discussed.

**Key words:** Interception, fluxes, vegetal canopy cover, protection of the soil, water resources.

---

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Dos grandes problemas medioambientales de las regiones áridas y semiáridas son: la degradación y erosión de los suelos y la escasez de agua. López Bermúdez (1996), considera que «de todos los recursos renovables de la Tierra, la falta de agua dulce y el deterioro del suelo constituyen, quizás, la amenaza más implacable para la humanidad». Ambos hechos, la escasez de agua y la degradación del suelo, suelen ser consecuencia uno del otro. De hecho, el abandono de las tierras y la existencia de procesos de erosión y desertificación se dan en regiones donde la presencia de agua es limitada.

El objetivo de este trabajo, es poner de manifiesto el difícil equilibrio que se plantea en las regiones áridas y semiáridas, entre la necesidad de proteger y preservar el recurso suelo y la de aumentar los recursos hídricos. Se intenta con ello, conocer mejor los efectos que la cubierta vegetal, por medio de la interceptación de la lluvia, induce en estas regiones. Para ello, se aportan algunos de los resultados obtenidos en la experiencia realizada en la Estación experimental de El Ardal (Murcia), sobre el balance hídrico y la evaluación de los flujos de partición de la lluvia por efecto de la interceptación, en varios tipos de coberturas y especies del matorral mediterráneo semiárido. Se ponen de manifiesto las diferentes tasas de agua perdida por interceptación en las distintas coberturas. Se pretende que puedan servir para aumentar el conocimiento, que se tiene sobre este tipo de procesos, con el deseo de que inviten a la reflexión y puedan ayudar a planificar futuras actuaciones de restitución de la cubierta vegetal, en el sentido de intentar mantener el equilibrio, entre la protección del suelo y el aumento de los recursos hídricos, o al menos, la no disminución de los mismos.

## 2. EL ESTADO DE LA CUESTIÓN

Existe un gran consenso en la comunidad científica, dedicada a la investigación de estos aspectos, respecto a que la conservación o restitución de la cubierta vegetal es la mejor forma de evitar la degradación y erosión de los suelos. «La densidad de vegetación expresada, ya sea en términos de biomasa o de cobertura, suele asociarse a la mejora de la conservación del suelo, gra-

cias al aumento de la pedogénesis y a la disminución de las pérdidas por erosión» (Puigdefábregas, 1996). Son muy numerosos, los trabajos en los que se concluye que la vegetación tiene un papel decisivo en la generación, protección y conservación del suelo, resaltando que: favorece la fijación del suelo, el descenso de la evaporación de la superficie del suelo, el desarrollo de un microclima que permite el desarrollo de seres vivos ligados a las plantas, el aumento del contenido de materia orgánica, etc. Efectivamente, estos son hechos incuestionables, sin embargo, la cubierta vegetal tiene además otros efectos, que en estos últimos años empiezan a ser considerados, y ya se empieza a reconocer el carácter contrapuesto de la eliminación de la cubierta vegetal sobre el ciclo hidrológico de los sistemas semiáridos (Albadalejo Montoro *et al.*, 1995) y los mecanismos de retroalimentación que otorgan un carácter interactivo a los sistemas suelo y vegetación (Puigdefábregas, 1996).

Por otro lado, la interceptación de la lluvia, cuyo estudio, en la regiones áridas y semiáridas, es relativamente reciente (Tromble, 1988; Navar & Bryan, 1990; Belmonte Serrato & Romero Díaz, 1993, 1994, 1997; Derouiche, 1996), modifica la distribución espacial de la lluvia que alcanza el suelo (Belmonte Serrato *et al.* 1996) y provoca pérdidas de agua por evaporación de la lluvia interceptada que, en algunos casos, pueden llegar a superar el 40% de la precipitación (Belmonte Serrato & Romero Díaz, 1997) y por transpiración, cuyo efecto es aún mayor en años secos, ya que las plantas extraen el agua desde horizontes más profundos (Trimble & Weirich, 1987).

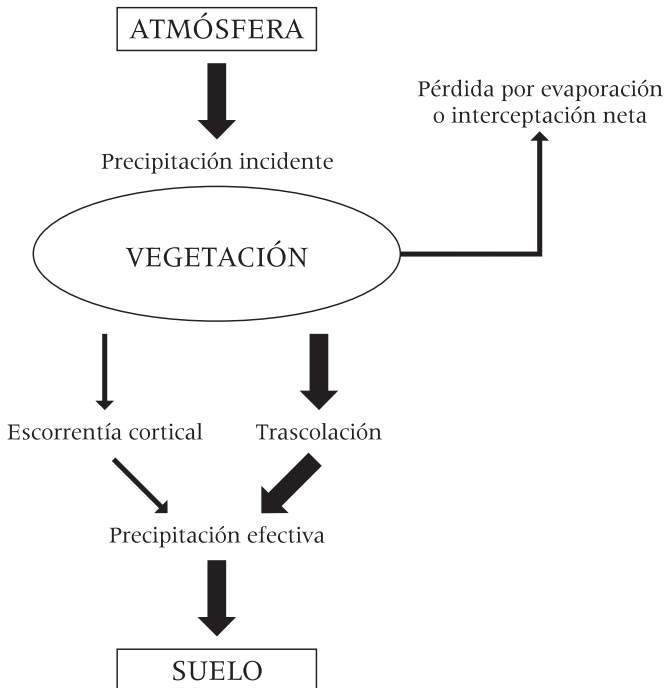
En general, hasta ahora, se ha prestado mucha más atención a los problemas de erosión y degradación del suelo, que a los derivados de la reducción de los recursos hídricos, probablemente por que los efectos de aquellos, son mucho más visibles e impactantes. Esto ha llevado, en demasiadas ocasiones, a plantear la recuperación o restitución de la cubierta vegetal mediante la repoblación forestal, la cual se hace casi siempre, eliminando el matorral preexistente, sin tener en cuenta que el aumento de cobertura vegetal puede provocar, a medio plazo, una disminución de los recursos hídricos de consecuencias imprevisibles, a escala local y regional. Trimble & Weirich (1987), hablan de una reducción de los aportes de los arroyos en el Sureste de los Estados Unidos, por efecto de la reforestación. Meuser (1990) calcula, que unas pocas décadas después de reforestar, la escorrentía superficial se reducirá al 50% y la transpiración aumentará un 35%, por lo que la recarga de acuíferos se reduciría en un 40%. Calder (1990), publica una recopilación de los trabajos sobre interceptación llevados a cabo por el Instituto de Hidrología de Wallingford, para comprobar la advertencia de Law (1959), asegurando que la reforestación podría mermar los recursos superficiales de la cuenca, y entre otras cosas, dejar inservibles canales, como el de navegación de Crinan

en la península de Kintyre en Escocia. Además, no siempre la sustitución de la cubierta de matorral por otra de tipo arboreo supone una disminución de los procesos erosivos. Experiencias realizadas en Murcia han mostrado que en matorral, con un alto porcentaje de cubierta, las tasas de erosión son del mismo orden que las que se dan en arbolado (Francis & Thornes, 1990), y muchas veces tienen un coste hidrológico elevado, de primera importancia socioeconómica, en un país con recursos de agua limitados (Gallart & Llorens, 1996). El propio Plan Nacional de Restauración Hidrológico Forestal, condiciona los usos del suelo en una cuenca a la conservación del suelo, el agua y el equilibrio del ciclo hidrológico (Rojo Serrano, 1996).

### 3. EXPERIENCIAS DE INTERCEPTACIÓN EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE EL ARDAL

#### 3.1. El proceso de interceptación de la lluvia

La interceptación puede definirse como el proceso por el cual la vegetación obstaculiza o detiene el flujo de precipitación en su camino hacia el suelo, en cualquiera de las formas en que esta se presente (fig. 1). La precipitación



*Figura 1: Esquema simplificado del proceso de interceptación.*

interceptada se conoce como precipitación incidente y cuando alcanza la vegetación queda dividida en tres flujos principales: *Trascolación* (flujo de goteo desde la cubierta vegetal hasta el suelo), *Escorrentía cortical* (flujo de escurrimiento a través de ramas y tronco) e *Intercepción neta* o simplemente interceptación (flujo de evaporación de la lluvia retenida y almacenada en la cubierta).

La importancia de cada uno de estos flujos en el balance final, es diferente para cada especie vegetal y dentro de cada una de ellas varía en función de: la densidad de la biomasa presente en cada momento, del ángulo de las ramificaciones y rugosidad de la corteza, e incluso del tipo de episodios de lluvia, o la velocidad del viento en el momento de la precipitación.

### 3.2. Área de estudio

La experiencia se localiza en la Estación Experimental de El Ardal, situada al norte de la Cuenca de Mula (Murcia). La precipitación media se sitúa en los 226,5 mm (media estimada para el período 1961-1990), con una oscilación interanual entre 56 mm en 1978 y 440 mm en 1989. La temperatura media anual es de 14,5 °C, con valores comprendidos entre los 6 °C de enero y los 24 °C de agosto (ICONA, 1996).

La formación vegetal predominante es el matorral, compuesto mayoritariamente por arbustos y gramíneas perennes, siendo *Rosmarinus officinalis* y *Brachypodium retusum*, las especies más representativas respectivamente, a estas se suman otras como *Juniperus oxycedrus*, *Rhamnus lycioides*, *Thymus vulgaris* y de forma aislada o en pequeños bosquetes *Pinus halepensis*.

### 3.3. Estrategia de muestreo

El muestreo se ha realizado en individuos aislados y en parcelas. Se eligieron dos individuos aislados de las especies más representativas: *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris*; y dos parcelas con distinto tipo de cobertura: una de matorral y otra con una combinación de matorral y pinos. En las dos parcelas y en los pinos, la trascolación se midió con una red de pluviómetros colocados de forma sistemática. En los pinos, el flujo cortical se midió con anillos de caucho sellados con silicona (Belmonte Serrato & Romero Díaz, 1994). En las especies de matorral, para la medida de ambos flujos, se diseñaron unas cajas que dejaban a la planta en su interior y permitían recoger separadamente, el flujo de trascolación y el de escorrentía cortical (Belmonte Serrato & Romero Díaz, 1997).

## 4. RESULTADOS: EL BALANCE HÍDRICO DE INTERCEPTACIÓN

### 4.1. Flujos de precipitación neta en individuos aislados

Los flujos de trascolación (Tr) y de escorrentía cortical (Ec), constituyen el grueso de la precipitación que alcanza el suelo, es decir, la precipitación neta (Pn). El volumen y distribución de estos flujos dependen, entre otros factores, de la capacidad de almacenaje de cada especie, que viene determinada por su cantidad de biomasa, su estructura, el ángulo de sus ramificaciones, la rugosidad de la corteza, la longitud del tronco, etc. Todo esto se traduce en un comportamiento distinto para cada especie, que además variará en el tiempo, en función de la biomasa presente en cada momento, y el tipo y características de los episodios de lluvia. De los tres años que aquí se analizan hay que resaltar, que el comportamiento pluviométrico fue similar en el bienio 93-94, con precipitaciones totales de 266 y 184 mm respectivamente, y con medias de precipitación por episodio de 11,5 y 10,6 mm. En 1995 la precipitación se redujo a 117 mm y la media por episodio a 4,7 mm. Esto conduce, por un lado, a un descenso de la biomasa presente en 1995, que lleva aparejado un aumento de los porcentajes de trascolación. Pero al mismo tiempo, el escaso volumen de precipitación por episodio, ocasiona un mayor porcentaje de agua perdida por evaporación. Todo ello, lleva a la necesidad de considerar ambas situaciones por separado, entendiendo el bienio 93-94 como situación normal y 1995 como situación de sequía.

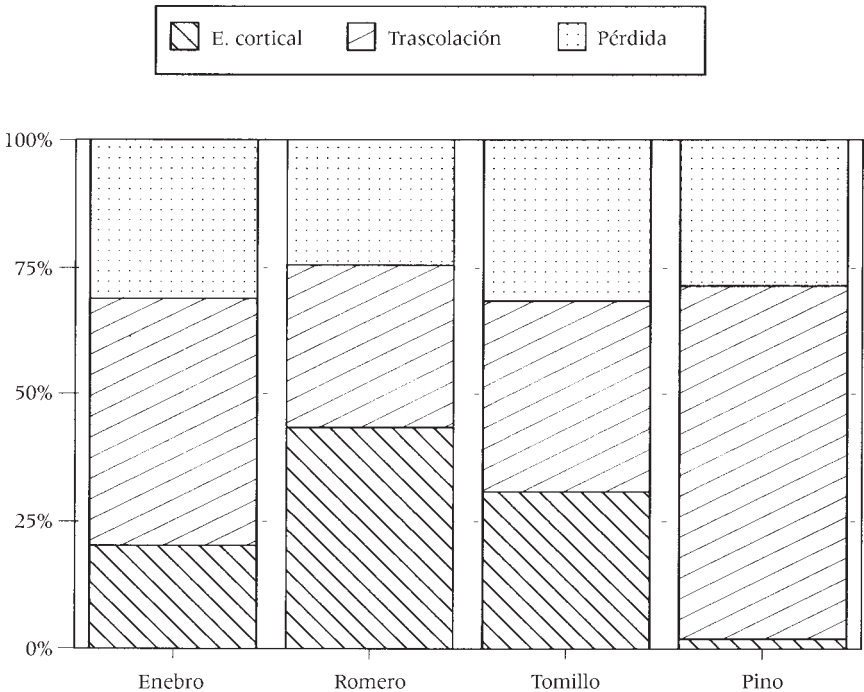
En el caso de las especies estudiadas en El Ardal, en los valores porcentuales de precipitación neta respecto de la precipitación incidente (tabla 1), se aprecia una clara diferencia entre las especies de matorral y el pino carrasco. Respecto al pino, el 97% de la lluvia que alcanza el suelo lo hace por trascolación, mientras que la escorrentía cortical supone sólo el 3% restante.

**Tabla 1.** Valores porcentuales (para coberturas totales, 100%) de trascolación (Tr) y escorrentía cortical (Ec), respecto del total de precipitación incidente y la suma de ambas, la precipitación neta (Pn) y la media del período 93-94 como media para situación normal, frente a 1995 como situación de sequía.

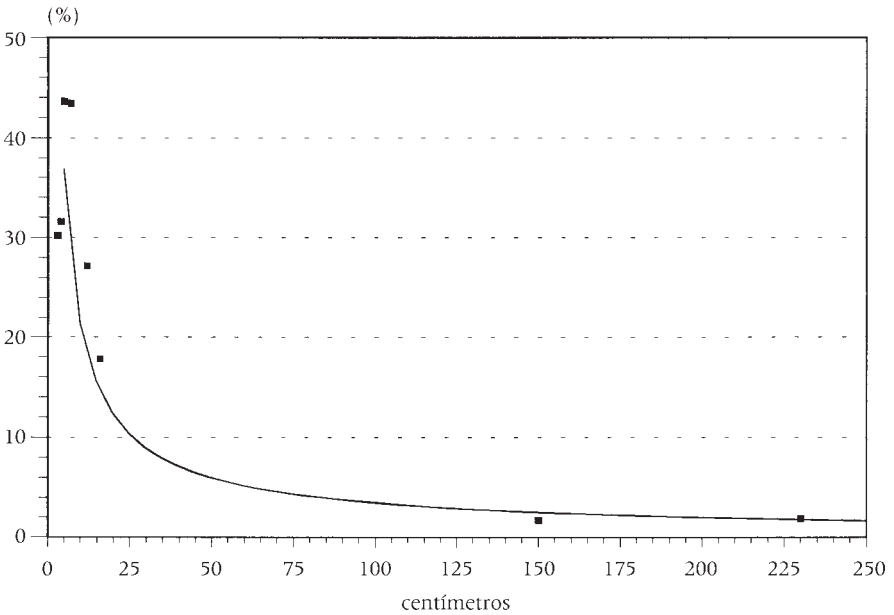
	Enebro			Romero			Tomillo			Pino		
	Tr	Ec	Pn	Tr	Ec	Pn	Tr	Ec	Pn	Tr	Ec	Pn
1993	49,7	20,8	70,5	33,2	43,7	76,9	39	31,9	70,9	72,3	1,9	74,2
1994	48,9	20,4	69,3	32,4	43,6	76,0	38	31,2	69,2	70,4	1,9	72,3
1995	45,0	18,7	63,7	28,3	42,7	71,0	33,1	27,8	60,9	61,4	1,6	63,0
media 93-94	49,3	20,6	70,0	32,8	43,7	76,5	38,5	31,6	70,0	71,3	1,9	73,2

En las especies de matorral, en cambio, el flujo de escorrentía cortical es mucho más importante y llega a ser incluso superior a la trascolación (fig. 2), como sucede en romero, donde la Ec supone el 57,6% de la Pn, mientras que la Tr supone el 42,4%. En enebro, con un comportamiento más próximo al del pino, la Ec es del 29,5% y la Tr del 69,5%. En tomillo, intermedio entre enebro y romero, la Ec alcanza el 45,2% y la Tr el 54,8%.

Los valores tan elevados de escorrentía cortical en las especies de matorral, les permite infiltrar agua a mayor profundidad, siguiendo las discontinuidades producidas por las raíces principales, protegiéndola así de la evaporación directa (Puigdefábregas, 1996). Esta diferencia de la Ec en especies de matorral respecto del pino, presenta una relación de tipo potencial con la longitud del tronco principal, desde el suelo hasta el inicio de las primeras ramificaciones (fig. 3). Esto se explica porque en lluvias de corta duración y con un volumen bajo de precipitación, el almacenaje de los troncos impide que el flujo cortical en los pinos pueda alcanzar el suelo, mientras que en las especies de matorral estudiadas, el flujo cortical, salvo lluvias muy pequeñas inferiores a 2 mm, siempre llega al suelo. Esta circunstancia, debería llevar



**Figura 2:** Porcentaje de participación de cada uno de los flujos de interceptación en las especies estudiadas. Datos referidos al total del período (1993-1995).



**Figura 3:** Relación entre la longitud del tronco principal desde el suelo hasta la intersección de las ramas principales (eje X) y el porcentaje de escorrentía cortical (eje y).

aparejado unos mayores aportes de precipitación neta, por parte del matorral que, sin embargo, no se produce (ver fig. 2), así se puede ver que los aportes finales de precipitación neta, entre las especies de matorral y pinos, no difieren significativamente, y para la situación de años normales, están entre el 70% de la precipitación incidente, para el enebro y el tomillo, el 73,2% en pino y el 76,5% en romero. En 1995, los aportes medios anuales se reducen considerablemente. La semejanza de los valores de Pn entre las especies de matorral y el pino, significa que hay mecanismos que hacen que el flujo cortical en matorral arrastre parte del agua que debería de llegar al suelo por trascolación. La explicación, puede estar en que la velocidad del flujo cortical se incrementa cuando se establece el contacto con el suelo y la mayor parte de las gotas de lluvia adheridas a la vegetación, son arrastradas por el flujo cortical, sin darles tiempo a caer por trascolación.

#### 4.2. Pérdidas por interceptación. Flujo de evaporación

Los volúmenes de lluvia perdidos por interceptación en los tres años del período de muestreo (tabla 2), son en general bastante similares para tres de las cuatro especies muestreadas: pino carrasco, enebro y tomillo, mientras que son algo menores en romero. Las diferencias entre 1993-1994 como años pluviológicos normales, en comparación con 1995 como año seco, son muy



acusadas. El aumento de las pérdidas en 1995 oscila entre el 5,5% en romero y el 10% en pino, lo que supone pérdidas muy importantes en la balance final de 1995, oscilando entre el 29% y el 39% de la precipitación incidente.

Para el matorral característico de «El Ardal» y la combinación matorral-pinos, se han estimado los porcentajes de pérdidas por interceptación, que han resultado ser considerablemente elevados. Los valores de trascolación proceden de parcelas muestreadas mediante pluviómetros (Belmonte Serrato *et al.*, 1996) y la escorrentía cortical está estimada a partir de las ecuaciones obtenidas en los individuos aislados de las distintas especies. Con la ausencia de las pérdidas ocasionadas por los estratos inferiores de herbáceas (fundamentalmente *Brachypodium retusum*) y la cubierta de hojarasca, las pérdidas por interceptación alcanzan valores para 1995, del 40,6% en matorral y del 44,7% para la combinación matorral-pinos, lo que supone unos valores absolutos de precipitación efectiva bajo estas cubiertas, de 52,5 mm y 47,7 mm respectivamente, o lo que es lo mismo, casi el 50% de la precipitación total.

**Tabla 2.** Porcentajes de lluvia perdida por interceptación (para una cobertura total del 100%) en cada uno de los años y la media del bienio 93-94 (años normales) frente a 1995 (año seco). (\*) Valores obtenidos de parcelas de muestreo de la trascolación mediante una red de pluviómetros (Belmonte Serrato *et al.*, 1996) y la utilización de la aplicación de las ecuaciones de *Ec* de las distintas especies. Los valores han de ser tomados con ciertas reservas, pues no se han tenido en cuenta la influencia sobre la *Ec* de la mezcla entre los distintos estratos.

	Enebro	Romero	Tomillo	Pino	Matorral (*)	Matorral-pinos (*)
1993	29,5	23,1	29,2	25,8	30,1	33,0
1994	30,7	24,0	30,8	27,7	31,5	34,6
1995	36,3	29,0	39,1	37,0	40,6	44,7
Media 93-94	30,1	23,5	30,0	26,7	30,8	33,8

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 5.1. El efecto de la Interceptación en la energía cinética de la lluvia

El impacto de las gotas de lluvia, gobernado por su energía cinética, y los flujos de superficie que se producen, cuando la intensidad de la precipitación es mayor que la velocidad de infiltración de los suelos, constituyen unos de los principales agentes erosivos (López Bermúdez y Albaladejo, 1990). Puesto que la energía cinética es igual a la 1/2 de la masa por la velocidad al cuadrado, la energía cinética de la lluvia estará determinada por el tamaño

de las gotas y por la velocidad terminal con la que impactan en la vegetación o en el suelo. Tras el impacto, la energía cinética se libera, ejerciendo un trabajo, que en el caso del suelo, define la erosividad de la lluvia, es decir, su capacidad para erosionar la superficie del suelo (Brant y Thornes, 1987), y que se manifiesta como un efecto de salpicadura o «splash».

Sobre la vegetación, la energía cinética actúa desprendiendo parte de ella, cuando el tamaño de las gotas es muy grande, o simplemente se fracciona en gotas más pequeñas. Parte de estas gotas caen al suelo con una energía cinética mucho más baja, ya que tanto la masa como la velocidad terminal es más pequeña, y parte de la energía inicial se quedó en el impacto, de modo que esta nueva lluvia que «salpica» tiene una erosividad muy baja. Otra parte, queda adherida en la vegetación y acaba sumándose a uno de los dos flujos de precipitación neta: la escorrentía cortical o la trascolación. El primero no libera energía cinética (González Hidalgo, 1992), el segundo, responde a un goteo desde la cubierta hasta el suelo, y este se produce cuando las pequeñas gotas adheridas a la vegetación, aumentan de tamaño por coalescencia de unas con otras, y su masa supera la capacidad de adherencia (Brandt, 1989). De modo que las gotas de trascolación son, en general, mucho más grandes que las gotas de lluvia libre. Si estas gotas caen desde poca altura, (trascolación en matorral) la energía cinética con la que impactan es muy pequeña. Pero en bosque, la altura de los árboles puede hacer que la energía cinética de esas gotas, sea incluso superior a la de la lluvia (Mosley, 1982), anulando el efecto protector de la cubierta. Aunque esto sólo se produce cuando, bajo una cobertura de bosque, se ha eliminado el sotobosque de matorral o la cubierta de herbáceas u hojarasca. En otro caso, estos estratos inferiores, vuelven a anular el efecto de la energía cinética.

En general, se puede asumir que la energía cinética liberada por la lluvia, en un suelo cubierto, es prácticamente nula. Como consecuencia, para un área determinada, la energía cinética de la lluvia puede considerarse proporcional al porcentaje de cobertura (Carson & Kirkby, 1972).

A pesar de esto, la gran diferencia encontrada en el reparto de los flujos de precipitación neta entre las especies de matorral y pino, supone, en el matorral, una densidad de goteo un 50% menor que en los pinos. Esto reduce considerablemente el volumen de agua capaz de liberar energía cinética, que ha de sumarse a la reducción que supone la menor altura de caída de las gotas. Por otra parte, la distribución de la trascolación en el suelo no es homogénea y puede suponer variaciones espaciales de los aportes de agua al suelo de entre el 50% y el 150%, para cubiertas de pinos, y entre el 40% y el 90%, en cubiertas de matorral (Belmonte Serrato *et al.*, 1996). Lo cual significa que en ciertas áreas bajo las cubiertas de pinos, en ocasiones, los

volúmenes trascolados pueden ser muy superiores a la precipitación libre, lo que puede suponer, en ausencia de estratos de vegetación inferiores, un considerable aumento de la energía cinética de la lluvia, y por tanto, de los procesos de erosión hídrica.

## 5.2. Valoración de pérdidas a nivel regional

Los valores de lluvia perdida por interceptación en la Estación Experimental de El Ardal constituyen unas pérdidas anuales muy importantes (tabla 3), en una región donde escasean los recursos hídricos.

**Tabla 3.** *Lluvia perdida por interceptación en distintos tipos de cubiertas en m<sup>3</sup>/ha. Los valores se refieren a coberturas del 100%.*

	Lluvia	Romero	Pino	Tomillo	Enebro	Matorral	Pinos-matorral
1993	2.776	640,2	767,5	778,9	818,7	835,2	915,3
1994	1.810	435,3	529,9	538,3	553,4	569,6	626,1
1995	1.122	324,6	433,6	437,0	407,2	467,3	513,2
Total	5.708	1.400,1	1.731,0	1.754,2	1.779,3	1.872,1	2.054,7

Las disponibilidades netas de recursos hídricos en la Región de Murcia ascienden a 1.470 hm<sup>3</sup>/año, frente a unas demandas totales de 2.160 hm<sup>3</sup>/año, lo que genera un déficit bruto cifrado en 690 hm<sup>3</sup>/año. A medio plazo, y si no hay aumento de recursos, el déficit se elevaría a 977 hm<sup>3</sup>/año; y a largo plazo a 1.230 hm<sup>3</sup>/año (Cabezas Calvo-Rubio, 1995).

Según el Anuario Estadístico de la Región de Murcia, la superficie forestal arbolada en 1995 en la Región de Murcia era de 269.279 has. En esta superficie y extrapolando los datos de El Ardal, para una precipitación media de 400 mm y para coberturas del 100%, pueden producirse pérdidas por interceptación de 553 hm<sup>3</sup>. Considerando esa superficie de matorral de un tipo similar al de El Ardal, las pérdidas se situarían en 504 hm<sup>3</sup>, y en el caso de matorral tipo romeral, supondrían 377 hm<sup>3</sup>. Aún suponiendo una cobertura media del 50%, las pérdidas serían todavía muy importantes, concretamente 276, 252 y 188 hm<sup>3</sup> para cada uno de los tipos de cubiertas anteriores. Con esto, el ahorro entre una cubierta de bosque y una de matorral tipo romeral, puede suponer 176 hm<sup>3</sup> en coberturas del 100% y 88 hm<sup>3</sup> para coberturas del 50%. Como referencia, de lo que suponen estas cantidades, se puede indicar que la capacidad total de los embalses de la Región es de poco más de 800 hm<sup>3</sup> y todos ellos, salvo Cenajo y Fuensanta, tienen capacidades que oscilan entre 5 y 36 hm<sup>3</sup>.

### 5.3. Conclusiones

En una primera aproximación, puede decirse que la interceptación en cubiertas de matorral, debido a la disminución de los volúmenes de precipitación neta, su distribución entre Tr y Ec, y su escasa altura desde la copa al suelo, amortigua el impacto de las gotas de lluvia, anulando su energía cinética y reduciendo, al mínimo, sus efectos sobre la erosión del suelo, aún sin la presencia de estratos inferiores.

Bajo cubiertas de pinos, la protección del suelo requiere la presencia de estratos inferiores de matorral o herbáceas, pues de lo contrario, los efectos de la energía cinética de la lluvia trascolada, debido a la altura de caída de las gotas y a que en ciertas áreas cubiertas, los volúmenes trascolados pueden ser superiores a los precipitados, puede ocasionar graves pérdidas por erosión.

Las diferencias entre las distintas coberturas muestran, como los matorrales son los más indicados, tanto para la protección del suelo, como para disminuir las pérdidas ocasionadas por interceptación.

Probablemente, las estrategias de futuro en la restitución de la cubierta vegetal de áreas degradadas, tengan que pasar por la utilización de especies de matorral, que ofrezcan el máximo grado de protección del suelo y unas mínimas pérdidas por interceptación. Incluso, es posible, que tenga que plantearse una reordenación de algunos espacios forestales, recurriendo a la eliminación selectiva de parte de la cobertura, mediante la tala de los árboles más grandes, que proporcione zonas aclaradas en las que se mantenga una cubierta de matorral.

### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha realizado en el marco del Proyecto MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use). Contrato núm. ENV4-CT95-0119 (DG-XII-DTEE), financiado por la Unión Europea. Los autores expresan su agradecimiento.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albaladejo, J., Castillo Sánchez, V. & Martínez Mena, M.** (1995): El agua en los sistemas naturales: impacto de la desertificación. En: *Agua y futuro en la Región de Murcia*. Asamblea Regional de Murcia. Murcia, 445-450
- Belmonte Serrato, F. & Romero Díaz, A.** (1993): Instrumentos y métodos para el estudio de la capacidad de interceptación de algunas especies vegetales mediterráneas. «El Ardal» (Murcia). En: *Nuevos Procesos Territoriales*, XIII Congreso Nacional de Geografía. Universidad de Sevilla, 445-450.

- Belmonte Serrato, F. & Romero Díaz, A.** (1994): Distribución de flujos de agua en el proceso de interceptación en cuatro especies vegetales mediterráneas y su relación con la cantidad de agua disponible en el suelo. En: *Geomorfología en España*, J. Arnáez, J.M. García-Ruiz & A. Gómez Villar (eds.). Sociedad Española de Geomorfología, Logroño, 201-210.
- Belmonte Serrato, F., Romero Díaz, A. & López Bermúdez, F.** (1996): Volumen y variabilidad espacial de la lluvia trascolada bajo bosque y matorral mediterráneo semiárido. *Ecología*, 10, 95-104.
- Belmonte Serrato, F. & Romero Díaz, A.** (1997): A simple technique for measuring rainfall interception by small shrub: Interception flow collection box. *Hidrological Processes* (en prensa).
- Brandt, C.J. & Thornes, J.B.** (1987): Erosional energetics. En: *Energetics of Physical Environment*, K.J. Gregory; John Wiley & Sons (eds.). 51-87.
- Brandt, C.J.** (1989): The size distribution of throughfall drops under vegetation canopies. *Catena*, 16, 507-524.
- Cabezas Calvo-Rubio, F.** (1995): Balances Recursos-Demandas en la Cuenca del Segura. Diagnóstico de problemas hidrológicos. En: *Agua y futuro en la Región de Murcia*. Asamblea Regional de la Región de Murcia. Murcia, 393-405.
- Calder, I.R.** (1990): *Evaporation in the uplands*. J. Wiley (ed.). Chichester.
- Carson, M.A. & Kirkby, M.J.** (1972): *Hillslope Form and Process*, Cambridge UP, 220-221.
- Derouiche, A.** (1996): *Estimation et modelisation des composantes du bilan hydrique hez diferentes formations arborees, arbustives et herbacees mediterraneennes*. Tesis Master of Science. Zaragoza, 119 pp.
- Francis, C.F. & Thornes, J.** (1990): Matorral: Erosion and reclamation. En: *Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales mediterráneas*, J. Albadalejo, M.A. Stocking & E. Díaz (Eds.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Murcia, 88-115.
- Gallart, F. & Llorens, P.** (1996): Los efectos hidrológicos de la recuperación del bosque en áreas de montaña. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. T. Lasanta Martínez & J.M. García-Ruiz (eds.). Instituto de Estudios Riojanos. Sociedad Española de Geomorfología. Logroño, 73-78.
- González Hidalgo, J.C.** (1992): *Pautas espaciales de la erosión hídrica en el semiárido aragonés*. Tesis doctoral Universidad de Zaragoza, 375 pp.
- ICONA** (1996): Red de estaciones experimentales de seguimiento y evaluación de la erosión y la desertización (RESEL). Proyecto LUCDEME, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, 70-73.
- Law, F.** (1959): The effect of afforestation upon the yield of water catchment areas. *J. Br. Waterworks Assoc.*, 38, 489-494.
- López Bermúdez, F. & Albadalejo, J.** (1990): La degradación de tierras en ambientes áridos y semiáridos. Causas y consecuencias. En: *Degradación y regeneración de suelos en condiciones ambientales mediterráneas*. J. Albadalejo, M. A. Stocking & E. Díaz (eds.). Murcia, 15-45.
- López Bermúdez, F.** (1996): La degradación de tierras en ambientes áridos y semiáridos. Causas y consecuencias. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. T. Lasanta Martínez & J.M. García-Ruiz (eds.). Logroño, 51-72.
- Meuser, A.** (1990): Effects of afforestation on run-off characteristics. *Agric. Forest Meteorol.*, 50, 125-138.
- Mosley, M.P.** (1982): The effect of a New Zealand beech forest canopy on the kinetic energy of water drops and on surface erosion. *Earth Surface Processes and Landforms*, 7, 103-107.
- Navar, J. & Bryan, R.** (1990): Interception loss and rainfall redistribution by three semi-arid growing shrubs in Northeastern Mexico. *J. Hydrology*, 115, 51-63.

- Puigdefábregas, J.** (1996): El papel de la vegetación en la conservación del suelo en ambientes semiáridos. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. T. Lasanta Martínez & J.M. García-Ruiz (eds.). Instituto de Estudios Riojanos. Sociedad Española de Geomorfología. Logroño, 79-87.
- Rojo Serrano, L.** (1996): Criterios para la restauración de tierras marginales desde la perspectiva de la Administración. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. T. Lasanta Martínez & J.M. García-Ruiz (eds.). Logroño, 205-211.
- Trimble, S.W. & Weirich, F.H.** (1987): Reforestation reduces streamflow in the Southeastern United States. *J. Soil Water Cons.*, 42, 274-276.
- Tromble, J.M.** (1988): Water interception by two arid land shrubs. *J. Arid Environment*, 15, 65-70.