

VALORACION DE LAS LLUVIAS INTERCEPTADAS POR ESPECIES DE MATORRAL DOTADAS DE DISTINTAS ESTRATEGIAS ESTRUCTURALES

J. CABEZAS¹, P. VAQUERO¹ y J. C. ESCUDERO¹

RESUMEN

Al matorral mediterráneo se le adjudican diferentes funciones importantes en los ecosistemas de los que forman parte. Entre ellas merece destacarse su intervención, evitando la acción impactante de las lluvias, que al caer sobre el suelo colaboran sensiblemente a aumentar la dinámica erosiva de las precipitaciones. La valoración cuantitativa de esta capacidad de protección se encuentra escasamente estudiada en matorrales y constituye el objetivo central de este estudio.

Dentro del considerable número de especies que forman parte de los matorrales mediterráneos, cabe distinguir ampliamente tres grandes estrategias de arquitectura: especies planifolias, especies con estructuras foliares predominantemente filiformes y especies con estructuras foliares pinchudas. Como representantes de cada grupo se han seleccionado: *Cistus crispus* L., *Cytisus scoparius* (L.) Link y *Ulex erio-cladus* C. Vicioso, respectivamente.

Bajo individuos de estas especies, situados en la misma zona, pero dotados de distintas coberturas y biomásas, se han colocado pluviómetros con los que se midieron distintas series de precipitaciones de veinticuatro horas cada una.

El estudio comparativo de las distintas estrategias permite reconocer la eficacia media de cada estructura ante las progresivas intensidades de las precipitaciones y en base a su estado de desarrollo.

INTRODUCCION

La vegetación es capaz de ejercer en los sistemas naturales múltiples funciones, entre ellas, a nivel ecofísico, puede actuar alterando la dinámica de diversos factores del medio, como la del agua, que penetra en los ecosistemas, principalmente, a través del factor físico precipitación.

La dinámica de las precipitaciones es de por sí extremadamente errática y presenta bastantes condicionantes en función de la latitud, altitud y esacionalidad, que, entre otras causas, van a propiciar diferentes formas de lluvia, tales como series de distintas longitudes o intensidades, y ello se traducirá en una considerable variedad de acciones impactantes en el suelo, destacando fundamentalmente el encharcamiento y la erosión.

El encharcamiento se produce predominantemente sobre suelos muy llanos y con escasa capacidad

de drenaje. La erosión predomina en suelos con pendientes muy acusadas y, entre otras causas, puede tener su origen en la acción impactante que ejercen las precipitaciones directamente sobre el sustrato. Esto conlleva a la transformación de la textura en las capas más superficiales, de tal manera que se facilita el arrastre de los niveles superficiales por los flujos laminares que originan las propias precipitaciones.

La parte aérea de la vegetación tiene la propiedad de actuar como una barrera capaz de interceptar la lluvia, variando su intensidad y distribución superficial bajo el área de influencia de su cobertura y amortiguando el poder erosivo de las gotas, lo que permite mantener la textura superficial del suelo y resistir los arrastres erosivos de las aguas de escorrentía. Este comportamiento se detecta en las observaciones de series consideradas tanto en el espacio como en el tiempo.

La acción amortiguadora del impacto de las lluvias será diferente en función de las distintas estrate-

¹ Área de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura (Badajoz).

gias adaptativas de la vegetación: características de sus órganos, estructuras horizontales, verticales y espaciales y de la biomasa que cada especie dispone frente a las precipitaciones.

Por otra parte, los sistemas de matorrales mediterráneos son, en algunas de sus asociaciones, extremadamente inestables y difíciles de recuperar si han sufrido fuertes impactos. Estos matorrales se encuentran en la generalidad de los casos refugiados en los suelos más improductivos y de mayores pendientes, creando un alto grado de combustibilidad durante los peligrosos meses de sequías estivales. Todo ello, en definitiva, conlleva al reconocimiento de la existencia de un grado de riesgo y de fragilidad muy elevados en estos ecosistemas.

A todas las dificultades y riesgos anteriormente citados se añaden las fuertes erosiones que pueden ocasionar las precipitaciones sobre los suelos al quedar desprovistos de su cubierta vegetal, originando arrastres de las reservas de elementos minerales, de la materia orgánica acumulada e incluso del banco de semillas, quedando el sistema lo suficientemente empobrecido como para retroceder a las primeras etapas de la sucesión.

El matorral, por tanto, ante la acción impactante de las precipitaciones, responde con distintos tipos de estrategias, que estarán condicionadas por la estructura arquitectónica, que, tanto a nivel vertical como horizontal, adopta cada especie y por la disposición que presenta cada una de ellas en el conjunto general de la comunidad.

Estudios de este tipo se han realizado anteriormente bajo estructuras arbóreas (GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, MOREY y VELASCO, 1969; LUIS-CALABUIG, ALONSO, ESCUDERO-BERIAN, GAGO y GÓMEZ-GUTIÉRREZ, 1978; LUIS-CALABUIG, GAGO y GÓMEZ-GUTIÉRREZ, 1978; DOLMAN, 1987; WEIHE, 1983), encontrándose siempre dificultades en la interpretación de los resultados a escalas ordinarias de tiempo. Gran parte de estos estudios han derivado hacia mediciones de escorrentías a través de los tallos o por determinaciones cuantitativas de los elementos químicos que componen las aguas directamente recogidas de las lluvias y su posterior comparación con las de gutación o de escorrentías corticales (AVILA y RODA, 1986; BELLOT y ESCARRE, 1988, I y II).

OBJETIVOS

En este trabajo se ha planteado como objetivo fundamental la comparación de la capacidad de interceptar distintas intensidades de precipitaciones por parte de tres especies de matorral mediterráneo, *Ulex eriocladus*, *Cytisus scoparius* y *Cistus crispus*.

MATERIAL Y METODO

Características de la zona

El estudio se ha realizado en Río Caya (término municipal de Badajoz y fronterizo con el municipio portugués de Campo Maior). Los suelos de la zona son pardos mediterráneos, originados en la cabecera de un rañizo, cuya estructura arbórea está formada por alcornocques (*Quercus suber*) de veinte años de edad procedentes de repoblación y dispuestos uniformemente. El estrato arbustivo está formado por *Cistus crispus*, *Cytisus scoparius*, *Ulex eriocladus*, *Daphne gnidium* y *Lavandula stoechas*, fundamentalmente.

Selección de los individuos

Para la realización de las experiencias de campo, se seleccionaron tres especies de matorral mediterráneo cuyas estrategias arquitectónicas fueran muy diferentes: *Cistus crispus*, especie de hojas perennes y planas; *Cytisus scoparius*, con estructuras predominantemente largas y delgadas de tipo filiforme, y *Ulex eriocladus*, con estructuras pinchudas y muy numerosas. De cada una de ellas se seleccionaron cinco individuos con biomasa y cobertura muy diferentes, con objeto de hacerlos lo más representativos posible de los distintos componentes de cada población y que se encontraran lo suficientemente alejados de cualquier objeto que pudiera distorsionar los resultados, siguiéndose para ello las normas establecidas para el emplazamiento de las estaciones meteorológicas (JANSA, 1985).

Colocación de los pluviómetros

Junto a cada uno de los individuos se colocaron cuatro pluviómetros semienterrados, que se fabricaron en el laboratorio reduciendo las alturas de los descritos por NÚÑEZ, CABEZAS, SUÁREZ y ESCUDERO, 1987.

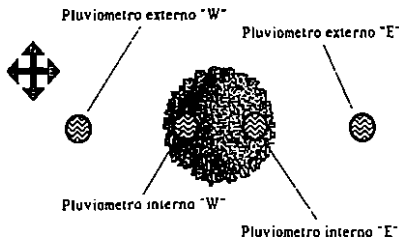


Fig. 1. Esquema general de las disposiciones de los pluviómetros respecto a los pies de plantas.

Todos los pluviómetros se situaron sobre el eje orientado en la dirección Este-Oeste de cada pie de planta, por ser ésta la dirección de predominio absoluto de los vientos dominantes en la zona (LINES, 1976) y, por tanto, de los frentes de precipitación (CABEZAS, 1985; CABEZAS MARROQUÍN y ESCUDERO, 1985). Sobre este eje se colocaron los pluviómetros de acuerdo con la siguiente distribución (Fig. 1): dos fuera de la planta sobre las caras Oeste y Este, de tal manera que no sufrieran la influencia del matorral y que, por tanto, actuaran de controles. En el interior de la planta, y bajo su cobertura, se colocaron otros dos, uno hacia la mitad Oeste y otro hacia la mitad Este, cuya función era detectar la capacidad de interceptación de cada especie de manera absoluta y en función de la orientación.

Toma de datos

Las observaciones se realizaron sobre las últimas series de lluvias que se produjeron a finales de junio-primeros de julio de 1988.

Los contenidos de los pluviómetros se midieron en los mismos puntos de observación para evitar posibles errores por vertido o evaporación. El período de tiempo de observación de cada serie fue de veinticuatro horas y con estos criterios se realizaron mediciones de cinco series de precipitación prácticamente consecutivas.

Las condiciones meteorológicas reinantes durante todos los días de observación fueron siempre de predominio absoluto de viento del Oeste y la evaporación media cuantificada en evaporímetro Piché fue de 2,5 mm con una desviación típica de 0,8.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la primera columna de la Tabla I se reflejan los valores medios, ordenados jerárquicamente, de las series de lluvias estudiadas. Estos valores proceden de promediar en cada una de las series todos los volúmenes de agua recogidos en los pluviómetros exteriores. Los valores obtenidos representan los volúmenes de las precipitaciones reales de cada serie y cumplen la función de control, sirviendo de referencia para comparar la eficacia interceptora de las especies estudiadas.

En las demás columnas se presentan para cada serie de lluvia los valores de las interceptaciones medias que han realizado los pluviómetros de cada orientación, y que se encuentran situados bajo los ejemplares de distinta cobertura de las especies consideradas.

TABLA I
DISTRIBUCION DE LAS PRECIPITACIONES EXTERIORES (mm) REGISTRADAS EN LA ZONA Y DE LAS INTERCEPTACIONES (mm) QUE SE HAN PRODUCIDO EN LAS DOS ORIENTACIONES PRINCIPALES DE CADA ESPECIE ESTUDIADA

Serie	Precipitaciones exteriores (mm)	INTERCEPTACIONES (mm)					
		<i>Ulex eriocladus</i>		<i>Cistus crispus</i>		<i>Cytisus scoparius</i>	
		W	E	W	E	W	E
1	1,7	0,8	1,0	0,5	0,5	0,4	1,0
2	1,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,4	1,1
3	10,5	4,0	3,4	4,3	3,0	4,1	5,2
4	16,5	4,1	5,5	6,0	3,1	6,1	8,6
5	21,9	4,9	7,2	6,3	6,1	6,7	11,4
Medias	10,46	2,90	3,56	3,56	2,68	3,54	5,46
Porcentaje	100	27,72	34,03	34,03	25,62	33,84	52,20

El procedimiento empleado para determinar la intercepción ha consistido en calcular las diferencias entre las medias de agua percolada por especie y serie, en los pluviómetros de cada una de las orientaciones y las correspondientes precipitaciones exteriores o controles.

En las dos filas que aparecen al final de la Tabla se reflejan: en la primera, los valores medios de las series de lluvias analizadas y las correspondientes intercepciones que se producen en cada orientación y especie; en la segunda, se expresan porcentualmente esos valores respecto a la media de las series de lluvias exteriores o controles.

Comparación de las intercepciones detectadas en los pluviómetros interiores orientados al Oeste respecto a las precipitaciones exteriores

En la Figura 2 aparecen las representaciones gráficas de las intercepciones que se han detectado en los pluviómetros situados al Oeste y bajo la co-

bertura vegetal de las tres especies estudiadas respecto a las precipitaciones exteriores.

En esta representación se aprecia una cierta similitud en las trayectorias de las intercepciones realizadas por *Cytisus scoparius* y *Cistus crispus*, puesto que en ambas se produce un progresivo aumento de la capacidad de intercepción al aumentar la intensidad de las precipitaciones, hasta alcanzar un cierto tope, que corresponde con las intensidades de 16,5 mm, en el que las pendientes de las curvas se reducen con tendencias a hacerse asintótica (Fig. 2). A partir de este momento se inicia una disminución casi total de los incrementos de la capacidad de intercepción, lo cual parece indicar que a partir de valores de precipitación algo superiores a 19,5 mm deben alcanzarse las cotas máximas, debido a que en las tres especies se sobrepasan las capacidades máximas de humectación, evaporación y escorrentía cortical, comenzando entonces a liberarse los excedentes de agua por goteo.

Ulex erioclodus responde al comportamiento antes detallado (Tabla I y Fig. 2), aunque la eficacia in-

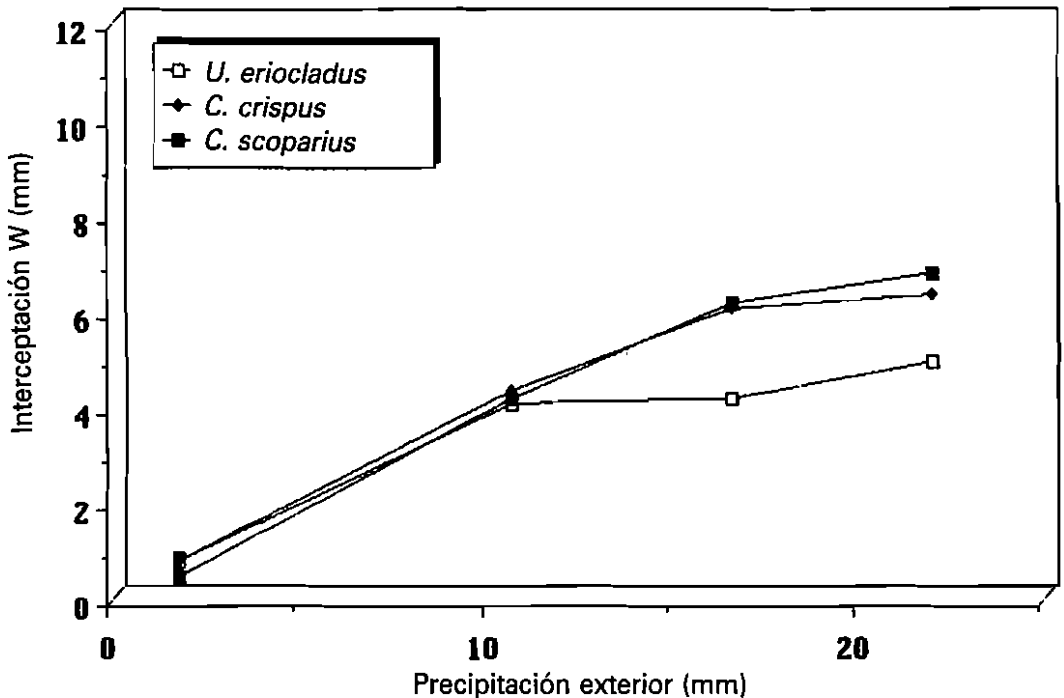


Fig. 2. Relaciones entre las intercepciones medias realizadas por las mitades orientadas al Oeste de *Ulex erioclodus*, *Cistus crispus* y *Cytisus scoparius* respecto a las precipitaciones absolutas de la zona.

TABLA II

VALORACION PORCENTUAL DE LAS INTERCEPTACIONES REALIZADAS POR LAS MITADES ORIENTADAS AL OESTE DE CADA ESPECIE RESPECTO A LAS INTENSIDADES DE LAS PRECIPITACIONES EXTERIORES (mm)

Serie	Precipitaciones exteriores (mm)	% DE INTERCEPTACION		
		<i>Ulex eriocladus</i>	<i>Gistus crispus</i>	<i>Cytisus scoparius</i>
1	1,7	47,06	29,41	23,53
2	1,7	41,18	41,18	23,53
3	10,5	38,10	40,95	39,05
4	16,5	24,85	36,36	36,97
5	21,9	22,37	28,27	30,59

terceptadora que realiza su cobertura en esta orientación resulta sensiblemente más débil que las correspondientes de las otras dos especies.

Si se analizan los porcentajes de lluvias interceptados respecto a los totales recogidos (Tabla II) se observan dos tipos de tendencias: en *U. eriocladus* a disminuir los porcentajes de interceptación a medida que aumenta la cantidad de lluvia caída, mientras que en *C. crispus* y *C. scoparius* la tendencia que se detecta es la de continuar interceptando hasta precipitaciones de 10,5 mm, que coincide en ambas especies con el valor del máximo porcentaje de interceptación. A partir de estas intensidades, se va produciendo la citada disminución de la capacidad interceptadora.

Ello significa que si las intensidades de las precipitaciones sobrepasan las cantidades que se han comprobado para cada una de las especies se saturan los niveles de humectación, evaporación y escorrentía cortical y la gran afluencia de gotas de lluvia impactan contra las hojas, obligándolas a bascular y eliminar por gutación no sólo el sobreeceso de agua, sino que también se arrastran otras más pequeñas que se encuentran simplemente depositadas sin que representen un excedente. Este fenómeno de arrastre se amplifica más claramente cuanto mayores sean las intensidades de las precipitaciones, recogiendo sobre el suelo proporcionalmente una mayor cantidad de agua y, por tanto, registrándose la disminución de la capacidad de interceptación de las plantas.

En la curva de *C. crispus* se produce un llamativo incremento en los porcentajes de una misma intensidad de lluvia (1,7 mm). La causa hay que bus-

carla en la forma cómo se repartieron esas precipitaciones durante las veinticuatro horas, ya que para determinadas superficies, y si se trata de pequeñas cantidades, el efecto es diferente si la lluvia se produce durante un intervalo de tiempo muy grande, en cuyo caso las hojas se humectan y el proceso de evaporación colabora con la interceptación, evitando que se produzca goteo, e incluso la escorrentía cortical. Si la precipitación se produce en un intervalo muy corto, no da tiempo a que se evapore el agua, originándose en seguida el goteo y la escorrentía por los troncos.

Comparación de las interceptaciones detectadas en los pluviómetros interiores orientados al Este respecto a las precipitaciones exteriores

En la Figura 3 aparece reflejada la dinámica de las interceptaciones que realiza cada una de las especies estudiadas en la mitad que oponen a los frentes de lluvias, detectándose en todos los casos una fuerte tendencia a incrementar la capacidad de interceptación a medida que aumentan las precipitaciones absolutas. Es decir, al contrario que en la mitad orientada al Oeste (frontal a los frentes), en este caso no se ha logrado detectar la capacidad máxima de interceptación.

Las trayectorias de las interceptaciones realizadas por cada una de las especies muestran que el comportamiento de *C. scoparius* es claramente el más eficaz; el de *U. eriocladus* resulta claramente intermedio, mientras que el de *C. crispus* resulta el de menor eficacia.

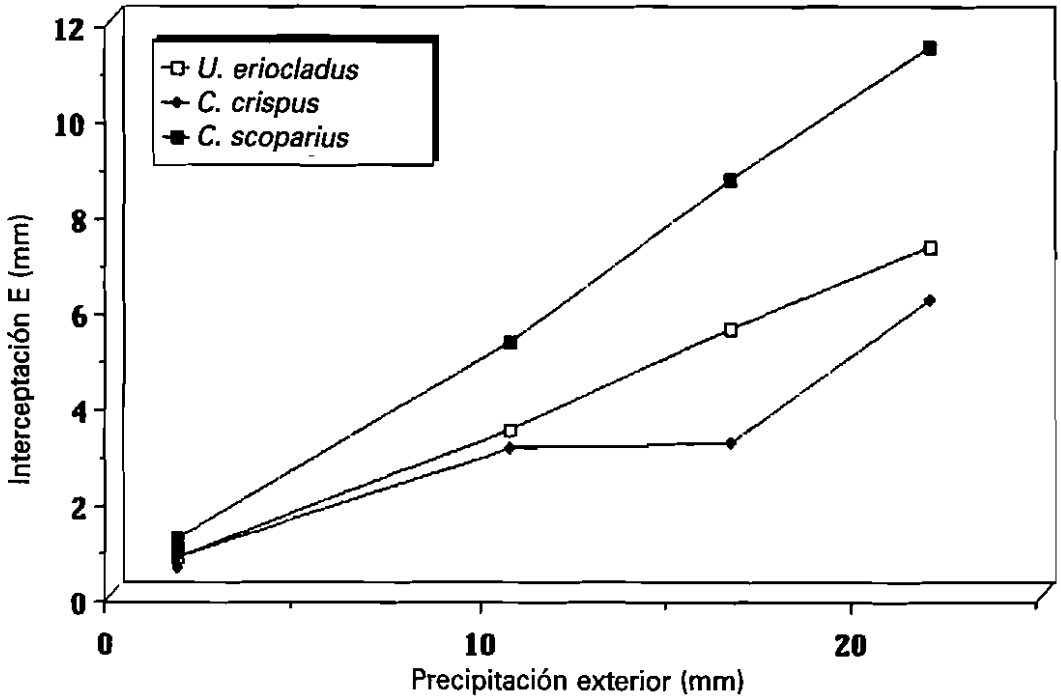


Fig. 3. Relaciones entre las intercepciones medias realizadas por las mitades orientadas al Este de *Ulex eriocladus*, *Cistus crispus* y *Cytisus scoparius* respecto a las precipitaciones absolutas de la zona.

El análisis porcentual de las intercepciones específicas (Tabla III) vuelve a detectar para *U. eriocladus* y *C. crispus* una tendencia a disminuir porcentualmente la eficacia interceptadora a medida que aumentan las intensidades de las precipitaciones.

En *C. crispus* también se produce el comportamiento ya discutido sobre las diferencias interceptadas ante iguales intensidades de precipitaciones. En *C. scoparius* no se detectan cambios significativos en la capacidad porcentual interceptadora, aunque

TABLA III

VALORACION PORCENTUAL DE LAS INTERCEPTACIONES REALIZADAS POR LAS MITADES ORIENTADAS AL ESTE DE CADA ESPECIE RESPECTO A LAS INTENSIDADES DE LAS PRECIPITACIONES EXTERIORES (mm)

Serie	Precipitaciones exteriores (mm)	% DE INTERCEPTACION		
		<i>Ulex eriocladus</i>	<i>Cistus crispus</i>	<i>Cytisus scoparius</i>
1	1,7	58,82	29,41	58,82
2	1,7	41,18	41,18	64,71
3	10,5	32,38	28,57	49,52
4	16,5	33,33	18,79	52,12
5	21,9	32,88	28,75	52,05

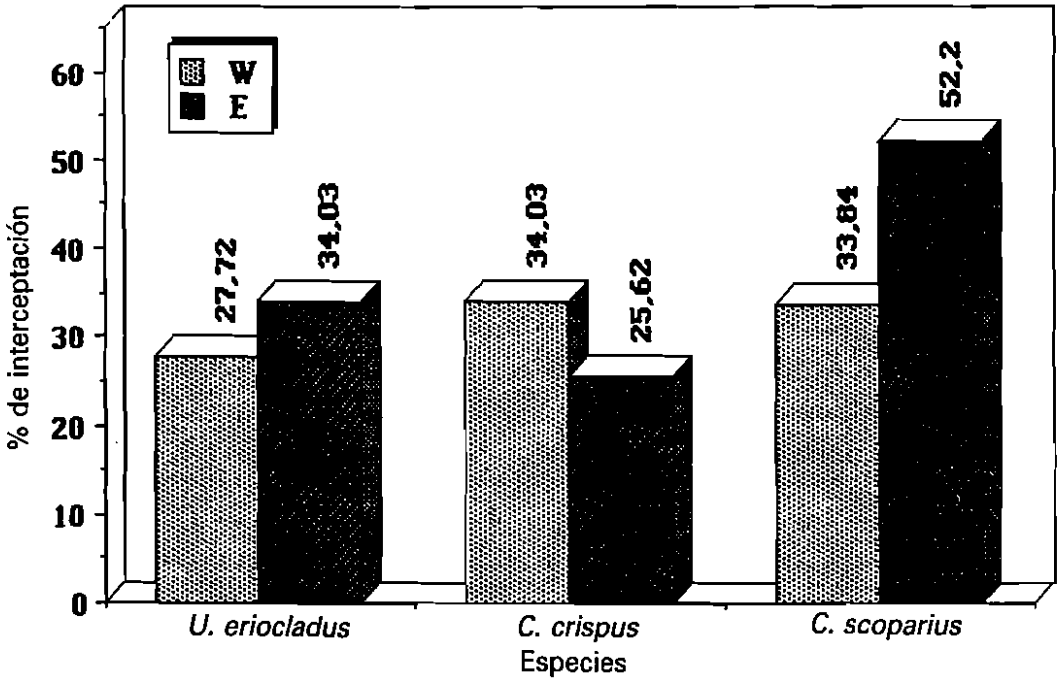


Fig. 4. Comparación de las eficacias interceptadoras de las miradas orientadas al Oeste y al Este en las especies estudiadas.

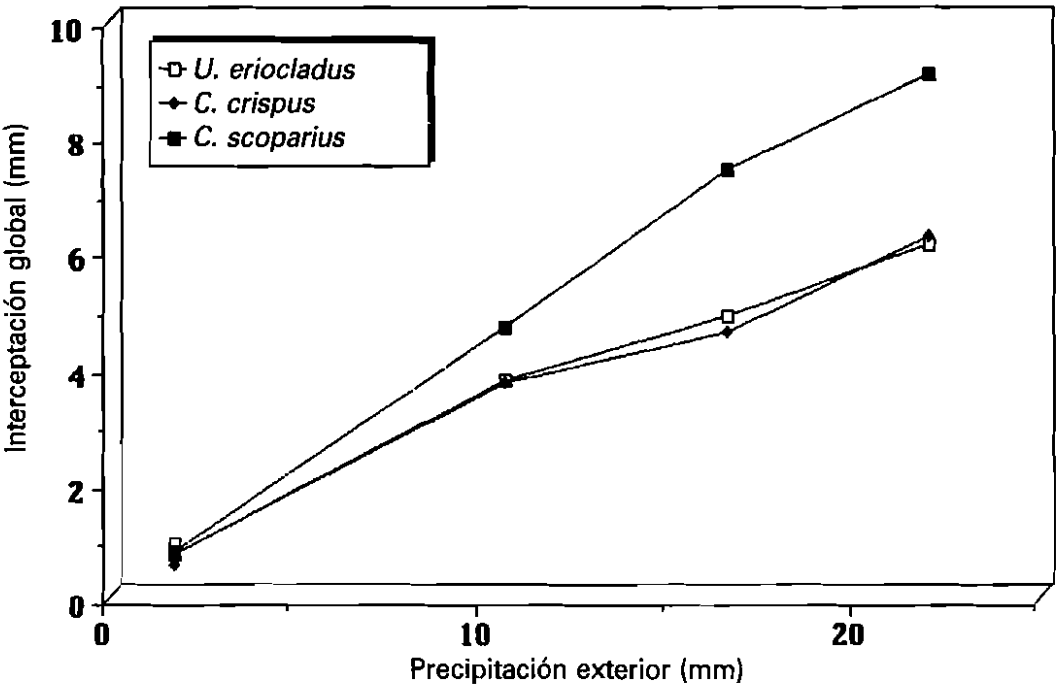


Fig. 5. Comparación de las eficacias globales de cada especie respecto a las precipitaciones absolutas recogidas en el exterior.

TABLA IV
VALORACION PORCENTUAL DE LAS INTERCEPTACIONES GLOBALES DE CADA ESPECIE RESPECTO
A LAS INTENSIDADES DE LAS PRECIPITACIONES EXTERIORES (mm)

Serie	Precipitaciones exteriores (mm)	% DE INTERCEPTACION		
		<i>Ulex eriodadus</i>	<i>Cistus crispus</i>	<i>Cytisus scoparius</i>
1	1,7	52,94	29,41	41,18
2	1,7	41,18	41,18	44,12
3	10,5	35,24	34,76	44,29
4	16,5	29,09	34,85	44,55
5	21,9	27,63	30,82	41,32

se percibe una ligera tendencia a la disminución a medida que aumenta la intensidad de las precipitaciones.

Comparación de la eficacia interceptadora de las mitades Este y Oeste de las tres especies

En la Figura 4 se comparan globalmente las eficacias porcentuales de las tres especies en la interceptación, detectándose que en *U. eriodadus* y *C. scoparius* predominan las eficacias de las mitades Este sobre las de las caras Oeste, aunque en el caso de *U. eriodadus* las diferencias no son muy amplias, sólo el 6,31%. En *C. scoparius* estas diferencias resultan muy relevantes, puesto que se trata de un 18,36%. En el caso de *C. crispus* se produce el efecto contrario; es en la mitad Oeste donde se logra la mayor interceptación, con una diferencia porcentual del 8,41%.

Valoración de la eficacia total interceptadora de las especies

Con el objeto de conseguir una visión total de la eficacia interceptadora de cada una de las especies, se han promediado la totalidad de sus valores, los cuales se enfrentan con los registrados en los pluviómetros exteriores (Fig. 5), detectándose que para las intensidades de las series estudiadas no se alcanza en ninguna de las tres especies la cota máxima de interceptación.

A efectos porcentuales (Tabla IV) se detecta una sensible caída en los valores de *U. eriodadus* y de *C. crispus*, lo cual indica que, aunque no se haya alcanzado el máximo, va evidenciándose una disminución de la interceptación a medida que las intensidades aumentan. En *C. scoparius*, por contra, no se aprecian variaciones sensibles en su eficacia interceptadora.

SUMMARY

One of the most important environmental functions of mediterranean scrubs is their capacity to avoid the damaging action of rain on the soil which increases its erosive dynamics. The quantitative assessment of this protective capacity has hardly been studied in scrubs and constitutes the main objective of this work.

Among the considerable number of species that make up the Mediterranean scrub communities, three main architectural strategies can be distinguished: planifolia species (flat leaf), species with a predominantly filiform structure and species with spiky structure. As representatives of each group *Cistus crispus* L., *Cytisus scoparius* (L.) Link and *Ulex eriodadus* C. Vicioso, have been selected.

Under individual plants of these species, situated in the same area but with different cover and biomass, rain gauges were placed to measure different series of rainfall over 24 hours.

A comparative study of the different strategies shows the average efficiency of each structure versus the progressive intensity of rainfall and according to its state of development.

BIBLIOGRAFIA

- AVILA, A., y RODA, F., 1986: «Export of dissolved elements in an evergreen-oak forested watershed in the Montseny mountains (NE Spain)». Submitted to *Catena*.
- BELLOT, J., y ESCARRE, A., 1988: «Efecto del estado sucesional del bosque mediterráneo sobre la distribución del agua de lluvia y nutrientes en el suelo forestal». *II Jornadas de Ecología*. CIHEAM, Zaragoza.
- BELLOT, J., y ESCARRE, A., 1988: «Contribución del quimismo del agua de lluvia y de la deposición seca sobre las características químicas de los flujos de trascolación y escorrentía cortical en especies arbóreas de encinar mediterráneo». *II Jornadas de Ecología*. CIHEAM, Zaragoza.
- CABEZAS, J., 1985: *Distribución espacial y temporal de las precipitaciones en la provincia de Badajoz. Cuantificación de los volúmenes de agua precipitada por planimetría*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Extremadura (Badajoz).
- CABEZAS, J.; MARROQUÍN, A., y ESCUDERO, J. C., 1985: «Análisis, mediante técnicas de delimitación por isoyetas y valoración por planimetría, de la distribución espacial y temporal del agua precipitada en la provincia de Badajoz». *Avances sobre la investigación en Bioclimatología*: 369-380. CSIC, Madrid.
- DOLMAN, A., 1987: «Summer and winter rainfall interception in an oak forest. Predictions with an analytical and a numerical simulation model». *Journal of Hydrology*, 90: 1-9. Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam.
- GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, F.; MOREY, M., y VELASCO, F., 1969: «Efectos de la encina sobre el pasto». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 67: 265-284. Madrid.
- JANSA, J. M., 1985: *Manual del observador de Meteorología*. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.
- LINES, A., 1976: *Perturbaciones típicas que afectan a la Península Ibérica y precipitaciones asociadas*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- LUIS-CALABUIG, E.; ALONSO, H.; ESCUDERO-BERIAN, A.; GAGO, M. L., y GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. M., 1978: «Relaciones bioclimáticas de diversos factores ecológicos en la encina (*Quercus rotundifolia*, Lam.)». *VI Simposio de Bioclimatología*. CSIC, Madrid.
- LUIS-CALABUIG, E.; GAGO, M. L., y GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. M., 1978: «Influencia de la encina (*Quercus rotundifolia*, Lam.) en la distribución del agua de lluvia». *Anuario 1977*, vol. IV: 144-159. Centro de Edafología y Biología Aplicada. CSIC, Salamanca.
- NÚÑEZ, E.; CABEZAS, J.; SUÁREZ, F., y ESCUDERO, J. C., 1987: Modelos didácticos fabricados con material residual. ICE. Universidad de Extremadura (Badajoz).
- WEIHE, VON J., 1983: Benetzung und interception von buchen- und fichtenbeständen. IV. Die verteilung des regens unter fichtenkronen. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 155. Jg., 10/11.