

# RASGOS BIOGEOGRÁFICOS, FLORÍSTICOS Y ECOLÓGICOS DE COMUNIDADES HERBÁCEAS EN TALUDES DE CARRETERA EN EL SUR DE ESPAÑA

SILVIA MATESANZ<sup>1</sup>, FERNANDO VALLADARES<sup>1</sup>, DAVID TENA<sup>1</sup> Y MARGARITA COSTA-TENORIO<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se ha estudiado la composición florística y la cobertura vegetal de 83 taludes (46 desmontes y 37 terraplenes) en la Autopista de la Costa del Sol (Málaga, Sur de España) en los tres años siguientes a su construcción. Las comunidades estudiadas fueron el resultado del asentamiento de especies procedentes del banco de semillas del suelo y de la colonización desde manchas de vegetación circundantes, además de las especies añadidas mediante hidrosiembras realizadas según prácticas de restauración habituales (las especies hidrosebradas fueron el 8% del total de especies registradas). Más de la mitad de las 342 especies inventariadas pertenecieron sólo a tres familias: 68 (20%) eran leguminosas, 56 (16%) eran gramíneas y 51 (15%) eran compuestas. El 63% de las especies fueron pluriregionales (paleotempladas), el 25% fueron especies mediterráneas (14% estenomediterráneas, 7% eurimediterráneas y 4% iberonorteafricanas) y el 11% cosmopolitas. El biotipo predominante de las especies con un 84% del total fue el de los terófitos; un 11% fueron hemicriptófitos. El 40% de las especies fueron ruderales y arvenses y el 25% fueron típicas de pastizales y herbazales nitrófilos. La cobertura de los taludes estuvo positivamente relacionada con su biomasa y con su riqueza a lo largo de una misma estación fenológica. Sin embargo, la riqueza de los terraplenes disminuyó con los años, siendo la familia Leguminosae la que más especies perdió y Compositae la que más especies ganó en los tres años de estudio.

**Palabras clave:** *talud de carretera, comunidades de herbáceas, composición florística, diversidad, pérdida de riqueza, cobertura*

## SUMMARY

Plant cover and floristic composition was studied in 83 motorway slopes (46 roadcuts and 37 embankments) of the Autopista de la Costa del Sol motorway (Málaga, South of Spain) from 2001 to 2003. The communities studied were the result of the colonization from the surrounding areas and emergence from the seed bank of the slopes, plus the addition of species by standard hydroseeding techniques (8% of the total of species). More than half of the 342 species recorded in the study belonged to only three families: 68 were Leguminosae (20%), 56 Poaceae (16%) and 51

<sup>1</sup> Centro de Ciencias Medioambientales, C.S.I.C., Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid. E-mail: silvia@ccma.csic.es

<sup>2</sup> Departamento de Biología Vegetal, Universidad Complutense de Madrid. C/José Antonio Novais s/n. Ciudad Universitaria 28040 Madrid.

Recibido: 22/07/2004.

Aceptado: 21/10/2004.

(15%) Compositae. 63% of the species were from the paleo-temperate region, 25% were Mediterranean (14% steno-Mediterranean, 4% ibero-northafrican and 7% euri-Mediterranean) and 11% were cosmopolite. The dominant growth form was terophytes (84%) and 11% were hemi-cryptophytes. 40% of the species were ruderals and arvenses and 25% were typical from pastures and nitrophilous grasslands. Cover of slopes was positively related with biomass and species richness within the same phenologic stage. Nevertheless, species richness decreased in consecutive years, with decreasing number of Leguminosae and increasing of Compositae species.

**Key words:** *motorway slopes, herbaceous communities, diversity, floristic composition, loss of species richness, cover*

## INTRODUCCIÓN

Los taludes de carretera son grandes superficies de suelo desnudo y en pendiente que se forman como consecuencia de los movimientos de tierra que se generan en las obras de infraestructuras. La eliminación de la cubierta vegetal natural acelera los procesos de erosión y deja suelos sin estructura y con poca materia orgánica (MARTÍNEZ-ALONSO & VALLADARES 2002). La restauración de estas zonas degradadas es por tanto necesaria para frenar los procesos erosivos y estabilizar el suelo. Sin embargo, es difícil conseguir que el ecosistema generado funcione del mismo modo en que lo hacía antes de la perturbación que llevó a la restauración (BALAGUER 2002). Para la recuperación de estas superficies se usan herramientas como la hidrosiembra con especies comerciales o la producción de planta de especies seleccionadas para la obra, y, menos frecuentemente, conectar el espacio a restaurar con otros menos degradados, o utilizar el banco de semillas existente en el suelo (BALAGUER 2002, ANDRES & JORBA 2000, MONTALVO *et al* 2002). Las limitaciones a estas herramientas vienen marcadas por las fuertes pendientes, los afloramientos rocosos y, cuando estos taludes se dan en zonas de clima mediterráneo, por las altas temperaturas y los largos periodos de sequía (GARCÍA-FAYOS *et al* 2000).

Las comunidades de taludes de carretera son el resultado del asentamiento de especies procedentes del banco de semillas del suelo y de la colonización espontánea desde manchas de

vegetación circundantes, además de las especies aportadas con las hidrosiembras realizadas. La composición florística de las comunidades establecidas en los taludes cambia con el tiempo: las especies hidrosembadas en los taludes son sustituidas por otras y la colonización por especies autóctonas aumenta. Aunque muchos factores están implicados en estos cambios en la composición de las especies, son principalmente debidos a que un grupo de especies que habitan inicialmente un lugar modifican este hábitat de modo que lo hacen más adecuado para el asentamiento de otras (WALI 1999, LAVOREL & GARNIER 2002). Durante los primeros estadios sucesionales, la composición y la abundancia de las especies sufre fuertes cambios. La tasa de colonización es alta al principio, disminuyendo más tarde según algunas especies van haciéndose dominantes y otras son desplazadas por competencia (MOUQUET *et al* 2003, MOUQUET *et al* 2004). Los factores que controlan el establecimiento de la vegetación en taludes de carretera son entre otros la capacidad de dispersión y germinación de las especies (ALBORCH *et al* 2003) o el arrastre de las mismas por el agua, así como la erosionabilidad del talud (MARTÍNEZ-ALONSO & VALLADARES 2002, BOCHET & GARCÍA-FAYOS 2004, ISSELSTEIN *et al* 2002). Además de conocer las especies asentadas en los taludes, las relaciones entre riqueza, biomasa y cobertura pueden arrojar luz sobre la estabilidad temporal y la resiliencia de los ecosistemas (CHAPIN III *et al* 2001), lo cual permitiría estimar la duración a medio y largo plazo de la cobertura en el talud.

Con la intención general de comprender mejor la flora y la ecología de las comunidades vegetales que participan en la estabilización y recuperación ambiental de los taludes de carretera se ha planteado este trabajo cuyo objetivos concretos fueron: i) conocer la composición florística, el biotipo y los rasgos biogeográficos de las especies presentes en los taludes de carreteras de una zona del Sur de España, ii) conocer las relaciones que se establecen entre variables de la comunidad como riqueza, biomasa o cobertura, iii) analizar la evolución a corto plazo de las comunidades vegetales desde la finalización de las obras. Como hipótesis de trabajo planteamos que a) dada la región de estudio debían predominar las especies mediterráneas, b) la riqueza está positivamente relacionada con la biomasa y la cobertura de acuerdo con CASADO et al (2004), iii) la riqueza debería disminuir con el tiempo debido a la exclusión competitiva de acuerdo con HE & LEGENDRE (2002) y MOUQUET et al (2004).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Zona de estudio

Las comunidades estudiadas se encuentran situadas en dos tramos de la Autopista de la Costa del Sol, entre las localidades de Estepona (Málaga) y Torreguadiaro (Cádiz), en el sur de España (36º 35' N y 5º 20' W). La construcción de ese tramo de autopista se llevó a cabo entre 1999-2001 y los taludes fueron hidrosebrados entre los años 1999 y 2003. La altura media a la que transcurre este tramo de autopista es de 100-200 metros sobre el nivel del mar. La zona de trabajo presenta una temperatura media anual de 18,5º C y un régimen de precipitación de 873 mm anuales. Las formaciones litológicas más importantes están dominadas por areniscas y afloramientos calizos ocasionales de origen secundario y terciario. En muchas zonas atravesadas por la autopista dominan formaciones de alcornoques (*Quercus suber*) y coscojares (*Quercus cocci-*

*fera*) con lentisco (*Pistacia lentiscus*) y palmito (*Chamaerops humilis*) alternadas con campos de cultivo.

### Estudio de las comunidades

Para la descripción de las comunidades establecidas en los taludes de la Autopista de la Costa del Sol se seleccionaron diversos desmontes (talud de excavación) y terraplenes (talud de acumulación) en cada año de estudio. En 2001 se muestrearon 39 taludes que fueron hidrosebrados entre 1999 y 2000. De los taludes seleccionados, 21 fueron desmontes de 27º y 45º de pendiente, y 18 terraplenes de 27º y 34º de pendiente. En 2002, se continuó el seguimiento de 10 terraplenes ya muestreados durante el año anterior, 6 terraplenes de 27º de pendiente y 4 de 34º de pendiente. En el mismo año, se muestrearon 21 nuevos taludes hidrosebrados en 2002, 9 terraplenes y 3 desmontes de 34º de pendiente y 3 terraplenes y 6 desmontes de 27º de pendiente. Durante el último año de seguimiento (2003) se estudiaron 6 terraplenes y 16 desmontes hidrosebrados en 2002 (Tabla 1). Por tanto, hubo 2 conjuntos de taludes hidrosebrados en 2 fechas distintas: el primer conjunto fue hidrosebrado entre 1999-2000 y muestreado en 2001-2002; el segundo conjunto de taludes fue hidrosebrado en 2002 y muestreado en 2002-2003. Los años de muestreo de cada conjunto están denominados año 1 y año 2 en tablas y figuras.

Los taludes fueron hidrosebrados con una mezcla de semillas de diferentes especies según el momento de aplicación (Tabla 2). La densidad de mezcla aplicada fue en ambas situaciones de 35 g/m<sup>2</sup>. En cada talud se realizó un inventario florístico a lo largo de diversos transectos paralelos al trazado de la carretera y se estimó la cobertura vegetal y la abundancia relativa de cada especie. En 6 de los terraplenes se cuantificó el cambio de la abundancia por especie en el tiempo y la biomasa aérea en 36 parcelas de 1m<sup>2</sup>. Para la estimación de la biomasa aérea se cortó toda la vegetación del cuadrado de muestreo y se secó

Tipo de talud	Pendiente (°)	Orientación	Fecha de hidrosiembra	Momento de Muestreo	Tipo de talud	Pendiente (°)	Orientación	Fecha de hidrosiembra	Momento de Muestreo
D	34°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	D	27°	Umbría	2002	Mayo 2003
D	45°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	D	27°	Solana	2002	Mayo 2003
D	45°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	D	34°	Solana	2002	Mayo 2003
D	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	D	34°	Umbría	2002	Mayo 2003
D	45°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	D	34°	Solana	2002	Mayo 2003
D	45°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	27°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001
D	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	27°	Solana	1999-2000	Mayo 2001
D	45°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	T	27°	Solana	1999-2000	Mayo 2001
D	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001
D	45°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	T	34°	Solana	1999-2000	Mayo 2001
D	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001
D	45°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	T	34°	Solana	1999-2000	Mayo 2001
D	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	27°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001
D	34°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	T	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	34°	Solana	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	45°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	T	27°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	45°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	27°	Solana	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	45°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	27°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	45°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	27°	Solana	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001	T	34°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	34°	Solana	1999-2000	Mayo 2001	T	34°	Solana	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	27°	Solana	2002	Mayo 2002	T	27°	Umbría	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	27°	Umbría	2002	Mayo 2002	T	27°	Solana	1999-2000	Mayo 2001, Mayo 2002
D	27°	Solana	2002	Mayo 2002	T	34°	Umbría	2002	Mayo 2002
D	34°	Umbría	2002	Mayo 2002	T	34°	Solana	2002	Mayo 2002
D	27°	Solana	2002	Mayo 2002	T	34°	Umbría	2002	Mayo 2002
D	27°	Solana	2002	Mayo 2002	T	34°	Solana	2002	Mayo 2002
D	27°	Umbría	2002	Mayo 2002	T	34°	Umbría	2002	Mayo 2002
D	27°	Umbría	2002	Mayo 2003	T	27°	Solana	2002	Mayo 2002
D	34°	Umbría	2002	Mayo 2003	T	27°	Umbría	2002	Mayo 2002
D	34°	Umbría	2002	Mayo 2003	T	34°	Solana	2002	Mayo 2002
D	34°	Solana	2002	Mayo 2003	T	34°	Umbría	2002	Mayo 2002
D	34°	Solana	2002	Mayo 2003	T	34°	Solana	2002	Mayo 2002
D	34°	Umbría	2002	Mayo 2003	T	34°	Umbría	2002	Febrero-julio 2003
D	34°	Solana	2002	Mayo 2003	T	34°	Umbría	2002	Febrero-julio 2003
D	27°	Umbría	2002	Mayo 2003	T	27°	Umbría	2002	Febrero-julio 2003
D	27°	Umbría	2002	Mayo 2003	T	34°	Umbría	2002	Febrero-julio 2003
D	27°	Solana	2002	Mayo 2003	T	34°	Solana	2002	Febrero-julio 2003
D	34°	Solana	2002	Mayo 2003	T	34°	Solana	2002	Febrero-julio 2003
D	34°	Solana	2002	Mayo 2003	T	34°	Umbría	2002	Febrero-julio 2003

**Tabla 1.** Descripción de los taludes muestreados entre 2001 y 2003. T: terraplén; D: desmonte.**Table 1.** Description of the 83 slopes studied between 2001 and 2003. T: embankment. D: roadcut.

en estufa a 65° C durante un mínimo de 3 días. El muestreo de los taludes se realizó en los momentos de máximo desarrollo de las comunidades (mayo de 2001 y 2002) salvo en los 6 terraplenes que se muestrearon periódicamente entre febrero y Julio de 2003.

Para cada especie se determinó su biotipo, corología y el tipo de hábitat en el que aparecen, siguiendo los criterios de Pignatti (PIGNATTI 1982), y de la Flora Vasculare de Andalucía Occidental (VALDÉS *et al.* 1987). Para la descripción del hábitat se usaron las

definiciones de Font Quer (FONT QUER 1953). Por ruderal se entiende la vegetación que crece en medios antrópicos, que generalmente tiene altos requerimientos de nutrientes y es poco tolerante en la competencia con otras plantas. Vegetación arvense es aquella que invade los cultivos y prados y por último, se entiende por herbazal aquellas zonas donde abundan las especies herbáceas, y por pastizal los lugares donde pasta ganado.

Para testar las hipótesis del trabajo, los datos de riqueza específica se analizaron estadística-

Especie	Familia
<i>Acacia cyanophylla</i> L.	Leguminosae
<i>Adenocarpus complicatus</i> (L.) Gay	Leguminosae
<i>Aegilops neglecta</i> Req. ex Bertol	Poaceae
<i>Aegilops ovata</i> L.	Poaceae
<i>Agropyron repens</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae
<i>Agropyrum cristatum</i> (L.) Gaertn. *	Poaceae
<i>Agropyrum intermedium</i> L. * ?	Poaceae
<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Liliaceae
<i>Allium roseum</i> L.	Liliaceae
<i>Alyssum granatense</i> Boiss. & Reut.	Cruciferae
<i>Ammi visnaga</i> (L.) Lam.	Umbeliferae
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers	Compositae
<i>Anacyclus radiatus</i> Loisel	Compositae
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae
<i>Anchusa azurea</i> Miller	Compositae
<i>Andryala integrifolia</i> L.	Compositae
<i>Andryala ragusina</i> L.	Compositae
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Compositae
<i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss.	Poaceae
<i>Anthoxanthum ovatum</i> Lag	Poaceae
<i>Anthyllis cytisoides</i> L. *	Leguminosae
<i>Anthyllis gerardi</i> L.	Leguminosae
<i>Anthyllis tetraphylla</i> L.	Leguminosae
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	Leguminosae
<i>Arenaria hispanica</i> Sprenger	Cariophyllaceae
<i>Arisarum simorrhinum</i> Durieu	Araceae
<i>Arrhenatherum album</i> (Vahl) WD Clayton)	Poaceae
<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae
<i>Asparagus albus</i> L.	Liliaceae
<i>Asphodelus ramosus</i> L.	Liliaceae
<i>Asteriscus aquaticus</i> (L.) Less.	Compositae
<i>Asterolinon linum stellatum</i> (L.) Duby	Primulaceae
<i>Astragalus echinatus</i> Murray	Leguminosae
<i>Atriplex halimus</i> L. *	Chenopodiaceae
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	Poaceae
<i>Avena fatua</i> L.	Poaceae
<i>Avena sterilis</i> L.	Poaceae
<i>Avenula sulcata</i> (Gay,ex Boiss.) Dumort	Poaceae
<i>Biscutella baetica</i> Bss. & Reuter	Cruciferae
<i>Biserrula pelecinus</i> L.	Leguminosae
<i>Brachypodium dystachion</i> (L.) Beauv	Poaceae

Especie	Familia
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv.	Poaceae
<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch	Cruciferae
<i>Brassica oleracea</i> L.	Cruciferae
<i>Briza maxima</i> L.	Poaceae
<i>Bromus diandrus</i> Roth	Poaceae
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Poaceae
<i>Bromus matritensis</i> L.	Poaceae
<i>Bromus rigidus</i> Roth	Poaceae
<i>Bromus rubens</i> L.	Poaceae
<i>Bromus scoparius</i> L.	Poaceae
<i>Bromus sterilis</i> L.	Poaceae
<i>Bromus tectorum</i> L.	Poaceae
<i>Bupleurum lancifolium</i> Hornem.	Umbeliferae
<i>Calendula arvensis</i> L.	Compositae
<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link	Leguminosae
<i>Carduncellus caeruleus</i> (L.) Parl.	Compositae
<i>Carduus bourgeanus</i> Boiss. & Reuter	Compositae
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Compositae
<i>Carlina corimbosa</i> L.	Compositae
<i>Carthamus lanatus</i> L.	Compositae
<i>Centaurea aspera</i> L.	Compositae
<i>Centaurea melitensis</i> L.	Compositae
<i>Centaurea pullata</i> L.	Compositae
<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Compositae
<i>Centaurea spherocefala</i> L.	Compositae
<i>Centaurium erythraea</i> Rafn.	Gentianaceae
<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce.	Gentianaceae
<i>Centranthus macrosiphum</i> Boiss.	Valerianaceae
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Arecaceae
<i>Chenopodium murale</i> L.	Chenopodiaceae
<i>Chenopodium opulifolium</i> Schrader	Chenopodiaceae
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Compositae
<i>Cichorium endivia</i> L.	Compositae
<i>Cistus albidus</i> L. *	Lamiaceae
<i>Cistus ladanifer</i> L.	Cistaceae
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	Cistaceae
<i>Cistus salvifolius</i> L.	Cistaceae
<i>Coleostephus myconis</i> L.	Compositae
<i>Convolvulus altheoides</i> L.	Convolvulaceae
<i>Convolvulus meonanthus</i> Hoffmanns & Link	Convolvulaceae
<i>Convolvulus tricolor</i> L.	Convolvulaceae



Especie	Familia
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	Compositae
<i>Coris monspeliensis</i> L.	Primulaceae
<i>Corrigiola littoralis</i> L.	Cariophyllaceae
<i>Crambe filiformis</i> Jacq.	Cruciferae
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	Compositae
<i>Crepis vesicaria</i> L.	Compositae
<i>Crucianella angustifolia</i> L.	Rubiaceae
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers * ?	Poaceae
<i>Cynoglossum cheirifolium</i> L.	Boraginaceae
<i>Cynoglossum creticum</i> Miller	Boraginaceae
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link.	Leguminosae
<i>Dactylis glomerata</i> L * ?	Poaceae
<i>Daucus carota</i> L.	Umbeliferae
<i>Desmazeria rigida</i> (L.) Tutin	Poaceae
<i>Diplotaxis eruroides</i> (L.) DC.	Cruciferae
<i>Diplotaxis virgata</i> (Cav.) DC.	Cruciferae
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	Compositae
<i>Echinops strigosus</i> L.	Compositae
<i>Echium creticum</i> L.	Boraginaceae
<i>Echium plantagineum</i> L.	Boraginaceae
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Poaceae
<i>Erodium chium</i> (L.) J Willd	Geraniaceae
<i>Erodium ciconium</i> (L. & Jusl.) L'Hérit	Geraniaceae
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Herit	Geraniaceae
<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Herit	Geraniaceae
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Herit	Geraniaceae
<i>Erodium primulaeum</i> Welw ex Lange	Geraniaceae
<i>Euphorbia characias</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia exigua</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia falcata</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia peplus</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia segetalis</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia sulcata</i> de Lens ex Loisel	Euphorbiaceae
<i>Fedia cornucopiae</i> (L.) Gaertner	Valerianaceae
<i>Fedia scorpioides</i> Dufresne	Valerianaceae
<i>Ferula communis</i> L.	Umbeliferae
<i>Festuca arundinacea</i> Schreber * ?	Poaceae
<i>Festuca rubra</i> L. * ?	Poaceae
<i>Filago pyramidata</i> L.	Compositae
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller	Cruciferae

Especie	Familia
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Spach. ex Webb.	Cistaceae
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Fumariaceae
<i>Fumaria parviflora</i> Lam.	Fumariaceae
<i>Galactites tomentosa</i> Moench.	Compositae
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae
<i>Galium parisienne</i> L.	Rubiaceae
<i>Galium spurium</i> L.	Rubiaceae
<i>Galium tricornutum</i> Dandy	Rubiaceae
<i>Galium verrucosum</i> Hudson	Rubiaceae
<i>Gastridium ventricosum</i> (Gouan)	
<i>Schinz et Thell</i>	Rubiaceae
<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	Poaceae
<i>Genista hirsuta</i> Vahl.	Leguminosae
<i>Genista scorpius</i> (L.) DC.	Leguminosae
<i>Genista umbellata</i> (L'Her.) Poiret	Leguminosae
<i>Geranium columbinum</i> L.	Geraniaceae
<i>Geranium dissectum</i> L.	Geraniaceae
<i>Geranium molle</i> L.	Geraniaceae
<i>Geranium purpureum</i> Vill. in L.	Geraniaceae
<i>Geranium rotundifolium</i> L.	Geraniaceae
<i>Gladiolus communis</i> L.	Iridaceae
<i>Glyceria notata</i> Chevall.	Poaceae
<i>Gynandrisis sysyrinchium</i> (L.) Parl.	Iridaceae
<i>Halimium</i> sp.	Cistaceae
<i>Hedipnois cretica</i> (L.) Dum.-Courset	Compositae
<i>Hedysarum coronarium</i> L.	Leguminosae
<i>Helianthemum syriacum</i> (Jacq.) Dum.-Courset	Cistaceae
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench.	Compositae
<i>Herniaria glabra</i> L.	Poaceae
<i>Hippocrepis ciliata</i> Willd.	Leguminosae
<i>Hirsfeldia incana</i> (L.) Lagrèze-Fossat	Cruciferae
<i>Hordeum leporinum</i> Link	Poaceae
<i>Hordeum vulgare</i> L.	Poaceae
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf	Poaceae
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Guttiferae
<i>Hypochaeris achyrophorus</i> L.	Compositae
<i>Iberis crenata</i> Lam.	Cruciferae
<i>Iris germanica</i> L.	Iridaceae
<i>Jasione montana</i> L.	Campanulaceae
<i>Juncus bufonius</i> L.	Juncaceae
<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	Scrophulariaceae

Especie	Familia
<i>Lactuca serriola</i> L.	Compositae
<i>Lagurus ovatus</i> L.	Poaceae
<i>Lathyrus angulatus</i> L.	Leguminosae
<i>Lathyrus aphaca</i> L.	Leguminosae
<i>Lathyrus clymenum</i> L.	Leguminosae
<i>Lathyrus latifolius</i> L.	Leguminosae
<i>Lathyrus ochrus</i> (L.) DC.	Leguminosae
<i>Lavandula multifida</i> L.	Lamiaceae
<i>Lavandula stoechas</i> L.	Lamiaceae
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat Subsp. <i>longirostris</i> (Finch&P.D.Sell)	Compositae
<i>Linaria latifolia</i> Desf.	Scrophulariaceae
<i>Linum bienne</i> Miller	Linaceae
<i>Linum strictum</i> L.	Linaceae
<i>Linum suffruticosum</i> L.	Linaceae
<i>Lithodora fruticosa</i> (L.) Griseb	Boraginaceae
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv	Cruciferae
<i>Lolium multiflorum</i> Lam * ?	Poaceae
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin. * ?	Poaceae
<i>Lotus corniculatus</i> L. * ?	Leguminosae
<i>Lotus edulis</i> L.	Leguminosae
<i>Lotus ornithopodioides</i> L.	Leguminosae
<i>Lupinus angustifolius</i>	Leguminosae
<i>Lupinus luteus</i> L. * ?	Leguminosae
<i>Malope trifida</i> Cav.	Malvaceae
<i>Malva hispanica</i> L.	Malvaceae
<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae
<i>Mantisalca salmantica</i> (L.) Briq. & Cavillier.	Compositae
<i>Medicago doliata</i> Carmin	Leguminosae
<i>Medicago littoralis</i> Rhode ex Loisel.	Leguminosae
<i>Medicago minima</i> (L.) Bartal	Leguminosae
<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal	Leguminosae
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Leguminosae
<i>Medicago rigidula</i> L. All.	Leguminosae
<i>Medicago sativa</i> L. * ?	Leguminosae
<i>Medicago trunculata</i> Gaertner	Leguminosae
<i>Melica magnolii</i> Gren & Godron	Poaceae
<i>Melilotus alba</i> Medicus	Leguminosae
<i>Melilotus officinalis</i> L. Lam *	Leguminosae
<i>Melilotus sulcata</i> Desf.	Leguminosae
<i>Mercurialis annua</i> L.	Euphorbiaceae

Especie	Familia
<i>Micromedia graeca</i> (L.) Benth. ex Reichenb.	Lamiaceae
<i>Micropyrum tenellum</i> (L.) Link.	Poaceae
<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin	Scrophulariaceae
<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC *	Cruciferae
<i>Nerium oleander</i> L. *	Apocynaceae
<i>Nigella damascena</i> L.	Ranunculaceae
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae
<i>Omphalodes linifolia</i> (L.) Moench	Boraginaceae
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop. * ?	Leguminosae
<i>Ononis mitissima</i> L.	Leguminosae
<i>Ononis alopecuroides</i> L.	Leguminosae
<i>Ononis laxiflora</i> Desf.	Leguminosae
<i>Ononis natix</i> L.	Leguminosae
<i>Ononis reclinata</i> L.	Leguminosae
<i>Ononis viscosa</i> (L.) spp. <i>breviflora</i> (DC). Nyman	Leguminosae
<i>Ornithopus compressus</i> L.	Leguminosae
<i>Orobanche amethystea</i> Thuill.	Orobanchaeae
<i>Orobanche ramosa</i> L.	Orobanchaeae
<i>Otospermum glabrum</i> (Lag.) Willk.	Compositae
<i>Oxalis pes caprae</i> L.	Oxalidaceae
<i>Papaver h yibridum</i> L.	Papaveraceae
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae
<i>Papaver somniferum</i> L.	Papaveraceae
<i>Parentucelia viscosa</i> L.	Scrophulariaceae
<i>Paronychia argentea</i> Lam.	Cariophyllaceae
<i>Paronychia echinulata</i> Chater	Cariophyllaceae
<i>Petrorhagia nanteuillii</i> (Burnat) P. W Ball & Heyw.	Cariophyllaceae
<i>Petrorhagia velutina</i> (Guss.) Ball & Heywood	Cariophyllaceae
<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.	Compositae
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	Poaceae
<i>Phalaris aquatica</i> L.	Poaceae
<i>Phalaris brachistachys</i> Link.	Poaceae
<i>Phalaris coerulescens</i> Desf.	Poaceae
<i>Phalaris minor</i> Retz	Poaceae
<i>Phlomis purpureus</i> L.	Lamiaceae
<i>Picris echioides</i> L.	Compositae
<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Cosson *	Poaceae
<i>Piptatherum paradoxum</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae

Especie	Familia
<i>Plantago afra</i> L.	Plantaginaceae
<i>Plantago albicans</i> L.	Plantaginaceae
<i>Plantago bellardii</i> All.	Plantaginaceae
<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginaceae
<i>Plantago lagopus</i> L.	Plantaginaceae
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae
<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae
<i>Plantago sempervirens</i>	Plantaginaceae
<i>Poa pratensis</i> L. * ?	Poaceae
<i>Polypogon maritimus</i> Willd	Poaceae
<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	Poaceae
<i>Psoralea bituminosa</i> L.	Leguminosae
<i>Psoralea bituminosa</i> L.	Leguminosae
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh	Compositae
<i>Quercus coccifera</i> L.	Fagaceae
<i>Quercus rotundifolia</i> Lam.	Fagaceae
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Ranunculaceae
<i>Ranunculus muricatus</i> L.	Ranunculaceae
<i>Ranunculus paludosus</i> Poiret	Ranunculaceae
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Cruciferae
<i>Raphistrum rugosum</i> (L.) All	Cruciferae
<i>Reichardia intermedia</i> (Schultz) Samp	Compositae
<i>Reseda lutea</i> L.	Resedaceae
<i>Reseda phyteuma</i> L.	Resedaceae
<i>Retama sphaerocarpa</i> (L.) Boiss.	Leguminosae
<i>Rhamnus oleoides</i> L.	Rhamnaceae
<i>Rhamnus lycioides</i> L.*	Rhamnaceae
<i>Ricinus comunis</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Ridolfia segetum</i> Moris	Umbeliferae
<i>Rostraria cristata</i> (L.) Talavera	Poaceae
<i>Rubia peregrina</i> L.	Rubiaceae
<i>Rubus</i> sp	Rosaceae
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	Polygonaceae
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	Polygonaceae
<i>Rumex pulcher</i> L.	Polygonaceae
<i>Rumex scutatus</i> L.	Polygonaceae
<i>Sanguisorba minor</i> Scop * ?	Rosaceae
<i>Santolina chamaecyparissus</i> L.	Compositae
<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	Dipsacaceae
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Umbeliferae
<i>Schoenus nigricans</i> L.	Cyperaceae

Especie	Familia
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Compositae
<i>Scolymus maculatus</i> L.	Compositae
<i>Scorpiurus sulcatus</i> L.	Leguminosae
<i>Scorpiurus vermiculatus</i> L.	Leguminosae
<i>Scrophularia sambucifolia</i> L.	Scrophulariaceae
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Compositae
<i>Sesamoides canescens</i> (L.) O.Kuntze	Resedaceae
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Rubiaceae
<i>Sideritis arborescens</i> Salzm. ex Bent.	Rubiaceae
<i>Silene colorata</i> Poiret	Cariophyllaceae
<i>Silene gallica</i> L.	Cariophyllaceae
<i>Silene inaperta</i> L.	Cariophyllaceae
<i>Silene nocturna</i> L.	Cariophyllaceae
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Cariophyllaceae
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	Compositae
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Cruciferae
<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	Compositae
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Compositae
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	Compositae
<i>Spartium junceum</i> L. *	Leguminosae
<i>Stachis arvensis</i> (L.) L	Lamiaceae
<i>Stachys germanica</i> L.	Lamiaceae
<i>Stegia trimestris</i> (L.) Luque & Devesa	Malvaceae
<i>Stipa capensis</i> Thumb.	Poaceae
<i>Stipa gigantea</i> Link.	Poaceae
<i>Stipa tenacissima</i> L. *	Poaceae
<i>Tetragonolobus purpureus</i> Moench	Leguminosae
<i>Teucrium capitatum</i> L.	Lamiaceae
<i>Thesium humile</i> Vahl.	Santalaceae
<i>Thymbra capitata</i> (L.) Cav.	Lamiaceae
<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertner	Compositae
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	Umbeliferae
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	Compositae
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Leguminosae
<i>Trifolium arvense</i> L.	Leguminosae
<i>Trifolium boconeii</i> Savi	Leguminosae
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	Leguminosae
<i>Trifolium cherleri</i> L.	Leguminosae
<i>Trifolium glomeratum</i>	Leguminosae
<i>Trifolium lappaceum</i>	Leguminosae



Especie	Familia
<i>Trifolium ligusticum</i> L.	Leguminosae
<i>Trifolium pratense</i> L.	Leguminosae
<i>Trifolium repens</i>	Leguminosae
<i>Trifolium scabrum</i>	Leguminosae
<i>Trifolium stellatum</i>	Leguminosae
<i>Trifolium sylvaticum</i>	Leguminosae
<i>Trifolium tomentosum</i>	Leguminosae
<i>Urospermum picrooides</i> (L.)	
<i>Scop ex FW.Schmidt</i>	Compositae

Especie	Familia
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae
<i>Valerianella discoidea</i> (L.) Loisel	Valerianaceae
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	Compositae
<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae
<i>Vicia cracca</i> L.* ?	Leguminosae
<i>Vicia laxiflora</i> Brot.	Leguminosae
<i>Vicia lutea</i> L.	Leguminosae
<i>Vicia sativa</i> L.*	Leguminosae
<i>Vulpia myuros</i> (L.) CC. Gmel	Poaceae

**Tabla 2.** Especies vegetales registradas en los taludes de la Autopista de la Costa del Sol (Málaga) entre 2001 y 2003 y familia a la que pertenecen. Las especies hidrosembradas en 1999-2000 se marcan con el símbolo \* y las hidrosembradas en 2002 con el símbolo.

**Table 2.** Plant species and family recorded in the slopes of the Costa del Sol motorway (Málaga) from 2001 to 2003. Species used in the hydroseeding carried out in 1999-2000 are marked with the symbols \* and species used in the hydroseeding in 2002 are marked with the symbol.

mente mediante ANOVA de una vía y se modelizó la relación entre variables como riqueza y cobertura o biomasa y cobertura mediante regresión lineal. Todos los datos pasaron el test de normalidad. Los programas estadísticos utilizados fueron Systat 9, (Systat Software INC, California, USA) y Sigmaplot 2002 (SPSS Inc., Illinois, USA).

## RESULTADOS

El estudio de los inventarios florísticos de los taludes reveló la existencia de 342 especies, distribuidas en 201 géneros y 48 familias (Tabla 2; Fig. 1). La familia dominante fue Fabaceae (leguminosas, 20%), seguida de Poaceae (gramíneas, 16%) y Asteraceae (compuestas, 15%). El 50% del total de las especies inventariadas en los tres años perteneció a estas familias (Tabla 3).

Al analizar individualmente las comunidades muestreadas en 2001-2002 y 2002-2003, los resultados fueron similares (Tabla 3). Las leguminosas resultaron ser la familia dominante en ambos casos y para los dos años de seguimiento. En las comunidades muestreadas en 2001-2002, las gramíneas fueron la segunda

familia más abundante en los dos años de seguimiento, seguida de las compuestas. Sin embargo, en las comunidades de 2002-2003 la segunda familia dominante fueron las compuestas, seguidas por las gramíneas.

En ambos conjuntos de comunidades disminuyó el número de especies, géneros y familias en el segundo año de muestreo. En las comunidades muestreadas en 2001-2002, desaparecieron el mismo número de especies de las tres familias dominantes (Tabla 4, Fig. 7), aunque en porcentajes fueron las compuestas la familia con más especies desaparecidas. En contraposición, las compuestas fueron la familia que más especies nuevas tuvo en el segundo año (12), 50% más que la aparición de leguminosas (6). En las comunidades estudiadas en 2002-2003, las gramíneas fue la familia en la que más especies desaparecieron. En cuanto a las especies nuevas, aparecieron de nuevo más compuestas y gramíneas que leguminosas.

El 63% de las especies fueron típicas de la región paleotemplada, el 25% de las especies fueron mediterráneas, de las cuales el 14% fueron estenomediterráneas, 7% eumediterráneas y 4% iberonorteaficanas (Fig. 2). En relación con el biotipo, 84% fueron terófitos y 11% hemicriptófitos (Fig. 3). El 40% fueron rudera-

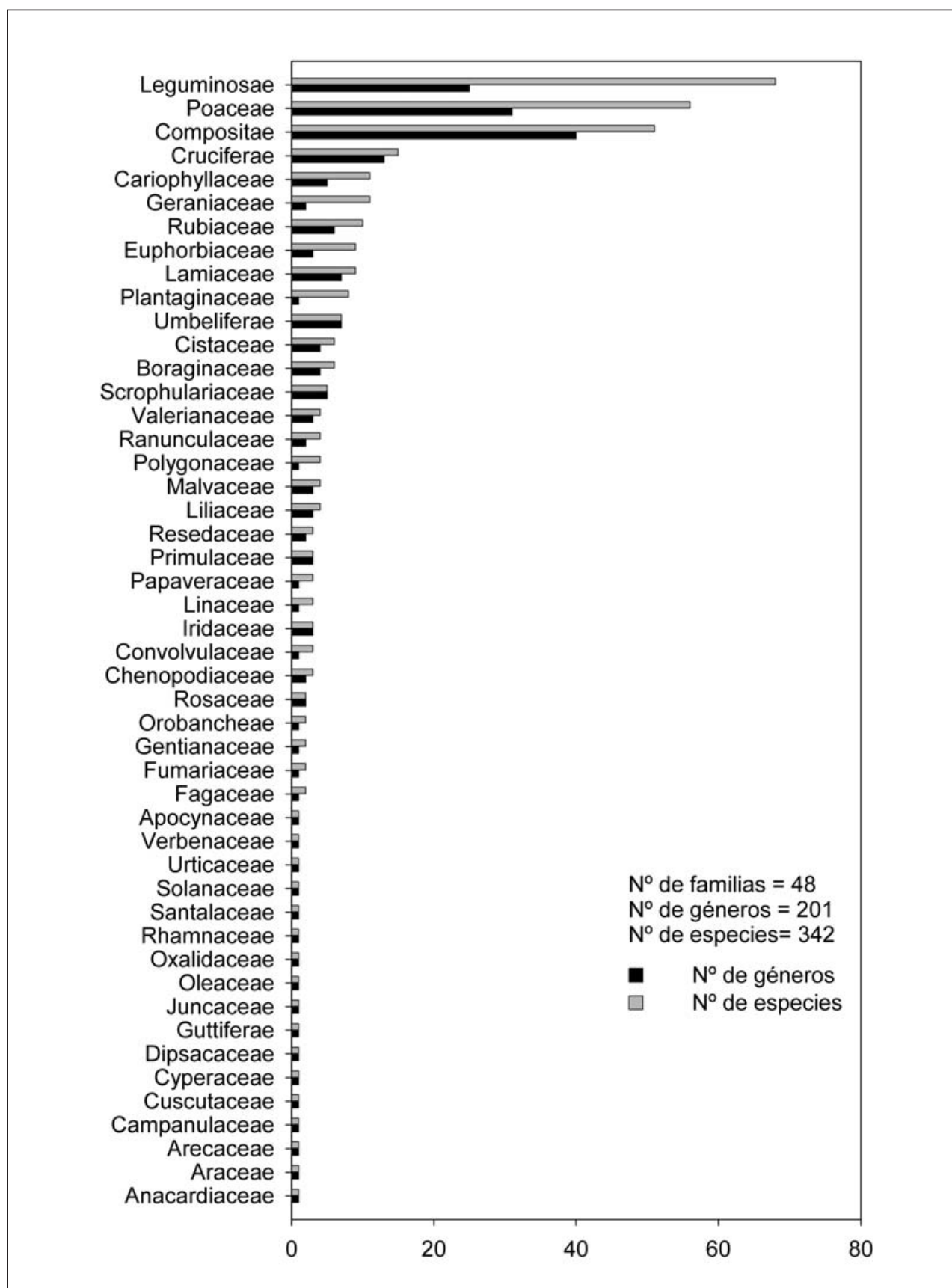


Figura 1 - Número de especies y géneros por familia inventariadas en 83 taludes estudiados en tres años de seguimiento (2001-2003).  
 Figure 1 - Number of plant species per family recorded in 83 motorway slopes during a three years monitoring study (2001-2003).

Fecha de HIDROSIEMBRA: 1999-2000		
	AÑO 1	AÑO 2
Número de especies	204	165
Número de géneros	147	115
Número de familias	41	35
Familias dominantes	Leguminosae (22,4%) Poaceae (20,4%) Compositae (16,4%)	Leguminosae (18,9%) Poaceae (18,9%) Compositae (17,1%)
Fecha de HIDROSIEMBRA: 2002		
	AÑO 1	AÑO 2
Número de especies	225	189
Número de géneros	143	117
Número de familias	46	32
Familias dominantes	Leguminosae (22,2%) Poaceae (15,11%) Compositae (16%)	Leguminosae (20,64%) Poaceae (14,81%) Compositae (18,51%)

**Tabla 3.** Número de especies, géneros y familias inventariados en los taludes que fueron hidrosembrados en 1999-2000 y en 2002.  
**Table 3.** Number of species, genera and families recorded in the slopes that were hydroseeded in 1999-2000 and in 2002.

Familia	Especies presentes 1er año	Especies que han desaparecido	Especies nuevas
Fecha de HIDROSIEMBRA: 1999-2000			
Leguminosae	44	11 (25%)	6 (13,6%)
Compositae	33	11 (33,3%)	12 (36,6%)
Poaceae	40	11 (27,5%)	9 (22,5%)
Fecha de HIDROSIEMBRA: 2002			
Leguminosae	40	14 (35%)	6 (15%)
Compositae	36	10 (27,7%)	9 (25%)
Poaceae	26	18 (70%)	9 (34,6%)

**Tabla 4.** Número de especies desaparecidas y especies nuevas de las familias dominantes en los taludes estudiados.  
**Table 4.** Number of disappeared species and new species of the dominant families of the studied slopes.

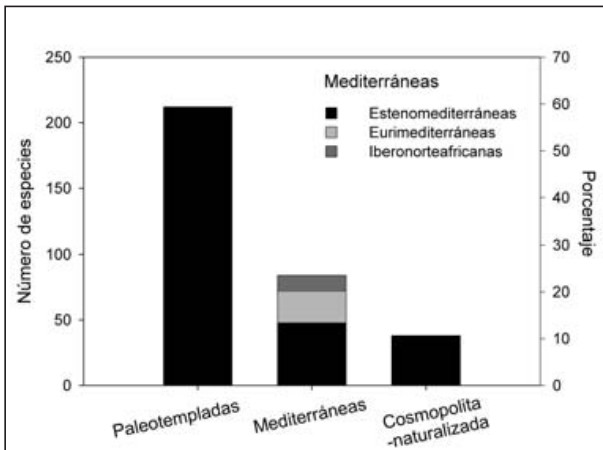


Figura 2 - Distribución biogeográfica de las especies inventariadas en tres años de seguimiento en los 83 taludes estudiados.

Figure 2 - Biogeographic distribution of the species recorded in a three-year study in 83 slopes.

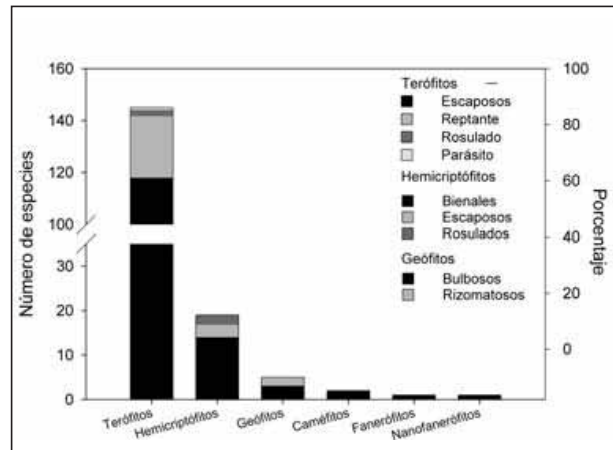


Figura 3 - Biotipo de las especies inventariadas en 83 taludes estudiados.

Figure 3 - Growth form of the species recorded in 83 slopes

les y arvenses y el 25% propias de pastizales y herbazales nitrófilos (Fig. 4).

Existió una relación estadísticamente significativa y positiva entre la cobertura y la biomasa de los terraplenes muestreados (Fig. 5). Además, existió una relación estadísticamente significativa y positiva entre la cobertura de los terraplenes y la riqueza (Fig. 6). Esta relación varió a lo largo del periodo de crecimiento. La riqueza específica disminuyó significativamente en ambas comunidades en el

segundo año de seguimiento (Fig. 7).

## DISCUSIÓN

Una de las cuestiones más difíciles en ecología de las comunidades es conocer cómo se produce el ensamblaje de las mismas (THORNTON 2001). En la sucesión, las especies primocolonizadoras pueden facilitar el crecimiento de otras especies ya establecidas o favorecer su

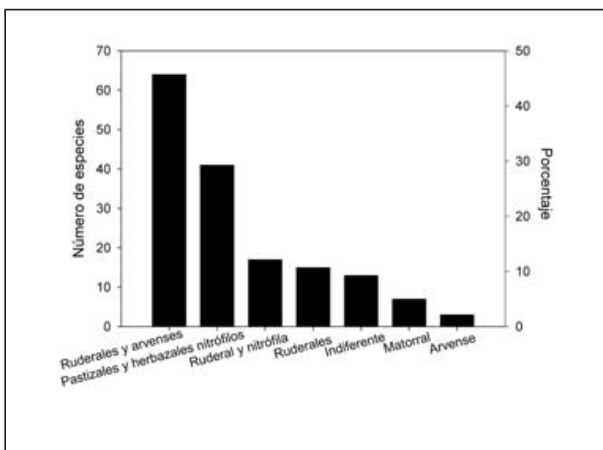


Figura 4 - Hábitat y ecología de las especies de terraplenes muestreados en 2003.

Figure 4 - Habitat and ecology of the species recorded in the embankments studied in 2003

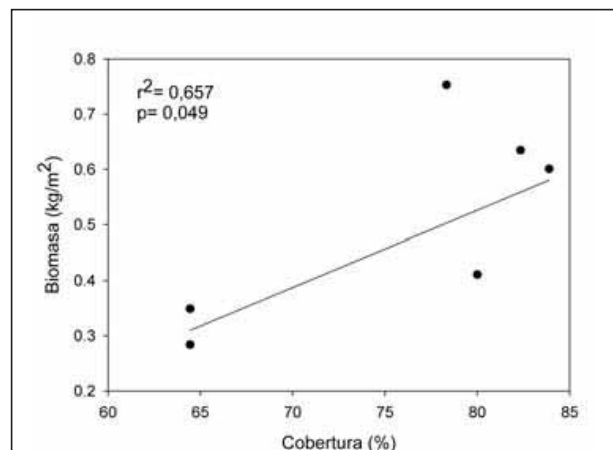
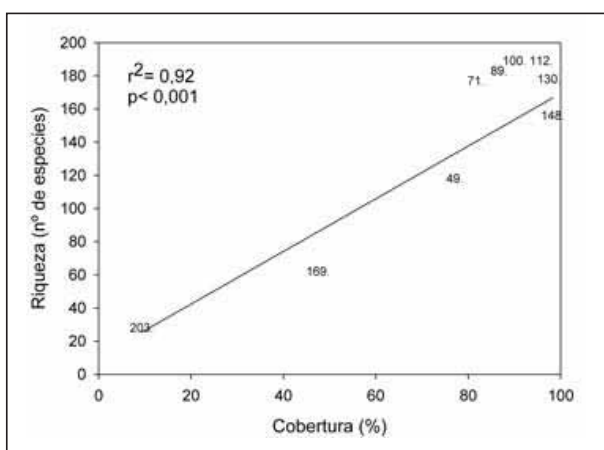


Figura 5 - Relación entre la biomasa y la cobertura de 6 terraplenes muestreados en 2003. Se indica el coeficiente de correlación ( $r^2$ ) y la significación de la regresión.

Figure 5 - Relationship between biomass and plant cover (%) in 6 embankments studied in 2003. The coefficient of correlation ( $r^2$ ) and the significance of the regression are indicated.

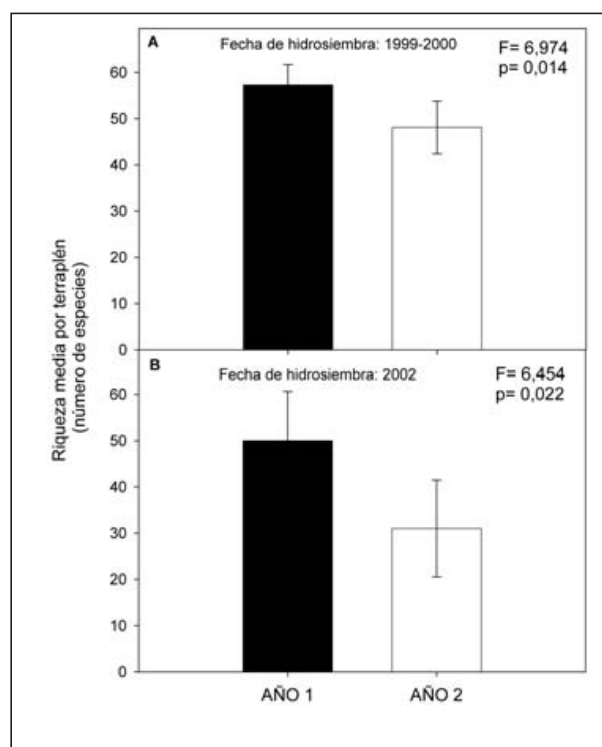


**Figura 6** - Regresión entre la cobertura y la riqueza de especies durante el periodo de crecimiento del año 2003 de las comunidades de los 6 terraplenes estudiados. El número corresponde al día juliano en que se realizó la medida. Se indica el coeficiente de correlación ( $r^2$ ) y la significación de la regresión.

**Figure 6** - Relationship between biomass and plant cover (%) in 6 embankments studied in 2003. The coefficient of correlation ( $r^2$ ) and the significance of the regression are indicated.

posterior asentamiento, por ejemplo mediante el aumento de nutrientes del suelo a través de la colonización con leguminosas fijadoras de nitrógeno (BELLINGHAM et al 2001). Los taludes de carretera son un caso de sucesión secundaria en la que la colonización intenta ser favorecida por la adición antrópica de semillas mediante la hidrosiembra. Estas comunidades pueden propiciar las condiciones adecuadas para el asentamiento de las especies procedentes del banco de semillas o de la matriz circundante. A pesar de las incertidumbres existentes en la estructura de las comunidades de herbáceas en los primeros estadios sucesionales, durante nuestro estudio hemos obtenido patrones que se apoyaron empíricamente y se repitieron a lo largo del tiempo, como fueron la disminución de la riqueza específica en los taludes con el tiempo y la dominancia de unas pocas familias sobre la mayoría.

Las comunidades establecidas en los taludes estuvieron dominadas por tres familias, (leguminosas, gramíneas y compuestas). Este patrón se observa también a escala mundial (HEYWOOD 1978) y a escala local en otras zonas, tanto de la Península Ibérica (VAQUE-



**Figura 7** - Riqueza específica media de los terraplenes en A) 19 terraplenes (año 1) y 9 terraplenes (año 2) hidrosiembrados en 1999-2000 y B) 12 terraplenes (año 1) y 6 terraplenes (año 2) hidrosiembrados en 2002. Se representa la media y la desviación estándar de la riqueza. Se han encontrado diferencias significativas en la riqueza en los dos años de seguimiento (ANOVA de una vía).

**Figure 7** - Average species richness in embankments in A) 19 embankments (1<sup>st</sup> year) and 9 embankments (2<sup>nd</sup> year) hydroseeded in 1999-2000 and B) 12 embankments (1<sup>st</sup> year) and 6 embankments (2<sup>nd</sup> year) hydroseeded in 2002. Statistically significant differences between years were found in both cases.

RO DE LA CRUZ 1993, GIL & COSTA-TENORIO 2003, COSTA-TENORIO et al 1993), como de otras regiones (CHANGWE & BALKWILL 2003, CHIAPPY-JHONES et al 2001), aunque existen casos de ambientes extremos, como los desiertos, en que las familias dominantes son otras (ABD EL-GHANI 2000). Además, crucíferas, cariofiláceas y labiadas se encontraron entre las 10 familias más abundantes. Es significativo destacar que la familia dominante fue la de las leguminosas, frente a las gramíneas y compuestas que suele ser el patrón general en otras zonas. Este resultado puede deberse al hecho de que 10 de las 68



especies de leguminosas encontradas (13%) pertenecía a la mezcla de la hidrosiembra. Esta dominancia puede deberse, asimismo, al hecho de que las leguminosas se vean más favorecidas durante la primavera y otoño y por el contrario las gramíneas durante el verano e invierno (ANDRÉS *et al.* 1996). La dominancia de las familias puede deberse a tener pocas especies pero muy abundantes, muchas especies de abundancia baja o moderada, o bien a una combinación de estos factores. Leguminosas, plantagináceas y geraniáceas, por ejemplo, presentan un número muy diferente de taxones específicos y géneros. Esto se debe a la alta diversificación de las especies dentro de los géneros (por ejemplo, en el género *Trifolium*). En el extremo opuesto se encuentran crucíferas y umbelíferas, cuyos géneros presentan poca diversificación y, en ocasiones, un solo taxón.

En relación con la corología de las especies, predominaron las especies paleotempladas, seguidas de las especies mediterráneas y cosmopolitas, en contraposición con lo encontrado en otras comunidades mediterráneas, en las que dominaban especies típicamente mediterráneas (COSTA-TENORIO *et al.* 1993, VAQUERO DE LA CRUZ 1993). Esto puede deberse a que se trata de los primeros estadios de las comunidades, donde es esperable encontrar especies más generalistas, como consecuencia del hábitat ruderal y arvense que las caracteriza. El predominio de los elementos paleotemplados puede explicarse porque se trata en su mayor parte de especies ruderales nitrófilas y especies arvenses. Sin embargo, dentro del elemento mediterráneo fueron las especies más restrictivas o esteno-mediterráneas las más abundantes. Esto sugiere que se trata de comunidades que presentan un conjunto de especies de amplia distribución (pluriregionales) propio y característico de ellas, que se corresponde con la flora ruderal nitrófila y arvense, y otro conjunto de entidad exclusiva de la comunidad mediterránea.

La existencia de una relación positiva entre la cobertura y la riqueza específica ha sido

documentada en numerosos trabajos (CASADO *et al.* 2004). En los primeros estadios de ensamblaje, las comunidades muestran saturación de especies, aunque sólo una parte de las especies presentes a escala regional pueda colonizar la zona. En estadios intermedios, la riqueza disminuye por fenómenos de exclusión competitiva, resultante en la dominancia de unas pocas especies (MOUQUET *et al.* 2003, JACQUEMYN *et al.* 2001) En los primeros estadios sucesionales, como es el caso de las comunidades estudiadas, es lógico encontrar poca estabilidad en la abundancia y la composición específica de las comunidades vegetales de una zona (MOUQUET *et al.* 2003) En los taludes de carretera, la colonización de las especies desde áreas circundantes y procedentes del banco de semillas aumentan la riqueza. Con el paso del tiempo, algunas especies se hacen dominantes y debido a la limitación de los recursos la riqueza disminuye (HE & LEGENDRE 2002). Esto ha sido documentado por numerosos autores (CASADO *et al.* 2004, JONASSON 1998, PUERTO *et al.* 1990) y ocurre también en las comunidades de herbáceas de los taludes estudiados aquí.

El aumento creciente de la construcción de infraestructuras de transporte, y por tanto de taludes de carreteras, hace necesario el estudio y descripción de las comunidades que en ellos se establecen y la evaluación de las medidas de restauración aplicadas. Es necesario destacar el interés de continuar con el estudio de estos ecosistemas nuevos, ya que hasta el momento no existen otros elementos de comparación ni estudios pormenorizados de ecosistemas comparables en zonas mediterráneas. El conocimiento a medio plazo de la evolución de estas comunidades en cuanto a su composición florística y a las relaciones entre riqueza, diversidad, biomasa y cobertura puede ayudar a mejorar las técnicas de restauración aplicadas en los taludes, así como a incrementar nuestro conocimiento sobre los procesos de colonización y sucesión vegetal.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a Patricio García-Fayos, Esther Bochet y Jaume Tormo del CIDE (CSIC) y Luis Balaguer (UCM) por su asesoramiento científico. Gracias a todos mis compañeros por su ayuda en el campo y por compartir conmigo

sus conocimientos. Este estudio ha sido posible gracias al apoyo del grupo FERROVIAL-AGROMAN SA y a la financiación obtenida del Ministerio de Ciencia y Tecnología con el proyecto TALMED (REN2001-2313). El trabajo de Silvia Matesanz está financiado por el programa I3P 2003 del CSIC.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD EL-GHANI, M. M. 2000. Floristics and environmental relations in two extreme desert zones of western Egypt. *Global Ecol Biogeography*. 9. 6. 499-516.
- ALBORCH, B., GARCÍA-FAYOS, P. & BOCHET, E. 2003. Estimación de los filtros ecológicos que controlan la colonización de los taludes de carretera a partir del estudio del banco de semillas. *Ecología*. 17. 65-75.
- ANDRÉS, P., ZAPATER, V. & PAMPLONA, M. 1996. Stabilization of motorway slopes with herbaceous cover, Catalonia, Spain. *Restoration Ecology*. 4. 1. 51-60.
- ANDRES, P. & JORBA, M. 2000. Mitigation Strategies in Some Motorway Embankments (Catalonia, Spain). *Restoration Ecology*. 8. 3. 268-275.
- BALAGUER, L. 2002. Las limitaciones de la restauración de la cubierta vegetal. *Ecosistemas. Revista de divulgación científica y técnica de Ecología y Medio Ambiente* 1. AEET. [www.aeet.org/ecosistemas/revista.htm](http://www.aeet.org/ecosistemas/revista.htm).
- BELLINGHAM, P. J., WALKER, L. R. & WARDLE, D. A. 2001. Differential facilitation by a nitrogen-fixing shrub during primary succession influences relative performance of canopy tree species. *Journal of Ecology*. 89. 5. 861-875.
- BOCHET, E. & GARCÍA-FAYOS, P. 2004. Factors Controlling Vegetation Establishment and Water Erosion on Motorway Slopes in Valencia, Spain. *Restoration Ecology*. 12. 2. 166-174.
- CASADO, M. A., CASTRO, I., RAMÍREZ-SANZ, L., COSTA-TENORIO, M., DE URBINA, J. O. & PINEDA, F. D. 2004. Herbaceous plant richness and vegetation cover in Mediterranean grasslands and shrublands. *Plant Ecology*. 170. 83-91.
- CHAPIN III, F. S., SALA, O. E. & HUBER-SANWALD, E. 2001. *Global biodiversity in a changing environment: scenarios for the 21st century*. Springer Verlag, New York.
- COSTA-TENORIO, M., GÓMEZ MANZANEQUE, C., MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. 1993. Valoración fitogeográfica de la flora vascular de los sabinars albares de la Península Ibérica. *Ecología*. 7. 127-148.
- CHANGWE, K. & BALKWILL, K. 2003. Floristics of the Dunbar Valley serpentinite site, Songimvelo Game Reserve, South Africa. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 143. 3. 271-285.
- CHIAPPY-JHONES, RICO-GRAY, GAMA & GIDDINGS. 2001. Floristic affinities between the Yucatán Peninsula and some karstic areas of Cuba. *Journal of Biogeography*. 28. 4. 535-542.
- FONT QUER, P. 1953. *Diccionario de Botánica*. Editorial Labor. Barcelona.
- HE, F. & LEGENDRE, P. 2002. Species diversity patterns derived from species-area models. *Ecology*. 83. 1185-1198.
- HEYWOOD, H. V. 1978. *Flowering Plants of the World*. Oxford University Press. Oxford.
- ISSELSTEIN, J., TALLOWIN, J. R. B. & SMITH, R. E. N. 2002. Factors Affecting Seed Germination and Seedling Establishment of Fen-Meadow Species. *Restoration Ecology*. 10. 2. 173-184.
- GARCÍA-FAYOS, P., GARCÍA-VENTOSO, B. & CERDÁ, A. 2000. Limitations to plant establishment on eroded slopes in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science*. 11. 77-86.

- GIL, T. & COSTA-TENORIO, M. 2003. Catálogo de la flora vascular de la escombrera de la mina As Pontes de García Rodríguez (A Coruña, España). *Ecología*. 17. 161-176.
- JACQUEMYN, H., BUTAYE, J. & HERMY, M. 2001. Forest plant species richness in small, fragmented mixed deciduous forest patches: the role of area, time and dispersal limitation. *J Biogeography*. 28. 6. 801-812.
- JONASSON, S. 1998. Evaluation of the point intercept method for the estimation of plant biomass. *Oikos*. 52. 101-106.
- LAVOREL, S. & GARNIER, E. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*. 16. 5. 545-556.
- MARTÍNEZ-ALONSO, C. & VALLADARES, F. 2002. La pendiente y el tipo de talud alteran la relación entre la riqueza de especies y la cobertura de las comunidades herbáceas. *Ecología*. 16. 59-71.
- MONTALVO, A. M., McMILLAN, P. A. & ALLEN, E. B. 2002. The Relative Importance of Seeding Method, Soil Ripping, and Soil Variables on Seeding Success. *Restoration Ecology*. 10. 1. 52-67.
- MOUQUET, N., MUNGUÍA, P., KNEITEL, J. M. & MILLER, T. E. 2003. Community assembly time and the relationship between local and regional species richness. *Oikos*. 103. 3. 618-626.
- MOUQUET, N., LEADLEY, P., MERIGUET, J. & LOREAU, M. 2004. Immigration and local competition in herbaceous plant communities: a three-year seed-sowing experiment. *Oikos*. 104. 1. 77-90.
- PIGNATTI, S. 1982. Flora d'Italia. Edagricole. Vols. I, II, III. Italia.
- PUERTO, A., RICO, M., MATÍAS, M. D. & GARCÍA, J. A. 1990. Variation in structure and diversity in Mediterranean grasslands related to trophic status and grazing intensity. *Journal of Vegetation Science*. 1. 445-452.
- THORNTON, I. W. B. 2001. Colonization of an island volcano, Long Island, Papua New Guinea, and an emergent island, Motmot, in its caldera lake. I. General introduction. *Journal of Biogeography*. 28. 11-12. 1299-1310.
- VALDÉS, B., TALAVERA, S. & FERNÁNDEZ GALIANO, E. 1987. Flora Vascular de Andalucía Occidental. Ketres Editora S.A. Vols. I, II, III.
- VAQUERO DE LA CRUZ, J. 1993. Flora del Parque Natural de Cabañeros (Montes de Toledo, Ciudad Real). *Ecología*. 7. 79-111.
- WALI, M. K. 1999. Ecological succession and the rehabilitation of disturbed terrestrial ecosystems. *Plant and Soil*. 213. 195-220.