

TIPOLOGIA DE PASTIZALES EN RELACION CON EL RELIEVE: LA SIERRA DEL CASTILLO (MADRID)

C. LEVASSOR, F. DIAZ PINEDA y
F. GONZALEZ BERNALDEZ
Departamento de Ecología.
Universidad Autónoma. MADRID-34.

INTRODUCCION

La distribución de la vegetación en relación con factores del relieve ha sido estudiada en numerosas ocasiones y constituye un objetivo de trabajo frecuente en ecología. Tales estudios se han practicado a diferentes escalas de detalle. En este artículo se pretende describir las características de la variación de pastizal en relación con el relieve en el alto pedimento granítico del Guadarrama (Cordillera Central, Terán 1952). El estudio se centra en la Sierra del Castillo (Collado Mediano, Madrid), que se encuentra enclavada en un área descrita desde el punto de vista florístico y fitosociológico principalmente por Rivas-Martínez (1963, 1964, 1968, 1969, 1978); Rivas-Martínez *et al.* (1973, 1977) y Arnáiz (1979). Los trabajos de estos autores permiten establecer esquemas generales de la variación de la vegetación en el área.

La zona estudiada forma parte del sector NW de la subregión de Madrid, donde se desarrollan diversas investigaciones del Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid (González Bernáldez *et al.* 1980a), concretamente las relacionadas con los proyectos MaB 513 y 515 (UNESCO 1980; OPIEM 1980) y la prospección integrada de pastizales (González-Bernáldez *et al.* 1978; Ruiz *et al.* 1979; Ruiz 1980; Galiano 1980; González Bernáldez y Pineda 1980b; Abelló *et al.* 1981). Los trabajos citados persiguen en definitiva una síntesis entre el conocimiento científico de los ecosistemas de pastizal, los estudios de percepción del entorno (González Bernáldez 1981a, b) y la concepción empírica de los pastizales por parte de pastores y ganaderos de campo, sus usuarios tradicionales.

La vegetación de la Sierra del Castillo responde en la actualidad a procesos ecológico-históricos determinados esencialmente por cambios de actividades agrarias tradicionales por el turismo y la construcción de viviendas secundarias. El descenso de la ganadería extensiva en la zona durante los últimos tercios de este siglo (OPIEM 1980) ha marcado un fuerte desequilibrio en la vegetación. Importantes extensiones han soportado la explotación tradicional de corta de leña, ramoneo, obtención de rollos

de enebro, armazones para casas, etc. Otras zonas fueron desmontadas para el cultivo itinerante de cereales hasta hace relativamente poco tiempo (faldas de la sierra). Todo ello ha desencadenado importantes fenómenos de erosión que han conducido a las situaciones de *rexistasia* actual —ruptura del equilibrio bio-geo-edafológico— en que se encuentran sobre todo las solanas. Esta *rexistasia* no ha desaparecido aún en muchas zonas, aunque es menos acusada ahora que probablemente lo fue en épocas pasadas (OPIEM 1980).

El pastizal natural desempeña un importante papel en la cicatrización, determinando la aparición de zonas de *biostasia* que corresponden a fases de estabilidad biológica del suelo, durante la cual la alteración es fundamentalmente química (movilización de cationes solubles). Se trata probablemente de procesos de estabilización a partir de situaciones de erosión anterior. Esta estabilización se hace sobre todo por instalación de plantas encespedantes rizomatosas y estoloníferas (perennes) así como leñosas. Las primeras suelen formar pautas de expansión (juveniles) y de degeneración (senescentes).

En este contexto, hay que insistir no obstante, en que el descenso de la ganadería extensiva, con la consiguiente cesación del pastoreo, así como la desaparición de la recogida de la leña, ha acentuado el desequilibrio mencionado, manifestándose así el carácter profundamente humanizado y controlado de los ecosistemas de la región en que se encuadra la sierra estudiada.

El territorio

La Sierra del Castillo constituye una pequeña alineación montañosa paralela al eje central de la Sierra de Guadarrama, de la que dista unos ocho kms. Consta de dos partes, una occidental menos elevada (1.150 m. de altitud) y otra oriental (1.342 m.) unidas por un collado que permite el tránsito en sentido N-S. Esta presierra pertenece junto a la Sierra de Cabeza Mediana, Sierra de Hoyo y Sierra de los Porrones, a un sistema de bloques y fracturas que constituyen dovelas o bloques levantados en horst y hundidas en el complejo de fracturas que surca transversalmente el pedimento o rampa del Guadarrama. El área constituye un excelente ejemplo de zona de relieve fuerte en el pedimento granítico del Guadarrama. Estas zonas son un complemento ecológico funcional de las áreas deprimidas del pedimento, que actúan como receptoras de materiales exportados por la parte elevada. Ambas forman en conjunto un sistema *vectorial* de transferencia de materia (agua, elementos resultantes de la alteración y erosión) cuya consideración es importante para el estudio y la tipología de los pastizales (Solntsev 1974; Montserrat 1975; Bernáldez *et al.* 1980a; González Bernáldez y Pineda 1980b).

Los geosistemas de las zonas altas, rejuvenecidos por su posición en el gradiente exportación-acumulación, son de gran fragilidad debido a su susceptibilidad de entrar en las condiciones de *rexistasia* mencionadas. Los suelos de la sierra estudiada corresponderían a la climax de tierras pardas meridionales y subhúmedas, sin embargo la mayor parte del área muestra los efectos de una erosión intensa y los suelos aparecen decapi-

tados y degradados a litosuelos que alternan con afloramientos de roca granítica. Los coluviones se encuentran extendidos en la base de la sierra (donde pueden distinguirse señales de antiguos cultivos hoy abandonados), siendo de carácter alóctono hasta aproximadamente la mitad del espesor del material alterado. No obstante, dadas las peculiaridades de la alteración del granito, pueden localizarse suelos de características semejantes prácticamente a todas las altitudes de la Sierra (ver fig. 1). Ello pone de manifiesto la complejidad de los factores que determinan la variación de la vegetación en el territorio, al superponerse la mosaicidad geomorfológica a los efectos altitudinales, topoclimáticos y de bio-rexistasia.

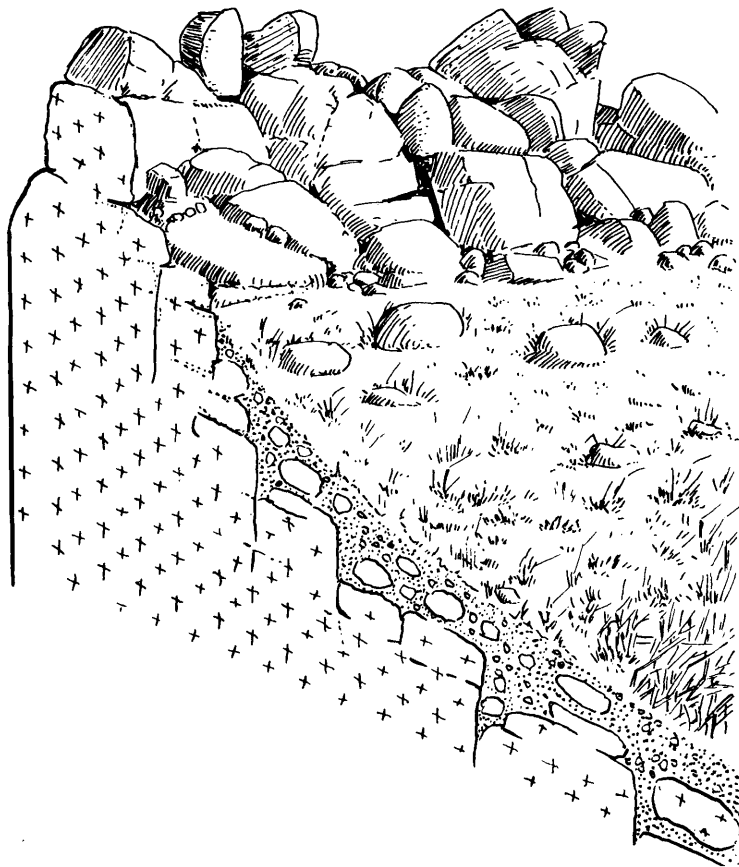


Fig. 1 Dibujo esquemático de una zona de afloramientos y grandes bloques de la Sierra del Castillo. Estas zonas son características sobre todo de las partes altas y medias de la solana de esta Sierra. La variación altitudinal recoge también factores geomorfológicos (zonas de denudación/alteración del granito/acumulación) además de los efectos topoclimáticos debidos a la altitud.

A pesar del escaso desnivel sobre el pedimento de la Sierra del Castillo (300 m.) pueden observarse cambios altitudinales en la flora y la vegetación. Solanas y partes inferiores corresponden al Piso Mediterráneo de Meseta (dominio *Junipero-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez 1968), mientras que los niveles más elevados corresponderían al Piso Ibero-Atlántico (*Luzulo-Quercetum pyrenaicae*, potencial, Rivas-Martínez 1962). Las profundas influencias antrópicas hacen, no obstante, que no solo se haya modificado la vegetación (no aparece ningún ejemplar de *Quercus pyrenaica*) sino también que incluso la erosión y el predominio actual de litosuelos hagan difícil la presencia de especies exigentes en agua y fertilidad. De esta forma, se observa una «inversión» de especies arbóreas por razones edáficas: *Quercus rotundifolia* y *Juniperus oxycedrus* aparecen en los suelos raquíuticos de la Sierra y *Quercus pyrenaica* en cotas inferiores a 1.000 metros, formando bosquetes junto a fresnedas de *Fraxinus angustifolia* sobre depósitos profundos con reservas hídricas.

Cerca de la mitad de la superficie de la sierra estudiada está ocupada en la actualidad por pinares de repoblación de hace unos 30 años, que ocupan la parte inferior de la solana (*Pinus pinaster*) y una parte de la umbría y cotas superiores (*Pinus sylvestris*). El resto de la Sierra, excluyéndose una pequeña extensión de roquedos y pedreras, está ocupado por pastizales y jarales (*Cistus ladanifer* en solana y ladera este y *Cistus laurifolius* en umbría y cotas más altas).

El pastizal contiene algunos matorrales, enebros y chaparras aislados. Una variante fisonómica característica la constituye el «bercial» de *Stipa gigantea*, abundante en las zonas medias y altas de la solana, que tiende a ser sustituido por formaciones de *Agrostis castellana* en la parte baja de la solana (acumulación de coluviones) y en la umbría (suelos mejor conservados). En la tabla 1 se presenta una lista de las 306 especies encontradas, de las cuales 240 han sido recogidas en el inventario sistemático realizado sobre los pastizales. De éstas se ha estudiado las 164 que aparecieron como mínimo en 4 muestras.

La situación actual de los ecosistemas de la Sierra del Castillo es compleja. Por una parte se asiste a la cicatrización de zonas en rexistasia, efecto en el que desempeña un papel importante el pastizal, pero la disfunción del paisaje por abandono del pastoreo lleva a una inestabilidad indeseable por numerosos motivos. Entre ellos puede destacarse la pérdida de diversidad, desaparición de especies y tipos de vegetación, pérdida de recursos ganaderos, desaparición de la cultura pastoril en la población y riesgos de incendios que llevan a una nueva rexistasia. Paradójicamente, la cesación de la explotación tradicional humana ha llevado a una inestabilidad paisajística indeseable.

TABLA I

ESPECIES DEL PASTIZAL ENCONTRADAS EN LA SIERRA DEL CASTILLO Y ABREVIATURAS EMPLEADAS EN LAS REPRESENTACIONES GRAFICAS DE LAS MAS FRECUENTES.

<i>Aegilops trinasialis</i> L.	Aegilops	<i>Crepis vesicaria</i> L.	
<i>Agrostis castelana</i> Boiss&Reuter	Ag. castell.	<i>Crocus carpetana</i> Boiss&Reuter	
<i>Ailanthus glandulosa</i> Desf.	Ailra	<i>Crucianella angustifolia</i> L.	Cruc.ang.
<i>Aira caryophylla</i> L.	Aira	<i>Cruciatia pedemontana</i> (Bellardi) Ehrend	
<i>Aira praecox</i> L.		<i>Cryptina vulgaris</i> Cass.	
<i>Allium apheurocephalum</i> L.	Allium	<i>Cuscuta</i> sp.	
<i>Alyssum granatense</i> Boiss&Reuter	Alysum	<i>Cynodon dactylon</i> L.	
<i>Alyssum minutum</i> Schelecht. ex DC	Alys.min.	<i>Cynosurus elegans</i> Desf.	
<i>Anarrhinum bellidifolium</i> (L.) Willd		<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	Cy.eleg.
<i>Andryala integrifolia</i> L.	Andryala	<i>Cytopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	
<i>Andryala rugosina</i> L.		<i>Daactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyma	
<i>Anogramma leptophylla</i> (L.) Link		<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC	
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Anthem.	<i>Daphne gnidium</i> L.	
<i>Anthozantum aristatum</i> Boiss	Anth.arist.	<i>Daucus carota</i> L.	
<i>Anthyllis cornicina</i> L.	A.corn.	<i>Dianthus lusitanicus</i> Brot.	
<i>Anthyllis lotoides</i> L.	A.lot.	<i>Digitalis thapsi</i> L.	
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>iberica</i> (W.Becker) Cullen	A.vuln.	<i>Echium plantagineum</i> L.	
<i>Antirrhinum majus</i> L.	Antirrh.	<i>Echium vulgare</i> L.	
<i>Aphanes microcarpa</i> (Boiss&Reuter) Rothm	Aphanes	<i>Elaeoestrum graminiferum</i> (Desf.) Tuten	
<i>Arabiopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	Arabid.	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roemer&Schultes	
<i>Arabis nova</i> subsp. <i>iberica</i> Rivas Mart.	Arabis	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her	Prod.cicut.
<i>Arenaria aggregata</i> subsp. <i>aggregata</i> (L.) Loisel		<i>Erophila verna</i> (L.) Chevall.	Erophila
<i>Arenaria leptoclada</i> (Reichenb.) Guss	Aren.lep.	<i>Eryngium oaepestre</i> L.	Eryngium
<i>Arenaria montana</i> L.		<i>Eryngium tenue</i> Lam.	Eryn.ten.
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.		<i>Euphorbia exigua</i> L.	Euphorbia
<i>Aristolochia longa</i> L.		<i>Euphorbia</i> sp.	Euph.sp.
<i>Armeria albaea</i> (Cav.) Hoffmann&Link	Arm.all.	<i>Evax carpetana</i> Lange	Evax carp.
<i>Armoeris minima</i> (L.) Schweigg&Koehte	Armoeris	<i>Ferula communis</i> L.	
<i>Arrhenatherum album</i> (Vahl) W.D. Clayton	Arr.album	<i>Festuca ampla</i> Hackel	
<i>Artemisia glutinosa</i> (Gay ex Besser) Batt	Artemisa	<i>Festuca costei</i> (St.Yves) Markgr.Dannenb.	Fest.ampla
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.		<i>Festuca nigrescens</i> Lam.	Fest. cost
<i>Asplenium adnigrum-nigrum</i> L.		<i>Filago pyramidata</i> L.	Fest. pyr.
<i>Asplenium septentrionale</i> (L.) Hoffm.		<i>Fumaria officinalis</i> L.	Filago pyr.
<i>Asterolinum linum-stellatum</i> (L.) Dubv.	Asterolinon	<i>Fumaria reuteri</i> Boiss.	
<i>Astragalus cymbicarpus</i> Brot.	Astrag.	<i>Gagea polymorpha</i> Boiss.	Fum.reut.
<i>Astragalus inaeuus</i> subsp. <i>macrorhizus</i> (Cav.) Chater		<i>Galium parietense</i> L.	
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	Avena	<i>Galium verum</i>	Gal.par.
<i>Avenula marginata</i> subsp. <i>sulcata</i>	Avenula	<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	Gal.ver.
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Bellardia	<i>Geranium molle</i> L.	Ger.molle
<i>Bellis perennis</i> L.		<i>Gladiolus illuricus</i> Koch.	
<i>Bellis sylvestris</i> Cyr.		<i>Halimium viscosum</i> (Nk) P.Silva	
<i>Biscutella laevigata</i> L.	Biscut.	<i>Helianthemum aegyptiacum</i> (L.) Miller	Helianth.aeg.
<i>Biserrula pelecinus</i> L.	Biserrula	<i>Helianthemum apenninum</i> (L.) Miller	Helianth.apen.
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	Brach.dis.	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench.	
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Hudson) Beauv.		<i>Herniaria hirsuta</i> L.	Hern.cin.
<i>Brassica hirsutifera</i> (L.) Janka	Brassica	<i>Hieracium pilosella</i> L.	Hier.pilos.
<i>Briza maxima</i> L.	Briza max.	<i>Hipidella hispanica</i> Barnades ex Lam.	Hisp.hisp.
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	B.hord.	<i>Holcus mollis</i> L.	
<i>Bromus sterilis</i> L.		<i>Holosteum umbellatum</i>	Hol.umb.
<i>Bromus tectorum</i> L.	B. tectorum	<i>Hordeum marinum</i> L.	
<i>Bupleurum praecox</i> L.		<i>Hyacinthoides hispanica</i> (L.) Chouard ex Rothm.	
<i>Calendula arvensis</i> L.		<i>Hypericum humifusum</i> L.	
<i>Campanula lusitanica</i> L.	Camp.lus.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	
<i>Campanula patula</i> L.		<i>Hypochaeris glabra</i> L.	Hypoch.glab.
<i>Cardamine hirsuta</i> L.		<i>Hypochaeris radiata</i> L.	Hypoch.rad.
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Card.	<i>Irula montana</i> L.	
<i>Carex divisa</i> Hudson		<i>Jastione montana</i> L.	Jas.mont.
<i>Carex distachya</i> Desf.	Cx.disch.	<i>Juncus bufonius</i> L.	
<i>Carex divulsa</i> Stokes	Cx.divulsa	<i>Juncus capitatus</i> Weigel	
<i>Carex halleriana</i> Asso.	Cx.hal.	<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>nana</i> Syme	
<i>Carlina corymbosa</i> L.	C.corymb.	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	
<i>Centaurea collina</i> L.		<i>Jurinea humilis</i> (Desf.) DC	
<i>Centaurea paniculata</i> L.	C.panic.	<i>Koeleria crassipes</i> Lange	
<i>Centaurea vinealisii</i> Sennen		<i>Lactuca tenerrimis</i> Pourret	Koel.craass.
<i>Centaureum erythraea</i> Rafn.		<i>Lactuca viminea</i> (L.) J.&C.Presl.	
<i>Centaureum maritimum</i> (L.) Fritsch		<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Lact.vim.
<i>Centranthus calceitrapae</i> (L.) Dufresne	Centrat.	<i>Lathyrus angulatus</i> L.	Lath.ang.
<i>Cerastium brachypetalum</i> Pers.	Cer.brach.	<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	Lath.sph.
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill	Cer.glom.	<i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>pedunculata</i> (Mill) Samp.	Lav.mataplant.
<i>Cerastium pumilum</i> Curtis		<i>Legoumia castelana</i> (Lange) Samp.	Spec. cast.
<i>Cerastium semicaudatum</i> L.		<i>Leontodon taraxacoides</i> subsp. <i>longirostris</i> (Fisch) Seil	Leont.tarax.
<i>Ceterach officinarum</i> DC.		<i>Leontodon tuberosus</i> L.	
<i>Chamaemelum nobile</i> (L.) All.		<i>Leucanthemopsis pallida</i> (Miller) Heywood	Leucant.
<i>Cirsium</i> sp.		<i>Liliaceae</i> sp.	Liliac.
<i>Cistus ladanifer</i> L.		<i>Linaria aegueina</i> (Gouan) Cav.	
<i>Cistus laurifolius</i> L.	Cist.laur.	<i>Linaria spartea</i> (L.) Willd.	
<i>Cistus ladanifer</i> X <i>laurifolius</i>		<i>Linum bieme</i> Miller	Linum bie.
<i>Chenopodium opulifolium</i> Schrader ex Koch&Ziz		<i>Linum trigynum</i> L.	
<i>Chenopodium capitifolium</i> (Guss) Boiss.		<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson&Germ.	Log.gal.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.		<i>Logfia minima</i> (Sm.) Dumort	Log.Min.
<i>Coronilla minima</i> L.		<i>Lonicera etrusca</i> G. Santi	
<i>Coronilla repanda</i> (Poiret) Guss.	Cor.rep.	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	
<i>Corynephorus caesiosus</i> (L.) Beauv.	Coryn.can.	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Lotus cornic.
<i>Corynephorus faetoculatus</i> Boiss&Reuter	Coryn.fas.	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	
<i>Crassula tillaea</i> Lester-Garland		<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	Luz.camp.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.		<i>Melica atlata</i> subsp. <i>magnoli</i> Gren. et Godron	Mellic.cil.
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	Crepis cap.	<i>Mentha cervina</i> L.	

TABLA 1 (continuación)

<i>Mentha pulegium</i> L.			
<i>Mercurialis annua</i> L.	Merc.an.	<i>Sedum hirsutum</i> All.	Sedum hirs.
<i>Merendera pyrenaica</i> (Pourret)P.Fourn.		<i>Sedum tenuifolium</i> (Sibth.&Sm.)Strob.	Sedum ten.
<i>Mibora minima</i> (L.) Desv.	Mibora	<i>Senecio arvensis</i> L.	
<i>Microphyllum tenellum</i> (L.) Link	Micr.ten.	<i>Senecio lividus</i> L.	Sen.liv.
<i>Milium vermale</i> Bleb.	Mil.ver.	<i>Senecio minutus</i> (Cav.)DC.	Sen.min.
<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin		<i>Serapias lingua</i> L.	
<i>Moenchia erecta</i> (L.)Gaertner:B. Meyer&Schreb	Moenchia	<i>Sherardia arvensis</i> L.	
<i>Molineriella laevis</i> (Brot.) Rouy	Mol.laev.	<i>Sideritis hirsuta</i> L.	
<i>Molineriella minuta</i> (L.) Miller	Mol.min.	<i>Silene colorata</i> Polret	
<i>Mosari mosari</i> (L.) Miller		<i>Silene fuscata</i> Link.	
<i>Myosotis discolor</i> Pers.		<i>Silene gallica</i> L.	Silene gall.
<i>Myosotis peronii</i> Rouy		<i>Silene portensis</i> L.	Silene por.
<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel		<i>Sesamoides pygmaea</i> (Scheele)O.Kuntze	Sesam.
<i>Myosotis stricta</i> Link ex Roemer&Schultes	Myos.str.	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	
<i>Narissus rupicola</i> Dufour	Nar.rup.	<i>Spergula pentandra</i> L.	Spergula
<i>Narissus triandrus</i> L.	Nar.tri.	<i>Spergularia rubra</i> (L.)J.&C.Presl.	
<i>Ononis repens</i> L.	Ononis	<i>Stipa gigantea</i> Link.	Stipa gig.
<i>Onopordum silypticum</i> L.		<i>Stipa lagascae</i> Roemer&Schultes	Stipa lag.
<i>Orechia laxiflora</i> Lam.		<i>Taraxacum caput-medusae</i> (L.)Nevski	
<i>Omithopus compressus</i> L.	Orn.compr.	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Tarax.off.
<i>Omithopus perpusillus</i> L.	Orn.perp.	<i>Teesdalia coronopifolia</i> (J.P.Bergeret)Thell	Tees.coron.
<i>Paeonia broteri</i> Boiss.&Reuter		<i>Thapsia villosa</i> L.	Thapsia
<i>Papaver dubium</i> L.		<i>Thaetium divaricatum</i> Jan ex Mert&Koch	
<i>Parentouella latifolia</i> (L.)Carneri.	Parent.	<i>Thymus mastichina</i> L.	Thy.mast.
<i>Parietaria lusitanica</i> L.		<i>Thymus sylvia</i> L.	Thy.zygis
<i>Paronchia argentea</i> Lam.	Paronych.arg.	<i>Tolpis barbata</i> L.	Tolpis
<i>Pezomachia nonnevillei</i> (Burnat)P.W.Ball&Heywood	Petr.nan.	<i>Torilis leptophylla</i> (L.)Reichenb.fil.	Tor.lept.
<i>Pimpinella peregrina</i> L.		<i>Tragopogon porriifolium</i> sbsp. <i>australis</i> (Jordan)Nyman	
<i>Pinus pinaster</i> Aiton		<i>Trifolium angustifolium</i> L.	T.angust.
<i>Pinus sylvestris</i> L.		<i>Trifolium arvense</i> L.	T.arv.
<i>Plantago bellardii</i> All.		<i>Trifolium campestre</i> Schreber	T.cam.
<i>Plantago coronopus</i> L.		<i>Trifolium chesterii</i> L.	T.cherl.
<i>Plantago lanceolata</i> L.		<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	
<i>Plantago subulata</i> L.	Plant.sub.	<i>Trifolium gemellum</i> Pourret&Willd	T.gemellum
<i>Poa annua</i> L.		<i>Trifolium glomeratum</i> L.	T.glomer.
<i>Poa bulbosa</i> L.	P.bulbosa	<i>Trifolium hirtum</i> All.	
<i>Poa trivialis</i> L.		<i>Trifolium phleoides</i> Pourret ex Willd.	T.phleo.
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.)L.	Polycarpon	<i>Trifolium repens</i> L.	
<i>Polygonatum odoratum</i> (Miller) Druce		<i>Trifolium scabrum</i> L.	T.scab.
<i>Populus nigra</i> L.		<i>Trifolium smyrnaeum</i> Boiss.	T.smyrn.
<i>Pronella laciniata</i> (L.)L.		<i>Trifolium striatum</i> L.	T.striat.
<i>Prunus spinosa</i> L.		<i>Trifolium strictum</i> L.	T.strict.
<i>Ptiliarus inornatus</i> (Gouan)Schinz&Thell		<i>Trifolium subterraneum</i> L.	T.subterr.
<i>Pulsatilla vulgaris</i> Gaertner	Psilurus	<i>Trisetum scabrifolium</i> (Lag)Cosson ex Willk.	Tris.scab.
<i>Quercus rotundifolia</i> Lam.		<i>Valeriana guttata</i> (L.) Fourn.	Tub.gutt.
<i>Quercus suber</i> L.		<i>Vulpia elyvestris</i> sbsp. <i>australis</i> (Link)Pamp.	
<i>Ranunculus paludosus</i> Polret	Ran.pal.	<i>Umbiculus rupestris</i> (Salisb.)Dandy	
<i>Reseda virgata</i> Boiss.&Reuter		<i>Valerianella coronata</i> (L.)DC.	
<i>Rhynchosinapsis hispidia</i> (Cap.) Heywood	Rhyn.hisp.	<i>Valerianella eriocarpa</i> Desv.	
<i>Romulea bulbosoides</i> (L.)SebastianisMauri		<i>Velezia rigida</i> L.	Velezia
<i>Rosa micrantha</i> Borrer ex Sm.		<i>Verbascum rotundifolium</i> sbsp. <i>haenkei</i> (Boiss.)Murb.	
<i>Rubus chloocladus</i> W.C.R.Watson		<i>Veronica arvensis</i> L.	Ver.arv.
<i>Rumex angiocarpus</i> Murb.	Rx.ang.	<i>Veronica verna</i> L.	Ver.verna
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	Rx.buceph.	<i>Viola hirsuta</i> (L.) S.F.Gray	Vicia hir.
<i>Rumex induratus</i> Boiss.&Reuter		<i>Viola latyroides</i> L.	Vicia
<i>Rumex papillaris</i> Boiss.&Reuter		<i>Viola lutea</i> L.	Vicia lut.
<i>Ruta montana</i> (L.)L.	Ruta.mont.	<i>Viola sativa</i> sbsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh.	
<i>Sagina apetala</i> Ard.		<i>Viola tetraparva</i> (L.)Schreber	Vicia tet.
<i>Salix</i> sp.		<i>Viola villosa</i> Roth.	
<i>Sanguisorba minor</i> sbsp. <i>magnolia</i> (Spach.)Brig.	Sang.minor	<i>Viola kitabelliana</i> Schultes	Viola
<i>Santolina rosmarinifolia</i> Mill.		<i>Vulpia bromoides</i> (L.) S.F.Gray	Vulp.brom.
<i>Saxifraga</i> sp.	Saxif.	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	Vulp.cil.
<i>Scleranthus annuus</i> L.	Scleranthus	<i>Vulpia maritima</i> (Kunth) Ness	Vulp.mur.
<i>Scorzonera</i> sp.	Scorz.	<i>Vulpia myuros</i> (L.)C.C. Gmelin	Vulp.myur.
<i>Sedum brevifolium</i> DC.	Sedum brev.	<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Miller	Xer.inap.
<i>Sedum caespitosum</i> (Cav.)Doc.	Sedum caesp.		

Estudio sistemático de los pastizales

El estudio se realizó a partir de la línea de nivel de 1.050 m., correspondiente a la altitud en la que sobresale del pedimento o rampa granítica de la sierra contemplada. Se efectuó el muestreo del pastizal exclusivamente en el macizo occidental, que por su mayor extensión (un 80% del conjunto) y su forma subcónica se consideró representativo y fácilmente esquematizable.

Dado que el sustrato geológico es relativamente uniforme (se hace difícil detectar variaciones) se pensó que las diferencias en la composición de los pastizales se deberían fundamentalmente a factores geomorfológicos y de variación topoclimática, claramente dependientes de las características del relieve y la exposición (González-Bernáldez y Pou 1981c). Las fuentes de variación más importantes para nuestro caso son las siguientes:

- a) *La orientación*: Experiencias anteriores en zonas semiáridas (ver por ejemplo González Bernáldez *et al.* 1980 a, b indican que el efecto soiana / umbría es muy importante en el balance hídrico de la vegetación y también el tipo de edafogénesis. A pesar de que los efectos de la orientación pueden tener muchos matices (Díaz Pineda y González Bernáldez 1975) se juzgó que dos estratos soiana y umbría, serían suficientes para recoger los efectos extremos y poder inferir o extrapolar situaciones intermedias.
- b) *La altitud*: Se pensó que, a pesar del modesto desnivel de las cumbres de la sierra estudiada sobre la rampa circundante, su posición destacada y separada del macizo principal del Guadarrama pondría de manifiesto diferencias altitudinales en la composición del pastizal.
- c) *Mosaicos geomorfológicos - edáficos*: Las diferencias en edafogénesis y pautas de sedimentación y erosión pueden ser importantes causas de variación en la vegetación de pastizales (González Bernáldez *et al.* 1980 b). En nuestro caso se observó la presencia en el pastizal de una trama de zonas empraizadas, conservadas y con gran cobertura de vegetación, alternado con otras zonas de vegetación más rala, con claros en el suelo y erosionadas a veces.

Para el estudio sistemático se ha empleado un muestreo estratificado y un tratamiento de datos multivariante. La duración del tiempo favorable para el correcto conocimiento de las especies sobre el terreno, hizo posible el examen de 350 unidades elementales de muestreo de 20×20 cm. que se agruparon en unidades de análisis de 7 unidades elementales. El tamaño de 20×20 para el cuadrado elemental de muestreo ha sido utilizado en numerosos trabajos anteriores de este equipo y presenta también el interés de contribuir a la información necesaria para un banco de datos en elaboración actualmente (Nicolás *et al.* 1979).

Inspección de la información autoecológica obtenida en el muestreo

El examen de las tablas originales ha permitido reconocer especies indicadoras por su fuerte tendencia a estar concentrada en determinados márgenes de variación del medio. Las especies anotadas en el cuadro 2 son indicadoras de biostasia/rexistasia con una gran certeza. Se han elegido por poseer un número suficiente de presencias en la zona examinada y una gran predominancia de su presencia en uno de los dos estados del factor. La selección presentada es la más exigente que puede hacerse de la elaboración de tablas de contingencia y cálculo del estadístico χ^2 para todas las combinaciones de especies y factores. Esta exigencia permite considerar que el indicador tiene un índice de certeza muy elevado y un índice de «importancia» grande según la terminología de Viktorov (González Bernáldez 1981b).

La comparación de las frecuencias en los diferentes estratos de muestreo se ha presentado esquemáticamente para las gramíneas y leguminosas de mayor importancia (figuras 3 y 4). Las grandes gramíneas perennes

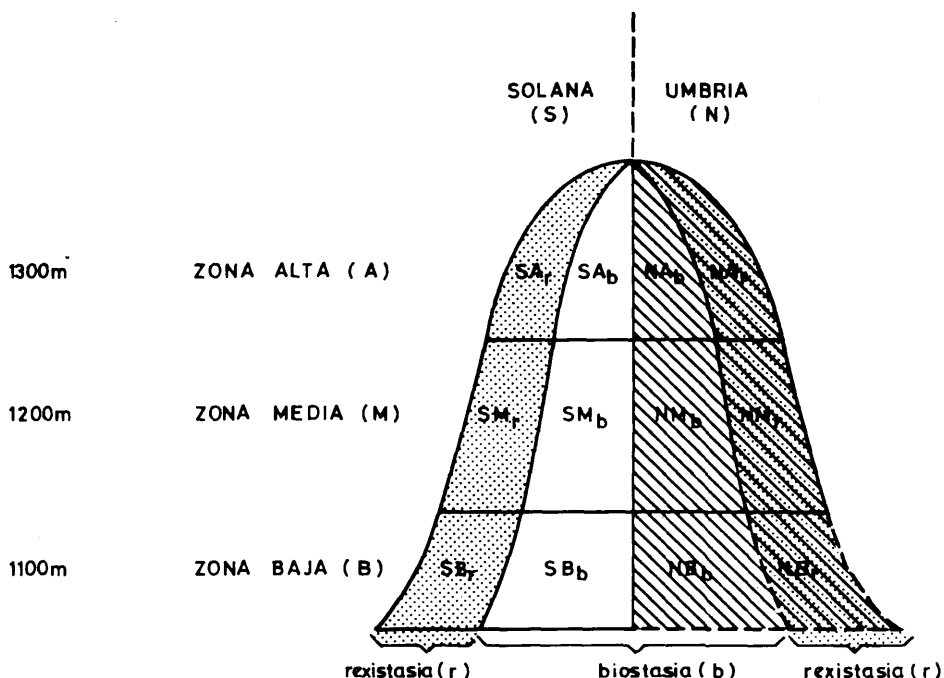
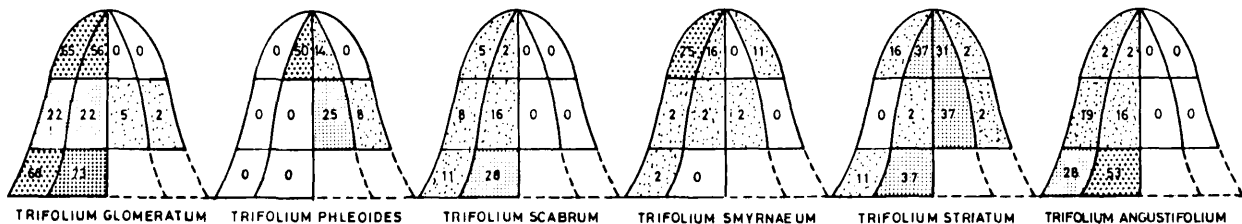
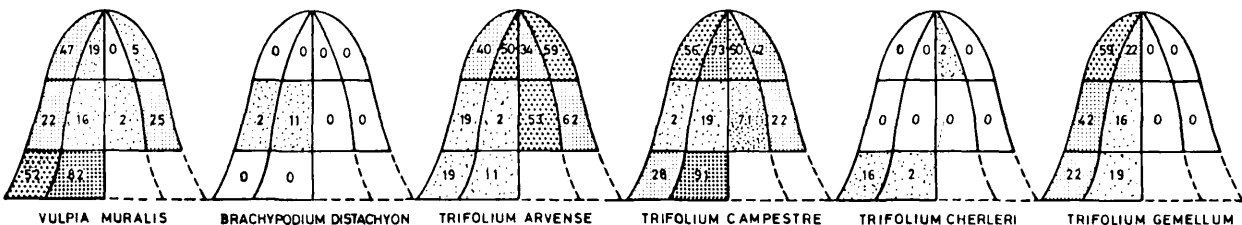
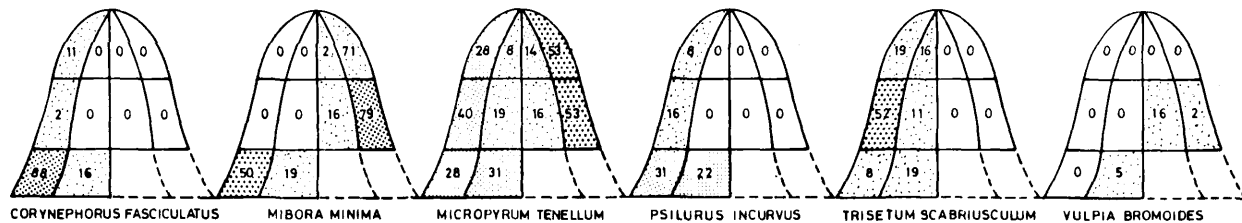


Fig. 3 Representación esquemática de los estratos de muestreo en la silueta de un cerro. Las variantes biostasia/rexistasia no se presentan segregadas en zonas tan netas como en el esquema, sino entremezcladas en una trama como teselas de un mosaico. Las variantes NB_b y NB_r no se dan en la realidad, debido a la asimetría altitudinal de la Sierra en sentido N-S.



actúan como edificadoras de suelo y aparecen claramente ubicadas en las localidades de biostasia. *Koeleria crassipes* y *Avenula marginata*, sin embargo, muestran cierta indiferencia. *Corynephorus canescens* y *Poa bulbosa*, gramíneas perennes de escaso porte, aparecen ligadas a claros rexistásicos, como ocurre en general con los terofitos. Sin embargo, algunas plantas anuales características de suelos relativamente húmedos y fértiles se presentan asociadas a grandes gramíneas estabilizadoras en las zonas de rexistasia.

Algunas especies como *Aira caryophyllea*, o *Vulpia muralis* presentan un fenómeno de «compensación de la humedad», pues son propias de espacios conservados en la zona baja y pasan a localizarse en zonas denuddadas al aumentar la altitud o al pasar a la umbría. Probablemente se trata de semejanzas en las condiciones de humedad. En localidades en biostasia el aprovechamiento de la humedad es mejor (mayor precolación y menor dispersión), aunque el agua de precipitación en la zona baja o en solana sea menor. En localidades en rexistasia con mayor disponibilidad potencial de agua por razones topoclimáticas, como en umbría y cotas altas, el aprovechamiento es menor (fuerte dispersión y menor percolación). Aquellas especies pueden tolerar espacios en rexistasia de los sectores más húmedos, compitiendo con especies típicas de estos sectores climáticos. *Authoxanthum aristatum* parece que tiende también a ser especie de biostasia en solana y de rexistasia en umbría. Un comportamiento análogo se ha observado en *Galium parisiense*.

Entre las grandes gramíneas edificadoras, *Stipa lagascae*, *Dactylis glomerata* y *Melica ciliata* muestran preferencia por la solana, mientras que *Festuca costei* y *Festuca nigrescens* se localizan marcadamente en la umbría.

En cuanto a la variación altitudinal, su observación parece dificultada por interferencia de fenómenos, como el comentado de compensación. Esta variación puede, en efecto, ser muy diferente según las otras características examinadas. Aunque el factor altitud va correlacionado con cierta disminución de la profundidad del suelo y aumento de la pedregosidad, pueden aparecer acumulaciones de coluviones y alteraciones locales de la roca granítica de forma errática (Ruiz 1980; González Bernáldez *et al.* 1980b). Esto dificulta interpretar la distribución de las plantas, particularmente cuando las interacciones se manifiestan en forma de complejos de factores (Peco *et al.* 1981).

Análisis multidimensional de especies y factores

Las limitaciones anteriores ilustran el interés de tratar la distribución de la vegetación de forma multivariante, a fin de observar los efectos de los factores del medio contemplados sobre la repartición de las comunidades de pastizal. Resulta, además, interesante la posibilidad de recurrir a la indicación por grupos ecológicos (Godron *et al.* 1968; Nicolás *et al.* 1980; González-Bernáldez 1981b y la consideración de tipos de vegetación o cambios en la distribución de numerosas especies simultáneamente.

- a) *Análisis de correspondencias*. Para su aplicación se partió de las 50 unidades de análisis tomadas en los 10 estratos de muestreo

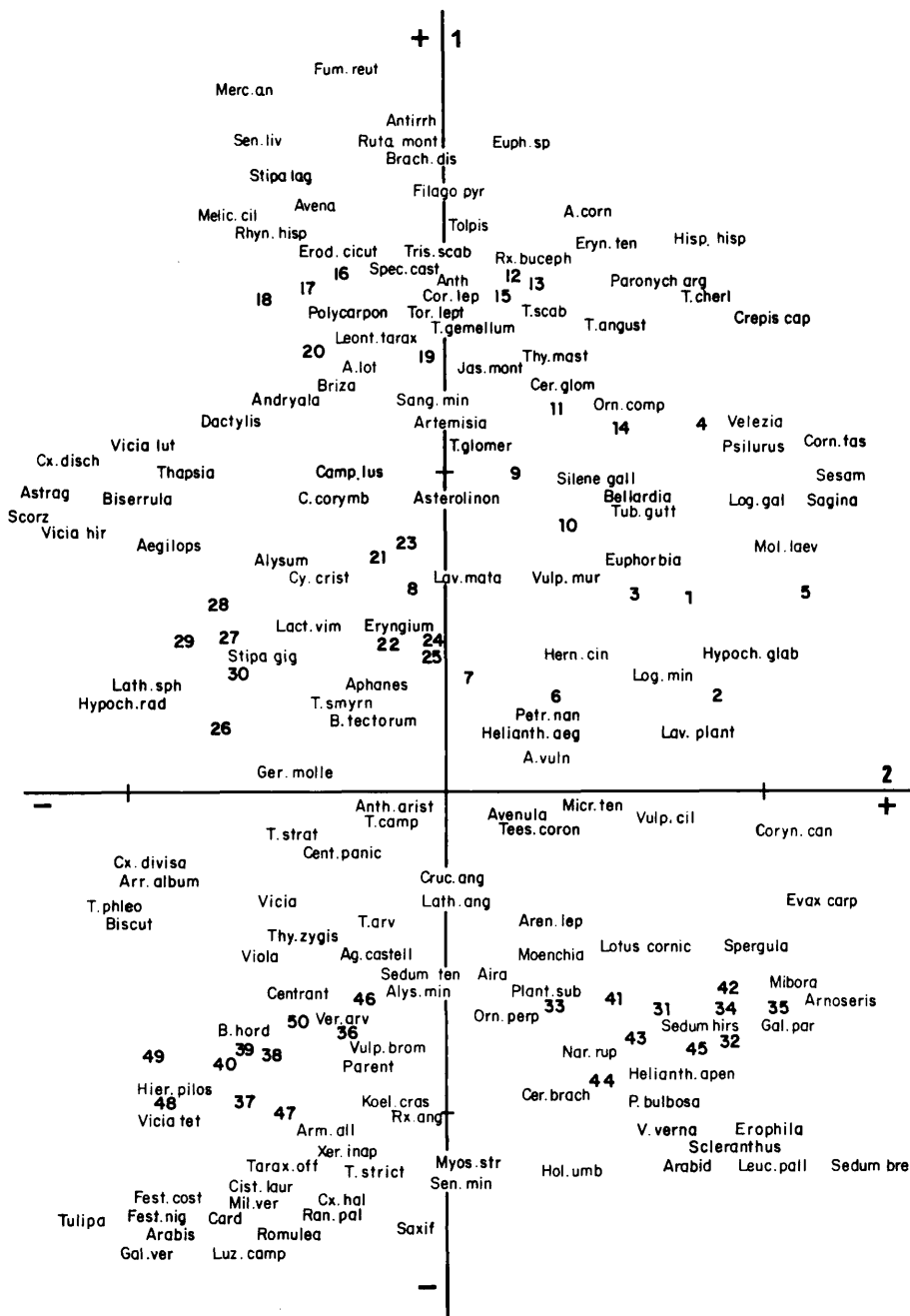


Fig. 5 Análisis de correspondencias de 50 observaciones cuantitativas (frecuencias de especies) realizadas en los pastizales de la Sierra del Castillo.

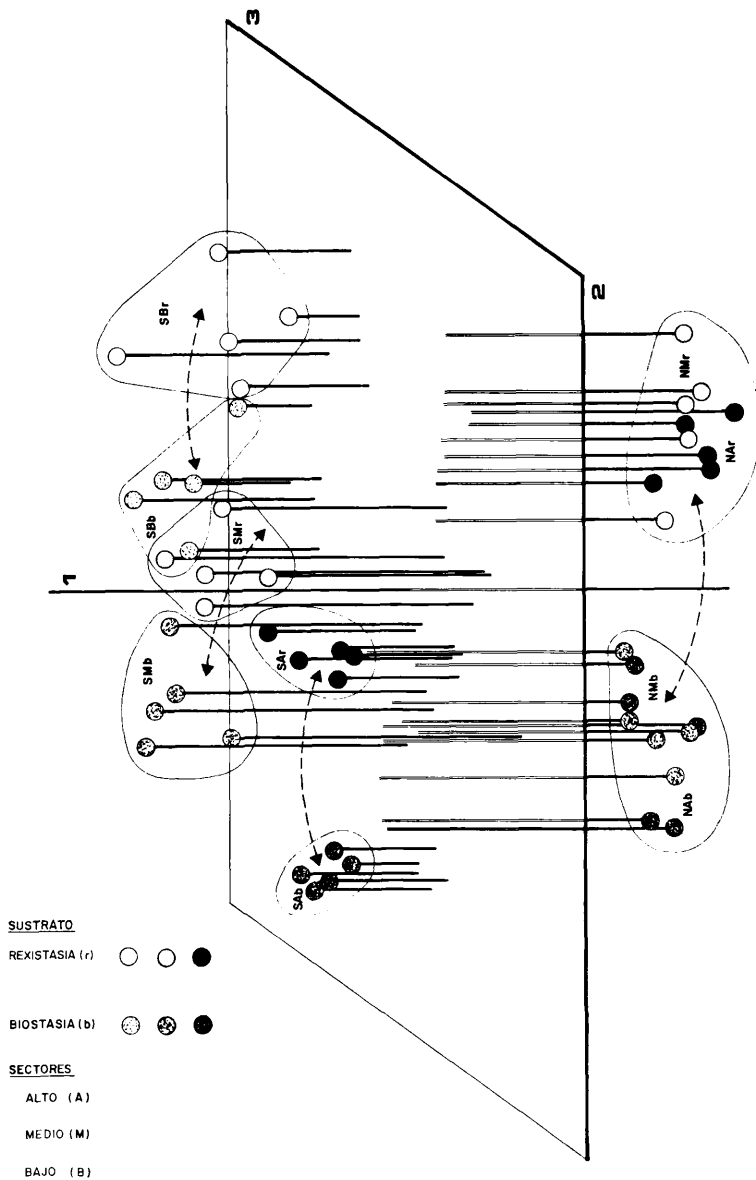


Fig. 6 Análisis de correspondencias. Representación tridimensional en función de los ejes 1, 2 y 3 de las 50 observaciones realizadas. Las muestras que se sitúan por encima del plano horizontal corresponden a la solana de la sierra (S) y las que aparecen debajo a la umbría (N). En esta es patente la segregación de muestras de resistencia (r) y biotaxis (b). En la solana se aprecia una ordenación según bandas altitudinales (de fuera a dentro del plano) y en cada banda una segregación biotaxis-resistencia.

mencionados. La figura 5 recoge la proyección del conjunto de 50 unidades y 164 especies en el plano definido por los primeros ejes del análisis de correspondencias (Cordier 1965; Benzecri 1973) de la matriz de frecuencias.

En esta figura puede observarse claramente una discriminación por el primer eje de las muestras tomadas en solana (números 1 a 30) y umbría (31 a 50). El segundo eje separa el enjambre de umbría en dos subgrupos de izquierda a derecha. Estos comprenden respectivamente a las muestras tomadas en situaciones de biostasia y rexistasia. Es interesante observar que en el conjunto de muestras de la solana, este segundo eje ordena los datos de forma análoga, si bien aquí el factor altitud modula el efecto de bio-rexistasia.

Esta situación aparece mejor explicada en el esquema de la figura 6. En la solana son muy patentes las diferencias altitudinales de los sectores considerados y, dentro de ellas, entre el pastizal característico de zonas en rexistasia y biostasia. El tercer eje permite apreciar desde fuera hacia dentro, en el plano horizontal, los grupos de parcelas de las bandas altitudinales alta, media y baja. Dentro de ellas, el segundo eje permite separar el pastizal característico de zonas en rexistasia (a la derecha de cada grupo) del de las zonas en biostasia (a la izquierda de cada grupo). La posición de los polos biostasia-rexistasia es la misma que la inducida en el grupo de umbría por el mismo segundo eje.

Al contrario de lo que ocurre en solana, en la umbría las diferencias altitudinales se muestran inexistentes, de tal forma que aquí parecen segregarse tipos de pastizales exclusivamente en función de la erosión del sustrato (la consideración del tercer eje del análisis no ayuda a separar zonas altitudinales en umbría).

Interesa comprobar cómo la ordenación a lo largo del segundo eje corresponde a una combinación de los factores altitud y bio-rexistasia. En la figura 7 se representa con detalle la colocación de los grupos de muestras de solana a lo largo de aquél. Está claro que de derecha a izquierda la colocación es por orden de altitud (B-M-A) y que los grupos en rexistasia (*r*) de las altitudes superiores pueden solaparse con los de biostasia (*b*) de altitudes inferiores. El gradiente detectado parece, por lo tanto, corresponder a un gradiente de humedad donde la altitud puede «compensar» el peor balance hídrico de las zonas en rexistasia.

En cuanto a las especies del pastizal que han contribuido a esta variación, la observación de la figura 5 permite reconocer grupos característicos asociados a los enjambres de muestras comentados. *Koeleria crassipes*, *Senecio minutus*, *Myosotis stricta*, *Alyssum minutum*, entre otras, son mucho más frecuentes en umbría que en solana. Además, estas especies, situadas hacia el centro del segundo eje, no muestran preferencias por zonas en biostasia o rexistasia. *Arabidopsis thaliana*, *Arnoseris minima*, *Galium parisiense*, etc., tienden a abundar en umbría, pero en condiciones de revistasia. Igualmente, *Hieracium pilosella*, *Veronica arvensis*, *Vicia tetrasperma*, *Armeria alliacea*, entre otras, se segregan de las anteriores hacia localidades en biostasia.

En la solana, *Trifolium glomeratum*, *Coronilla repanda*, *Asterolinon linum-stellatum*, etc., que aparecen justo en el centro de la parte positiva

del primer eje, parecen relativamente indiferentes al factor bio-rexistasia. Por el contrario, en la banda altitudinal media de la solana, *Stipa lagascae*, *Avena barbata*, *Erodium cicutarium*, entre otras, se presentan en biostasia, separadas de *Trifolium angustifolium*, *T. scabrum*, *T. cherleri*, *Paronychia argentea*, etc. que aparecen en suelos más erosionados. *Fumaria reuteri*, *Mercurialis annua*, *Seneciolividus* y *Antirrhinum majus*, que se segregan de éstas últimas según el análisis, son plantas que se sitúan en cavidades entre bloques de granitos con poco suelo, que son característicos de las zonas de exportación en solana.

Existe cierto solapamiento entre las zonas altas de solana en rexistasia y las zonas bajas de solana en biostasia. Ello concuerda con los efectos de «compensación» mencionados. También merece destacarse cómo *Trifolium striatum*, *Agrostis castellana*, *Avenula marginata* y algunas otras especies de suelos fértiles y relativamente profundos, ponen de manifiesto la semejanza que a este respecto existe entre la umbría y la parte baja biostásica de la solana.

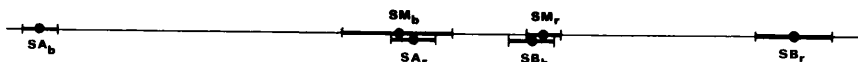


Fig. 7 Posiciones de los grupos de muestras de solana a lo largo del segundo eje del análisis de correspondencias. Se ha representado el valor medio de las coordenadas de cada grupo, junto con su desviación típica. La ordenación realizada representa una variación altitudinal (A-M-B), a la que se superpone la colocación de los grupos de parcelas *r* a la derecha de las *b* de la misma zona altitudinal.

b) *Análisis discriminante de la umbría.* Se pensó que un análisis discriminante ayudaría a proporcionar grupos de especies relativamente asociadas a las dos bandas altitudinales consideradas en la umbría. Para aplicar este análisis se consideraron las 20 unidades de análisis tomadas en este transecto: de la 31 a la 40 tomadas en la banda media y de la 41 a la 50 tomadas en la alta.

El análisis se realizó por pasos sucesivos (Jennrich y Sampson 1977). En el paso nueve quedó acumulada el 100% de la dispersión total de los datos, obteniéndose una correlación canónica de 0.99. La mejor combinación de variables (especies) para discriminar las bandas altas y media fue la siguiente:

$$y = -22,1 + 6,8x_{38} - 15,5x_{49} + 0,7x_{69} - 7,5x_{74} + 12,7x_{75} + 5,0x_{83} + 2,5x_{100} + 2,3x_{106} + 10,6x_{157}$$

que corresponde a las especies que se muestran en el cuadro 1.

Los resultados de este análisis han de considerarse relativamente satisfactorios. A efectos de una tipología de pastizales, el poder indicador de las especies seleccionadas es muy bajo. Esto es consecuente con el bajo nivel de certeza (Viktorov *et al.* 1962; González Bernáldez 1981 b) que se tiene de encontrarse en una banda altitudinal dada ante la presencia de un ejemplar de cualquiera de estas plantas. Por ejemplo, la más abundante —*Lotus corniculatus*— se encuentra en la banda media en 31 de las unidades elementales observadas y no aparece en 39. La presencia de la planta indicaría probablemente esta banda altitudinal, pero la ausencia no indica nada. Se trataría de un indicador «poco útil» con un nivel de certeza bajo (31/70) y de incertidumbre alto (70/5). En las restantes especies el poder indicador es aún peor. La aplicación de un test χ^2 , que daría probablemente un valor elevado para algunas de estas especies, presenta el inconveniente de asignar un nivel de significación para un grado de libertad, dada la incertidumbre del error de muestreo.

Estas consideraciones vienen a confirmar los resultados comentados en *a*: las diferencias altitudinales aparecen bien recogidas por el tercer eje del análisis de correspondencias en el caso de la solana, no reflejándose la influencia de la altitud en la tipología de los pastizales en el caso de la umbría.

Especies del pastizal de umbría seleccionadas como las más discriminantes altitudinales y número de unidades elementales de muestreo en que estuvieron presentes (*M*: en la banda altitudinal media; *A*: en la baja).

	<i>Especies</i>	<i>Número de presencias</i>	
		<i>M</i>	<i>A</i>
X ₃₈	<i>Centaurea paniculata</i>	4	2
X ₄₉	<i>Dactylis glomerata</i>	0	2
X ₆₉	<i>Holosteum umbellatum</i>	10	20
X ₇₄	<i>Lactuca vininea</i>	1	2
X ₇₅	<i>Lathyrus angulatus</i>	7	0
X ₈₃	<i>Lotus corniculatus</i>	31	5
X ₁₀₀	<i>Platago subulata</i>	15	3
X ₁₀₆	<i>Rumex angiocarpus</i>	12	18
X ₁₅₇	<i>Leucanthemopsis pallida</i>	4	0

Discusiones y conclusiones

El efecto solana/umbría es decisivo sobre la variabilidad de los pastizales estudiados, probablemente condicionado por el balance hídrico de la vegetación y el tipo de edafogénesis. Eventualmente, incluso el modelado y la forma de las pendientes puede resultar afectado, ya que la vegetación protege el sustrato en la umbría, siendo menos frecuentes las circunstancias de rexistasia o desestabilización del control.

Tanto en solana como en umbría son sin embargo muy patentes las diferencias entre erosión y conservación del suelo. La primera se corresponde con subsistemas rejuvenecidos, con escasa capacidad de persistencia de materia, mientras que la segunda corresponde a subsistemas más maduros, con una más efectiva evitación de pérdidas de materiales —mayor persistencia de éstos en el ecosistema (ver Cushing 1959)—. Tratándose de tipos tan diferentes de estructuras las diferencias de su composición en especies corroboran la variabilidad detectada. La alternancia de estas dos zonas o fases se relativamente intrincada y compleja a escala de bastante detalle (decenas de centímetros).

recuperación bisotásica después de un grave estado de erosión, presentando la estructura de un mosaico de teselas con distintos grados de madurez (ver cuadro 2). Los datos históricos y testimonios orales hacen pensar que las causas de esta situación eran antrópicas (obtención de leña, pastoreo excesivo, laboreo). Por el contrario, la total cesación de estas actividades conlleva nuevos desequilibrios a causa —sobre todo— de la excesiva acumulación de biomasa inflamable, de forma que los incendios conducen otra vez a situaciones rexistásicas.

Las diferencias altitudinales son patentes en la solana. La presencia de cambios de este tipo en la flora y vegetación en tan poco desnivel tiene que ver seguramente con la mayor nubosidad y precipitación en la cima, que aparece encapotada con frecuencia, particularmente en situaciones de pluviosidad Norte, tan frecuentes en el Guadarrama y que dan características condensaciones y zonas de nubes que quedan retenidas en la cima. Este fenómeno parece repetirse en alineaciones meridionales de la presierra, aunque sean pequeñas, como en nuestro caso, si están alineadas en sentido W-E y están relativamente destacadas del macizo principal del Guadarrama.

La umbría presenta una conservación del suelo mejor por su más generalizada biostasia y más eficaz edafogénesis. Probablemente, la mayor humedad edáfica de la umbría y el predominio generalizado de la circulación interna del agua, tienden a homogeneizar las características topoclimáticas de esta parte de la sierra, de forma que la distribución de abundancias de las especies no ayuda a diferenciar aquí zonas altitudinales como en solana. Un fenómeno semejante a este ha sido observado por Suanzes (1980) al estudiar los matorrales de una zona relativamente próxima a la nuestra.

Junto a la tipología practicada de acuerdo con las fuentes de variación comentadas, podemos también apoyarnos en los resultados anteriores y retener sobre todo las plantas bien sobresalientes y de importancia en el pastoreo. Puede así sugerirse una clasificación adicional en tres uni-

Cuadro 2

MOSAICOS DE BIOTASIA-REXISTASIA RELATIVAS EN LA SIERRA DEL CASTILLO (MADRID)

Teselas	Zonas de biotasia	Zonas de rexistasia
	Estabilidad y control biológico. Biomasa vegetal relativamente mayor. No se transparenta el sustrato ni aparecen claros de vegetación.	Inestabilidad y escaso control biológico. Biomasa vegetal escasa y cubierta rala, con claros donde se muestra el sustrato.
Estructura de la vegetación	Grandes gramíneas edificadoras o formadoras de césped. Fases constructivas y expansivas de los "patterns" biológicos de especies rizomatosas y estoloníferas.	Ausencia de grandes edificadoras. Gran proporción de terófitos. Fases senescentes de plantas formadoras de "patterns" en ocasiones.
Especies indicadoras (las marcadas con asterisco lo son en solana y umbría).	Umbrías: <i>Agrostis castellana</i> *, <i>Hieracium pilosella</i> , <i>Arabis hirsuta</i> , <i>Arrhenatherum album</i> *, <i>Festuca coccifera</i> , <i>F. nigrescens</i> , <i>Thymus sylvestris</i> , <i>Linum hispanicum</i> , <i>Helianthemum vulgare</i> , <i>Ranunculus paludosus</i> , <i>Trifolium phleoides</i> , <i>T. striatum</i> , <i>Veronica arvensis</i> , <i>Vicia tetrasperma</i> , <i>America albacilla</i> . Solanas (altitud media): <i>Stipa lagascae</i> , <i>Avena barbata</i> , <i>Erodium cicutarium</i> . Solanas (altitud baja): <i>Agrostis castellana</i> *, <i>Andryala integrifolia</i> , <i>Arrhenatherum album</i> *, <i>Avena barbata</i> , <i>Ammia marginata</i> , <i>Carlina corymbosa</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Galium parietense</i> *, <i>Trifolium campestre</i> , <i>T. striatum</i> .	Umbrías: <i>Arabis alpina</i> , <i>Anthoxanthum aristatum</i> , <i>Arenaria leptoclada</i> , <i>Erophila verna</i> , <i>Evar carpetana</i> *, <i>Lavandula pedunculata</i> (plántula) <i>Logfia minima</i> *, <i>Veronica verna</i> , <i>Valpurga ciliata</i> , <i>Armoeris minima</i> *, <i>Galium parietense</i> . Solanas (Altitud media): <i>Paronychia argentea</i> , <i>Trifolium angustifolium</i> , <i>T. cheiri</i> , <i>T. sibiricum</i> . Solanas (Altitud baja): <i>Corynephorus canescens</i> *, <i>Panicum turgidum</i> , <i>Evar carpetana</i> *, <i>Herniaria cinerea</i> , <i>Logfia minima</i> *, <i>Silene portensis</i> , <i>Trifolium cheiri</i> , <i>Valeriana rigida</i> .
Edafogénesis	Mas intensa. Formación de horizontes, movilización de bases. Mayores contenidos en humus. En ocasiones acumulaciones de partículas procedentes de zonas de mayor rexistasia.	Escasa. Predomina la erosión y exportación de materia y partículas.
Ciclo del agua	El tapiz vegetal absorbe impactos de la lluvia y disipa la energía del agua de arroyada. Frenado de ésta y aumento de la infiltración. Los movimientos del agua y sustancias tienden a hacerse hipodérmicos. Mejor balance hídrico.	Escasa disipación de la energía hidráulica; mayor arroyada y escasa infiltración. Predomina la dispersión del agua y partículas. Pobre balance hídrico.
Topografía	Obstáculos a la arroyada debidos a: - La masa vegetal. Tallos elásticos disipadores de energía. - Diques de piedras o bloques. - Formas cóncavas, concentradas.	Menor impedancia a la arroyada. Geometrías dispersantes (cóncavas, anastomosamiento de surcos).

Cuadro 3

Tipología de pastizales de la Sierra del Castillo según la distribución de indicadores muy sobresalientes.

1. Pastizal de *Agrostis-castellana* (solanas a menos de 1200 m., con fondo de suelos más o menos arenosos de acumulación).

2. Bercial (solanas altas a más de 1200 m., entre bloques o afloramientos de roca granítica).

3. Pastizal de *Festucas* (predominante en toda la umbría, sobre suelos húmicos).

----- *Corynephorus fasciculatus* -----

----- *C. canescens* -----

----- *Dactylis glomerata* -----

----- *Trifolium glomeratum* -----

----- *T. cherleri* -----

----- *Vulpia muralis* -----

----- *Agrostis castellana* -----

----- *Avenula marginata* -----

----- *Stipa gigantea* -----

----- *Koeleria crassipes* -----

----- *Festuca costei* -----

----- *F. nigrescens* -----

----- *T. strictum* -----

----- *Milium vernale* -----

----- *Agrostis castellana* -----

----- *Avenula marginata* -----

----- *Festuca costei* -----

----- *F. nigrescens* -----

----- *T. strictum* -----

----- *Milium vernale* -----

----- *Agrostis castellana* -----

----- *Avenula marginata* -----

dades basada en la distribución de las especies recogida en el cuadro 3. La unidad 1 (pastizal de *Agrostis castellana*) es un pastizal temprano, rico en termófilas relativas, aquí *Corynephorus fasciculatus* y *C. canescens* reflejan suelos más arenosos e inestables. La unidad 2 («bercial») presenta la fisonomía característica que da *Stipa gigantea* a estos sitios, donde predominan asimismo afloramientos de roca y especies propias de fisuras. La unidad 3 (pastizal de *Festucas*), conocida localmente como «hierba cervuna» se separa de las otras variantes por especies indicadoras asociadas a sustratos con más materia orgánica, que facilitan un pastizal verde durante un tiempo más largo que las anteriores.

Finalmente, merece la pena apuntar, no sólo como colofón del presente trabajo sino también de otros ya citados, que la caracterización de los pastizales de zonas como la estudiada, por métodos ecológicos y fitosociológicos, es una empresa interesante. Tales estudios básicos deben profundizar no obstante en varios puntos:

- El papel del pastoreo en la estabilidad del paisaje, el mantenimiento de la diversidad biológica y la prevención del incendio, optimizándose la carga ganadera según épocas y ecosistemas.
- La rentabilidad de combinar el corte del matorral para uso energético con la mejora de pastos (renuevos, optimización de la producción en una etapa determinada de la sucesión tras el corte del matorral).
- Los tratamientos necesarios para la promoción de la biostasia y sus ventajas en la conservación del suelo y del agua.

En el caso concreto de la sierra estudiada se sugiere para una utilización múltiple con una producción equilibrada, captación hidrológica, y promoción de la educación ambiental y esparcimiento:

- Una política silvo-pastoril que corrija tanto los abusos de una presión exagerada (frecuente hasta mitad de este siglo) como el abandono actual (desde 1950).
- La promoción de un pastoreo rotatorio, con cargas graduadas en zonas críticas según la biomasa presente, evitando su acumulación y el rejuvenecimiento de macollas, así como la preservación de productores de semillas.

BIBLIOGRAFIA

- Abelló, R. P. *et al.* 1981. Comunidades de pastizal del monte de El Pardo (Madrid) *Studia Oecologica*, en prensa.
- Arnáiz, C. 1979. Ecología y fitosociología de los zarzales y espinales madrileños comprendidos en los sectores Guadarrámico, Manchego y Celtibérico-Alcarreño. *Lazaroa*, 1: 129-138.
- Benzecri, J. P. 1973. L'analyse des données. Vol. 2. L'analyse des correspondances. Dunod. Paris.
- Cordier, B. 1965. L'analyse factorielle des correspondances. Thèse, 3.º cycle. Rennes.
- Cushing. D. H. 1959. The control of primary production by grazing. Internat. Oceanographic Congress, 1959.

- Díaz Pineda, F. y González Bernáldez, F. 1975. Experiencia obtenida con modelos de regresión múltiple para la descripción del hábitat de matorrales. *Anal. Insti. Bot. Cavanilles*, 32 (2): 1333-1348.
- Galiano, E. F. 1980. *Detección de pautas de distribución espacial en pastizales*. Tesis Doctoral. Universidad de Madrid.
- Godron, M. et al. 1968. Code pour le relevé méthodique de la vegetation et du milieu. C.N.R.S. Paris.
- González Bernáldez, F. et al. 1978. Integrating studies for ecological survey of mediterranean range lands. INTECOL. 2th. Congress of Ecology. Jerusalem. *Abstracts*, 1: 41.
- González Bernáldez, F. et al. 1980a. Modelos de paisajes en zonas de montaña de Madrid. Coloquio Hispano-Francés Areas de montaña. Madrid. *Actas*: 113-123.
- González Bernáldez, F. y Pineda, F. D. 1980b. Bases para la tipificación integrada de pastizales de dehesa. *Pastos*, en prensa.
- González Bernáldez, F. 1981a. Role des études de perception dans les évaluations et les strategies de conservation. *Atelier Internat. Strategies Conservation de l'eau. Quebec*, 23 pp.
- González Bernáldez, F. 1981b. *Ecología del paisaje*. Blume. Madrid.
- González Bernáldez, F. y Pou, A. 1981c. *Collado Mediano: aspectos naturales y usos tradicionales*. Public. de la Diputación Provincial de Madrid.
- Jenrich, R. and Sampson, P. 1977. Stepwise Discriminant Analysis. *Bio-medical computer programs*. H.S.C.F. Univ. California Press: 711-733.
- Monntserrat, P. 1975. Fisiología del paisaje. *Sem. Estructura y Estabilidad del ecosistema*. Sevilla, 19 pp.
- Nicolás, J. P., Herrero, C. y Díaz Pineda, F. 1979. Experiencias en la enseñanza de la biología ambiental: bosques y pastizales seriáridos. *Bol. Inform. M. Ambiente, CIMA*, 10: 25-45.
- Nicolás, J. P., Díaz Pineda, F. and González Bernáldez, F. 1980. Interpretation of the evolution of spanish landscapes by means of biological indicators. *Bio indication auf der Ebene der populationen und Biogeozonosen. Teil 4*: 90-94.
- OPIEM. 1980. *Seminario de propuestas sobre la operación Piloto de Interpretación del Entorno Mediterráneo*. Madrid. Comité español del Programa MaB.
- Peco, B., Pineda, F. D. Nicolás, J. P. y Ruiz, M. 1981. Análisis de correlación canónica aplicado al estudio de pastizales en una cuenca granítica. *Studia Oecológica*, en prensa.
- Rivas Martínez, S. 1963. Estudio de la vegetación y flora de las Sierras de Guadarrama y Gredos. *Anal. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 21: 5-325.
- Rivas Martínez, S. 1964. Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos en la España Peninsular. *Anal. Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 22: 343-405.
- Rivas Martínez, S. 1968. Los jarales de la Cordillera Central *Collectanea botánica* 7 (2): 1033-1082.
- Rivas Martínez, S. 1969. La vegetación de la alta montaña española. *V Simposio de Flora Europaea*, 58-80. Sevilla.
- Rivas Martínez, S.; Costa, M. 1973. Datos sobre la vegetación de la Pedriza de Manzanares (Sierra de Guadarrama). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*

(*Biol.*), 71: 331-340.

- Rivas Martínez, S.; Arnáiz, C.; Barreno, E. y Crespo, A. 1977. Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e Islas Canarias. *Opúscula Botánica Pharmaciae Complutensis*, 1: 1-48.
- Rivas Martínez, S. 1978. Sobre las sinasociaciones de la Sierra de Guadarrama. *Assosiation Komplexe (Sigmeten)*. Ed. R. Tuxen, J. Cramer, Vaduz: 189-212.
- Ruiz, M.; Nicolás, J. P.; Galiano, E. F.; Pineda, F. D. y Bernáldez, F. G. 1979. Estructura y variabilidad de pastizales semiáridos en zonas graníticas. *Pastos*, 8 (1): 85-93.
- Ruiz, M. 1980. *Características de la variación de pastizales en zonas graníticas*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma. Madrid.
- Solntsev, V. N. 1974. O nickotorykh fundamental'nykh svoistvakh gheocistemnoi struktury. In Aktdemiya Nank SSSR. Irkustk, *Metody kompleksnykh issledovanií gheosistem*.
- Suanzes, P. 1980. *Estudio Ecológico de los matorrales del área de El Pardo (NW de Madrid)*. Tesina de Licenciatura. Uni. Autónoma de Madrid.
- Teran, M. 1952. *Geografía de España y Portugal*. Vol. I. Montaner y Simón. Barcelona.
- UNESCO. 1980 *MaB Information System*. Compilation 4. Proy. n.º515. París.
- Viktorov, S. V.; Vostodova, E.A. & Vyshivkin. D.D. *Vredenie v indikatsionnyu gehobotaniky*. Izd. Moskovskovo. Universiteta.

RESUMEN

Se analiza la composición y distribución de los pastizales de las vertientes sur y norte de una presierra del Guadarrama (Cordillera Central) inmediata a Collado-Mediano (Madrid).

Para llevar a cabo su inventario y descripción se ha realizado un muestreo estratificado que comprende dos variantes: a) ladera Sur, tres bandas altitudinales a partir de 1.100 m. separadas entre sí 100 m. b) ladera Norte, dos bandas altitudinales (la montaña estudiada presenta una asimetría en sentido N-S, no existiendo en la umbría altitudes inferiores a 1.200 m.). Actualmente se observan en esta sierra importantes fenómenos de erosión y de cicatrización o recuperación del sustrato. Estos fenómenos fueron desencadenados por procesos ecológico-históricos de diferentes naturalezas. Teniéndose en cuenta este hecho, se estudia la estructura de ambas vertientes mediante inventarios realizados en zonas en *biostasia* (fases de estabilidad biológica del sustrato) y en *rexiastasia* (ruptura del equilibrio ecológico del sustrato).

El análisis de la información permite reconocer la estructura siguiente: una clara discriminación biocenótica entre solana y umbría; diferencias altitudinales marcadas en la solana y, dentro de cada banda altitudinal, entre zonas biostásicas y rexiastásicas; en cambio, en la umbría las diferencias altitudinales se muestran inexistentes diferenciándose tipos de pastizal exclusivamente por la erosión del sustrato.

SUMMARY

The floristic composition and distribution of pastures in Sierra del Castillo (Sierra de Guadarrama, Central Spain) are studied. Various sampling plots at different altitudes on the Southern and Northern slopes were sampled and analysed by multifactorial methods. The structure of vegetation is studied in eroded («rexiastasia») and preserved («biostasia») areas. The analysis of information offers the following results: there is a clear biocenotic discrimination due to the difference between the Northern and Southern aspects. In the south slopes several sectors are ordinated according to altitude and erosion. In the north slopes, however, altitudinal differences are not detected floristically, the pastures being discriminated by erosion processes.