

INTRODUCCIÓN

Hace ahora casi un cuarto de siglo que publicamos la “Guía botánica del Sistema Central español” allá por la primavera de 1991. En su momento, dada la ausencia de este tipo de libros escritos en castellano por botánicos españoles, dicha obra vino a llenar un vacío que hacía muy difícil al aficionado a la naturaleza poder acceder a los secretos que nos ofrece la biología de la Cordillera Carpetana, como todavía siguen algunos denominando al Sistema Central ibérico, una espina dorsal montañosa que se extiende desde la provincia de Guadalajara, en la mitad este peninsular, hasta las de Guarda y Castelo Branco, en la zona central de Portugal. Desde entonces, las ciencias naturales, como ha

ocurrido en otros campos del saber humano, han experimentado avances espectaculares que nos han permitido afinar sustancialmente la clasificación de los seres vivos para hacerla más acorde con sus historias evolutivas. La irrupción de la biología molecular en el campo de la taxonomía, plasmada sobre todo en la secuenciación y análisis de marcadores genómicos, ha permitido que en la segunda década del Siglo XXI podamos empezar a clasificar la ingente biodiversidad del Planeta Tierra con criterios evolutivos. Ello ha tenido como consecuencia que muchas de las especies señaladas entonces hayan cambiado de nombre y/o de ubicación en sus géneros, familias e incluso ór-

denes. Por otra parte, el libro del año 1991 únicamente incluía las plantas vasculares, lo que restringía su uso a los aficionados a los helechos y las plantas con flores, dejando al margen otros grupos vegetales importantes como los musgos o las hepáticas, y otros seres vivos que, como los hongos macroscópicos y los animales, cuentan incluso con mayor número de aficionados. Además, no contemplaba importantes sectores occidentales de la cordillera como la Sierra de Gata o la Serra da Estrela. Aprovechando, pues, la necesidad de actualización, hemos creído necesario ofrecer una nueva obra antes que actualizar la ya añeja guía. En esta nueva publicación hemos incrementado la parte botánica y dedicado cierto espacio a resultados de otras disciplinas, como la zoología y la micología, con objeto de proporcionar una guía de campo. Ciertamente, en un libro de estas características no es posible abarcar la totalidad de plantas, animales y setas, por lo que, siguiendo el criterio que ya usamos entonces, hemos primado las zonas de alta montaña, si bien hemos bajado el nivel orófilo hasta los 1700 m y concedido más espacio a la media montaña. En nuestra opinión, el reto más importante a la hora de diseñar una obra de divulgación científica de estas características es compaginar los diferentes requerimientos

del público aficionado a las ciencias naturales. Hemos pretendido que pueda servir de herramienta tanto para aquellas personas que tienen un conocimiento limitado de los seres vivos, como para los estudiantes y profesores universitarios e investigadores interesados en la naturaleza viva del Sistema Central. Llegados a este punto, hemos de declarar que, como el lector advertirá fácilmente, las plantas vasculares han sido tratadas con mayor amplitud que los otros seres vivos, algo difícil de evitar considerando los orígenes de esta obra y la especialidad de los autores de la misma, que no es otra que la sistemática vegetal.

Para situar al lector, iniciamos la guía con una serie de apartados introductorios relativos a la situación geográfica del territorio, su origen y características geológicas, su bioclimatología y su biogeografía.

En el siguiente capítulo se describen los pisos de vegetación, desde las tierras más bajas hasta las cumbres. Tras una definición y delimitación de los mismos, se comentan las formaciones vegetales más importantes de cada piso, con las especies más significativas que integran los mismos. Sobre este aspecto conviene hacer algunas aclaraciones para el uso correcto de la presente guía: cuando se cita una especie, se hace generalmente con su nombre vulgar en **negri-**

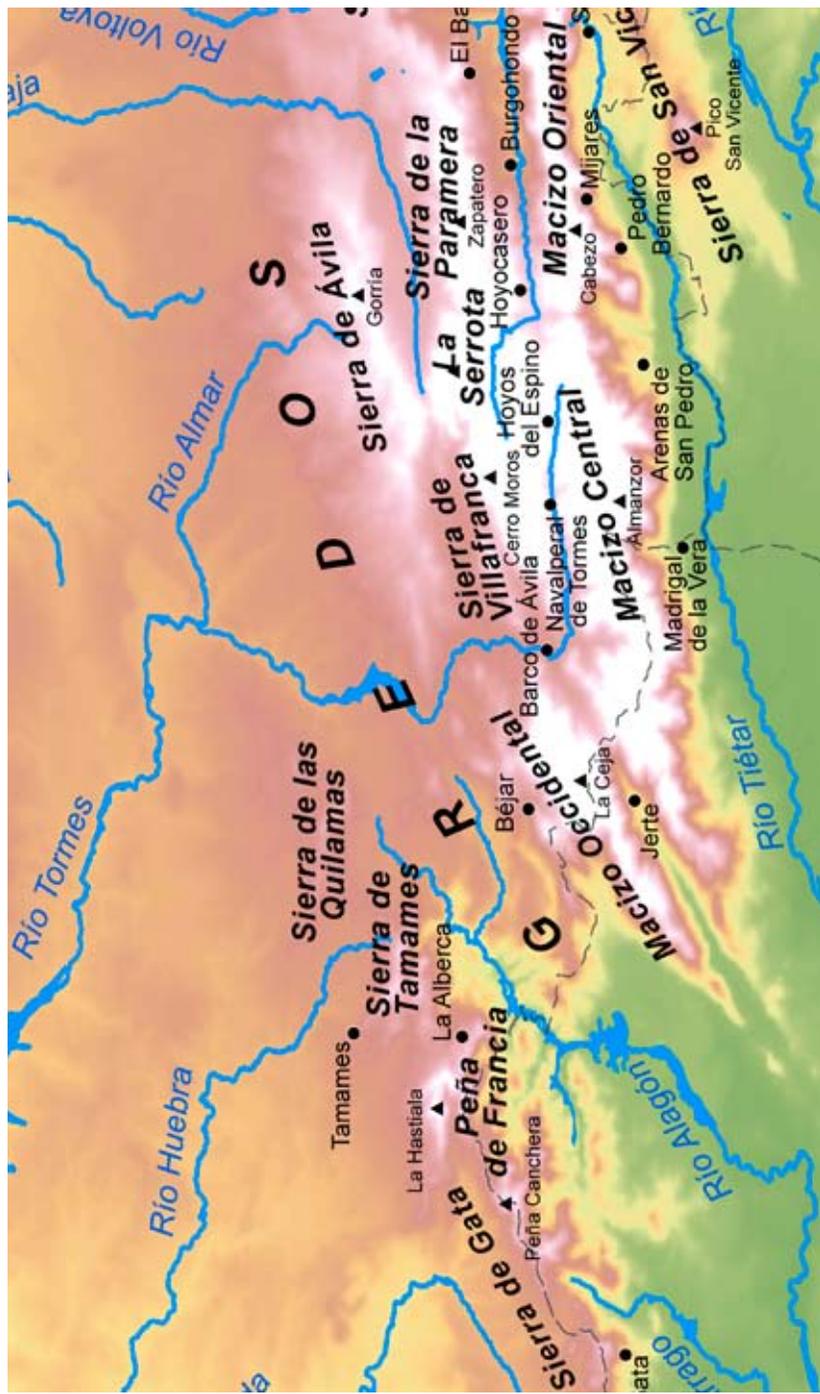
ta (siempre y cuando la especie esté ilustrada); seguidamente, entre paréntesis, se incluye en *cursiva* el nombre científico y la familia a la que pertenece (únicamente en el caso de plantas vasculares).

En los pisos de vegetación del piorno serrano (oromediterráneo) y de los prados de cumbres (crioromediterráneo) se tratan todas las comunidades vegetales. Tras una descripción de las características ecológicas de dichas comunidades, se citan las especies más representativas. Al tratarse de una guía de montaña, la flora y vegetación de las zonas basales ha merecido menos atención que la de la media montaña y, sobre todo, que la de los niveles superiores. Teniendo en cuenta que hemos querido primar las ilustraciones sobre los textos, con objeto de facilitar el reconocimiento de las especies y las comunidades, hemos incluido un buen número de fotografías, lo que nos ha obligado a agrupar la mayoría de ellas en láminas al final de cada piso de vegetación, excepción hecha del apartado dedicado a los dos pisos superiores, la mayoría de cuyas fotografías las hemos ubicado al final del capítulo tercero, dedicado a las claves de identificación de la flora vascular de alta montaña.

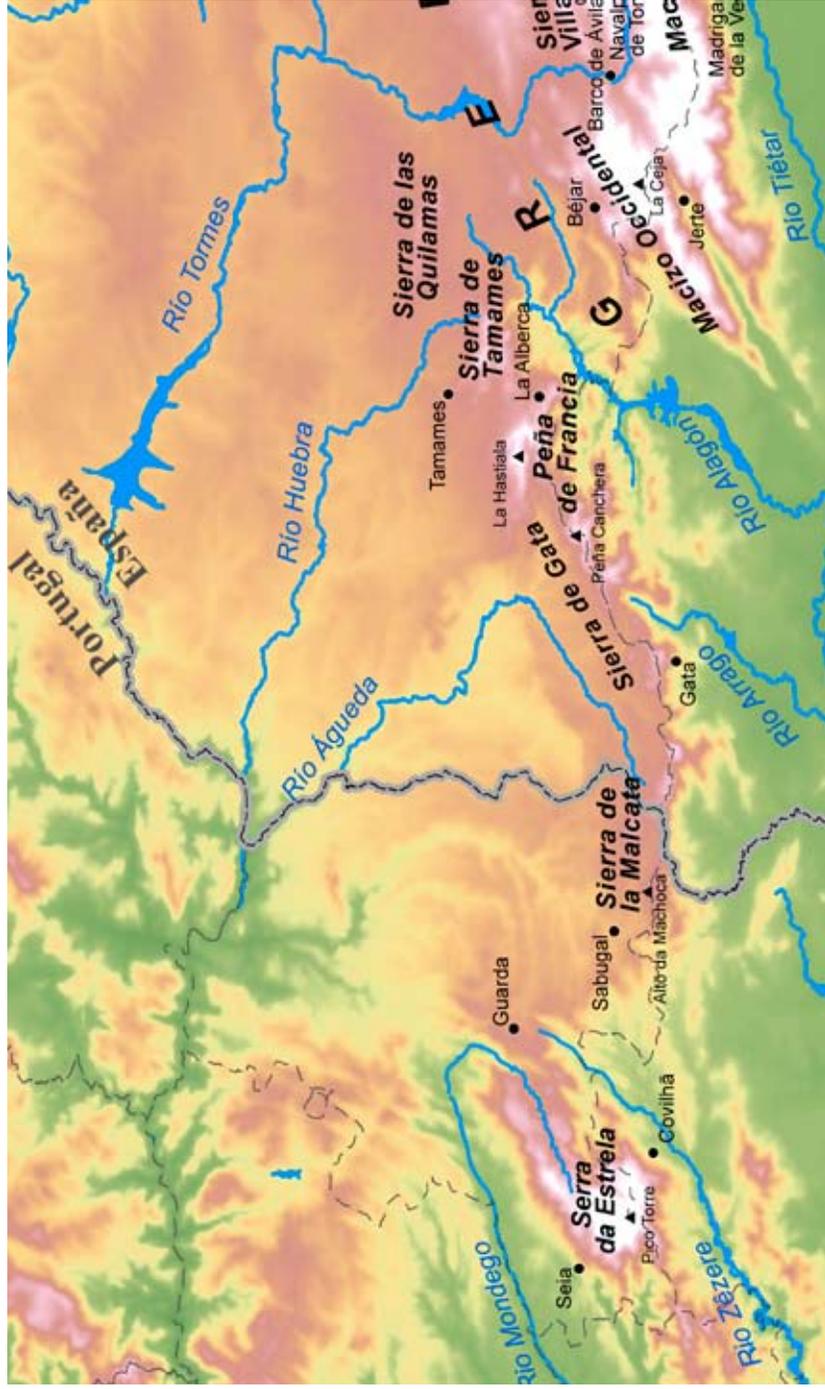
Como acabamos de decir, el tercer capítulo contiene las herramientas para la identificación de las 678 especies y subespecies

de plantas vasculares que habitan por encima de los 1700 m de altitud. El mejor conocimiento de la flora de estas montañas ha hecho que el número de especies sea sensiblemente superior al ofrecido en la guía de 1991, aumento al que también han contribuido el cambio climático y la creciente nitrificación (contaminación) de las zonas altas de fácil acceso (puertos de montañas y cumbres a las que puede llegarse en automóvil), lo que ha originado la progresiva colonización de numerosas especies adaptadas a los medios antropizados. Como complemento para la identificación de las especies, hemos ilustrado la práctica totalidad de las mismas en láminas situadas al final del capítulo.

Como apéndice de la presente guía (véase al final del libro) hemos incluido un pequeño resumen de las exploraciones pioneras de la alta montaña carpetana, que se hicieron tanto con afán exclusivamente montañero como aquellas que tuvieron lugar durante las campañas científicas cuya finalidad era contribuir al conocimiento de la flora de nuestras montañas. Por último, se presenta, también como apéndice, un glosario terminológico con el propósito de ayudar al público menos avezado en el conocimiento de la naturaleza.



Mapa 2: Tramos centrales del Sistema Central.



Mapa 3: Tramos occidentales del Sistema Central.

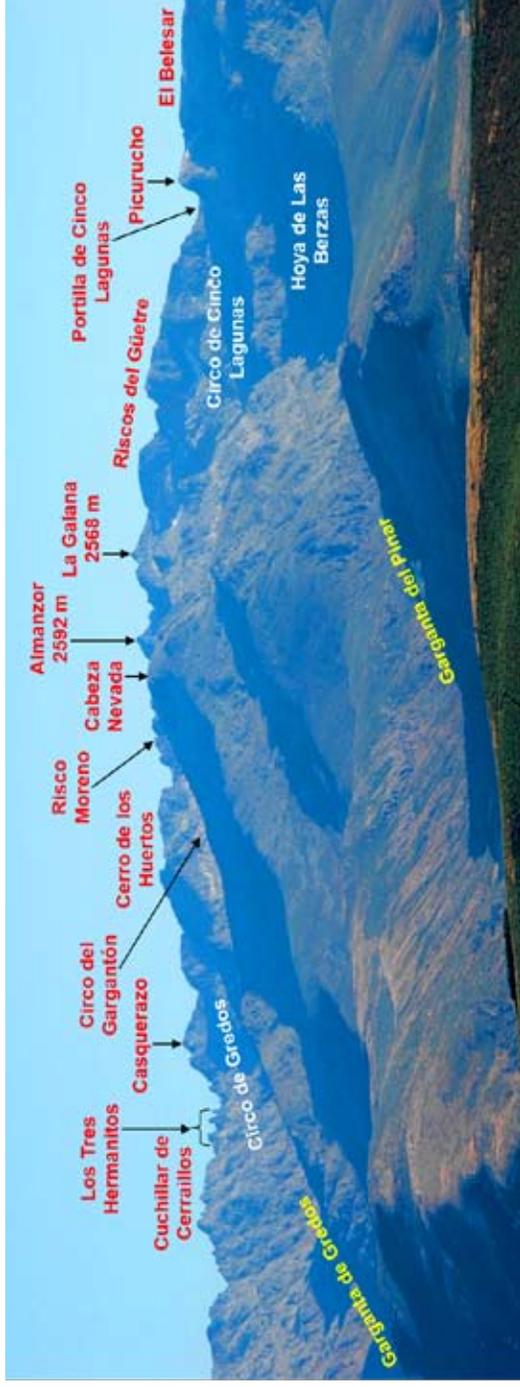
SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Como es de común conocimiento, la extensa meseta ibérica está dividida en dos submesetas debido a la presencia de una cadena montañosa de grandes proporciones denominada **Sistema Central**. En su conjunto, la cordillera forma parte de cuatro comunidades autónomas españolas y dos regiones portuguesas (Castilla-La Mancha, Castilla y León, Extremadura, Madrid, Beira Alta y Beira Baixa), así como de nueve provincias (Ávila, Cáceres, Castelo Branco, Guadalajara, Guarda, Madrid, Salamanca, Segovia, Toledo y Viseu). Esta Cordillera Central consta de un elevado número de sierras (Mapas 1, 2 y 3); unas forman la divisoria de aguas de las cuencas de los ríos Duero, Tajo y Mondego, otras acompañan paralelamente y en dirección ENE-OSO a la cadena principal y otras están situadas perpendicularmente a la misma

Las sierras de **Gredos** (Almanzor, 2592 m), **Guadarrama** (Peñalara, 2430 m) y **Somosierra-Ayllón** (pico del Lobo, 2273 m) constituyen una alineación montañosa española que abarca la mayor parte del Sistema Central —una longitud superior a 240 km— y donde se hallan sus cotas más elevadas. Cada una de ellas posee sierras asociadas que forman la cuenca alta de algunos afluentes del Due-

ro y Tajo. De todas estas cadenas montañosas, las que alcanzan mayor longitud (unos 140 km) y anchura (aproximadamente 50 km) son las sierras de Gredos: **macizo occidental** o Sierra de Béjar (La Ceja, 2425 m), entre el Corredor de Béjar y el puerto de Tornavacas; **macizo central** (Almanzor, 2592 m), entre el puerto de Tornavacas y el del Pico; y **macizo oriental** (Cabezo, 2188 m), entre el puerto del Pico y San Martín de Valdeiglesias. Todas ellas constituyen la cadena principal, si bien hay numerosas cadenas secundarias, siendo las más importantes: la **Sierra de San Vicente** (1322 m), al sur de la divisoria principal; la alineación comprendida (de oeste a este) por la **Sierra de Villafranca** (Cerro Moros, 2059 m), **La Serrota** (2294 m) y la **Sierra de la Paramera** (Zapatero, 2160 m), al norte de la misma —entre Barco de Ávila y El Barraco—; y la **Sierra de Ávila** (Gorría, 1772 m), aún más al norte. Todas estas sierras se hallan dispuestas paralelamente entre sí. A los efectos de esta guía, consideramos Gredos en sentido amplio a todos los conjuntos orográficos comprendidos entre el Corredor de Béjar, en el oeste, y la cuerda de los Polvisos, que da paso a la Sierra de Malagón, por el este.

A continuación —hacia el ENE de la Sierra de la Paramera— aparece la **Sierra de Guadarrama** (Peñalara, 2430 m), que enlaza con



Panorámica del macizo principal de Gredos desde el puerto de Peña Negra.



Vista general de la Sierra de Guadarrama desde el sur.

la Sierra de la Paramera a través de la **Sierra de Malagón** (Cueva Valiente, 1902 m) y acaba en el puerto de Somosierra. Tiene asociadas la corta **Sierra del Quintanar** (2192 m) al norte y, hacia el sur, casi perpendicularmente, la **Sierra de Cuerda Larga** (Cabeza de Hierro, 2383 m), la cual delimita junto a la cadena principal el valle del río Lozoya, al que se puede acceder desde Madrid por los conocidos puertos de Canencia y la Morcuera. Además, dicha cadena principal delimita las provincias de Madrid y Segovia, con los puertos naturales de los Leones, Navacerrada, Cotos y Navafría, que intercomunican ambas provincias mediante carreteras.

El tramo desde el puerto de Somosierra hasta la provincia de Soria se conoce como **Somosie-**

rra-Ayllón (pico del Lobo, 2273 m), cadena principal que tiene asociadas la **Sierra de San Benito** (2199 m) dirigida hacia el Sur —que es continuada por la **Sierra de Lobosillo** (1865 m)— y más hacia el Este la **Sierra del Robledal** (Ocejón, 2048 m), también situada en dirección N-S y perpendicularmente a la divisoria de aguas. En este tramo, encontramos los puertos de El Cardoso, La Hiruela y la Quesera.

Los tramos más occidentales de la cordillera los hemos dividido en dos unidades fundamentales, la **Serra da Estrela** (máxima elevación en el pico Torre con 1992 m) y las **sierras de Gata** en sentido amplio que incluyen un conjunto de elevaciones entre las que destacamos de este a oeste las sierras de **Las Quilamas**, de **Ta-**



El Pico del Lobo.



Serra da Estrela. Pico Torre desde el Curral do Vento.

mames y de la **Peña de Francia** (máxima cota en el pico Hastiala con 1733 m); la **Sierra de Gata** en sentido estricto, que limita las provincias de Salamanca y Cáceres (cuya máxima elevación es la Peña Canchera con 1592 m) y la portuguesa **Sierra de la Malcata**, (Alto da Machoca, 1078 m) que hace de enlace con la ya citada Serra da Estrela.

Por tanto, estamos ante una alineación montañosa que rompe

con la monotonía de las submesetas proporcionando las mayores elevaciones a Portugal, Extremadura, Castilla-León, Castilla-La Mancha y Madrid.

GEOLOGÍA

El Sistema Central está compuesto principalmente por rocas plutónicas (granitos) y metamórficas (gneises, cuarcitas, esquistos y pi-



La Cervigona (Sierra de Gata).

zarras) cuyo origen se remonta al Paleozoico, hace unos 350 millones de años (m.a.). Por entonces, una serie de plegamientos correspondientes a la **orogenia Hercínica** afectaron a las rocas sedimentarias que se formaron tras el depósito de sedimentos en cuencas marinas del antiguo Mar de Thetys. La estratificación de materiales más modernos sobre los plegamientos que aún seguían produciéndose, junto a la proximidad de magmas fundidos, produjo un aumento de presión y temperatura que originó las rocas metamórficas. La aparición de granitos tuvo lugar más tarde, como consecuencia de la ascensión de magmas fundidos que cristalizaron tras su enfriamiento en la superficie. Posteriormente, y

poco antes de iniciarse el Mesozoico —hace unos 300 m.a.—, comenzaron los procesos erosivos sobre las zonas emergidas que darían origen a la primitiva Meseta.

Unos 40 m.a. atrás, en el Oligoceno (Era Terciaria o Cenozoico), comenzó la denominada **orogenia Alpina**, que afectó tanto a la mayor parte de las montañas peninsulares (Cordillera Central, Pirineos, Cordillera Cantábrica, etc.) como a otros sistemas montañosos (Alpes, Andes e Himalaya, entre ellos). La Cordillera Central se elevó entonces en dirección ENE-OSO, subdividiendo la antigua Meseta en las actuales meseta norte y meseta sur, y alcanzando cotas superiores a las actua-



Pico Almanzor desde El Gargantón (Gredos).



El modelado glaciar ha dejado morrenas, cumbres afiladas y lagos. Gredos, Cinco Lagunas.



La erosión fluvial generó abruptas gargantas en las laderas meridionales. Garganta de Jaranda (Cáceres).

les. Otro hecho de importancia producido por esta orogenia fue el basculamiento de esta antigua Meseta hacia el Oeste, obligando a ciertos ríos actuales (Duero, Guadiana y Tajo) a desembocar en el Océano Atlántico.

El movimiento de bloques que se hundían y elevaban durante la orogenia Alpina dio lugar, por una parte, a alineaciones montañosas paralelas entre sí, y por otra, a un mayor salto de falla de la Cordillera Central hacia la meseta sur, debido al basculamiento hacia el Norte de ciertos bloques. Hoy día se puede apreciar una mayor inclinación en la vertiente sur y, por tanto, un nivel de base más bajo de

los afluentes aportados por la Cordillera Central al río Tajo (Tiétar, Alberche, Jarama y Henares, entre otros) que el de los afluentes del río Duero (por ejemplo, el Tormes y el Adaja).

Durante el Cuaternario —es decir, durante los 2 últimos m.a.— las erosiones fluvial, glaciar y periglacial fueron modelando la cordillera para dar lugar al actual relieve. Una primera época fluvial dio origen a la elaboración de la actual red hidrográfica. Más tarde se instaló un período frío, con fenómenos de hielo-deshielo (periglaciarismo), que dio lugar a pedreras, crestas y acúmulo de depósitos en los valles. Posteriormente, hace menos de



Los granitos gredenses exhiben cristales de feldespato de varios centímetros.

cien mil años, aparecieron los hielos correspondientes a la fase glacial Würmiense, que erosionaron las cimas haciéndolas abruptas, y modelaron los valles creando un perfil en forma de “U”. En concreto, en Europa ha habido cuatro glaciaciones (Günz, Mindel, Riss y Würm) con sus periodos interglaciares cálidos. Hace tan solo 13.000 años se experimentó uno de los momentos más fríos del Cuaternario (último máximo glacial), seguido de una etapa periglacial (hace 10.000 años) y de otra fluvial, que acabó por configurar el actual relieve, con las lagunas, riscos y valles que conocemos en nuestros días. En el momento

presente nos encontramos en un periodo cálido interglacial.

La roca madre resultante de los procesos geológicos aludidos está constituida principalmente por granitos en las sierras de la Estrela, Gredos, Gata, y parte de la Sierra de Guadarrama, y rocas metamórficas (pizarras, esquistos, cuarcitas y gneises) en el resto. Los granitos están compuestos por cuarzo, feldespato (frecuentemente cristales de varios centímetros) y mica (moscovita y biotita). El metamorfismo regional se refleja en una transición gradual desde rocas expuestas a condiciones de presión y temperatura altas, como los gneises (que constituyen la mayor parte de la Sierra de Guadarrama y zonas de Somosierra-Ayllón) y las cuarcitas, hasta rocas suavemente metamorizadas (pizarras), como es el caso del tramo más oriental del Sistema Central y ciertas áreas de Gata, pasando por rocas de metamorfismo medio, como los esquistos de Somosierra-Ayllón.

BIOClimatología

La bioclimatología es la parte de la climatología que se ocupa de la influencia del clima en el medio biológico. En términos más precisos, cuando se refiere a la relación clima-medio vegetal se denomina fitoclimatología. De hecho la diná-



Las partes altas del Sistema Central soportan inviernos muy rigurosos. Pico Almanzor (Gredos).

mica de la vegetación es el aspecto más significativo en biogeografía ya que los animales dependen estrechamente de las plantas.

Ya Teofrasto (322 a. C.), en su libro *De historia plantarum* puso de manifiesto la influencia del clima sobre la vegetación, pero ha sido fundamentalmente a lo largo de los dos últimos siglos, cuando el estudio de las relaciones entre la vegetación y los diversos elementos climáticos (precipitaciones, temperaturas, radiación, humedad, régimen e intensidad de los vientos, altitud y latitud, entre otros), ha dado lugar a un amplio conocimiento de dichas relaciones y a la publicación de diversos índices “bioclimáticos” (cociente ombrotérmico de Em-

berger, índice de continentalidad de Gorezynski, índice de termicidad de Rivas Martínez, clasificación climática de Köppen, etc.), que apoyados en los avances en materia de georreferenciación, el análisis de composición de los suelos y, más recientemente, el uso de modelos climáticos y herramientas genéticas para obtener una clasificación evolutiva de las plantas, han permitido una considerable sistematización de las relaciones entre clima y seres vivos,

En todo caso, la fiabilidad de los índices referidos a un determinado territorio, depende de la precisión de los datos climáticos aportados por los sistemas de medición, que van de muy sofisticados a extraordinariamente simples.

El territorio que abarca esta guía de campo, dispone de pocas estaciones meteorológicas de alta montaña con registros históricos, especialmente en las cotas altitudinales superiores a 1700 m, si exceptuamos algunas localidades aisladas de la sierra madrileña (puerto de Navacerrada) y la presencia de algunos pluviómetro-dispersos que no son controlados en numerosas ocasiones.

Como es bien conocido, la temperatura del aire en las montañas varía en función de la exposición y la altitud. Podemos afirmar que, en promedio, la temperatura disminuye entre 0,5 y 0,65° C cuando se incrementa la altitud en 100 m; sin embargo, resulta interesante señalar que dicha tendencia puede experimentar una inversión en puntos y momentos concretos; como dato curioso podemos indicar que, en menos de 15 km y en una banda altitudinal de menos de 450 m, en invierno se puede pasar de los -9° C. del Valle de Amblés (1.130 m) a los 0° C. del Puerto de Menga (1.565 metros). Por otro lado, debido a la ubicación del Sistema Central en el Hemisferio Norte, las laderas orientadas al sur son, en términos generales, notablemente más térmicas que las septentrionales.

La cantidad de precipitaciones depende de la orografía y de la ubicación geográfica del territorio. En nuestra región, los frentes de

lluvia provienen principalmente del Atlántico, razón por la cual las precipitaciones son en general más abundantes en las zonas más occidentales; sin embargo, en los tramos orientales del Sistema Central (Sierra de Ayllón) las precipitaciones son similares a las de muchos puntos del oeste de la cordillera; esto se debe fundamentalmente a la mayor frecuencia en Ayllón de tormentas estivales, a borrascas procedentes del Mediterráneo y a una menor influencia del anticiclón de las Azores en Ayllón que en Guadarrama, sierra esta última que muestra los índices más bajos de pluviosidad de toda la cadena. Es interesante señalar además que existen importantes diferencias en cuanto a las precipitaciones entre las vertientes Norte y Sur, de manera que la cara meridional recoge, en general, más precipitaciones que la septentrional; ello se debe a los vientos ábregos (de origen atlántico y, por tanto, húmedos), que proceden del suroeste peninsular y se estrellan literalmente contra los paredones carpetanos que, en ocasiones, superan los dos kilómetros de altura. Además la cara sur acumula una mayor insolación y temperatura. Por ello el aire húmedo y cálido asciende a gran velocidad provocando intensas precipitaciones al enfriarse. Por el contrario, los valles septentrionales son bastante más secos por el efecto de sombra

de lluvia que provocan los citados paredones.

Ambos factores —temperatura y precipitación— están interrelacionados: un descenso térmico por debajo de 0° C hace que las precipitaciones sean en forma de nieve; a su vez, la influencia atlántica suaviza el clima como consecuencia del elevado calor específico del agua. No hay que olvidar que estos dos factores son los más importantes en la distribución de la vegetación y de cualquier ser vivo.

El hecho de que el Sistema Central esté incluido en la unidad biogeográfica denominada región mediterránea no se debe a la escasez de precipitaciones, que pueden

igualar o superar las de territorios tradicionalmente muy húmedos como Gran Bretaña, sino a la marcada estacionalidad de las mismas que se concentran principalmente de octubre a mayo. No obstante, en algunos valles profundos orientados al sur (el del río Pelayo en Guisando, el de la Garganta de Santa María en Candeleda o, —especialmente— el del río Jerte) dicha estacionalidad es menos acusada.

Durante el verano las lluvias son en general escasas, excepción hecha de la Sierra de Ayllón y la Serra da Estrela; no obstante, el asfixiante calor de las mesetas circundantes puede provocar pequeñas depresiones que generan

Sierra	Altitud	Tma	Tm+	m+
La Estrela				
Guarda	1056	10,9	19,4	8
Manteigas	1380	9,2	17,6	8
Covilhã	614	13,6	22,2	8
Gata				
Pinofranqueado (Cc)	449	14,0	23,6	7
Gredos				
Gil García (Av)	1140	10,7	20,7	8
Navalonguilla (Av)	1180	11,0	20,9	7
Bohoyo (Av)	1142	9,9	18,7	7
Navacepedilla de Corneja (Av)	1250	10,8	20,6	8
La Herguijuela (Av)	1602	11,0	19,1	8
Hoyos del Espino (Av)	1484	8,7	18,8	7
Burgohondo (Av)	928	12,4	22,4	7

tormentas, aunque muchísimo menos frecuentes que, por ejemplo, en Los Pirineos.

La distribución de la temperatura y las precipitaciones puede variar mucho de un punto a otro dentro de la cordillera. Normalmente, la temperatura media en los circos y valles glaciares es más baja que en las laderas soleadas debido al embolsamiento de masas de aire frío en los primeros; además, la precipitación es menor en las sierras y valles situados en sombra de lluvia debido a la cercanía de cumbres elevadas que entretienen las nubes procedentes del suroeste. Un ejemplo de sombra de lluvia a nivel regio-

nal lo tenemos en la alineación formada por las sierras de La Paramera, La Serrota y Villafranca, situadas en paralelo al norte de la cuerda principal de la cordillera. La mayor sequedad hace que la flora de dicha alineación muestre curiosos paralelismos con la de la Sierra de Guadarrama, por ejemplo, la presencia en los prados de cumbre de ambas sierras de *Armeria caespitosa* y dos cañuelas muy próximas de aspecto y adaptaciones similares (*Festuca vettonica* y *F. indigesta* subsp. *lagascae* en la Serrota y Guadarrama, respectivamente).

La escasez y diversidad de los datos climáticos, principal-

Tm-	m-	Ppa	Ppm+	Ppm-	Macizo	Orientac.
4,0	1	882,0	106,7	11,0	Estrela	N
3,0	1	1234,0	188,0	12,0	Estrela	S
6,2	1	1082,0	162,0	10,0	Estrela	S
6,2	1	1207,3	173,4	15,3	Gata	S
2,7	1	1140,9	186,6	13,2	Gredos C	N
2,9	1	1038,5	150,5	15,6	Gredos C	N
2,3	12	875,8	138,0	11,2	Gredos C	N
3,7	1	832,4	104,2	20,1	Gredos C	N
3,0	1	731,5	98,4	18,9	Gredos C	N
1,1	1	892,0	106,0	17,0	Gredos C	N
4,0	1	548,3	80,7	11,1	Gredos E	N

Sierra	Altitud	Tma	Tm+	m+
Gredos (continuación)				
El Tiemblo (Av)	689	13,7	23,9	7
Hervás (Cc)	688	14,9	25,1	7
Tornavacas (Cc)	871	12,9	22,2	7
Candeleda (Av)	430	16,4	26,4	7
Guisando “El Risquillo” (Av)	766	13,1	23,1	7
Arenas de S. Pedro (Av)	510	13,8	24,1	7
La Adrada (Av)	628	15,1	26,0	8
Guadarrama				
Segovia (Sg)	1002	11,9	21,6	7
Peguerinos (Av)	1351	7,6	19,6	7
Navacerrada Puerto (M)	1860	6,4	16,3	8
Rascafría (M)	1159	10,4	20,2	7
Colmenar Viejo (M)	879	13,3	23,8	7
Bustarviejo (M)	1222	9,7	19,0	8
Manjirón (M)	1000	11,3	22,0	7
Somosierra-Ayllón				
Cerezo de Arriba (Sg)	1500	10,2	19,9	7
Gargantilla del Lozoya (Gu)	1133	11,6	21,3	8
Somosierra (M)	1442	8,6	18,4	7
Pantano de El Vado (Gu)	1000	12,5	22,0	8
Condemios de Arriba (Gu)	1320	7,2	16,5	7

TABLA 1. Datos climáticos de diversas estaciones ubicadas en los pisos mesomediterráneo, supramediterráneo y oromediterráneo. **Ppa**: precipitación total anual; **Ppm+**: precipitación del mes más lluvioso; **Ppm-**: precipitación mes más seco. **Tma**: temperatura media anual; **Tm+**: temperatura media del mes más cálido; **m+**: mes más cálido; **Tm-**: temperatura media del mes más frío; **m-**: mes más frío.

Tm-	m-	Ppa	Ppm+	Ppm-	Macizo	Orientac.
5,4	1	550,1	86,5	11,9	Gredos E	N
7,1	1	1004,7	145,7	12,0	Gredos W	S
5,1	1	1452,0	230,2	16,9	Gredos W	S
7,9	1	1056,1	169,1	10,4	Gredos C	S
4,6	1	1766,7	300,3	19,3	Gredos C	S
5,3	12	1554,0	358,0	10,0	Gredos C	S
6,7	1	998,6	141,5	15,3	Gredos E	S
4,0	1	464,0	60,0	21,0	Guadarrama	N
0,0	12	810,0	98,0	10,0	Guadarrama	S
-0,6	1	1326,0	186,0	24,0	Guadarrama	S
2,2	1	802,1	114,2	14,9	Guadarrama	S
4,8	1	536,0	78,1	14,5	Guadarrama	S
1,0	1	942,0	133,0	17,0	Guadarrama	S
2,7	1	583,0	56,0	15,0	Guadarrama	S
2,0	1	556,0	98,0	5,0	Somosierra-Ayllón	N
3,8	1	622,8	82,8	18,9	Somosierra-Ayllón	S
0,8	1	588,0	70,0	23,0	Somosierra-Ayllón	S
4,6	1	851,4	116,4	15,1	Somosierra-Ayllón	S
0,3	1	800,5	103,6	20,0	Somosierra-Ayllón	S

mente en las zonas superiores de todo el Sistema Central, hace que los que presentamos en la **Tabla 1** no reflejen exactamente la realidad climática de la cordillera.

En cuanto a la vegetación, es importante indicar que, como detallaremos más adelante, se observan fuertes contrastes en el Sistema Central. Pongamos como ejemplos la comarca de la Vera —situada en el valle del río Tiétar (Cáceres)—, y la denominada “Andalucía de Ávila” —territorios del sur de esta provincia que incluyen municipios como Candeleda o Arenas de San Pedro—, en las que se cultivan especies propias de climas suaves

como el tabaco, los naranjos y el algodón. Sin embargo, la situación varía notablemente a muy pocos kilómetros, pues en las cotas más elevadas de los paredones septentrionales de Gredos las plantas disponen de un breve período para su desarrollo a causa de las bajas temperaturas y la prolongada cobertura nival. Esta última puede incluso durar más de 10 meses, incluso todo el año, en ciertas portillas o circos glaciares de la vertiente norte, por lo que solo pueden sobrevivir algunas plantas de óptimo más norteño, con un ciclo de vida muy breve (plantas quionófilas).



La muralla del macizo central de Gredos posibilita un clima benigno en la vertiente sur. Naranjos en El Raso (Ávila).



El **nomevés** (*Gyrocaryum oppositifolium*) es un raro y antiguo linaje que en el Sistema Central cuenta con una sola población.

BIOGEOGRAFÍA

La biogeografía es la parte de la biología que se ocupa de la reconstrucción de la evolución de los seres vivos en un contexto geográfico. El Sistema Central nos ofrece un marco único para ello: su situación geográfica, que vertebraba la Península Ibérica en dos partes (mesetas norte y sur), se ha traducido en un amplio escenario donde migraciones norte-sur y viceversa tuvieron lugar en función de las condiciones climáticas imperantes. Los inmigrantes más antiguos pudieron evolucionar a nuevas especies de carácter local (endemismos), mientras que los que llegaron más tarde tuvieron menos tiempo para diferenciarse y

su estado actual se ajusta mejor al rango taxonómico de subespecie. El resultado de la llegada y establecimiento de numerosas especies durante los últimos millones de años, junto con los fenómenos de especiación local, explican la rica composición florística y faunística que ahora podemos contemplar en la cordillera.

Con frecuencia se emplea el término **relict** para indicar que una especie o grupo de especies son escasos en el presente. Este término no indica por sí mismo gran cosa, ya que debe relacionarse con algún acontecimiento. Por esta razón hay que contrastar la distribución actual de la especie con los cambios acaecidos en tiempos pretéritos, responsables

de que ciertas poblaciones sean escasas. Se distinguen cuatro tipos de relictos: (1) **geográficos**, especies que tienen una distribución mucho más restringida que en tiempos precedentes (e.g. hayas, lobos); (2) **taxonómicos**, grupos que en el pasado contaban con un mayor número de táxones (e.g. coníferas, felinos); (3) **linajes relictos**, aquellos que divergieron mucho antes que otros linajes del mismo grupo con los que convive (e.g. *Carex furva*); y (4) **linajes antiguos**, aquellos que aparecieron hace muchos millones de años [e.g. **nomevés** (*Gyrocaryum oppositifolium*), una pequeña boraginácea que cuenta con una sola localidad conocida

en nuestras sierras y dos en el mundo].

En las últimas dos décadas hemos tenido la fortuna de presenciar el desarrollo de técnicas y métodos específicos que ofrecen datos imprescindibles para conseguir una reconstrucción biogeográfica de confianza. En concreto nos referimos a tres disciplinas: (1) paleontología, gracias a las nuevas técnicas aplicadas a la identificación de especies fósiles; (2) modelos de distribución de especies, que permiten proyectar al presente la distribución potencial de cada especie sobre la base de condiciones óptimas de temperatura y precipitación, y que también extrapolan esa distribución poten-



El helecho *Hyperzia selago* es un elemento de montaña eurosiberiana muy raro en el Sistema Central.



Linaria elegans es un endemismo de las cordilleras Cantábrica, Central e Ibérica.

cial a las condiciones del pasado (e. g. glaciaciones); (3) métodos filogenéticos y filogeográficos de reconstrucción de la historia de las especies con marcadores del ADN (principalmente secuencias de ADN). Quedan atrás las especulaciones biogeográficas del pasado siglo que muchos fitogeógrafos, particularmente los fitosociólogos, propusieron para el Sistema Central. De hecho la Fitosociología (disciplina en desuso que intentaba describir la vegetación potencial a partir de la vegetación actual) ha ido perdiendo credibilidad en la comunidad científica debido a muestreos deficientes, al rechazo de técnicas de medición

modernas y a una metodología científica precaria (falta de análisis estadísticos, deficiente integración con otras disciplinas, etc.).

Relaciones florísticas del Sistema Central con otras cordilleras ibéricas

La distribución de los orófitos ibéricos ha sido empleada históricamente para formular hipótesis de conexiones entre las floras de las distintas cadenas montañosas. Gracias a la ubicación central de nuestra cordillera, muchas de estas plantas de montaña sirven para interpretar la historia de las migraciones. Ahora bien, debido a



La presencia de *Gentiana pneumonanthe* en los cervunales es un exponente de la influencia oceánica.

la fidelidad de muchas especies al sustrato, las conexiones florísticas están limitadas en muchas ocasiones a otras sierras con sustratos similares (silíceos tipo granitos, gneises, esquistos, etc.). A continuación se muestran los táxones que comparte el Sistema Central con otras montañas ibéricas:

a) Táxones orófitos noroccidentales ibéricos y/o cantábricos.

Algunos de ellos son exclusivos del Sistema Central y la Cordillera Cantábrica, por lo que es bastante verosímil la conexión entre esta última y las zonas altas occidentales de nuestra cordillera. Entre ellos señalamos: *Ranunculus amplexicaulis*, *R. abnormis*, *Genista carpetana* y *Poa legionensis*.

b) Táxones orófitos eurosiberianos.

Este grupo comprende plantas de la Iberia húmeda (región eurosiberiana). Entre ellas resaltamos *Huperzia selago*, *Vaccinium uliginosum*, *Swertia perennis*, *Carex pilulifera*, *C. pallescens* y *Fagus sylvatica*, cuya distribución carpetana es predominantemente oriental, si bien las dos primeras son relictos geográficos en ambos extremos carpetanos.

c) Táxones orófitos carpetano-cantábrico-ibéricos.

Presentes en la Cordillera Cantábrica, el Sistema Central y el Sistema Ibérico. Son muy escasos, pero podemos indicar: *Rumex suffruticosus*, *Linaria elegans* y *Carex asturica*.

d) Táxones orófitos carpetano-nevadenses. A pesar de que la andaluza Sierra Nevada presenta condiciones climáticas muy parecidas a las del Sistema Central, solo unas pocas especies conectan exclusivamente ambos sistemas montañosos, entre las que destacamos *Conopodium bunioides*.

e) Táxones carpetano-cantábrico-nevadenses. Presentes en los tres sistemas montañosos ibéricos, como *Carex furva*, *Senecio boissieri* y *Gentiana boryi*.

f) Táxones atlánticos. La influencia del océano Atlántico posibilita la conexión entre las floras de las tierras bajas de Portugal y Galicia con las floras de las montañas carpetanas occidentales (Estrela, Gata y Gredos) donde encuentran niveles similares de precipitación y humedad ambiental. Destacamos aquí *Erica tetralix*, *Saxifraga spathularis*, *Genista anglica*, *Carex binervis*, *C. depressa* subsp. *depressa*, *Gentiana pneumonanthe* y *Erica umbellata*.

g) Táxones suroccidentales ibéricos presentes en la vertiente sur de Gredos y/o sierras de Gata-Peña de Francia debido a las benignas condiciones climatológicas. Resaltamos entre ellos *Erophaca baetica*, *Ononis*

pinnata, *Avenula albinervis*, *Fuirena pubescens*, *Polygala microphylla* y *Myrtus communis*.

Relaciones florísticas entre los distintos tramos del Sistema Central

El mayor número de sierras en Gredos, así como sus cumbres más elevadas, explica la presencia, muchas veces relictas, de un número mayor de **orófitos** (especies de montaña), bien ibéricos o de distribución más amplia, que no alcanzan el resto de los tramos de la cordillera. Sin embargo, algunos orófitos crecen únicamente en otros sectores del Sistema Central o comparten presencia en dos o más sierras. En la **Tabla 2** se recogen distintos táxones orófitos y su presencia o ausencia en cada uno de los cinco tramos en los que, a efectos de esta guía, hemos dividido el Sistema Central. Los biogeógrafos han interpretado estos datos de manera muy diversa, pero coinciden en que no solo las condiciones ambientales (climatología, topografía, suelos) determinan la distribución de los táxones dentro de una cordillera, sino que los aspectos históricos (distintas oleadas de migraciones) han sido decisivos a la hora de interpretar la ubicación actual de las diferentes especies que conforman la flora y la fauna.

	AY	GU	GR	GA	ES
<i>Aconogonon alpinum</i> (= <i>Polygonum alpinum</i>)	+	+	+	-	-
<i>Adenostyles alliariae</i>	-	-	+	-	-
<i>Agrostis rupestris</i>	-	-	+	-	-
<i>Allium victorialis</i>	-	-	-	-	+
<i>Androsace vitaliana</i> subsp. <i>assoana</i>	-	+	+	-	-
<i>Arabis alpina</i>	+	+	+	-	-
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	+	+	-	-	-
<i>Armeria bigerrensis</i> subsp. <i>bigerrensis</i>	-	-	+	-	-
<i>Armeria caespitosa</i>	+	+	+	-	-
<i>Armeria salmantica</i>	-	-	-	+	-
<i>Armeria sampaioi</i>	-	-	-	-	+
<i>Athyrium distentifolium</i>	-	-	+	-	-
<i>Bistorta officinalis</i> (= <i>Polygonum bistorta</i>)	+	+	-	-	-
<i>Botrychium lunaria</i>	+	-	+	-	-
<i>Callitriche palustris</i>	-	-	+	-	-
<i>Caltha palustris</i>	-	-	+	+	+
<i>Cardamine castellana</i>	-	-	+	+	+
<i>Carex asturica</i>	-	+	-	-	-
<i>Carex disticha</i>	-	+	+	-	-
<i>Carex furva</i>	-	(+)	+	-	(+)
<i>Carex limosa</i>	-	-	-	(+)	-
<i>Carex pallescens</i>	+	(+)	-	-	-
<i>Carex panicea</i>	+	+	-	+	-
<i>Carex pilulifera</i>	+	-	-	-	+
<i>Carex umbrosa</i> subsp. <i>huetiana</i>	-	+	-	-	-
<i>Carex vesicaria</i>	-	+	+	-	-

	AY	GU	GR	GA	ES
<i>Cerastium cerastioides</i>	-	-	+	-	-
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	+	+	+	-	-
<i>Cistus laurifolius</i>	+	+	+	-	-
<i>Conopodium bunioides</i>	-	+	+	-	-
<i>Convallaria majalis</i>	-	-	+	-	-
<i>Echinopartum barnadesii</i>	-	-	+	-	-
<i>Echinopartum ibericum</i>	-	-	+	+	+
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	-	+	+	-	+
<i>Epilobium angustifolium</i>	+	+	+	-	-
<i>Erigeron alpinus</i>	-	+	-	-	-
<i>Eriophorum latifolium</i>	+	+	+	-	-
<i>Eryngium bourgatii</i>	-	+	+	-	-
<i>Eryngium duriaei</i>	-	-	-	-	+
<i>Fagus sylvatica</i>	+	-	-	-	-
<i>Genista carpetana</i>	-	-	+	-	-
<i>Genista pilosa</i>	+	-	-	-	-
<i>Gentiana boryi</i>	-	-	+	-	-
<i>Geum rivale</i>	+	+	+	-	-
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	+	+	-	-	-
<i>Huperzia selago</i>	+	-	+	-	-
<i>Iris latifolia</i>	+	-	-	-	-
<i>Isoetes velatum</i> subsp. <i>asturicense</i>	-	-	+	-	-
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	-	+	+	-	-
<i>Linaria alpina</i>	-	(+)	+	-	-
<i>Luzula caespitosa</i>	-	+	-	-	+
<i>Luzula spicata</i>	+	+	+	-	-
<i>Lycopodium clavatum</i>	-	(+)	-	-	(+)

	AY	GU	GR	GA	ES
<i>Menyanthes trifoliata</i>	+	+	+	-	+
<i>Meum athamanticum</i>	(+)	-	+	-	-
<i>Myosotis decumbens</i> subsp. <i>teresiana</i>	-	-	+	-	-
<i>Narcissus asturiensis</i>	-	-	+	+	+
<i>Omalotheca supina</i>	-	-	+	-	-
<i>Paradisea lusitanica</i>	-	-	+	+	+
<i>Phalacrocarpum oppositifolium</i>	-	-	-	-	+
<i>Pinguicula grandiflora</i>	-	+	-	-	-
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>	-	-	+	-	-
<i>Poa cenisia</i> subsp. <i>fontqueri</i>	+	+	+	-	-
<i>Poa legionensis</i>	-	-	+	-	-
<i>Polystichum aculeatum</i>	+	+	+	-	-
<i>Polystichum lonchitis</i>	-	+	+	-	-
<i>Potentilla palustris</i>	-	-	+	-	-
<i>Pulsatilla alpina</i> subsp. <i>apiifolia</i>	-	-	+	-	-
<i>Pyrola minor</i>	+	+	+	-	-
<i>Quercus petraea</i>	+	+	-	+	-
<i>Quercus robur</i>	-	-	+	+	+
<i>Ranunculus abnormis</i>	-	+	+	+	+
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	-	+	+	-	-
<i>Ranunculus amplexicaulis</i>	-	-	+	-	-
<i>Ranunculus nigrescens</i>	+	+	-	-	+
<i>Rumex scutatus</i>	-	-	+	-	-
<i>Rumex suffruticosus</i>	+	+	+	-	+
<i>Sanicula europaea</i>	+	+	+	-	-
<i>Saponaria ocymoides</i>	+	+	-	-	-
<i>Saxifraga spathularis</i>	-	-	-	-	+

	AY	GU	GR	GA	ES
<i>Saxifraga stellaris</i>	-	-	+	-	+
<i>Scrophularia alpestris</i>	+	-	-	-	-
<i>Scutellaria alpina</i>	-	-	+	-	-
<i>Sedum anglicum</i>	-	-	+	+	+
<i>Selinum pyrenaicum</i>	+	+	+	-	-
<i>Sempervivum vicentii</i>	+	+	+	-	-
<i>Sideritis lurida</i> subsp. <i>borgiae</i>	-	-	+	-	-
<i>Silene flos-cuculi</i>	+	+	+	-	-
<i>Silene marizii</i>	-	-	+	-	+
<i>Silene suecica</i>	-	-	+	-	-
<i>Sparganium angustifolium</i>	-	-	+	-	+
<i>Subularia aquatica</i>	-	-	+	-	-
<i>Swertia perennis</i>	+	-	-	-	-
<i>Teesdaliopsis conferta</i>	-	-	-	-	+
<i>Trichophorum cespitosum</i>	-	-	+	-	-
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+	-	-	-	+
<i>Veratrum album</i>	-	(+)	+	(+)	(+)
<i>Veronica alpina</i>	-	-	+	-	-
<i>Veronica fruticans</i> subsp. <i>cantabrica</i>	+	+	+	-	-
<i>Viola langeana</i>	-	-	+	+	+
<i>Viola montcaunica</i>	+	-	-	-	-

TABLA 2. Diferencias florísticas entre los cinco tramos del Sistema Central (únicamente se han contemplado plantas vasculares). El símbolo de presencia entre paréntesis (+) indica que el taxón es muy escaso o que podría haberse extinguido. No se consideran los endemismos de cada tramo, que pueden encontrarse en la Tabla 4. AY: Somosierra-Ayllón, ES: Serra da Estrela, GA: sierras de Gata en sentido amplio, GR: Gredos, GU: Guadarrama.

Marco biogeográfico del Sistema Central

Cuando se estudia la flora de una determinada región es imprescindible valorar la distribución mundial de cada planta, pues de este modo se puede tener conocimiento de las distintas influencias geográficas que determinaron la composición florística de dicha región. Ello, junto con estudios de geografía filogenética o filogeografía, sirve para elaborar hipótesis sobre la historia de su flora. Si una zona posee un elevado número de endemismos, el grado de aislamiento geográfico o ecológico de la misma se considera importante efectiva e históricamente. Por el contrario, si hay un elevado porcentaje de plantas que presentan una amplia distribución se puede interpretar que dicha región ha tenido numerosos contactos con las floras de otras regiones. Así, la Tierra ha sido dividida en unidades biogeográficas (fitogeográficas) que se caracterizan por la presencia de un determinado conjunto de táxones. El predominio de unos u otros sirve para definir las unidades biogeográficas, que abarcan de mayor a menor extensión desde el Reino hasta el Distrito.

El Sistema Central pertenece al reino holártico, que comprende la mayor parte del hemisferio norte. Uno de sus táxones característicos es la familia Pináceas

(pinos, abetos) dada la abundancia de especies y géneros de esta familia en dicha unidad. Dentro del reino holártico se encuentran las regiones eurosiberiana y mediterránea, ambas presentes en la Península Ibérica, si bien el Sistema Central pertenece a esta última región. No obstante, la flora del Sistema Central posee un elevado número de táxones de otras regiones, como la eurosiberiana, lo que indica la diversidad de ambientes que podemos encontrar en la cordillera.

En la **Tabla 3** presentamos el espectro florístico de la Sierra de Gredos con base en el catálogo de las aproximadamente 1500 especies que componen la flora de esta sierra. Hemos distinguido los siguientes tipos de táxones atendiendo a su historia biogeográfica:

- A) **Endemismos:** Plantas exclusivas, bien de las sierras de Gredos (endemismos gredenses), bien de la Península Ibérica (endemismos ibéricos).
- B) **Táxones mediterráneos:** Plantas que tienen un área de distribución en los países cercanos al Mar Mediterráneo. Aquí incluimos las especies circunmediterráneas (plantas distribuidas por las regiones ribereñas del Mar Mediterráneo), las características del oeste de dichos territorios y las que habitan ex-

ESPECTRO FLORÍSTICO DE LA SIERRA DE GREDOS

	%		%
Endemismos	14,77	Endemismos gredenses	1,01
		Endemismos ibéricos	13,76
Elementos mediterráneos	28,31	Circunmediterráneos	17,39
		Mediterráneos occidentales	9,33
		Orófitos mediterráneos	1,59
Elementos eurosiberianos	25,89	Eurosiberianos (s. s.)	11,37
		Europeos	10,68
		Atlánticos o subatlánticos	3,84
Elementos con amplia distribución	23,82	Cosmopolitas o subcosmopolitas	6,37
		Adventicios o neófitos	2,97
		Holárticos	8,11
		Paleotemplados	6,37
Otros elementos menores	7,21	Boreoalpinos	0,72
		Paleosubtropicales	0,50
		Otros	5,99

TABLA 3. Espectro florístico de la Sierra de Gredos. Nótese que los porcentajes indicados no denotan abundancia: los táxones eurosiberianos suelen ser relictos, mientras que los mediterráneos dominan con claridad.

clusivamente en las montañas de dicha zona (orófitas mediterráneas).

C) Táxones eurosiberianos: Distinguimos aquí los táxones distribuidos por Eurasia (eurosiberianos en sentido amplio), los que habitan únicamente en el continente europeo o sus proximidades (europeos) y las plan-

tas que requieren la influencia del clima oceánico y crecen por tanto en las proximidades del Atlántico (atlánticos o subatlánticos).

D) Táxones con amplia distribución: Plantas que crecen en todas o casi todas las regiones del planeta (cosmopolitas y subcosmopolitas), las que no son na-

tivas de nuestras latitudes pero han sido introducidas por el ser humano (adventicias o neófitos), las que se distribuyen por casi todo el hemisferio norte (holárticas) y las que crecen en las regiones templadas del Viejo Mundo (paleotempladas).

- E) **Otros táxones de menor relevancia:** Aquéllos de escasa importancia cuantitativa en el espectro florístico, pero de gran significado histórico. Dentro de éstos distinguimos las plantas que se desarrollan únicamente en las regiones árticas y las altas montañas de nuestro hemisferio (boreoalpinos), aquellas cuya distribución principal se ciñe a las regiones subtropicales del Viejo Mundo (paleosubtropicales) y, por último, agrupamos en “Otros” la suma de todos los restantes cuya escasa representación en la flora de Gredos hace irrelevante que se especifiquen en este libro.

Origen de la flora del Sistema Central

Hace unos 15 millones de años (era Terciaria, período Mioceno medio) el clima de la Península Ibérica debió de ser más cálido y húmedo que el actual y, por tanto, la vegetación era parecida a la de

las regiones subtropicales actuales. Parece ser que la laurisilva o bosque de hoja lauroide (característico ahora de Canarias y Madeira) estuvo extendida por la Península Ibérica, particularmente en los valles con frecuentes nieblas de las sierras de Gredos y la Estrela, donde aún se conservan como pequeños bosquetes relictos (véase apartado “Loreras”). En aquella época los antepasados de las especies que, como la encina, constituyen los actuales bosques resistentes a la sequía (esclerófilos), se refugiaban en las laderas más secas y soleadas de las montañas.

Las glaciaciones cuaternarias fueron definitivas para el establecimiento de la flora y fauna actuales del Sistema Central, ya que durante los períodos glaciares las montañas permanecieron cubiertas de hielo y las tierras bajas sufrían temperaturas muy frías pero soportables por algunas especies que descendían desde las zonas montañosas (migración vertical) o se desplazaban desde las regiones norteñas (migración geográfica). Este hecho permitió el desplazamiento de especies de unos sistemas montañosos a otros y permite explicar la presencia común de ciertos táxones en varias montañas ibéricas. Otras plantas lamentablemente se extinguieron con el avance de los hielos. No hay que olvidar que hubo cuatro glaciaciones en el último millón de años separadas



Los bosques de *Prunus lusitanica* son testimonio de la vegetación carpetana en el Terciario.

entre sí por períodos cálidos interglaciares, por lo que las migraciones descritas más arriba se han producido cíclicamente (de hecho, en la actualidad disfrutamos de un período cálido interglaciar). El retroceso de los hielos en los períodos interglaciares provocó que las plantas y los animales mejor adaptados a los climas fríos intentaran de nuevo migrar hacia el norte, o bien alcanzar las altas montañas de la Península Ibérica donde muchos de ellos han permanecido aislados hasta la actualidad, y algunos de los cuales se diferenciaron dando lugar a nuevos endemismos. Un caso singular, por la elevada cantidad de especies exclusivas, lo tenemos en Sierra Nevada, donde los ende-

mismos conviven junto a ciertos elementos boreoalpinos (plantas de latitudes boreales y altas montañas europeas) formando una flora única en el mediterráneo. Sin embargo, el Sistema Central alberga muchos menos endemismos propios (endemismos carpetanos; véase **Tabla 4**), cuestión que sigue siendo motivo de discusión entre biogeógrafos.

Aunque no están dotadas de movimiento propio que les permita desplazarse individualmente, las plantas pueden, sin embargo, migrar mediante sus diásporas (principalmente semillas y frutos) y recorrer así grandes distancias. Se reconocen cuatro síndromes (grupos de caracteres) de disper-

sión que favorecen la movilidad de frutos y semillas, a veces a considerables distancias: **anemocoria**, características relacionadas con la dispersión por viento; **endozoocoria** y **epizoocoria**, con la dispersión interna o externa de animales (fundamentalmente aves y mamíferos) e **hidrocoria**, caracteres que posibilitan el transporte acuático (fundamentalmente a través de ríos). Aunque las plantas se pueden desplazar decenas (a veces incluso millares) de kilómetros de distancia, las migraciones más frecuentes se realizan al colonizar paulatinamente los territorios vecinos. Cuando las diásporas se encuentran con un obstáculo geográfico tal como una elevación montañosa importante, en muchos casos su migración queda interrumpida.

Durante las glaciaciones los hielos cubrieron vastos territorios del norte y centro de Europa, alcanzando incluso la latitud de París en zonas bajas y todas las altas montañas del continente. Por ello, las especies propias de regiones boreales se vieron obligadas a desplazarse en dirección sur, poblando las entonces tierras bajas, libres de hielo, de la Península Ibérica. Ello produjo una profunda modificación en la composición florística y faunística del Sistema Central, que recibió el aporte de nuevas especies del norte. Por otra parte, no todas las especies fueron capaces de llevar a cabo tal migración

y muchas de ellas se extinguieron, en gran medida por la dirección predominante E-O de las montañas europeas (Sistema Central, Alpes, Pirineos y Cordillera Cantábrica, entre otras). En América, la predominante dirección N-S de las montañas permitió el avance de las especies desde el norte a latitudes más templadas, característica que supuso menor extinción, incluso de árboles. Esta disposición diferencial explicaría por ejemplo la presencia actual de coníferas de la familia Taxodiaceae, tales como secuoyas rojas (*Sequoia sempervirens*) solo en Norteamérica o *Cryptomeria* solo en Asia; si bien estuvieron distribuidas por el norte de la Península Ibérica en el Neógeno (23-2,5 millones de años), como demuestran los macrofósiles recientemente descubiertos en Cantabria. Otras muchas especies arbóreas desaparecieron de la Península Ibérica algo más tarde (último millón de años), entre ellas algunas pertenecientes a los géneros *Keteleeria*, *Cathaya*, *Tsuga*, *Symplocos*, *Nyssa*, *Parthenocissus*, *Parrotia*, *Pterocarya*, *Engelhardia*, *Eucommia*, *Zelkova* y *Liquidambar*.

Endemismos y especiación en el Sistema Central

Las montañas presentan unas condiciones ambientales muy diferentes a las de las tierras bajas circundantes, lo que permite albergar una

flora orófila reproductivamente aislada; estos territorios son para muchas plantas comparables a islas y albergan un alto índice de endemismos. Es bien conocido que el aislamiento durante cientos de miles o millones de años genera nuevas subespecies y especies. De hecho un patrón general que se supone para cualquier montaña aislada es que las subespecies, especies y géneros endémicos obedecen a progresivos periodos de aislamiento. Se supone que los endemismos del Sistema Central se originaron en sus sierras, se adaptaron a las condiciones locales y se extendieron a lugares donde consiguieron ambientes si-

milares. Pero esto hay que someterlo a comprobación con las nuevas metodologías indicadas anteriormente. En la **Tabla 4** se muestran los nombres de las 19 especies y 13 subespecies endémicas de las sierras del Sistema Central, además de algunos subendemismos, i.e. plantas únicas de dicha cordillera, salvo por la presencia de alguna población fuera de la misma. Un reciente estudio sobre los endemismos de Gredos indica que dichos táxones parecen estar bien adaptados a las condiciones actuales, ya que se han detectado altos niveles de homogeneidad genética, salvo en el caso de la **uva de gato de Lagasca** (*Sedum*



Ranunculus oleraceus es un orófito endémico de Gredos del que se conocen únicamente 7 poblaciones.

TAXON	SIERRA(S)
Endemismos	
<i>Antirrhinum grosii</i>	Gredos
<i>Armeria bigerrensis</i> subsp. <i>bigerrensis</i>	Gredos
<i>Armeria caespitosa</i>	Gredos, Guadarrama, Ayllón
<i>Armeria rivas-martinezii</i>	macizos central y occidental de Gredos
<i>Armeria salmantica</i>	Peña de Francia
<i>Asphodelus albus</i> subsp. <i>carpetanus</i>	¿Estrela?, Gata, Guadarrama (S. Pela)
<i>Asphodelus oblongicarpus</i>	Gredos
<i>Centaurea avilae</i>	macizo central de Gredos
<i>Centaurea janeri</i> subsp. <i>janeri</i>	Gredos, Sierra de Francia
<i>Centaurea langei</i> subsp. <i>kheilii</i>	macizo occidental de Gredos, Sierra de Gata
<i>Centaurea langei</i> subsp. <i>rothmalerana</i>	Estrela
<i>Dianthus gredensis</i>	Gredos
<i>Doronicum carpetanum</i> subsp. <i>kuepferi</i>	Gredos
<i>Echinopartum barnadesii</i>	macizo central de Gredos
<i>Erysimum penyalanense</i>	Guadarrama
<i>Festuca gredensis</i>	Gredos
<i>Festuca indigesta</i> subsp. <i>lagascae</i>	Guadarrama, Ayllón
<i>Festuca vettonica</i>	La Serrota
<i>Fritillaria caballeroi</i>	Guadarrama, Gredos, Gata, Estrela
<i>Jasione crispa</i> subsp. <i>centralis</i>	S. Central, salvo Gata
<i>Jasione laevis</i> subsp. <i>carpetana</i>	S. Central, salvo Gata
<i>Pseudomisopates rivas-martinezii</i>	Gredos
<i>Ranunculus cherubicus</i>	Gredos
<i>Reseda gredensis</i>	Gredos, Estrela
<i>Santolina oblongifolia</i>	Gredos, Gata
<i>Saxifraga pentadactylis</i> subsp. <i>almanzorii</i>	macizo central de Gredos
<i>Scrophularia reuteri</i>	Gredos
<i>Sedum lagascae</i>	Gredos
<i>Silene foetida</i> subsp. <i>foetida</i>	Estrela

TAXON	SIERRA(S)
<i>Teucrium oxylepis</i> subsp. <i>gredense</i>	Gredos
<i>Thymelaea procumbens</i>	Gredos, Gata y Serra da Malcata
<i>Viola langeana</i>	Gredos, Gata, Estrela
Subendemismos	
<i>Adenocarpus argyrophyllus</i>	S. Central + Sierra Madrona
<i>Armeria arenaria</i> subsp. <i>segoviensis</i>	S. Central + Montes de Toledo
<i>Armeria sampaioi</i>	Serra da Estrela + Serra do Gerés
<i>Centaurea nigra</i> subsp. <i>carpetana</i>	S. Central + Montes de Toledo
<i>Conopodium bunioides</i>	S. Central + Sierra Nevada
<i>Doronicum carpetanum</i> subsp. <i>carpetanum</i>	S. Central + Montes de León
<i>Echium salmanticum</i>	oeste del S. Central + Montes de Toledo
<i>Festuca henriquesii</i>	Estrela + otras sierras del N de Portugal
<i>Gentiana boryi</i>	Gredos + S. Nevada + puerto del Escudo
<i>Hippocrepis carpetana</i>	Gredos, Guadarrama + N de Salamanca
<i>Ranunculus ollisiponensis</i> subsp. <i>alpinus</i>	Guadarrama y Sierra de la Paramera (Gredos) + Sistema Ibérico septentrional
<i>Scrophularia bourgaeana</i>	Gredos + Sierra de Soajo, Minho, Portugal
<i>Sideritis lurida</i> subsp. <i>borgiae</i>	Gredos + Montes de León
<i>Tephrosia coincyi</i> (= <i>Senecio coincyi</i>)	Gredos + zona de Sanabria, Zamora
<i>Thymus bracteatus</i>	S. Central + S. Ibérico meridional

TABLA 4. Endemismos y subendemismos del Sistema Central.

lagascae), que interpretamos como un ejemplo de aislamiento local en algunas sierras gredenses. Eventos recientes de aislamiento han conducido a la formación de subespecies, mientras que solo un caso de aislamiento antiguo ha generado el

endemismo del Terciario llamado **falso dragoncillo** (*Pseudomisopates rivas-martinezii*), único género endémico del Sistema Central (Gredos) que se separó de otro género endémico del Atlas marroquí hace unos 3 millones de años.



Pseudomisopates rivas-martinezii.

Efectos de las glaciaciones en los pisos de vegetación

El patrón general de distribución de especies durante las glaciaciones cuaternarias es la práctica desaparición de la diversidad en cotas altas durante los cuatro máximos glaciales, mientras que en los periodos interglaciales las migraciones se producían en dirección contraria. Además, se van acumulando datos que indican que las condiciones más parecidas a Guadarrama y Gredos las podemos encontrar en otras sierras ibéricas, particularmente en Sierra Nevada, por lo que muchas de las especies carpetanas han tenido la posibilidad de refugiarse y expandirse en otros lugares.

Piso de la encina o mesomediterráneo. La encina (*Quercus ilex*) es una de las especies más ampliamente distribuidas por toda la Península Ibérica. Simplemente la dependencia de otras plantas y animales por los encinares ya indica una presencia muy antigua de los mismos. Además, análisis genéticos publicados recientemente revelan una gran riqueza genética de la especie en Gredos y Guadarrama, lo que redundaría en la idea de la supervivencia de los encinares en la zona centro durante las últimas glaciaciones. Por si esto fuera poco, el abundante registro polínico de plantas tipo *Quercus ilex-coccifera* viene a corroborar una presencia

continua en nuestro territorio. Este éxito puede también explicarse por la plasticidad y la resistencia de la encina frente a distintas condiciones de temperatura y precipitación, lo que debe de haberle permitido soportar las fluctuaciones climáticas, facilitando su prolongada presencia en las faldas del Sistema Central a pesar de las glaciaciones. Mucho antes de los ciclos glaciares se habrían formado dos linajes de encinas a partir de un antepasado común, el de la **encina común** (*Quercus ilex*), de distribución oriental en regiones con influencia marina de la Península, y el de la **encina carrasca** (*Q. rotundifolia*), más frecuente en el centro y occidente de la Península. Otras especies de las etapas de degradación de los encinares (jaras, retamas y otros matorrales) aparecen de forma más o menos continua en el registro polínico, lo que nos permite interpretar que durante este tiempo debió de haber un paisaje parecido al que vemos ahora, si bien con expansiones (periodos interglaciares) o reducciones (periodos glaciares) de su área de distribución. En realidad, ese parecido sería mayor si descontásemos la intensa actividad humana (talas, incendios, agricultura) que se intensificó a partir de la Edad Media y que modificó sustancialmente el paisaje natural. Otras especies menos resistentes al cambio climático (resilientes) de este piso de vegetación sufrieron más intensamente

los efectos de las glaciaciones; así, el **alcornoque** (*Quercus suber*) debió de ser escaso durante los periodos fríos y secos; por su parte, el **pino piñonero** (*Pinus pinea*), menos sensible al frío y a la humedad, resistió en el centro peninsular durante un largo periodo, lo que condujo a la formación de un genotipo único (endémico) de la especie; curiosamente, el **pino resinero** (*P. pinaster*) parece tener un origen más reciente como consecuencia de una migración a partir del refugio glacial del este de España.

Piso del melojo o supramediterráneo. El **melojo** (*Quercus pyrenaica*) se distribuye por el oeste del mediterráneo, y en el Sistema Central encontramos condiciones actualmente óptimas para la formación de melojares. Pero, ¿cómo afectaron las condiciones climáticas durante las glaciaciones? Parece ser que la sequedad y el frío de los momentos más gélidos de las glaciaciones favorecieron la expansión de los pinares frente los melojares, por ello hay que visualizar el paisaje como un equilibrio de fuerzas entre *Quercus* y *Pinus* en función de las diferentes condiciones ambientales. En ocasiones las condiciones intermedias dieron origen a la presencia de bosques mixtos. Incluso durante las condiciones más duras de frío y sequedad, los extremos del Sistema Central gozaron de condiciones más suaves, principalmente las

sierras occidentales (Estrela, Gata y macizo occidental de Gredos), que las sierras del centro (principalmente el macizo oriental de Gredos y Guadarrama), de donde se ha descrito un paisaje de estepa de alta y media montaña durante los máximos glaciales, de manera que la vegetación habría estado dominada por plantas herbáceas tales como gramíneas, ciperáceas, *Artemisia* spp., etc. Las fluctuaciones entre condiciones frías y secas (máximos glaciales) y templadas y húmedas (periodos interglaciares) favorecieron la aparición aquí y allá de bosquetes de otras especies arbóreas. Hacia mediados del Pleistoceno aparece polen de **tejo** (*Taxus baccata*), **abedules** (*Betula* spp.) y **castaño** (*Castanea sativa*) en los sedimentos carpetanos. Un dato interesante es la presencia de polen de carpe (*Carpinus betulus*) en la garganta del Trampal (Gredos) a comienzos del Holoceno, cuando ahora apenas habita en la Península Ibérica. El registro polínico también indica que los **enebros** (*Juniperus* spp.) han estado presentes con mayor o menor abundancia durante las alternancias de periodos glaciares e interglaciares; datos genéticos recientes apuntan a la presencia más bien continua del **enebro de la miera** (*J. oxycedrus*), mientras que el **enebro común** (*J. communis*) debió aparecer más tardíamente. Durante las condiciones



Datos genéticos recientes indican la llegada tardía a nuestras sierras del enebro común.

favorables del Pleistoceno, incluso el acebuche (*Olea europaea*), que ahora vive en algunos enclaves de transición entre Guadarrama y Gredos (Navas del Marqués), colonizó el Sistema Central desde la meseta sur. Por último, las poblaciones de **loro** (*Prunus lusitanica*) han tenido cierta expansión hacia el este a partir de áreas próximas a la Serra da Estrela, donde se refugiaron durante el último máximo glacial.

Piso del piorno serrano u oromediterráneo. En las cotas altas de ciertas zonas del Sistema Central, el **pino albar** (*Pinus sylvestris*) ha estado presente durante los últimos milenios, si bien es más abun-

dante en la Sierra de Guadarrama, probablemente debido a que, como ya se dijo, el clima es más continental. También hay que decir que la acción humana ha favorecido esta especie frente al melojo. En otros lugares como Estrela, Gredos y Ayllón el pino albar ha sido talado hasta su extinción local en amplias áreas que no ha conseguido recolonizar. Desde el principio del Holoceno (hace entre 9000 y 3000 años) los pinos de alta montaña dominaban en el este de Gredos y en Guadarrama, mientras que en Estrela y oeste de Gredos predominaban los bosques mixtos de abedules y pinos. Los pinares de albar muestran en la Península Ibérica una elevada diversidad genética, algo congruente

con la hipótesis de que nuestra Península fue un importante refugio glacial a escala europea. El **piorno serrano** (*Cytisus oromediterraneus*) tiene una amplia distribución en el Sistema Central, si bien resultados de modelización sugieren que fue mucho mayor durante el último máximo glacial (fig.1). Por otra parte, los resultados de investigaciones genéticas indican una colonización muy reciente del **enebro enano** (*Juniperus communis* var. *saxatilis*), a pesar de lo especulado en sentido contrario por algunos fitosociólogos. Nuestras investigaciones también han servido para describir que especies herbáceas como las **mosquitas azules** (*Linaria elegans*) quedaron refugiadas en el oeste de la cordillera (Estrela), desde donde esta planta recolonizó paulatinamente las montañas carpetanas hasta llegar al Sistema Ibérico tras el último máximo glacial. Otros estudios indican que las poblaciones de **vedegambre** (*Veratrum album*) de Estrela y Gredos son las que llevan más tiempo aisladas frente al resto de las europeas.

Piso de los prados de cumbre o psicroxerófilos. Sin duda las especies que habitan las cumbres y aledaños son las que han sufrido mayor aislamiento (islas por altitud), por lo que los patrones biogeográficos son a priori más sencillos de reconstruir. Un patrón general que se ha descubierto es la extinción y co-



Carex furva es un buen ejemplo de endemismo orófito ibérico con una compleja historia evolutiva (ver texto).

lonización paulatinas después de las cuatro últimas glaciaciones. Se ha demostrado que la aparición de algunas especies es reciente (después de las dos últimas glaciaciones); este es el caso de *Androsace vitaliana*, subsp. *assoana*, tanto la población de Guadarrama como las poblaciones de Gredos. Otras plantas llevan más tiempo aisladas, como las poblaciones carpetanas de *Saxifraga pentadactylis*, que se separaron de las del norte ibérico antes de la última glaciación y que muestran una especiación incipiente en Gredos (subsp. *almanzorii*), o las de *Silene ciliata*. Las raras poblaciones de *Senecio boissieri* de Guadarrama parecen ser

más recientes y están estrechamente emparentadas con las de Sierra Nevada, y no con las de la Cordillera Cantábrica. Con relación a *Carex furva*, endemismo orófilo ibérico, se ha descubierto que el patrón es más complejo, pues hubo un aislamiento inicial de las poblaciones de la Cordillera Cantábrica junto a las del Sistema Central, y éstas últimas

tuvieron contactos secundarios con las de Sierra Nevada. Procesos también antiguos de aislamiento se han interpretado para algunos endemismos carpetanos como *Erodium paularense* (piedemonte de Guadarrama y Ayllón) al que se atribuye un origen pleistocénico, como el de algunas otras especies recogidas en la **Tabla 3**.

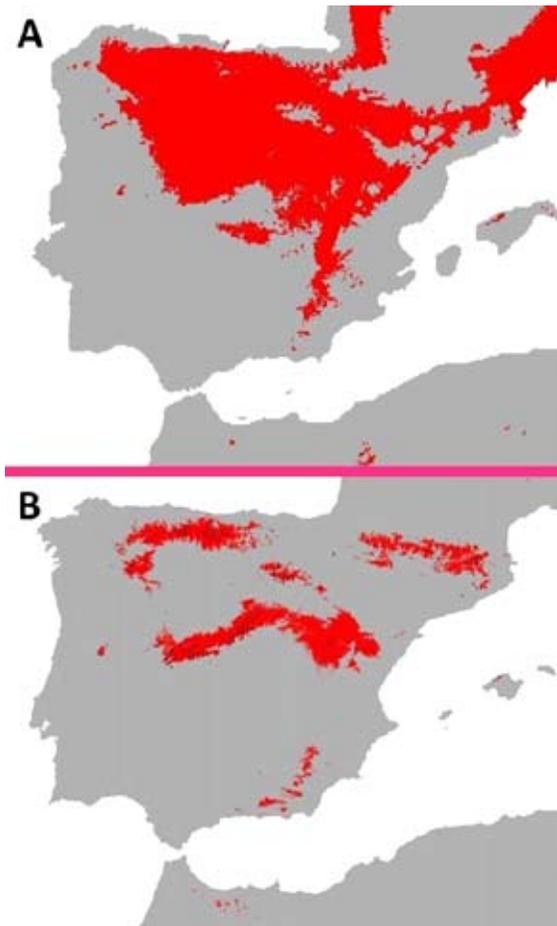


Figura 1. Distribución potencial ibérica del piorno serrano. A. Último máximo glacial (hace unos 21.000 años); B. Distribución potencial actual.



Brezales de *Erica arborea* en las proximidades de la cumbre del Ocejón (Sierra de Ayllón, 2049 m).

60



Macizo de Peñalara (Sierra de Guadarrama) desde la fuente Cossío, en el puerto de la Morcuera.



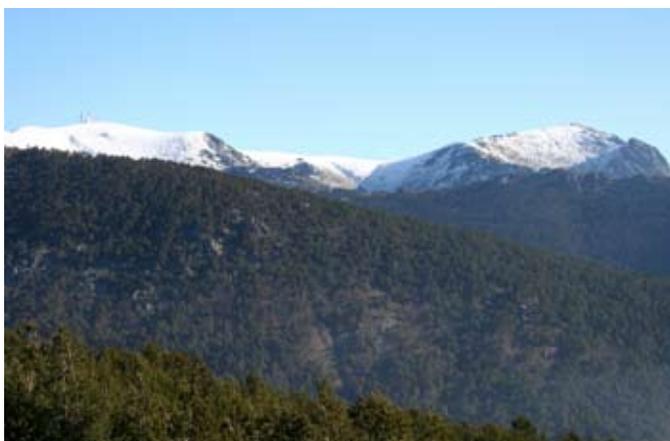
El pico de Peñalara (2430 m) es la mayor elevación de la Sierra de Guadarrama.



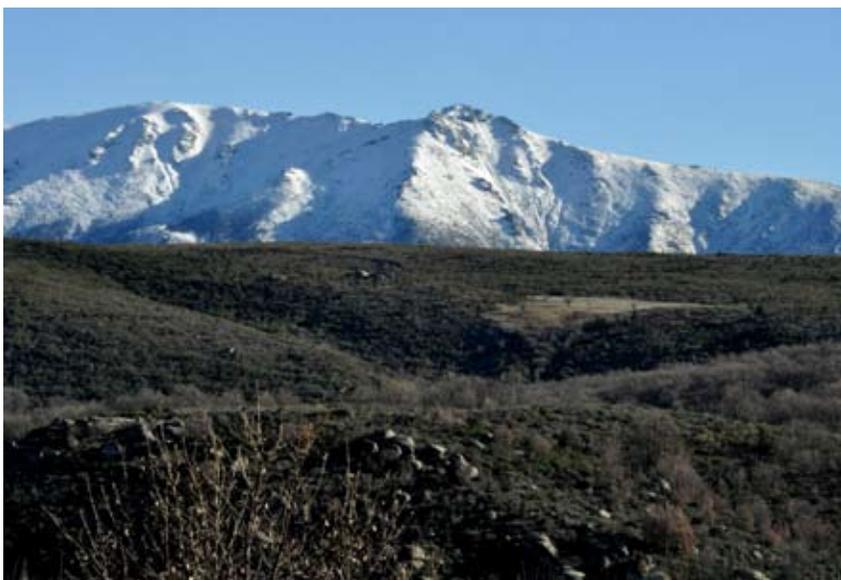
Laguna Grande de Peñalara (Sierra de Guadarrama), uno de los parajes más visitados por los montañeros madrileños.



La laguna de los Pájaros, el Risco de los Claveles (izquierda) y el Risco de los Pájaros (derecha) son los últimos bastiones de los neveros guadarrámicos.



La Bola del Mundo (izquierda), en la Cuerda Larga, se puede contemplar con nitidez desde la ciudad de Madrid.



El Cabezo de Mijares (2190 m) es la cumbre más elevada del macizo oriental de Gredos.

62



Panorámica de los circos de Gredos y El Gargantón, donde se encuentran las cimas más elevadas del Sistema Central.



El Toro (2025 m) es la cumbre que da nombre al conocido puerto del Pico, que separa los macizos central y oriental de Gredos.

63



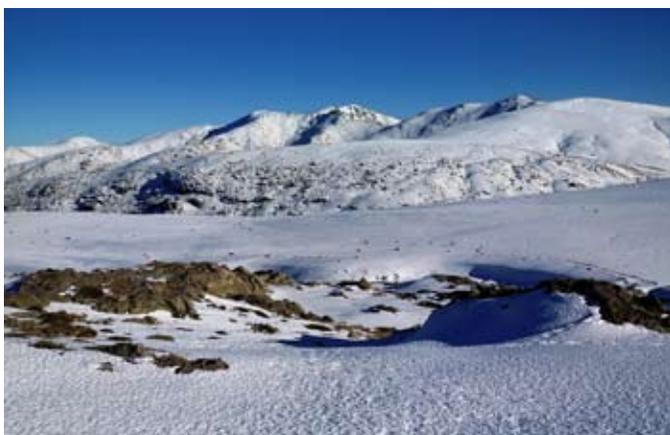


Gredos. La Mira y el Espaldar de los Galayos desde la senda que conduce al puerto de La Cabrilla por el sur.

64



Gredos. Macizo de La Mira desde el Alto de la Centenera.



Macizo central de Gredos. Pico de La Mira (2343 m) desde la ladera sur de Barrerones.



Gredos. Apertura de La Mira y Torreón de Los Galayos, una de las zonas clásicas para la práctica de la escalada en roca.



Cerro de los Huertos y Ameal de Pablos (macizo central de Gredos).



Gredos. Risco del Fraile desde la garganta Blanca.



Impresionante vista invernal del Circo de Gredos con el Almanzor como protagonista.



Gredos. Cuerno del Almanzor y Canales Oscuras, una de las zonas de más alto riesgo para los montañeros.

66



La Galana (2568 m), segunda cumbre del Sistema Central, poco antes de las primeras nieves de la temporada.



Cumbre de La Galana (2568 m) desde el collado de El Venteadero (2518m) en el macizo central de Gredos.



Aspecto primaveral de El Venteadero (altiplano de la izquierda) y La Galana desde las cercanías del Morezón.



Gredos. La laguna de Los Cabrones es también llamada Mediana por ser la que ocupa la posición central de las Cinco Lagunas.



La laguna del Güetre (2320 m), en el macizo central de Gredos, es la más alta del Sistema Central.



Las lagunas de Brincalobitos (derecha) y Bajera ponen fin al circo de Cinco Lagunas (Gredos).



De izquierda a derecha, ladera norte de la Galana, Riscos del Güetere, Picurucho y Belesar desde la laguna de Majalaescoba (Gredos).

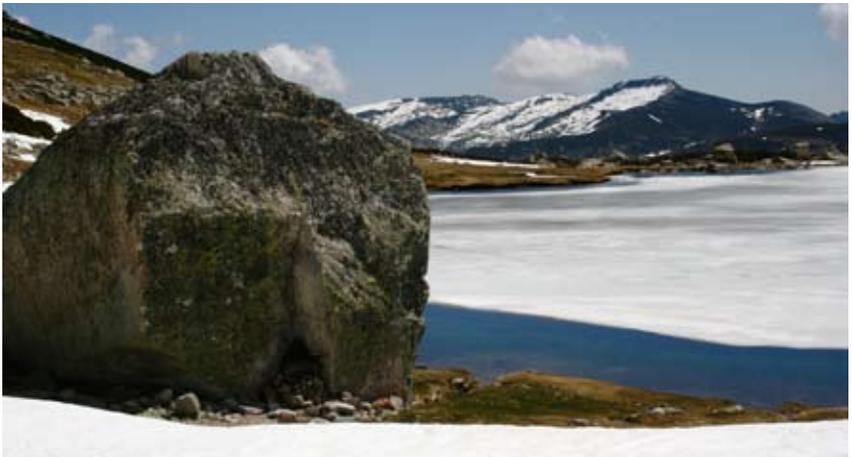
68



Vista de Sierra Llana (macizo central de Gredos) desde La Angostura (Ávila).



Aspecto invernal de la cumbre y el circo del Cancho (2274 m), situados entre Sierra Llana y la Sierra del Barco.



Laguna de Los Caballeros (Sierra del Barco) con la cumbre del Cancho al fondo.



El Juraco, La Covacha y La Azagaya (Sierra del Barco).



Circo de la laguna del Barco y cumbres principales de la sierra del mismo nombre, en el oeste del macizo central de Gredos.



Alto del Corral del Diablo (2364 m) y laguna de la Nava en la parte occidental del macizo central de Gredos (Sierra del Barco).



Riscos de Talamanca, en la cuerda de Los Asperones (Sierra de Béjar).

70



Aspecto invernal del Cañón de Hoyo Malillo (Sierra de Béjar).



Sierra de Béjar. Lagunas Negra (en primer término) y del Duque.



Sierra de Béjar. Circo de Hoyo Malillo desde la laguna del Duque.



Sierra de Béjar, Agujas de Hoya Moros y cabeceira del río Cuerpo de Hombre.



La Ceja (2425 m) es la cumbre más elevada del macizo occidental de Gredos (Sierra de Béjar).



Sierra de Béjar. Segunda laguna del Trampal.



Circo de la Peña Negra (macizo occidental de Gredos).



La Peña de Francia (1727 m) es la segunda elevación del conjunto de sierras que enlazan Gredos con la Serra da Estrela.



Las cuerdas occidentales de la Sierra de Gata se encuentran entre los lugares más lluviosos de toda la Cordillera Central.

72



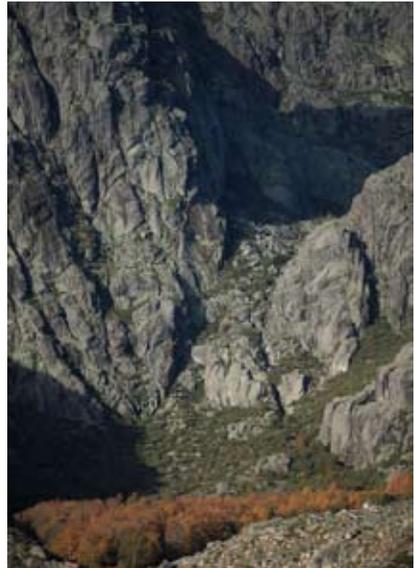
Serra da Estrela. Garganta de Loriga, desde Cabeça.



Serra da Estrela. Cabecera del valle glaciar de Loriga.



Serra da Estrela. Valle glaciar del río Zêzere.



Serra da Estrela. Covões da Ametade e Cimeiro.



Serra da Estrela. Cântaro Magro.

73



Laguna y circo de Candeeira (Serra da Estrela).