



9520

ABETALES DE *ABIES PINSAPO* BOISS.



COORDINADOR
Alejandro Valladares

Esta ficha forma parte de la publicación **Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España**, promovida por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo.

Realización y producción



Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo y Francisco Melado Morillo.

Coordinación técnica

Juan Carlos Simón Zarzoso.

Colaboradores

Presentación general: Roberto Matellanes Ferreras y Ramón Martínez Torres. Edición: Cristina Hidalgo Romero, Juan Párbole Montes, Sara Mora Vicente, Rut Sánchez de Dios, Juan García Montero, Patricia Vera Bravo, Antonio José Gil Martínez y Patricia Navarro Huercio. Asesores: Íñigo Vázquez-Dodero Estevan y Ricardo García Moral.

Diseño y maquetación

Diseño y confección de la maqueta: Marta Munguía.

Maquetación: Do-It, Soluciones Creativas.

Agradecimientos

A todos los participantes en la elaboración de las fichas por su esfuerzo, y especialmente a Antonio Camacho, Javier Gracia, Antonio Martínez Cortizas, Augusto Pérez Alberti y Fernando Valladares, por su especial dedicación y apoyo a la dirección y a la coordinación general y técnica del proyecto.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente de la **Dirección General de Medio Natural y Política Forestal** (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).

La coordinación general del grupo 9 ha sido encargada a la siguiente institución

Asociación Española de Ecología Terrestre



Coordinador: Alejandro Valladares¹.

¹Univ. Politécnica de Madrid.

Colaboraciones específicas relacionadas con los grupos de especies:

Invertebrados: Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante). José Ramón Verdú Faraco, M.^a Ángeles Marcos García, Estefanía Micó Balaguer, Catherine Numa Valdez y Eduardo Galante Patiño.

Anfibios y reptiles: Asociación Herpetológica Española (AHE). Jaime Bosch Pérez, Miguel Ángel Carretero Fernández, Ana Cristina Andreu Rubio, Enrique Ayllón López, Juan M. Pleguezuelos y Ricardo Reques Rodríguez.

Aves: Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Juan Carlos del Moral (coordinador-revisor), David Palomino, Blas Molina y Ana Bermejo (colaboradores-autores).

Mamíferos: Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM). Francisco José García, Luis Javier Palomo (coordinadores-revisores), Roque Belenguer, Ernesto Díaz, Javier Morales y Carmen Yuste (colaboradores-autores).

Plantas: Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP). Jaime Güemes Heras, Álvaro Bueno Sánchez (directores), Reyes Álvarez Vergel (coordinadora general), Carlos Salazar Mendías (coordinador regional), Carlos Salazar Mendías y Antonio García-Fuentes (colaboradores-autores).

Colaboración específica relacionada con suelos:

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). Antonio Jordán López, Lorena Martínez Zavala y Nicolás Bellinfante Crocci.

A efectos bibliográficos la obra completa debe citarse como sigue:

VV.AA., 2009. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

A efectos bibliográficos esta ficha debe citarse como sigue:

VALLADARES, A., 2009. 9520 Abetales de *Abies pinsapo* Boiss. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 90 p.

Primera edición, 2009.

Edita: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica.
Centro de Publicaciones.

NIPO: 770-09-093-X

ISBN: 978-84-491-0911-9

Depósito legal: M-22417-2009

1. PRESENTACIÓN GENERAL	7
1.1. Código y nombre	7
1.2. Descripción	7
1.3. Problemas de interpretación	8
1.4. Esquema sintaxonómico	8
1.5. Distribución geográfica	10
2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA	25
2.1. Regiones naturales	25
2.2. Factores biofísicos de control	25
2.3. Subtipos	45
2.4. Especies de los anexos II, IV y V	53
2.5. Exigencias ecológicas	55
3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	57
3.1. Identificación y evaluación de las especies típicas	57
3.2. Evaluación de la estructura y función	57
3.2.1. Factores, variables y/o índices	57
4. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	63
4.1. Líneas prioritarias de investigación	63
5. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA	65
6. FOTOGRAFÍAS	71
Anexo 1: Información complementaria sobre especies	75
Anexo 2: Información edafológica complementaria	85



1. PRESENTACIÓN GENERAL

1.1. CÓDIGO Y NOMBRE

9520 Abetales de *Abies pinsapo* Boiss.

1.2. DESCRIPCIÓN

El pinsapar es una formación forestal, de carácter relicto, constituida por un dosel arbóreo denso, frecuentemente monoespecífico, dominado por el endemismo ibérico (Bético) *Abies pinsapo* (Boiss., Biblioth. Univ. Génève, sér. 2, 13:402, 406 (1838), PINACEAE). El pinsapo pertenece a un interesante conjunto de abetos relictos de distribución circummediterránea, contando con parientes de gran proximidad taxonómica (*Abies pinsapo maroccana*) en el Norte de Marruecos (Cordillera del Rif). Las poblaciones principales de pinsapo se limitan a tres localidades del sur de la Península Ibérica: Sierra de las Nieves y Sierra Bermeja, en la provincia de Málaga, y Sierra de Grazalema, en la de Cádiz; aunque existen pequeñas poblaciones y rodales, e individuos aislados inmersos en otras formaciones boscosas, dispersos en torno a estos núcleos principales.

Las localidades que ocupan los pinsapares reciben precipitaciones que se cuentan entre las más elevadas de la Península Ibérica, con valores medios de hasta 2.000 mm. Una proporción importante de estas precipitaciones tienen carácter orográfico, al ser las montañas donde aparecen pinsapares los primeros obstáculos que encuentran los vientos húmedos procedentes del Atlántico. A pesar de esta elevada pluviosidad, el clima es de tipo mediterráneo en cuanto a su estacionalidad, con un período de sequía estival relativamente intenso, una estación lluviosa que se extiende desde otoño hasta primavera y un régimen de temperaturas con máximos estivales. La influencia del relieve es determinante para la presencia del pinsapo, que se refugia en zonas elevadas, y fundamentalmente restringido a barrancos y laderas con componente norte, más umbrías y húmedas.

El valor de temperatura media anual típico para el tipo de hábitat es de 9-11 °C, la media de las máxi-

Código y nombre del tipo de hábitat en el anexo 1 de la Directiva 92/43/CEE

9520 Abetales de *Abies pinsapo*

Definición del tipo de hábitat según el Manual de interpretación de los hábitat de la Unión Europea (EUR25, abril 2003)

Bosques y rodales dispersos del abeto endémico *Abies pinsapo*, del piso meso-supramediterráneo, húmedo-hiperhúmedo, en el extremo occidental de la Cordillera Bética. Pinsapares sobre sustratos calcáreos (calizas y dolomías); pinsapares sobre sustratos ultrabásicos (peridotitas y serpentinas).

Relaciones con otras clasificaciones de hábitat

EUNIS Habitat Classification 200410

G 3.1 English name: Fir and spruce woodland; Scientific name: *Abies* and *Picea* woodland

Palaeartic Habitat Classification 1996

42.19 Afro-Asian fir forests

mas del mes más cálido se sitúa entre 24-25 °C, y la correspondiente a las mínimas del mes más frío entre -1,5-1 °C. Estos valores promedios presentan desviaciones de cierta entidad a lo largo del amplio gradiente altitudinal en el que se distribuye la especie, entre los 1.000 y los 1.800 m.

El pinsapo tolera una gran variedad de litologías. La mayor parte de los pinsapares aparecen sobre sustratos calcáreos (calizas y dolomías). En Sierra Bermeja y Sierra Real, se encuentran sobre rocas ultrabásicas de origen magmático (peridotitas y serpentinas). Pequeños rodales y pinsapos aislados aparecen también sobre otras litologías: gneiss, cuarcitas, etc.

En el límite inferior de distribución (1.000-1.200 m) los pinsapares contactan con formaciones mediterráneas de *Quercus rotundifolia*, *Quercus faginea*, *Quercus suber*, *Pinus halepensis* o *Pinus pinaster*. Por encima de los 1.200 m de altitud, el pinsapo tiende a aparecer formando bosques, cuya composición del estrato arbóreo es monoespecífica. En el ambiente umbrío del sotobosque son frecuentes especies como *Helleborus foetidus*, *Hedera helix*, *Rubia peregrina*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia* e *Iris fo-*

tidissima. En claros de bosque y rodales más abiertos aparecen *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa*, *Ulex baeticus*, *Eri-nacea anthyllis*, etc. En el límite superior de distribución (sobre 1.700-1.800 m) contacta con formaciones de matorral almohadillado de montaña, y con poblaciones relictas de *Quercus faginea alpestris* en la Sierra de las Nieves, y aparece junto con otras especies de árboles y arbustos como *Acer granatensis*, *Sorbus aria* y *Taxus baccata*. Estudios recientes indican que dicho límite superior de distribución del pinsapo es más el resultado de la ausencia de tipos de hábitat favorables a mayor altura (laderas con exposición norte y suelos de suficiente profundidad), que de condiciones climáticas que excedan el rango de tolerancia de la especie (por ejemplo, las tasas de crecimiento primario y secundario en poblaciones situadas a dicha altitud se encuentran entre las más altas de las registradas para el conjunto de las poblaciones de pinsapo).

En el pinsapar de Sierra Bermeja aparecen edafoendemismos serpentínícolos como flora acompañante: *Genista hirsuta lanuginosa*, *Alyssum serphyllifolium* subsp. *malacitanus*, *Bunium alpinum* subsp. *macuca*, etc.

El elenco faunístico de los pinsapares es variado. Se han catalogado 195 especies de vertebrados en el ámbito de los Parques Naturales, donde se encuentran los bosques de pinsapo (C.M.A., Junta de Andalucía), destacando el meloncillo (*Herpestes ichneumon*), el gato montés (*Felis silvestris*), el corzo (*Capreolus capreolus*) y la cabra hispánica (*Capra pyrenaica hispanica*) entre los mamíferos; y un centenar de especies de aves, entre ellas rapaces como el águila real (*Aquila chrysaetos*), el búho real (*Bubo bubo*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*) o el águila cu-lebrera (*Circaetus gallicus*). Es destacable la presencia de especies de anfibios y reptiles. Aunque menos estudiados, la información que se dispone sugiere la existencia de una elevada biodiversidad de invertebrados asociada al pinsapar, muchos de ellos endémicos de las Cordillera Bética, e incluso del propio pinsapo. A este respecto, el lepidóptero perforador *Dioryctria aulloi* es un ejemplo de estrecha coevolución con el pinsapo, siendo sus larvas mimetas de las acículas de éste. Otra especie endémica del pinsapo, descrita recientemente, es el escolítido *Pityophthorus pinsapo*. Se han descrito también varias especies de nemátodos, que no se han localizado,

hasta el momento, en otros tipos de hábitat de la región, como el Dorylaimido *Oriverutus occidentalis* (único representante del género en Europa), y el Monónquido *Miconchus baeticus*.

1.3. PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Puede existir conflicto respecto a cuál deba ser el umbral, en términos de la densidad o número mínimo de individuos de pinsapo presentes en una masa mixta, o como pequeños rodales o individuos aislados que aparecen de forma dispersa en zonas marginales a las masas más importantes, para denominar al tipo de hábitat como pinsapar. Por un lado, no es riguroso hablar de pinsapar en este tipo de casos pero, por el otro, los mismos constituyen focos potenciales de regeneración y de expansión de la especie, o incluso poblaciones genéticas de alto valor, que deben ser objeto de protección igual que las masas bien consolidadas. A efectos de la protección de este tipo de hábitat, y dado su carácter excepcional, relicto y de reducida extensión superficial, se considera oportuno extender la definición del mismo a todas aquellas localidades, incluidas en el perímetro envolvente de su área de distribución natural, en las que haya presencia de pinsapo. No se incluirían aquí, las escasas poblaciones alejadas de ese rango de distribución natural que han sido introducidas por repoblación.

1.4. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

En términos sintaxonómicos, se han tipificado dos asociaciones para este tipo de hábitat, en base a una diferenciación de especies características que, en buena medida, responde a la coyuntura de que son sólo dos los tipos litológicos (y además uno de ellos muy selectivo en cuanto a la presencia de edafoendemismos) que existen en las reducidas áreas en las que se dan condiciones climáticas tolerables, dentro de un contexto mediterráneo, para una especie de carácter más templado: pinsapares calcícolas y pinsapares serpentínícolos.

La primera asociación se incluye en la serie supramediterránea rondeña calcícola del pinsapo (*Abies pinsapo*): *Paeonio broteroi-Abietetto pinsapo* S. Esta serie tiene su óptimo en el piso supramediterráneo húmedo-hiperhúmedo, sobre materiales

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre científico
9520	852010	<i>Paeonio broteroi-Abietion pinsapo</i> (Rivas-Martínez, 1987) Rivas-Martínez & Asensi in Rivas-Martínez, Díaz T. E., Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & Penas, 2002
9520	852011	<i>Bunio macucae-Abietetum pinsapo</i> (Asensi & Rivas-Martínez, 1976) Rivas-Martínez, 1987
9520	852012	<i>Paeonio broteroi-Abietetum pinsapo</i> Asensi & Rivas-Martínez, 1976

Tabla 1.1

Clasificación del tipo de hábitat 9520.

Datos del Atlas y Manual de los Hábitat de España (inédito).

calcáreos (calizas, dolomías y margocalizas). Se circunscribe a la provincia Bética, distrito Rondeño, en la Sierra del Pinar, en el Parque Natural de la Sierra de Grazalema (provincia de Cádiz), y en los términos municipales de Ronda, El Burgo, Yunquera, Tolox y Parauta, dentro del Parque Natural de la Sierra de las Nieves (provincia de Málaga). En algunas localidades desciende al piso mesomediterráneo.

La comunidad más madura de esta serie es un pinsapar (*Paeonio broteroi-Abietetum pinsapo*). Tiende a aparecer en posiciones de topografía abrupta y exposición norte; en zonas con suelos más desarrollados y/o diferente orientación es sustituida, o da lugar a formaciones mixtas, con quejigales o encinares, dependiendo de la disponibilidad de humedad edáfica en verano. Independientemente de que consideremos a esta serie climática, o edafoxerófila, entre las comunidades de sustitución, destacan espinares calcícolas (*Pruno mahalebo-Berberidetum hispanicae*), lastonares (*Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani*), romerales-aulagares (*Ulici baeticí-Lavanduletum lanatae*) y pastizales de terófitos (*Violo demetriae-Jonopsidietum prolongoi*). En el piso mesomediterráneo aparecen coscojales con majuelos (*Crataego monogynae-Quercetum cocciferae*) como otra variante en la dinámica de la serie.

■ Especies características: *Abies pinsapo*, *Acer monspessulanum*, *Asplenium onopteris*, *Cephalanthera rubra*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Helleborus foetidus*, *Hyacinthoides hispanica*, *Luzula forsteri* subsp. *baetica*, *Paeonia broteroi*, *P. coriacea*, *Sorbus aria*.

■ Especies acompañantes: *Lonicera implexa*, *Hormathophylla spinosa*, *Rubia peregrina*.

La segunda asociación se incluye dentro de la serie mesosupramediterránea bermejense serpentínicola del pinsapo (*Abies pinsapo*): *Bunio macucae-Abietetum pinsapo* S. Está restringida a un área muy reducida en la zona sur-occidental de la provincia de Málaga (términos de Casares, Estepona y Genalguacil), dentro del Parque Natural Los Reales de Sierra Bermeja, y como un único rodal en la cumbre de Sierra Real (Plaza de Armas). Tiene su óptimo en el termotipo mesomediterráneo superior y supramediterráneo inferior, sobre suelos derivados de peridotitas (con abundancia de metales pesados, que condicionan la presencia de edafoendemismos serpentínícolas). La etapa madura es un pinsapar (*Bunio macucae-Abietetum pinsapo*). La orla o primera etapa de sustitución debería estar constituida por elementos caducifolios espinosos, pero sólo puede reconocerse la presencia aislada de diversas especies del género *Rosa* y de *Berberis hispanica*. Las formaciones de sustitución más abundante son madroñales (*Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis*), en el ámbito mesomediterráneo, y jarales (*Genisto lanuginosae-Cistetum populifolii*). En afloramientos de serpentinas, sobre litosuelos, aparecen jarales-tomillares (*Halimio atriplicifolii-Digitaletum laciniatae*).

Son especies características de esta asociación: *Abies pinsapo*, *Asplenium onopteris*, *Bunium alpinum* subsp. *macuca*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*. Como acompañantes son frecuentes *Cistus populifolius* subsp. *major*, *Berberis hispanica*, y *Cerastium boissieri*.

1.5. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA



Figura 1.1

Mapa de distribución del tipo de hábitat 9520 por regiones biogeográficas en la Unión Europea.
 Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente.



Figura 1.2

Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 9520.
 Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

Región biogeográfica	Superficie ocupada por el hábitat (ha)	Superficie incluida en LIC	
		ha	%
Alpina	—	—	—
Atlántica	—	—	—
Macaronésica	—	—	—
Mediterránea	1.095,45	1.089,20	99,43
TOTAL	1.095,45	1.089,20	99,43

Tabla 1.2

Superficie ocupada por el tipo de hábitat 9520 por región biogeográfica, dentro de la red Natura 2000 y para todo el territorio nacional. Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

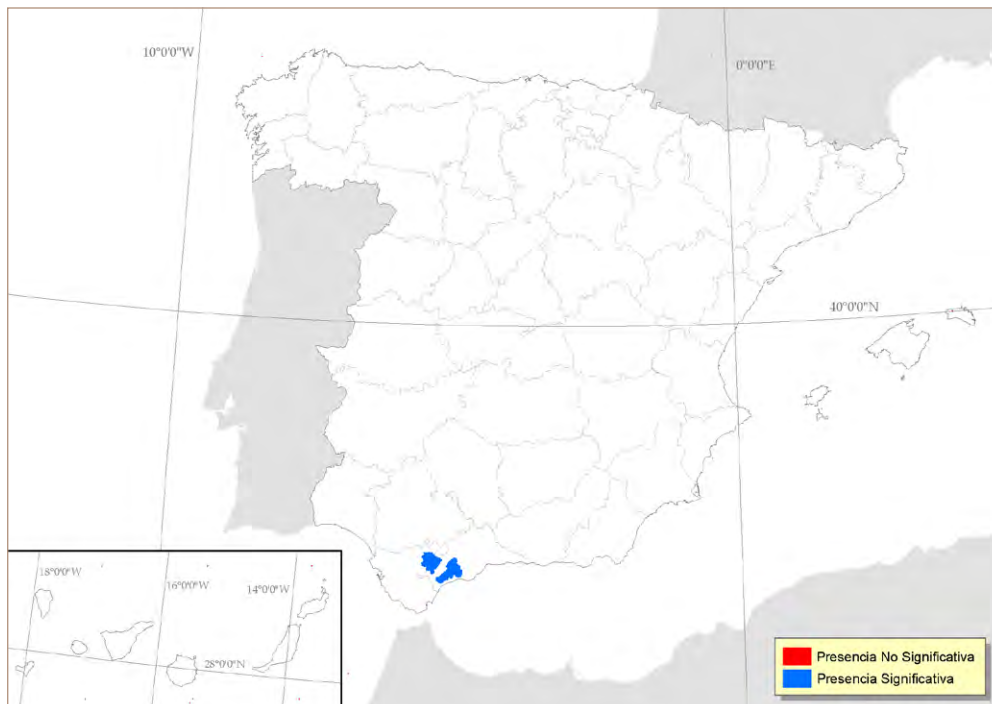


Figura 1.3

Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat 9520.

Datos de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Región biogeográfica	Evaluación de LIC (número de LIC)				Superficie incluida en LIC (ha)
	A	B	C	In	
Alpina	—	—	—	—	—
Atlántica	—	—	—	—	—
Macaronésica	—	—	—	—	—
Mediterránea	3	1	1	—	1.597,33
TOTAL	3	1	1	—	1.597,33

A: excelente; B: bueno; C: significativo; In: no clasificado.

Datos provenientes de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Tabla 1.3

Número de LIC en que los está presente el tipo de hábitat 9520, y evaluación global de los mismos respecto al tipo de hábitat. La evaluación global tiene en cuenta los criterios de representatividad, superficie relativa y grado de conservación.

Valoración de la cartografía a nivel nacional

La cartografía presentada en las figuras 1.2 y 1.3 no recoge adecuadamente la distribución actual del tipo de hábitat y la superficie que ocupa, con el nivel de detalle que permite la información disponible. Recientemente, en el marco del *II Plan de Recuperación del Pinsapo*, que desarrolla la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, se ha procedido a la actualización de la distribución del pinsapo por parte de R.M. Navarro (Dept. Silvicultura, ETSIM-Córdoba) y otros colaboradores, incluyendo nuevas localizaciones para la especie.

Dicho trabajo, cuyos resultados se exponen a continuación, arroja una superficie total con presencia de pinsapo de 3.956,35 ha. En la Sierra de Las Nieves (provincia de Málaga), la superficie total es de 1.939,6 ha: 951,5 ha corresponden a masas puras; 378,5 ha a masas mixtas, y 6,3 ha a pies dispersos y bosquetes. En la Sierra de Grazalema (Cádiz), la superficie total es de 1.799,3 ha: 749,6 ha de masas puras; 28,3 ha de masas mixtas; 840,2 ha de pies dispersos y bosquetes; y 181,2 ha de repoblaciones.

En Sierra Bermeja (Málaga), el pinsapar ocupa 217,4 ha, con 103 ha de masas puras, y el resto de regenerado bajo cubierta.

La mejor valoración de la superficie con presencia de pinsapo que se disponía con anterioridad (*Mapa Forestal de España*, Ruiz de la Torre, 1990) sobreestimaba las áreas ocupadas por la especie, dándole una superficie de 5.709 ha. La reciente revisión, disminuye esta cifra en un 30,7%. Esta reducción no indica que se haya producido una reducción en la superficie del tipo de hábitat, sino que se debe a diferencias en la precisión de los métodos empleados en ambos casos (el MFE se realizó a escala 1:200.000, con una precisión media para la representación de áreas con formaciones forestales estenócoras, presentando polígonos muy amplios de presencia, en los que no se discriminan zonas en el interior de los mismos, donde la especie no está realmente presente).

Mapas actualizados (2006) de distribución de *Abies pinsapo*, y tablas de descripción de las distintas localizaciones:

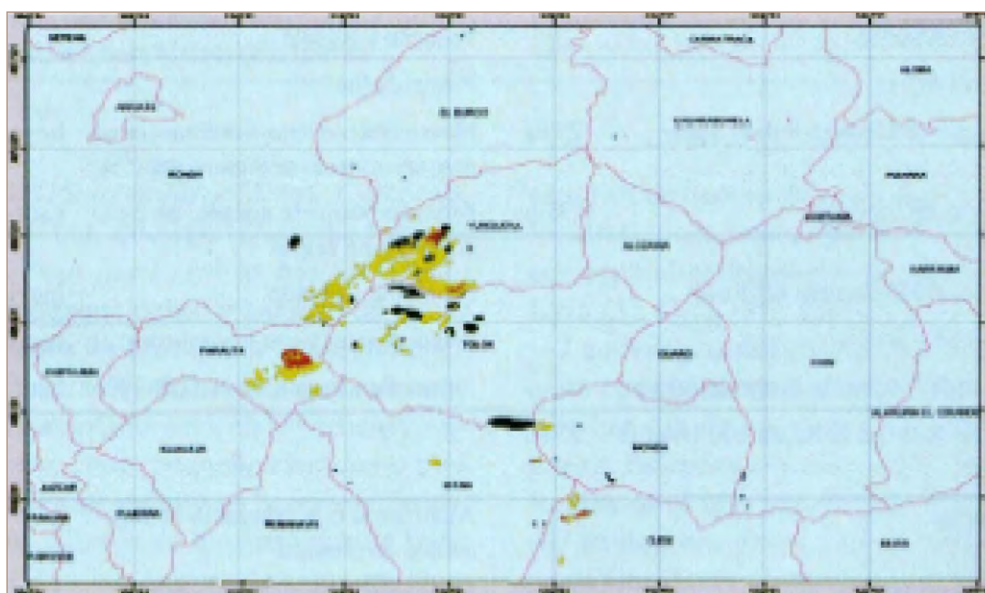


Figura 1.4

Distribución de *Abies pinsapo* en la Sierra de Las Nieves y su entorno (provincia de Málaga).

En amarillo: Masas puras de pinsapo. En marrón: Masas mixtas de pinsapo (con especies del género *Quercus* y/o *Pinus*). En verde: Áreas de regeneración. En azul: Individuos aislados.

Fuente: Navarro, R. M., et al., 2006. Aproximación a la definición del tipo de hábitat fisiográfico del *Abies pinsapo* Boiss. en Andalucía. Agrar Invest: Sist Recur For (Fuera de serie), pp 137-152.

Elaborado en el marco del II Plan de Recuperación del Pinsapo (Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente) mapas disponibles en soporte informático: delegación provincial de Málaga, José B. López Quintanilla.

Descripción actualizada de localizaciones de *Abies pinsapo* Boiss.

1. En el Parque Natural de Sierra de Las Nieves y su entorno (Málaga).

Tabla 1.4

Localización de *Abies pinsapo* en el Parque Natural de Sierra de Las Nieves y su entorno (Málaga).

NOTA: Con asterisco se indican nuevas localizaciones y citas para la especie.

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Yunquera	Puerto Saucillo	280 ha	Masa pura	Masa de repoblación de <i>Pinus pinaster</i> con regeneración en el sub-piso
Yunquera	Los Lajares	200 ha	Masa pura. Masa mixta con <i>Pinus halepensis</i>	
Yunquera	Los Hornillos y Pinsapar de Cubero	230 ha	Transición entre masa mezclada con <i>Pinus halepensis</i> en la parte baja, hasta masa pura con pies dispersos en la parte alta del Pinsapar de Cubero	
El Burgo	Límite con Yunquera	3 ha		
El Burgo	Monte La Laja	3 ha		
El Burgo	Víbora baja (Monte Palomas), Fuente Platero (La Roca del Escribano), La sima de La Graja (Las Ventillas)	—	Pies aislados	
Tolox	Pico Torrecilla	42 ha	Masas puras de individuos adultos	
Tolox	Confluencias del Río de Los Horcajos y la ladera del Cerro Corona	—		
Tolox	Cerro Alcazaba, Cerro de la Cirva y Cerro del Chaparral	Pequeñas masas	Masas puras de individuos adultos	
Ronda	Cañada del Cuerno, las de En Medio y las de las Animas	250 ha	Bosquetes puros	Escasa
Ronda	Sierra Hidalga	—	Pies dispersos	Abundante alrededor de los pies
Parauta	Cerro Alcojona	110 ha	Masa pura que se va mezclando con encina hacia La Nava	
Parauta	Límite con el Término municipal de Higualeja	—	Bosquetes puros	
Parauta	Cerro Abantos	—	Pequeño bosque	
Casarabonela	Sierra Prieta	—	Pies aislados	

► Continuación Tabla 1.4

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Monda	Arroyo de Gaimón-Puerto Verde	27 ha	Masa mixta coníferas-frondosas con un peso aproximado de pinsapo del 15%	Regeneración adecuada
Monda*	Puerto de Moratán	0,35 ha	Pequeño bosque aislado, en mezcla con pino negral	Escasa
Monda*	Cabecera del Arroyo del Rosal	—	Pie maduro aislado	Inexistente
Monda*	Alto de Canucha	—	Pies dispersos (vivos: 6, y muertos: 2)	Inexistente
Monda*	Alto de Gaimón	—	2 ejemplares quemados en el año 1994	Inexistente
Monda	Zona oeste en el límite con Istan y Tolox	27 ha		
Istan	Ladera	—	Alcornocal con presencia de regenerado de pinsapo	
Istan	Loma de los Sapos	15 ha	Masa pura de individuos adultos	
Istan*	Loma de los Pinos	—	Ejemplares aislados a lo largo de la ladera	
Istan	Puerto Verde-Las Zarzalonas (Bornoque)	100 ha	Masa mixta de frondosas y coníferas con pequeños bosquetes y pies dispersos de pinsapo	Escasa
Istan*	Cerro Escamilla (Bornoque)	6,5 ha	Masa mixta de frondosas y coníferas con pies dispersos de pinsapo	Escasa
Istan	Loma de los Pinos. Cabecera del Arroyo del Hoyo del Bote (Sierra del Real)	—	Ejemplares aislados a lo largo de la ladera	
Istan*	Sierra Blanca: Umbría del cerro de la Fulaneja	—	3 ejemplares aislados	
Ojén*	Sierra Canucha: Umbría del Picacho de Castillejos	12,5 ha	Masa pura y densa con buena distribución de edades	Muy abundante
Ojén*	Sierra Canucha: Umbría de los Cuchillos	8 ha	Masa pura en espesura abierta	Presente
Ojén	Sierra Blanca: El Pozuelo	7 ha	Pequeño pinsapar que, en la misma ladera, se extiende en dirección NW y SE con numerosos pies aislados (desde jóvenes a decrepitos) en mezcla creciente con pino carrasco, encina y enebro de miera, hasta alcanzar una superficie aproximada de 24 ha	Buena regeneración

► Continuación Tabla 1.4

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Ojén*	Sierra Blanca: Corral Viejo de Juanar	8 ha	Masa mixta con protagonismo de pino negral, que proporciona refugio a unos 40 pies de pinsapo	Buena regeneración
Ojén	Sierra Blanca	30-50 pies	Masa de pino negral	
Coin*	Sierra de Alpujata: cabecera del río Pereilas y finca Majada de la Corcha	—	Pies aislados	

* Nuevas citas para la especie.

Fuente: Navarro, R. M. *et al.*, 2006.

2. En la Sierra Bermeja (provincia de Málaga).

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Genalguacil	Los Reales	67 ha	Masa densa y pura entre 1.400 m y 1.000 m donde contacta con pino negral	
Genalguacil	Los Reales, hacia el barranco que confluye en Arroyo La Gargantilla	—	Zona de regeneración-expansión	Buena regeneración
Genalguacil	Ladera Este del pico Los Reales	—	Zona de regeneración con pies adultos aislados	Buena regeneración
Genalguacil	Los Reales Chicos	18 h	Masa pura adulta entre 1.200-1.350 m	
Estepona	Ladera Este del pico Los Reales	10 ha	Bosquete joven con numerosos ejemplares adultos	
Casares	Ladera Oeste del pico Los Reales, Pinsapar de Casares o de la Mujer	18 ha	Rodal formado en su mayoría por individuos adultos	

Fuente: Navarro, R. M. *et al.*, 2006.

Tabla 1.5

Localización de *Abies pinsapo* en la Sierra Bermeja (provincia de Málaga).

3. En la Sierra de Grazalema y su entorno (provincia de Cádiz).

Tabla 1.6

Localización de *Abies pinsapo* en la Sierra de Grazalema y su entorno (provincia de Cádiz).

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Grazalema	Caídas de la Sierra del Pinar (Área de Reserva)	626,2 ha 10 ha 14 ha Bosque 460 ha	Masa pura	Abundante

Sigue ►

► Continuación Tabla 1.6

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Grazalema	Monte de Las Encinas y los Laureles. «Curva del pinsapo» parte alta y baja de la carretera	9,6 ha	Pies dispersos > 10 m, entre encinas y algarrobos, procedencia natural	Inexistente
Grazalema	Cañadas de subida al pico «El Torreón». Cañadas de subida al sendero del pico «El Torreón»	31 ha	Pies dispersos de > 10 m (25-30 pies) en todas las cañadas, mezcla con sabinas, procedencia natural	Escasa
Grazalema	Monte de Las Encinas y Los Laureles. Entre Aiaero y Cabreriza de arriba, parte baja de la carretera, pies sueltos parte alta	12,3 ha	Pinsapos viejos dispersos entre encinas achaparradas, monte muy espeso de encinas y lentisco. Procedencia natural	No existe, por presencia de ganado caprino permanente y fauna cinegética
Grazalema*	Sierrecilla y Peñón grande. Pinar desde Puerto del Boyar, hasta campo fútbol Grazalema	35,5 ha	Replados de diferentes edades (de 25 a 5 años) bajo cubierta de pinar (<i>P. pinaster</i>) y cedros	Escasa
Grazalema	Los llanos del Campo (Tesorillo y Capellanía). Sendero del Tesorillo hasta Área recreativa, Capellanía y Cañada de subida al Torreón	15 ha	Pies dispersos de edad parecida, mezcla de encinas, quejigos, y en altura sabinas. Procedencia natural	Escasa, espeso aulagar
Grazalema*	Hoyo El Tarazón. Hoyo tras la Cruz de la Atalaya de Benamahoma y subida a la Esquina del Tajo	2,7 ha	Numerosos pies bajo encinar, y madroños, acotados con malla metálica en 2 parcelas, y numerosos pies sueltos alrededor de las parcelas de diferentes edades. Procedencia natural	Regenerado abundante bajo cubierta
Grazalema	Nacimiento Benamahoma. Parte superior del camino, desde nacimiento, hasta arroyo de la cancela de entrada a la Reserva	1,25 ha	Repoblaciones de diferentes edades bajo quejigal y algarrobos, algunos pies de procedencia natural	Escasa
Grazalema*	Los Pilonos y la Cama del Puerco	32 ha		
Grazalema	Monteprieto. Bajada Puerto de Las Palomas hasta Puerto del Acebuche, y cañadas hacia Cerro El Montón.	84 ha	Numerosas repoblaciones de edades muy dispares, masas puras, con encinas, con sabinas, pies de procedencia natural en altitud y cañadas	Escasa, algo bajo pies de mayor edad
Grazalema	Cantazorra (Cerro del Chocolatero). Cerro desde Presa El Fresnillo hacia la Ribera de Gaidóvar, bajo subida a Puerto de Las Palomas	16 ha	Masa de individuos adultos dispersos en quejigal, procedencia natural, algunos pies viejos de repoblaciones	Escasa por ganado

Sigue ►

► Continuación Tabla 1.6

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Grazalema*	Ribera de Gaidóvar. Bajada desde Presa El Fresnillo hasta Escuela de la Ribera de Gaidóvar	8 ha	Abundantes pies dispersos mezclados con encinas, de edades dispares, de procedencia natural	Escasa por ganado
Grazalema	Sierra Zafalgar. Y Dehesa Puertohoyo del Pinar. Desde el Llano del Ravel hasta Garganta Seca	457,4 ha	Abundantes bosquetes y pies dispersos de edades muy variadas. Origen natural	Abundante regeneración bajo cubierta
Grazalema	Subida a Puerto el Pinar por Benamahoma. Desde altura Hoyo el Tarazón hasta mismo Puerto del Pinar, y caídas desde la Emisora hacia camino de acceso	38,4 ha	Numerosos pies dispersos en ambos lados de la ladera, de diversas edades, origen natural y algunos plantados	Abundante
Grazalema	El Taramal-2. Repoblación <i>P. pinaster</i> . acceso por Vereda del Horno de la Miera, desde la Camilla	2,2 ha	Repoblación bajo cubierta de pinos, edad de las plantas pinsapos 10 años	Escasa en el repoblado
Grazalema	El Taramal-3. Cara NO Cañada del Nebra. Cara contraria del Cerro de la Cornicabra, cerca de linde con el Navazo, o acceso por cortafuego de carril al monumento	58,4 ha Bosquete 11 ha	Masa pura natural mayor de 40 años y numerosos pies sueltos en la cañada, numerosos pies de edades inferiores	Muy abundante
Grazalema	Sierra Zafalgar. La Camilla. Repoblación de <i>P. pinaster</i>	4,3 ha	Repoblación bajo cubierta de pinos, edad plantas pinsapos 10 años	Escasa en el repoblado
Grazalema	Sierra de Zafalgar. Desde el Llano del Ravel, todo el Taramal y la Camilla, hasta los Pilonos y Cama del puerco	2,2 ha	Multitud de bosquetes y pies dispersos de edades variadas, entre encinas, quejigos, y en zonas altas pedregosas. Procedencia natural	Abundante
Grazalema*	Albarracin. Paventura. Bajo mojón de Paventura, y a la izquierda en la linde de TM	—	Varios pies dispersos en la máxima cota de gran altura. Procedencia natural	Inexistente, ganado caprino
Grazalema	Monte de la Encinas y los Laureles. Cerro de las Cuevas. Por encima del cortijo de las Cuevas, en la linde	—	Pinsapo aislado, origen natural	Inexistente
Grazalema*	Albarracin. Subida a Paventura, por encima de la cabreriza	—	Pinsapo aislado, origen natural	Inexistente, ganado caprino

Sigue ►

▶ Continuación Tabla 1.6

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Grazalema	Las Albarradas. Jauleta. Acceso por el puerto del Boyar, hacia las Albarradas	—	Pequeña repoblación mayor de 20 años. Pocos pies vivos	Inexistente
Grazalema*	El Lagunazo (Benamahoma). Zona baja del primer cruce de Benamahoma hacia el Río Majaceite, en antiguo cortafuego, tras depuradora	1,8 ha	Pies dispersos no muy viejos, bajo cubierta de quejigos y algarrobos, origen natural	Escasa
Grazalema*	El Granaillo. Por encima de los areneros de la entrada a los Llanos de Berra	0,3 ha	2-3 pies dispersos mezclados con encinas, de gran tamaño	Inexistente
Grazalema	Cerro El Montón y Cañada de los Ballesteros. Entrada por Puerto del Acebuche hasta Llano del Rave, cara norte del Cerro y Cañada izquierda	127,3 ha	Abundantes pies dispersos en cara Norte, procedencia natural	Abundante
Grazalema	Monte de las Encinas y los Laureles. La Lagunilla y el Torviscalejo. Cara Noreste de la Lagunilla, y bajada del Torviscalejo a la Cañada de los Laureles	1,6 ha	Varios pies dispersos, de altura bajo cubierta de encinas y quejigos, de origen natural	Escasa
Grazalema y El Bosque*	Albarracin. Los Toreros y El Cerraillo. Subida por Cruce de Benamahoma, hasta cortafuego	0,9 ha	Varios pies dispersos mayores de 30 años, en encinar y algarrobar. Origen natural	Escasa
Grazalema	Sierra Zafalgar, Cara SO. Continuación cara Norte de la Cañada del Nebra	30,7 ha 8,5 ha	Pies en alta espesura, de origen natural, pequeña formación boscosa, y pies aislados	Abundante
Grazalema	Sierra de Zafalgar (La Emisora y el Hinojar). Subida a la Reserva por Benamahoma, frente al Puerto del Pinar, cara Norte Hinojar	30 ha Bosquete 10,5 ha	Masa pura densa, de pies de gran altura de diversas edades, origen natural	Buena
Grazalema*	El Navazo	42 ha, Bosquete 1,8 ha	3 manchas pies grandes	
Prado del Rey	El Argamazón. Mancha baja, cercanías de camino de acceso al cortijo Mancha alta fuera de la finca, linde con Puerto del Lobo	5 ha, 16 ha	Pies grandes aislados, distribuidos en dos manchas, una a 400 m de 4-5 pies, y otra a 700 m de 10-12 pies	Escasa, ganado caprino y cinegético

Sigue ▶

► Continuación Tabla 1.6

Término municipal	Localidad	Superficie	Tipo de masa	Regeneración
Grazalema*	El Moro	1,5 ha	Pie viejo y abundante regenerado de diversas edades, en arroyo bajo éste, origen natural	Muy abundante
Grazalema	La Breña del Agua	—	Varias manchas, una masa pura en la zona norte, y otra frente a plaza de toros mezclada con encinas. Origen natural	—
Grazalema	Sierra del Labradillo	32 ha	Pies dispersos en cara NO de Sierra del Labradillo	Escasa por ganado
Zahara de la Sierra	Peñón de los Toros. Albarranes	28,2 ha Bosquete 3 ha	Bosquetes y pies dispersos en cambio de cara de la montaña, justo en el puerto. Origen natural	Escasa
Benaocaz	La Silla. Zona alta de La Silla, acceso por el Higuero de Tavizna, cara Norte	5 ha	3 pies aislados de gran altura origen natural	Inexistente
Villaluenga del Rosario*	Navazuelos Fríos	3 ha	Replantado noviembre 2004, bajo encinas, enebros y majuelos	Inexistente
Villaluenga del Rosario*	Sierra Blanquilla	6 ha	Replantado diciembre 2004	Nula
Villaluenga del Rosario*	Llanos del Republicano	3 ha	Replantado noviembre 2004	Inexistente
Villaluengadel Rosario*	Hoyo Quejigos	3 ha	Replantación noviembre 2004	Inexistente
Villaluenga del Rosario*	Navazos de Libar	3 ha	18-20 pies plantados hace 25 años en cortijo	
Villaluenga del Rosario	Sierra del Endrinal y Sierra del Caillo	—		
Cortes de la Frontera* (Málaga)	El Reloj	4 ha	Pie aislado y repoblación de 2005	Inexistente

* Nuevas citas para la especie.

Fuente: Navarro, R. M. *et al.*, 2006.

Andalucía	Sup.	ALP	ATL	MED	MAC
	LIC	—	—	100%	—
		—	—	100%	—

Sup.: Porcentaje de la superficie ocupada por el tipo de hábitat de interés comunitario en cada comunidad autónoma respecto a la superficie total de su área de distribución a nivel nacional, por región biogeográfica.

LIC: Porcentaje del número de LIC con presencia significativa del tipo de hábitat de interés comunitario en cada comunidad autónoma respecto al total de LIC propuestos por la comunidad en la región biogeográfica. Se considera presencia significativa cuando el grado de representatividad del tipo de hábitat natural en relación con el LIC es significativo, bueno o excelente, según los criterios de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000.

Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005, y de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Tabla 1.7

Distribución del tipo de hábitat 9520 en España por comunidades autónomas en cada región biogeográfica.

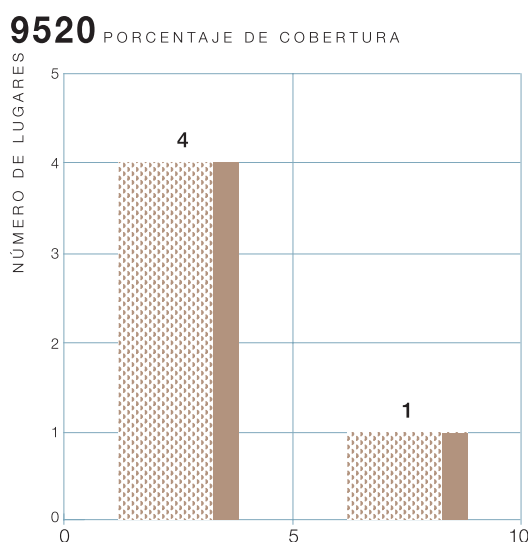


Figura 1.7

Frecuencia de cobertura del tipo de hábitat 9520 en LIC.

La variable denominada porcentaje de cobertura expresa la superficie que ocupa un tipo de hábitat con respecto a la superficie total de un determinado LIC.

Valoración de la información procedente de las tablas 1.2 y 1.3

En la información aportada se estima una superficie de entre 1.095,45 y 1.597,3262 ha para el tipo de hábitat 9520, dependiendo de la base cartográfica utilizada.

Tras la revisión efectuada, y bajo el criterio expresado en el apartado de *problemas de interpretación* respecto a la oportunidad de considerar como tipo de hábitat “9520 Abetales de *Abies pinsapo*” todas aquellas localizaciones con presencia de pinsapo in-

dependientemente de su grado de dominancia, el trabajo más reciente de actualización de la distribución del pinsapo (Navarro *et al.*, 2006) relaciona una superficie del tipo de hábitat bastante superior: 3.956,35 ha. De éstas, 1.939,6 ha pueden asignarse al LIC ES6170006 (Sierra de las Nieves), y 1.799,3 ha al LIC ES0000031 (Sierra Grazalema). Además de esta superficie, en Sierra Bermeja el pinsapar ocupa 217,4 ha.

En la tabla siguiente aparece el reparto de superficie total del tipo de hábitat, en función del grado de dominancia del pinsapo y el origen de las masas.

Localidad	Superficie total	Masas puras	Otros	Masas mixtas	Pies dispersos y bosquetes	Repoblaciones	Regenerado bajo cubierta de otras especies
Grazalema LIC ES0000031	1.799,3	749,6	1.049,7	28,3	840,2	181,2	
Sierra de las Nieves (ES0000031)	1.939,6	951,5	988,1	378,5	6,3		
Sierra Bermeja	217,4	103,0	114,4				114,4
TOTAL	3.956,3	1.804,1 (45,6%)	2.152,2 (54,4%)				

Fuente: Navarro *et al.*, 2006.

Tabla 1.8

Distribución del tipo de hábitat 9520 en España en función de dominancia del pinsapo y el origen de las masas.

Evolución temporal de la superficie ocupada por el tipo de hábitat

Todos los trabajos revisados sobre el área de distribución de los pinsapares coinciden en que su superficie se ha incrementado notablemente en los últimos 30-40 años (AFA, 1994; Ruiz de la Torre *et al.*, 1994; Linares, 2004; Linares *et al.*, 2004; Navarro *et al.*, 2006).

Tomando como ejemplo la evolución de los pinsapares de Yunquera en la Sierra de las Nieves, de los que se cuenta con la información retrospectiva más completa, y que comprenden una proporción mayoritaria de la extensión ocupada por la especie, la superficie del pinsapar inventariada en 1936 era de 234 ha (Álvarez, 1994). A partir de fotografías aéreas del vuelo americano de 1957, se realizó un inventario de la superficie de pinsapar de la Sierra de las Nieves, correspondiendo al pinsapar de Yunquera unas 490 ha. En este período dominaban pequeñas manchas y rodales aislados, compuestos por individuos viejos y con ausencia de regenerado, inmersos en una matriz de formaciones de matorral sometidos a una fuerte presión ganadera. Entre 1959 y 1961, el Patrimonio Forestal del Estado emprende un plan de actuación, que contemplaba el acotamiento de esta zona al ganado, la protección de la especie y la reforestación de las zonas de matorral con *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinaster* Aiton., *Pinus nigra* Arnold. y *Pinus sylvestris* L., así como pequeñas repoblaciones de pinsapo. Estas actuaciones tuvieron como resultado una sorprendente regeneración de los individuos jóvenes, suprimidos por la acción del ganado y una importante diseminación natural.

En 1990 se realizó una nueva estima del área ocupada a partir de fotografías aéreas que reveló, para la zona de estudio, una superficie de 1.006 ha de pinsapar, formadas por masas densas y de edad homogénea (Ruiz de la Torre *et al.*, 1994; Álvarez, 1994). A partir del análisis realizado con ortofotografías de los años 1998-99 se ha estimado una superficie de 1.105,71 ha (año 1999) (Linares, J.C., Tesis Doctoral en realización). Aunque, como se desprende de estas cifras, la evolución de la superficie total está estabilizada, la situación es variable, dependiendo de la franja altitudinal a que nos refiramos, dentro del pinsapar de Yunquera-Sierra de las Nieves. Mientras que se ha observado una ligera expansión del límite altitudinal de distribución del pinsapar; en la banda inferior de su distribución

altitudinal (<1.200-1.300m), la reducción de cobertura en la última década se ha estimado en torno al 15%. En ese período se han sucedido continuos síntomas de declive en el pinsapar de Yunquera, con la aparición de abundantes rodales de árboles secos, árboles derribados por el viento, ataques de perforadores, etc., especialmente en las cotas más bajas. Todo ello sugiere una elevada susceptibilidad de este tipo de hábitat al cambio climático.

El diagnóstico del problema efectuado, encargado por la CMA-Junta de Andalucía dentro del II Plan de Recuperación del Pinsapo, indica que los episodios descritos pueden relacionarse con un proceso de estrés múltiple, que incluye:

1. Un estrés de preparación de tipo endógeno: excesiva densidad y competencia intraespecífica entre árboles que, junto con escasa diferenciación de habilidades competitivas en los rodales (poca variabilidad genética y de clases de tamaños), derivó en el estancamiento de las masas a partir de la década de los años 70; todo ello como resultado del cambio en el uso del territorio a partir de los años 50 y la protección estricta, unido a la ausencia de un régimen natural de perturbaciones menores. A esto le siguió:
2. Un estrés de inducción de tipo climático: el análisis de tendencias temporales en series climáticas, indica para la zona, un incremento significativo de la temperatura (entre +0.5 y +1 °C entre 1970-actualidad), períodos de sequía intensa desde 1990 (93/96, 98/99 01/02, 05/07), intercalados con períodos muy húmedos, lo que determina una mayor estocasticidad de la precipitación anual (la variabilidad interanual se ha incrementado desde ± 350 mm en el período 1930-1970, hasta cifras de ± 700 mm a partir de la primera mitad de los años 90). El encadenamiento de estas dos circunstancias debilitó de modo generalizado los árboles. Ello, junto quizás también al efecto de tareas selvícolas sin control estricto de asepsia, ha ocasionado:
3. La expansión del ataque de agentes patógenos (especialmente hongos patógenos de raíz y perforadores), que están actuando como estrés de desenlace, y responsables finales de la mortalidad observada.

Todos estos resultados indican que, aunque las medidas de protección han tenido un efecto muy positivo sobre la regeneración de la especie, tal expan-



Figura 1.8

Esquema de estrés múltiple en *Abies pinsapo*.

sión no se ha verificado de la misma manera a lo largo del gradiente altitudinal de distribución: áreas óptimas, anteriormente limitadas por el efecto del ganado o las talas, se han regenerado favorablemente; las zonas más secas y cálidas presentan en la ac-

tualidad una tendencia reciente regresiva; y las zonas más elevadas del gradiente altitudinal presentan una regeneración favorable, pero muy lenta, probablemente debido a la falta de micrositios adecuados para el reclutamiento.

2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

2.1. REGIONES NATURALES

Región biogeográfica	Superficie (ha)	%	Región natural	Superficie (ha)	%
MEDITERRÁNEA	1.181	100	MED37	663	56,12
			MED40	80	6,76
			MED42	439	37,12

Tabla 2.1

Distribución de la superficie del tipo de hábitat 9520 por regiones naturales.

Valoración de los datos facilitados

Con la actualización de la distribución del *Abies pinsapo*, la superficie del tipo de hábitat correspon-

diente a cada región natural es la que se indica en la tabla 2.2.

Región biogeográfica	Superficie (ha)	%	Región natural	Total presencia <i>Abies pinsapo</i> (ha)	% total en región biogeográfica	Masas puras	% del total en la región natural
MEDITERRÁNEA	3.956,3*	100	MED37	1.721,3	43,51	901	52,3
			MED40	218,3	5,52	50,5	23,1
			MED42	2.016,7	50,97	852,6	42,3

* Superficie total con presencia de pinsapo (incluye masas puras, mixtas, rodales dispersos, áreas de regeneración...).

Tabla 2.2

Distribución de la superficie del tipo de hábitat 9520 por regiones naturales considerando la distribución del *Abies pinsapo*.

2.2. FACTORES BIOFÍSICOS DE CONTROL

El tipo de hábitat de interés comunitario 9520 Abetales de *Abies pinsapo* es un tipo de hábitat que por su singularidad, valor y restringida distribución geográfica, está comparativamente bien estudiado desde una perspectiva ecológica. Aún con la existencia de algunas lagunas de información en aspectos concretos, ésto posibilita que la definición de sus Factores biofísicos de control y de sus Exigen-

cias ecológicas pueda abordarse, de modo integrado a partir de los criterios y el planteamiento de un modelo conceptual general de base ecosistémica que explica cuestiones, no sólo estructurales sino también de tipo funcional, bajo la perspectiva de la dinámica de sistemas. En este sentido, se ha seleccionado el modelo de Chapin *et al.*, 1991, sobre Principios Básicos de Sostenibilidad de los Ecosistemas Terrestres, cuyo concepto de *Factores de Estado Externos* se ha asimilado al de *Factores biofísicos de control* para la cumplimentación de este apartado. A

su vez, los factores de estado externos, que incluye dicho modelo, son una extensión al conjunto del ecosistema del concepto de factores formadores del suelo de Jenny (1941):

- Litología o roca madre.
- Clima regional.
- Topografía.
- Biota potencial.
- Tiempo.

Por su lado, el concepto de Exigencias Ecológicas se asimilará al de Controles Interactivos Internos del citado modelo.

Los Factores de Estado Externos (en adelante FEE) determinan los límites (rango máximo de variación) dentro de los que se sitúan los valores de los cambios temporales de propiedades o variables de estado, como la productividad, diversidad característica de grupos funcionales, fertilidad del suelo y tasas de ciclado biogeoquímico, en ecosistemas que muestran una dinámica sostenible. Se trata de factores

externos e independientes que controlan las propiedades de los ecosistemas de un modo no recíproco, y que determinan el umbral máximo de intensidad de uso y manejo compatible con la sostenibilidad de los mismos.

A continuación se da una prelación de las características típicas de los FEE, o Factores Biofísicos de Control, para el tipo de hábitat 9520. De éstos, son los factores climáticos (elevadas precipitaciones y humedad ambiental, especialmente) los que de manera más directa determinan la viabilidad del pin-sapar. Pero hay que destacar que tales condiciones climáticas, excepciones a escala muy local en el contexto de la región mediterránea, son consecuencia de la existencia en dichas localidades de una combinación, igualmente particular, de factores fisiográficos (laderas con pendientes fuertes y moderadas con exposiciones de componente norte, en sistemas montañosos costeros con influencia atlántica), que modulan el mesoclima en términos de condiciones de mayor umbría y niveles no excesivos de luminosidad.

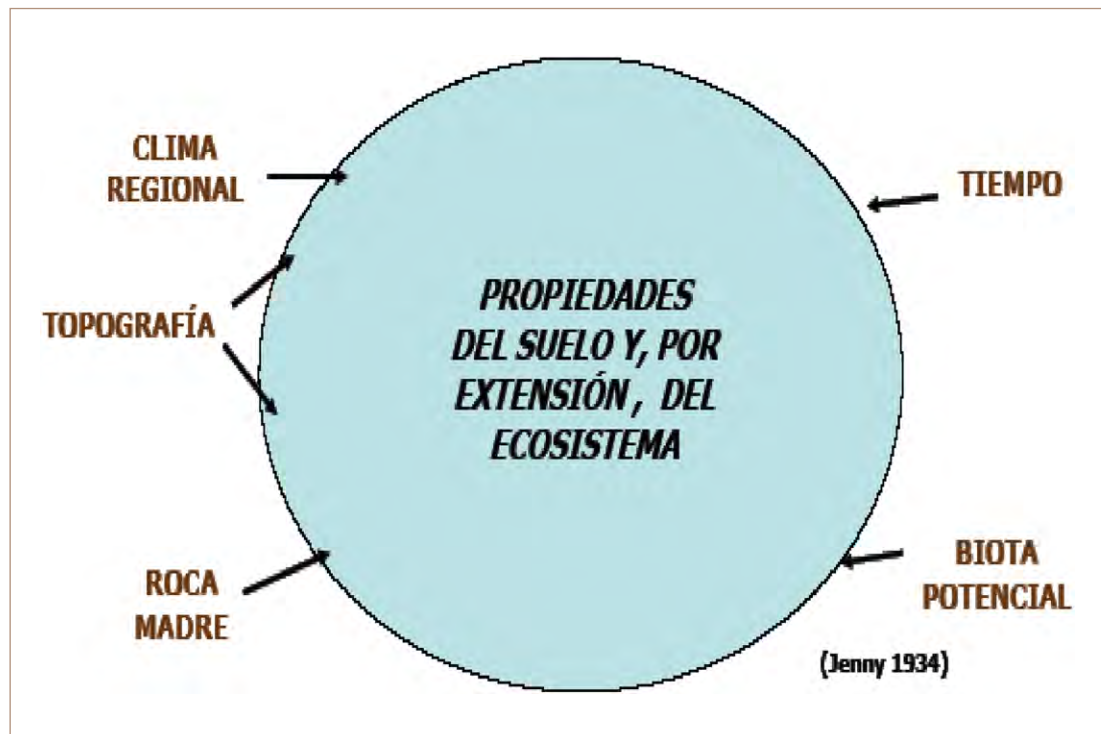


Figura 2.1

Factores formadores del suelo.

Mesoclima

Factor de estado externo (factor biofísico de control)	Variable representativa o indicador	Valor o atributo (óptimo-típico-umbrales)	
Mesoclima	Precipitación anual	Óptimo	1.500-2.000 mm
		Umbral mínimo en condiciones típicas de otros factores	950-1.000 mm
		Umbral mínimo en condiciones óptimas de otros de factores	600 mm
		Variabilidad interanual típica para pinsapar estable	± 300 mm
		Umbral de variabilidad interanual para desestabilización	± 700mm
	Temperatura	Temperatura media anual	9 a 11 °C
		Media de las máximas del mes más cálido	24 a 25 °C
		Media de las mínimas del mes más frío	-1,5 a 1 °C
		Umbral de desestabilización para la temperatura media anual en condiciones típicas de otros factores	> 13 °C
	Intensidad de la Sequía estival, medida como Intensidad Bioclimática Seca (IBS)	Valor medio interanual en localidades tipo del hábitat	0,90 ubc (cálculo sobre promedio climático - serie larga de datos)
		Valor para el tiempo atmosférico anual que actúa como umbral de desestabilización	IBS > 1,5 en más de 2 años consecutivos

Tabla 2.3

Factores biofísicos de control para el tipo de hábitat de interés comunitario 9520: mesoclima.

El tipo de hábitat 9520 puede considerarse un tipo de hábitat azonal, en el sentido de que su especie característica, el *Abies pinsapo*, es una conífera más bien de carácter templado y relictua en la región biogeográfica mediterránea. En este sentido, las condiciones mesoclimáticas en su área general de distribución actúan de modo generalizado como un factor de estrés permanente. Sólo la existencia de un cierto grado de oceanidad-influencia atlántica, como factor mesoclimático de control clave (de ahí su restricción a la porción occidental de la Cordillera Bética), necesariamente combinada con atributos muy particulares de factores topográficos y de relieve, permiten la modulación del mesoclima, en el sentido de favorecer condiciones microclimáticas tolerables para el *Abies pinsapo*, y que se presentan con carácter muy local. Ésto convierte al tipo de

hábitat 9520 en un tipo de hábitat especialmente susceptible al cambio climático actual. El *Abies pinsapo* es una especie de baja tolerancia a la sequía, cuya presencia en la actualidad en un área con estacionalidad climática de tipo mediterráneo deriva de una contingencia del pasado, de su singular historia biogeográfica. En este sentido, todas las localidades que ocupa presentan condiciones climáticas subóptimas, y más o menos cercanas a su límite de tolerancia. Esta afirmación se basa en el hecho de que las tasas de crecimiento secundario máximas se han observado en las poblaciones de *Abies pinsapo* localizadas en el límite altitudinal superior de su distribución. Así pues, en este apartado se exponen las características típicas de las condiciones climáticas en las áreas con mejores representaciones del tipo de hábitat. Asimismo, se reseñan las desviaciones exis-

tentes respecto a dicha tipología básica, haciendo especial hincapié en cuáles son los atributos de otros FEE cuya concurrencia es, en estos casos, obligada. En el apartado Exigencias ecológicas, se particularizará en el sentido de explicar cómo la variabilidad intra- e interanual tales exigencias ecológicas, dando cuenta de la variabilidad existente entre poblaciones, y la relación de tales particularidades con la concurrencia de otros FEE, con el enfoque de funciones respuesta.

■ Tipología básica

Precipitación y disponibilidad hídrica

En cuanto a la precipitación media anual, los pinsapares aparecen en áreas con pluviosidad alta-muy alta, pudiendo fijarse el valor de 900-1.000 mm como el umbral por encima del cual el tipo de hábitat es relativamente estable y menos dependiente de valores óptimos en los demás FEE. No obstante, la relativa plasticidad ecológica del *Abies pinsapo*

permite su aparición en localizaciones con valores más bajos de precipitación omesanual, incluso de hasta 600 mm, siempre que el reparto estacional de dichas precipitaciones determine que el estrés hídrico estival no sea muy intenso (IBS no superior a 0,9) que concurren valores especialmente favorables para el resto de FEE. En las localidades donde el tipo de hábitat aparece con un mejor estado de conservación, las precipitaciones alcanzan valores cercanos a los 2.000 mm anuales o incluso superiores.

Temperatura

El valor de temperatura media anual típico para el tipo de hábitat es de 9-11 °C, la media de las máximas del mes más cálido se sitúa entre 24-25 °C, y la correspondiente a las mínimas del mes más frío entre 1,5-1 °C. Estos valores promedios presentan desviaciones de cierta entidad a lo largo del amplio gradiente altitudinal en el que se distribuye la especie. La figura 2.2 muestra el diagrama bioclimático típico del tipo de hábitat. El período de estrés hídrico se

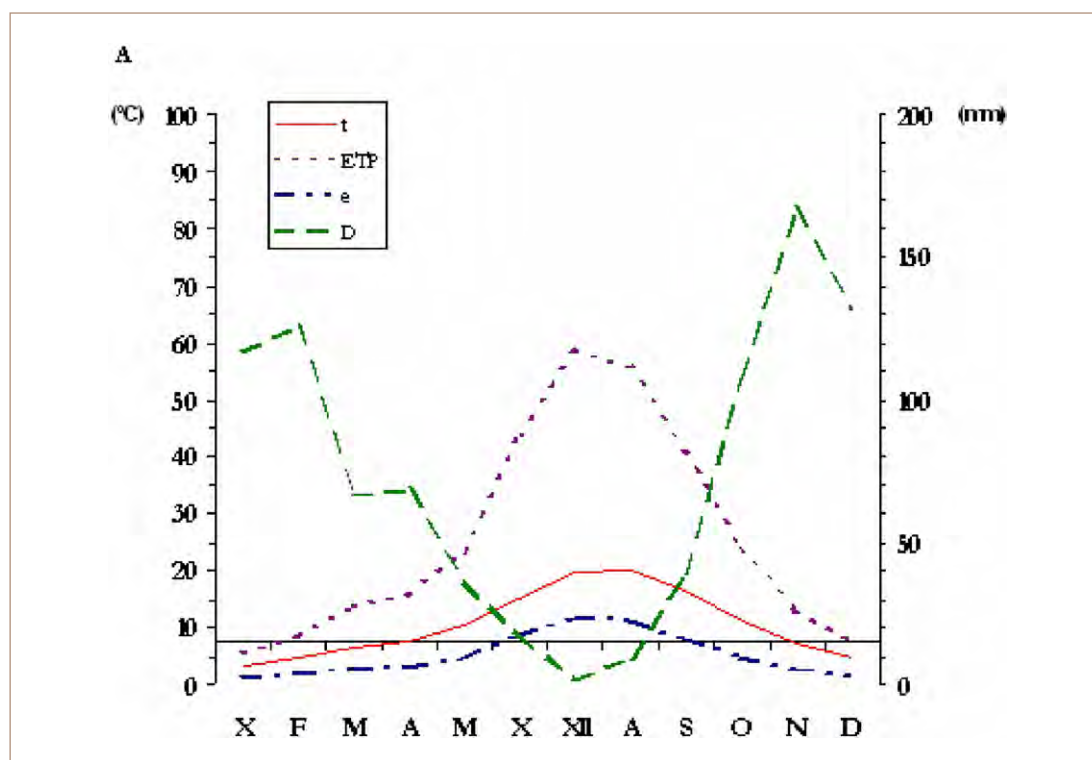


Figura 2.2

Ejemplo de diagrama bioclimático de Montero Burgos y González Rebollar para la zona de distribución del pinsapar (Cortijo Quejigales, Ronda, 1.180 m).

Se asume una capacidad de retención edáfica de 0 mm y una escorrentía del 30%.

produce desde mediados de julio hasta comienzos de septiembre; la recarga hídrica del suelo suele tener lugar desde comienzos de septiembre hasta finales de octubre y el suelo suele permanecer saturado hasta finales de abril. Este patrón estacional de la disponibilidad hídrica y la temperatura condiciona de diferente manera la función respuesta de la especie, dependiendo de que se trate de poblaciones situadas en zonas óptimas o marginales.

En condiciones óptimas la especie muestra síndromes propios de un bosque templado. El crecimiento secundario muestra una correlación negativa con la temperatura de septiembre, debido a que éste prolonga el estrés hídrico estival; existe por el contrario una correlación positiva con la temperatura de octubre, de modo que, una vez que ha comenzado la recarga del suelo en otoño, una temperatura suave alarga el crecimiento secundario (formación de madera tardía). Por el contrario, la fenología de los individuos sometidos a mayor estrés climático viene determinada, fundamentalmente, por los mecanismos de evitación de la se-

quía: en este caso la temperatura de invierno y primavera se correlaciona negativamente con el crecimiento secundario, debido a que períodos cálidos previos al crecimiento adelantan el agotamiento de la reserva de agua del suelo. En ningún caso la especie muestra sensibilidad a las condiciones de los meses de verano (al contrario de lo que ocurre por ejemplo en *Pinus halepensis*), lo que ilustra su baja tolerancia a la sequía.

■ Tipificación bioclimática

Las figuras 2.3 y 2.4 muestran la situación de *Abies pinsapo* y de otras especies forestales mediterráneas, según los diagramas de Emberger. Los gráficos reflejan una relativa plasticidad del *Abies pinsapo* frente a las temperaturas mínimas, pudiendo oscilar el valor medio de las mínimas del mes más frío entre los $-3,7$ y los $3,5$ °C. Respecto al ombroclima, los valores del coeficiente pluviotérmico de Emberger están siempre por encima de la isolínea correspondiente a bosques mediterráneos húmedos.

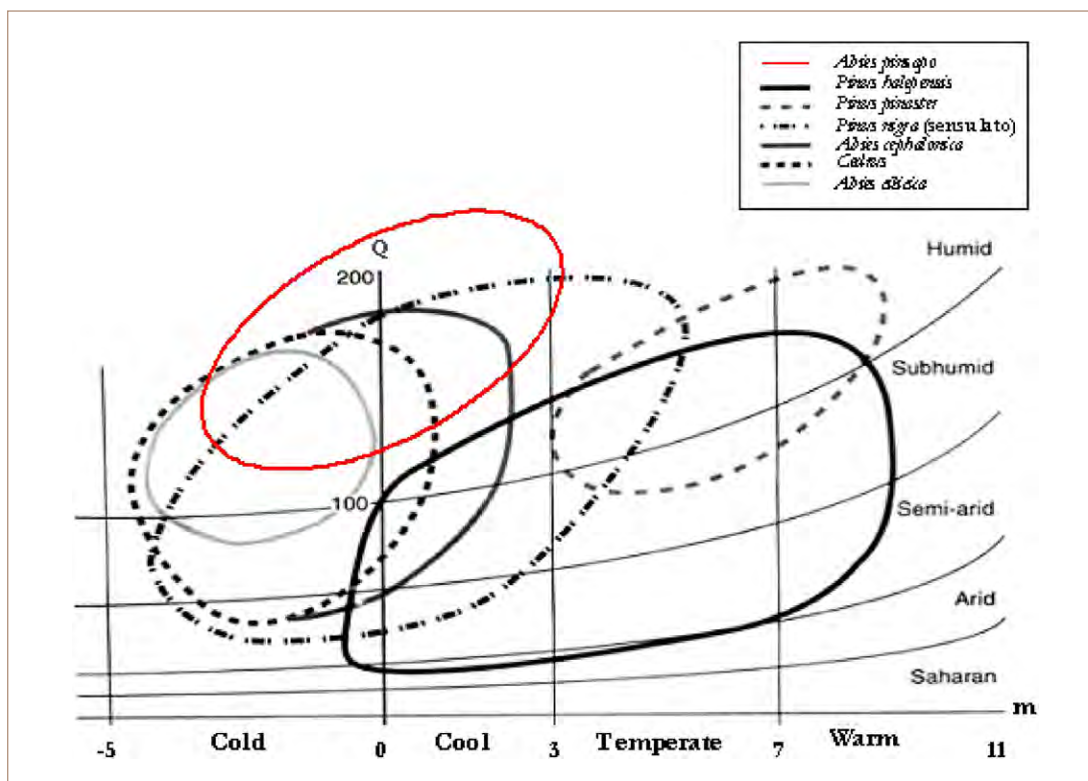


Figura 2.3

Situación de *Abies pinsapo* (línea roja) y de otras coníferas mediterráneas (Quézel, 1976) en función del coeficiente pluviotérmico de Emberger (Q) y la temperatura media de las mínimas del mes más frío (m).

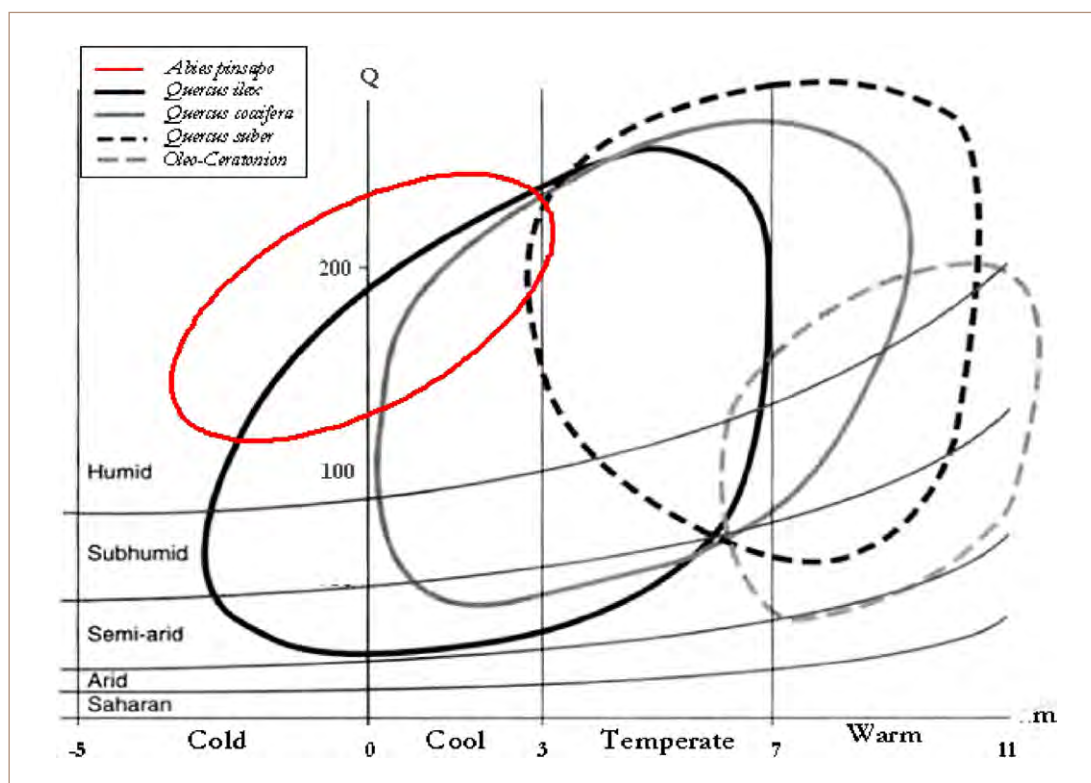


Figura 2.4

Situación de *Abies pinsapo* (línea roja) y de algunas especies forestales mediterráneas (Quézel, 1976) en función del coeficiente pluviotérmico de Emberger (Q) y la temperatura media de las mínimas del mes más frío (m).

Los diferentes diagramas e índices bioclimáticos empleados presentan, como denominador común, la exigencia de elevadas precipitaciones como principal requerimiento ambiental de la especie. En este sentido, podemos predecir que el balance hídrico es el papel determinante en la ecofisiología de estos bosques. Los valores del coeficiente pluviotérmico de Emberger están siempre por encima de la isólinea correspondiente a bosques mediterráneos húmedos (bosques de abetos circunmediterráneos, cedrales, pinares de *Pinus pinaster* y *P. nigra sensu lato*, alcornoques y quercíneas decíduas mediterráneas) (Barbero & Quézel, 1975; Quézel, 1980; Quézel & Barbero, 1982)

El valor de Intensidad Bioclimática Seca del *Abies pinsapo* es sólo comparable al de los pinos más orófilos de la Península y está, en todo caso, bastante por debajo del valor encontrado para aquellas especies del género *Pinus* que conviven actualmente con él.

Ambas aproximaciones (el coeficiente pluviotérmico de Emberger y el valor de IBS) ilustran la situación relicta de *Abies pinsapo* y su baja tolerancia a la sequía, justo al contrario que las especies forestales que hoy conviven con él: el pino de Aleppo, que es curiosamente el de mayor IBS de toda la Península y la encina, que es la especie forestal con mayores rangos de tolerancia de todo el ámbito mediterráneo. Esta mejor adaptación, mostrada de forma potencial por los diagramas bioclimáticos y la tendencia natural de reclutamiento de *Quercus* y *Pinus* mediterráneos, observada actualmente en el sotobosque y los huecos del pinsapar, permiten predecir la progresiva formación de comunidades mixtas en detrimento del pinsapar puro.

En la tabla siguiente aparece una relación de estaciones meteorológicas representativas del mesoclima del tipo de hábitat, y que han permitido la caracterización y cuantificación del gradiente altitudinal de precipitación y del efecto de la influencia atlántica.

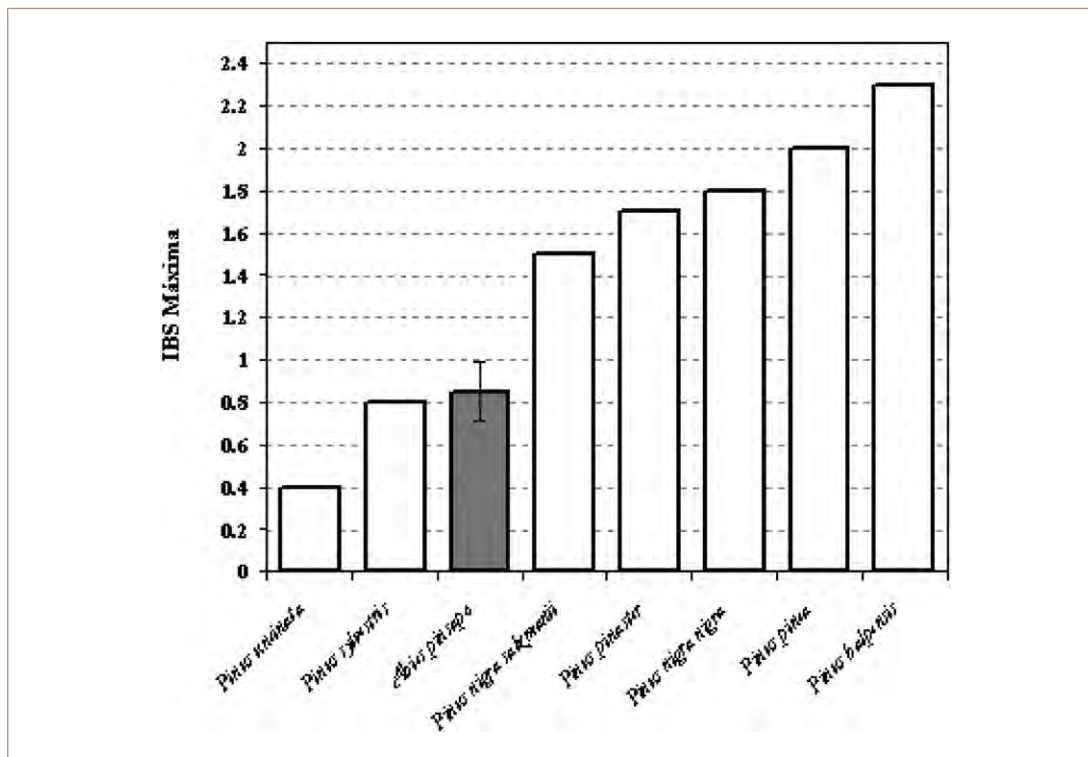


Figura 2.5

Valor promedio de Intensidad Bioclimática Seca (IBS) calculado para el tipo de hábitat (trazo gris) comparado con los valores encontrados en Pemán & Navarro, 1998 para las especies de pinos de la Península.

A partir del cálculo de varios de estos diagramas, para zonas con distinta altitud y localización en áreas con presencia de *Abies pinsapo*, se obtiene un valor promedio de Intensidad Bioclimática Seca de 0,86.

Estación	Población	Latitud	Longitud IGC	Longitud Greenwich	Altitud	UTM X	UTM Y	Período	Red	Tipo de estación
Alozaina	Alozaina	N 36°43'40"	W 04°51'24"	W 01°10'10"	386	334136	4066347	1955-2003	INM	Termopluiométrica
Casarahonela (forestal)	Casarahonela	N 36°47'00"	W 04°50'24"	W 01°09'10"	480	335743	4072483	1947-2003	INM	Termopluiométrica
Coin	Coin	N 36°37'00"	W 04°40'12"	W 01°56'55"	209	342807	4056786	1947-2003	INM	Termopluiométrica
Cueva del Agua	Yunqueira	N 36°44'35"	W 04°58'3"	W 01°16'50"	1.000	324190	4067440	2001-2003	CHS	Pluiométrica
El Burgo	El Burgo	N 36°47'20"	W 04°56'43"	W 01°15'30"	591	326335	4073286	1942-2000	INM	Termopluiométrica
Grazalema	Grazalema	N 36°45'34"	W 03°22'01"	W 01°40'50"	823	288709	4070835	1911-2003	INM	Termopluiométrica
Liza (Cortijo de)	Ronda	N 36°45'18"	W 03°03'11"	W 01°20'45"	1.005	318583	4069686	1946-2003	CHS	Pluiométrica
Llano de la Casa	Yunqueira	N 36°43'00"	W 04°58'46"	W 01°17'35"	1.500	323207	4065334	1980-1998	CHS	Pluiométrica
Los Quejigales (Cortijo)	Ronda	N 36°41'20"	W 03°02'51"	W 01°21'40"	1.100	317062	4062380	1965-2003	INM	Termopluiométrica
Navas de San Luis (Cortijo)	Ronda	N 36°39'55"	W 03°01'56"	W 01°22'00"	1.100	316510	4059770	1944-2001	CHS	Pluiométrica
Pecho Verun	Tolox	N 36°41'45"	W 04°55'43"	W 01°14'30"	620	327565	4062933	1944-2000	INM	Termopluiométrica
Pilar de Tolox	Tolox	N 36°40'50"	W 03°00'57"	W 01°19'45"	1.713	319435	4062509	1971-2004	CHS	Pluiométrica
Saucillo (Puerto del)	Yunqueira	N 36°43'30"	W 04°57'41"	W 01°16'30"	1.214	324829	4066225	1980-1985	CHS	Pluiométrica
Tolox	Tolox	N 36°41'15"	W 04°54'13"	W 01°13'00"	315	319435	4062509	1984-2000	INM	Termopluiométrica
Yunqueira	Yunqueira	N 36°43'56"	W 04°55'13"	W 01°14'10"	681	328440	4066954	1958-1990	INM	Termopluiométrica

INM, Instituto Nacional de Meteorología; CHS, Confederación Hidrográfica del Sur.

Tabla 2.4

Características generales de las estaciones meteorológicas consultadas.

La altitud se expresa en metros sobre el nivel del mar.

De las estaciones meteorológicas utilizadas en los estudios climáticos destaca la longitud temporal y la resolución de los datos de Grazalema, con valores mensuales de precipitación desde 1912 y valores diarios de precipitación y temperatura desde 1963. Otra fuente importante de información climática es la existencia de un totalizador de precipitación anual en la zona más elevada de la Sierra de las Nieves (a 1.700 m) por encima del límite superior de distribución del pinsapar, y gracias al cual ha sido posible caracterizar el efecto orográfico sobre la precipitación. Por último destacar la serie de datos procedente del Cortijo de Quejigales, cuyos valores de precipitación y temperatura deben considerarse (a pesar de su corta extensión) los más representativos del tipo de hábitat al ser la única estación termoplumiométrica situada dentro del área potencial de la especie.

Desde el año 2005 existe una red de ocho estaciones meteorológicas en los pinsapares de Grazalema (1), Sierra Bermeja (2), Sierra Real (1) y Sierra de las Nieves (4), dependiente de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (ver fotografía 1).

■ Cercanía costa y criptoprecipitación

Para las áreas de distribución del pinsapar en Grazalema, Sierra Bermeja y Sierra de las Nieves, como localidades mayoritarias de estos bosques, las condiciones climáticas presentan características particulares y, dentro de cada localidad, gradaciones en función de la altitud y la topografía.

Pinsapar de Grazalema: en toda la Serranía de Grazalema, el clima, aparece condicionado por su carácter de barrera natural a los frentes húmedos atlánticos, que penetran por el Golfo de Cádiz; los vientos húmedos y templados del oeste ascienden hasta más de 1.600 m y la condensación del vapor de agua origina abundantes precipitaciones sobre la Sierra de Grazalema (2.223 mm) y otras localidades próximas como Benaocaz (1.766 mm) o Zahara

(966 mm). De forma resumida podemos decir que se trata de un área de clima mediterráneo húmedo-hiperhúmedo, con precipitaciones mínimas estivales y máximas otoñales, pero de amplia variabilidad interanual.

Pinsapar de Sierra Bermeja: en Sierra Bermeja, el clima es mediterráneo con influencia oceánica, de inviernos lluviosos y suaves, y veranos largos y poco extremos en calor. Las precipitaciones se sitúan en torno a los 1.100-1.300 mm con dos períodos de lluvias (octubre-diciembre) y (febrero-abril). Precipitaciones en forma de nieve ocurren esporádicamente en los meses invernales (15-35 días), que apenas si permanecen algunos días en el terreno (entre 7-10 días). En esta localidad son especialmente relevantes las precipitaciones indirectas (criptoprecipitación) provocadas por las abundantes nubes y nieblas procedentes de los vientos húmedos costeros.

El régimen térmico está influenciado por la proximidad del mar (poco más de 3 km en línea recta), lo que se traduce en una relativa suavidad climática. La media de las máximas del mes más cálido está en torno a 27 °C; la media de las mínimas del mes más frío en torno a 4 °C y la media anual en torno a 13 °C.

Pinsapar de la Sierra de las Nieves: la Sierra de las Nieves destaca por el marcado carácter orográfico de sus precipitaciones, y cuenta con el gradiente altitudinal de distribución más amplio para la especie (aparecen pequeños rodales e individuos aislados de pinsapo desde 600 m hasta más de 1.800 m). Así, las precipitaciones varían desde los 900 mm en cotas bajas, hasta más de 1.600 mm cerca de la cumbre (situada a 1.918 m). En cuanto a la temperatura, presenta mayores oscilaciones estacionales que las localidades anteriores. El valor medio es de 9 a 11 °C. En los meses de verano la media de las máximas del mes más cálido oscila entre los 24 y 25 °C, mientras en invierno la media de las mínimas del mes más frío está en torno a 1,5 a 1 °C, aunque con importantes diferencias altitudinales.

Factores topográficos y del relieve

Factor de estado externo (factor biofísico de control)	Variable representativa o indicador	Valor o atributo (óptimo-típico-umbrales)	
Topografía y relieve	Orientación ladera. Grado de exposición	Óptimo	N-NW Clase III (umbría-zonas de abrigo)
		Umbral mínimo en condiciones típicas de otros factores	W-NE
		Umbral mínimo en condiciones óptimas de otros de factores	Indiferente
	Pendiente	Óptimo	30-60%
		Umbral mínimo en condiciones típicas de otros factores	< 20% > 70%
		Umbral mínimo en condiciones óptimas de otros de factores	Indiferente
	Altitud	Óptimo	> 1.700 m
		Típico	1.300-1.600 m
		Umbral mínimo en condiciones típicas de otros factores	1.100 m
		Umbral mínimo en condiciones óptimas de otros de factores	> 700 m
	Influencia oceánica	Óptimo	< 20 km en línea recta de distancia a la costa

Tabla 2.5

Factores biofísicos de control para el tipo de hábitat de interés comunitario 9520: topografía y relieve.

Desde el punto de vista topográfico, los pinsapares ocupan preferentemente laderas con exposición norte o barrancos umbríos, donde el balance hídrico es más favorable.

■ Exposición

Laderas de orientación norte donde la insolación es menor; en altitudes superiores a 1.600 m puede ocupar orientaciones NW a NE por el efecto compensador de una mayor disponibilidad hídrica y una menor temperatura al ascender en altitud. En zonas de suelo profundo y precipitaciones en torno a los 1.500-2.000 mm pueden encontrarse pequeños rodales incluso en orientación S ó SE. Estas dos últimas orientaciones son las más desfavorables, en el ámbito de distribución de la especie, debido a la fuerte insolación y al efecto desecante de los vientos de Levante, de modo que su presencia ahí es sólo

posible cuando concurren característica especialmente favorables en los otros FEE.

■ Pendiente

El efecto umbría de las orientaciones norte es tanto más acusado cuanto mayor es la pendiente de la ladera, sin embargo, este factor implica a su vez una menor acumulación de suelo, y por tanto una menor capacidad de retención hídrica. El *Abies pinsapo* suele encontrarse en áreas de fuerte pendiente, en torno a un 40% (20-70%), llegando a colonizar canchales o grietas de escarpes casi verticales en zonas de elevada precipitación o zonas de alrededor de un 20% en zonas frescas y húmedas, con suelo profundo.

■ Altitud

En los estudios realizados sobre la distribución de la especie la altitud aparece como un predictor de

gran significación, con un peso similar al de la orientación y bastante por delante de la pendiente. En realidad la altitud ejerce un efecto sobre la especie, en tanto que determina un incremento de la precipitación y un descenso de la temperatura al ascender. En la figura siguiente se representa el valor de precipitación media anual para el conjunto de datos registrados en estaciones meteorológicas situadas a diferente altitud en la Sierra de las Nieves. Esta correlación altitud / precipitación probablemente opera de forma similar en todos los macizos del área próxima al Atlántico en el sur de la Península y norte de Marruecos, e ilustra el carácter orográfico de las precipitaciones en esta zona. Las elevaciones por encima de los 1.000 m fuerzan un ascenso y un consiguiente enfriamiento y saturación de las masas húmedas procedentes de la costa, originando elevadas precipitaciones. Del mismo modo, las masas nubosas y las nieblas húmedas marinas quedan retenidas en las barreras orográficas próximas a la costa, confiriendo a estas elevaciones unas condiciones microclimáticas particulares. La distribución de los pinsapares se ajusta fielmente al rango altitudinal en el que este efecto

orográfico se produce: cotas generalmente superiores a los 1.000 m.

Existen pequeñas representaciones de pinsapar en áreas donde este efecto orográfico no es aún muy marcado (entre 700- 1.000 m). Ésto es posible, por ejemplo, en barrancos umbríos próximos a la costa, donde las temperaturas estivales son menos extremas y existe una alta humedad ambiental; zonas umbrías de suelo profundo o zonas en el extremo occidental de distribución con una marcada influencia atlántica (ver apartado siguiente).

■ Influencia oceánica

En el sur de la Península Ibérica existe un gradiente de precipitación decreciente en dirección E. Dicho gradiente es especialmente acentuado en el área próxima al Estrecho de Gibraltar, donde los frentes atlánticos encuentran las primeras barreras orográficas. En la figura 2.7 se ilustra el efecto combinado de la altitud y la proximidad atlántica (eje W-E) sobre la precipitación anual.

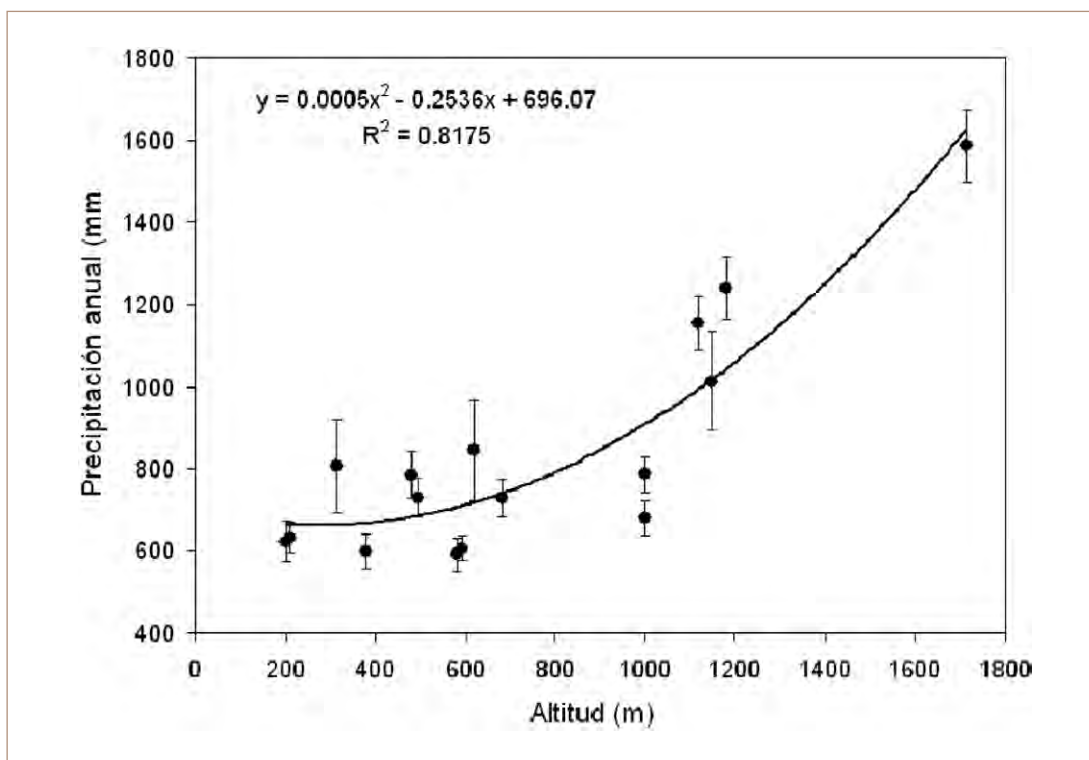


Figura 2.6

Relación altitud-precipitación anual para el *Abies pinsapo*.

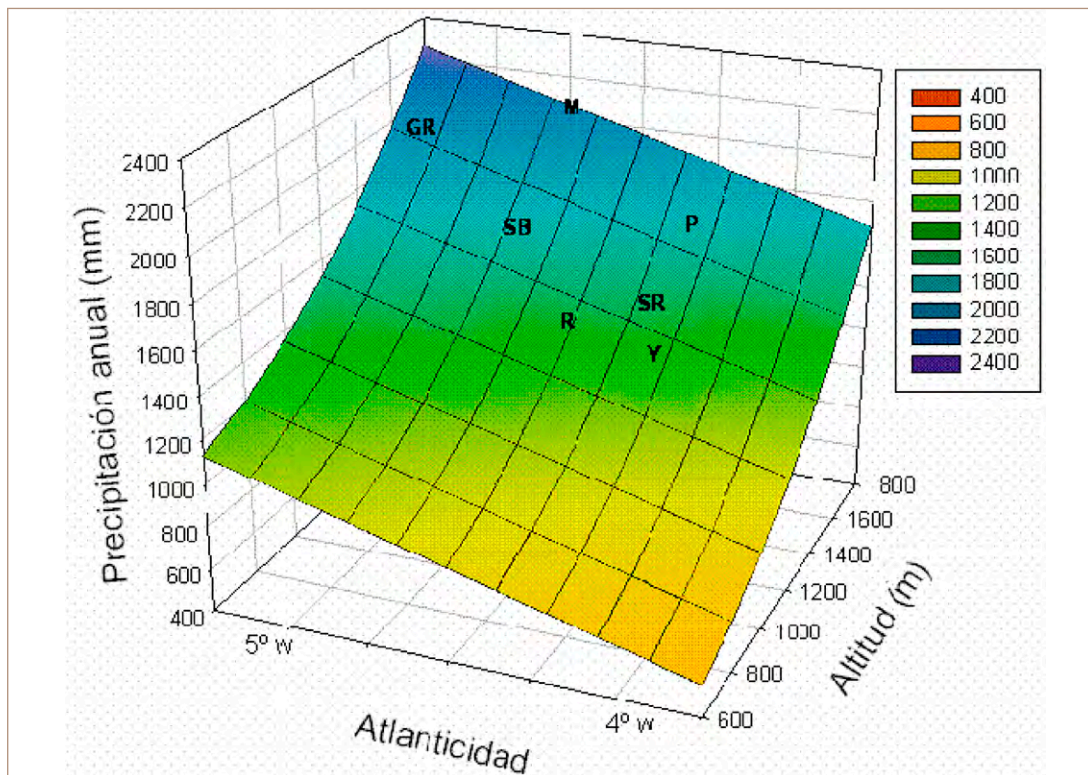


Figura 2.7

Efecto de la altitud y la proximidad al Atlántico sobre la precipitación.

En la gráfica aparecen representadas las principales masas de pinsapar de la Península y el norte de Marruecos: GR, pinsapar de Grazalema; SB, pinsapar de los Reales de Sierra Bermeja, M Pinsapares del Parque Nacional de Talassemtanne (Marruecos); R, límite inferior de distribución de los pinsapares de Ronda; P, límite superior de distribución de los pinsapares de Ronda; SR, pinsapar de Sierra Real; Y, pinsapar de Yunquera.

La definición de diferentes subtipos dentro del tipo de hábitat es posible a partir de dicha ordenación (ver apartado 2.3). De este modo puede comprobarse que las poblaciones situadas más hacia el W pueden desarrollarse a menores elevaciones (desde 900 m de altitud en el área de Grazalema) mientras que las poblaciones más orientales de la Sierra de las Nieves son las más secas y, por tanto, cobra especial importancia el efecto altitudinal y la orientación como FEE.

■ Cercanía a la costa y criptoprecipitación

Independientemente del efecto atlántico, la influencia costera es clave en el mantenimiento de unas condiciones microclimáticas particulares, básicamente por la suavización de las oscilaciones térmicas (especialmente relevante en la época estival) y por la presencia de nieblas o nubosidad de origen marino,

que reduce notablemente la insolación y aporta un volumen adicional de precipitación (criptoprecipitación). Del mismo modo, la formación de tormentas durante los meses de agosto y septiembre es más común en zonas cercanas al mar y ejerce igualmente un efecto amortiguador de la sequía estival.

Es imprescindible insistir aquí de la importancia de estos factores, que es, junto con el anterior, el factor biofísico de control prioritario, en el sentido de que son éstos los que posibilitan la existencia de las condiciones climáticas muy particulares que requiere el pinsapo.

Hay que destacar el hecho de que sin introducir variables climáticas, como precipitación y T^a , pero sí variables como pendiente, orientación, altitud e insolación, se predicen áreas de potencialidad fisiográfica del pinsapar que coinciden bien con las áreas de presencia de pinsapo.

Variable	Importancia	Error generalizado de validación
Altitud	100,00	0,047
Insolación (MDI-23)	78,03	0,039
Pendiente	20,02	0,028
Insolación (MDI-12)	10,24	0,028
CTI	0,00	0,002

Tabla 2.6

Contribución de cada una de las variables independientes al modelo de potencialidad fisiográfica del pinsapo.

La altitud (en realidad es predictor de la precipitación) es la variable más importante para predecir el área potencial de pinsapar, contribuyendo con un $100/208,29 = 48,01\%$. Factores topográficos

como la orientación/exposición (que determina el grado de insolación) contribuye en un $(78,03 + 10,24)/208,29 = 42,30\%$, y la pendiente en un $20,02/208,29 = 9,61\%$.

Litología y rocas madre formadoras del suelo

Factor de estado externo (factor biofísico de control)	Variable representativa o indicador	Valor o atributo (óptimo-típico-umbrales)	
Litología	Mayoritariamente calcárea (calizas y dolomía) de suelos generalmente poco profundos pardo rojizos mediterráneos; por encima de 1.500 m y en zonas de fuerte pendiente tipo Rendzina Sobre afloramientos de peridotitas, los suelos están formados por serpentinas pobres en nutrientes, de elevado contenido en Mg y metales. Puntualmente aparecen poblaciones sobre gneiss y micacitas, de suelos pardos, generalmente más profundos	Óptimo	Suelos forestales profundos, con alto contenido en MO, bien aireados, de textura franca
		Umbral mínimo en condiciones típicas de otros factores	Sensible a suelos erosionados, sin horizonte superficial orgánico y a texturas demasiado arcillosas (especialmente las plántulas)
		Umbral mínimo en condiciones óptimas de otros de factores	Indiferente al quimismo del substrato, la profundidad o la textura

Tabla 2.7

Factores biofísicos de control para el tipo de hábitat de interés comunitario 9520: litología y rocas madre formadoras del suelo.

Éste constituye un FEE relativamente irrelevante en el caso de los pinsapares. El *Abies pinsapo* se comporta como indiferente litológico y aparece, aunque sea puntualmente, sobre un amplísimo rango de litologías, incluidas aquéllas especialmente exigentes en términos de fototoxicidad, como es el caso de los sustratos formados por serpentinas y peridotitas. En este sentido, más que la naturaleza mineralógica del sustrato litológico, resultan algo más determi-

nantes como factores de control los relacionados con la textura, la estructura y la profundidad del suelo.

En la Serranía de Grazalema, los pinsapares se desarrollan sobre sustratos calizos de origen sedimentario, predominantemente de edad jurásica: calizas, margas y margocalizas. Los suelos suelen ser de escaso desarrollo y bastante pedregosos aun-

que en rodales de bosque bien estructurado, el horizonte superficial orgánico puede alcanzar cierta potencia.

En Sierra Bermeja los procesos de meteorización de la peridotita (roca ultrabásica de origen magmático) originan suelos de serpentinas relativamente pobres en nutrientes (especialmente fósforo) y con elevados niveles de metales pesados (cromo, cobalto y níquel). Este sustrato resulta fitotóxico para muchas especies de plantas, y determina la existencia de una flora altamente singular (edafoendemismos serpentinícola) en el sotobosque de estos pinsapares.

En los pinsapares de la Sierra de las Nieves, el sustrato es predominantemente calcáreo de origen sedimentario (calizas y margocalizas jurásicas y dolomías triásicas), aunque existen afloramientos con un grado variable de metamorfismo. Resulta especialmente singular la existencia de bosquetes de pinsapos en las fincas de Moratán y Bornoque sobre micaesquistos, cuarcitas y gneisses.

La litología sí tiene mayor importancia como factor de control en relación con su influencia sobre el volumen de agua útil en los suelos a que dan lugar. Así, sustratos que dan origen a suelos con elevada compactación y textura arcillosa o texturas muy arenosas son desfavorables, especialmente para el proceso de reclutamiento de nuevas cohortes (tasa de germinación y supervivencia de plántulas durante los períodos secos).

Generalmente se trata de horizontes sub-superficiales formados por acumulación de arcillas tras la disolución de la roca caliza. Suelen localizarse en laderas y pies de monte a media-baja altitud o a mayor altitud en zonas deprimidas.

Texturas muy arenosas como las que se producen sobre sustratos de dolomías sacaroideas (Sierra de Ojén) o sobre areniscas (Bornoque) pueden resultar igualmente desfavorables de cara al balance hídrico del suelo. Trabajos realizados en la Sierra de Grazalema por Arista 1993, ponen de relevancia el efecto negativo de texturas arcillosas sobre la supervivencia de las plántulas.

Biota potencial

Factor de estado externo (factor biofísico de control)	Variable representativa o indicador	Valor o atributo (óptimo-típico-umbrales)	
Biota potencial	Generalmente formaciones casi monoespecíficas; en zonas marginales formaciones mixtas con otras coníferas (<i>Pinus</i>) y frondosas mediterráneas (<i>Quercus</i>); ocasionalmente individuos aislados o pequeños bosquetes. Gran variabilidad de flora acompañante, relictos de bosques lauroides, taxa paleárticos, especies mediterráneas	Óptimo	Formaciones densas, estrato arbóreo dominado por pinsapo; presencia de taxa relictos umbrófilos (tejo, arce) y quejigo. Sotobosque con taxa relictos lauroides (<i>Daphne laureola</i> , <i>Paeonia</i>)
		Umbral mínimo en condiciones típicas de otros factores	Otros taxa relictos prácticamente ausentes. Sotobosque con más presencia de taxa mediterráneas (<i>Ulex</i> , <i>Cistus</i>). Presencia progresiva de <i>Pinus</i> y <i>Quercus</i> en el estrato arbóreo
		Umbral mínimo en condiciones óptimas de otros factores	Formaciones mixtas con encina, quejigo, alcornoque. Especies acompañantes típicamente mediterráneas

Tabla 2.8

Factores biofísicos de control para el tipo de hábitat de interés comunitario 9520: biota potencial.

La excepcionalidad, dentro del contexto regional, del tipo de hábitat donde aparece el *Abies pinsapo*, y la singular historia biogeográfica de éste, compartida en mayor o menor grado con otras especies de plantas, e incluso de animales y hongos (entre ellos fitófagos y patógenos específicos del propio *Abies pinsapo*), determinan que los pinsapares sean auténticas islas de biodiversidad. Como hemos visto anteriormente, la disposición de las estructuras de plegamiento en la parte occidental de la Cordillera Bética, en dirección aproximadamente E-W, favorece la existencia de laderas con elevada pendiente orientadas al norte, umbrías y con bajos niveles de insolación. A ésto, se añaden factores orográficos, también comentados con anterioridad, y geográficos (proximidad al Atlántico, desde donde se reciben frentes húmedos). Esta particular conjunción de factores resulta en un tipo de hábitat refugio de numerosas especies relictas y endémicas. La composición florística del pinsapar es, pues, mezcla de elementos de floras de distintos orígenes. La presencia de especies lauroides (por ejemplo, *Daphne laureola latifolia* o *Paeonia broteroi*), u otras como *Taxus baccata*, *Sorbus aria* y *Acer opalus granatense*, indica que el tipo de hábitat del *Abies pinsapo* ha sido refugio en repetidas épocas pasadas, a finales del Terciario y durante el cuaternario, respectivamente. En su límite altitudinal inferior, el *Abies pinsapo* forma bosques mixtos donde, en función de las características ambientales, se mezcla con *Quercus rotundifolia*, *Quercus faginea*, *Quercus suber*, *Pinus pinaster* o *Pinus halepensis*, y con matorral mediterráneo en cuya composición participan variados endemismos béticos. Entre 1.200 y 1.700 m el *Abies pinsapo* tienden a formar bosques puros, con escaso sotobosque. En el límite superior de su distribución, se presenta junto con especies de alta montaña como *Juniperus communis* y *Juniperus sabina*. Por encima de 1.700 m, en la Serranía de Ronda, se mezcla con acerales y serbales, y contacta con otro árbol, también endémico y de enorme singularidad, el *Quercus alpestris* o *Quercus faginea* subsp. *alpestris*, del que apenas quedan unos pocos miles de ejemplares. Además, en el pinsapar de Sierra Bermeja, dada la naturaleza peridotítica de su sustrato litológico, aparecen numerosos edafoendemismos serpentínícolas, como *Genista hirsuta* subsp. *lanuginosa*, *Alyssum serphyllifolium* subsp. *malacitanus*, *Bunium alpinum* subsp. *macuca*, etc.

Aunque se trata de un aspecto insuficientemente estudiado, existen evidencias en cuanto a la exis-

tencia de procesos de facilitación/competencia, sobre todo de cara al establecimiento del regenerado de *Abies pinsapo*. Por ejemplo, se observa que, en las zonas basales de distribución, la especie se regenera más favorablemente en el sotobosque o subpiso de pinares que bajo el propio pinsapar. El piso arbóreo del pinar crea un ambiente lumínico menos excluyente que el del pinsapar, el cual resulta favorable para los brinzales de *Abies pinsapo* (competitivamente más tolerante a la sombra que el regenerado del pino). En el extremo opuesto del rango altitudinal de distribución del pinsapo, en el límite inferior de la alta montaña mediterránea, tanto las adversas condiciones ambientales de elevada radiación, viento, bajas temperaturas y sequía estival; como la herbivoría de los ungulados, seleccionan la existencia de procesos de facilitación que incrementan la supervivencia de los juveniles de pinsapo. En este sentido, aunque este aspecto tampoco ha sido estudiado, es llamativa la presencia de individuos de *Abies pinsapo* y otras especies arbóreas creciendo en el centro de manchas de sabinas y enebros centenarios. Estos arbustos protegen a las plántulas en los primeros años de vida, creando condiciones microclimáticas y edáficas más favorables y ejerciendo una protección física frente a los herbívoros.

El *Abies pinsapo* forma estructuras forestales casi monoespecíficas cuando crece en condiciones favorables, pero en sus áreas marginales coexiste con una amplia variedad de especies arbóreas, tanto frondosas (encinas, alcornoques, quejigos, serbales, algarrobos, etc.) como coníferas (pino carrasco, pino negral, sabinas, enebros, etc.). También en las comunidades de arbustos y herbáceas, hay una diversidad creciente, donde el *Abies pinsapo* contacta con otras comunidades; mientras que en los pinsapares puros es menos numerosa. Es de enorme interés la abundante comunidad de especies de líquenes y de briófitos, así como de hongos. En esta particular vegetación, destacan taxones y comunidades que constituyen elementos endémicos del área, o que poseen una distribución muy restringida, compartida con otros puntos (a veces muy distantes) del mundo.

En cuanto a la fauna, la singularidad de los pinsapares es sobresaliente en grupos como los nematodos o los insectos, con una considerable diversidad, que en ocasiones ha permitido definir relaciones filopátricas con localidades distantes.

En general, las comunidades de vertebrados de los pinsapares presentan unas características análogas a las de los restantes bosques de coníferas mediterráneas de media-alta montaña, de modo que su composición aparece influenciada directamente por las comunidades presentes en tipos de hábitat inmediatos, así como por la mayor o menor extensión de los bosques.

La comunidad de mamíferos alberga, en conjunto, una amplia representación de las especies típicas de bosques de coníferas mediterráneas. Destacan entre ellas, como especies de mayor tamaño, el corzo (*Capreolus capreolus*), la cabra montés (*Capra pyrenaica hispanica*) y el jabalí (*Sus scrofa*), que encuentran en estos bosques una importante zona de refugio. Además de éstas, destaca la presencia en el tipo de hábitat de otras especies de gran significación, como el gato montés (*Felis silvestris*) y el meloncillo (*Herpestes ichneumon*). Las aves constituyen el grupo de vertebrados con mayor representación, siendo además el más estudiado. Destacan grandes rapaces como el águila real (*Aquila chrysaetos*), el búho real (*Bubo bubo*), el águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*) o el águila culebrera (*Circaetus gallicus*). Otras especies de aves bien representadas son el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el azor (*Accipiter gentilis*), la paloma torcaz (*Columba palumbus*), el pito real (*Picus viridis*), el pico picapinos (*Dendrocopos major*), el reyezuelo listado (*Regulus ignicapillus*), el petirrojo (*Erithacus rubecola*), el agateador común (*Gerthia brachydactyla*), el carbonero común (*Parus major*), el carbonero garrapinos (*Parus ater*).

La comunidad de anfibios es más limitada por los escasos enclaves acuáticos. Aparecen citados: la salamandra (*Salamandra salamandra*), el sapo común (*Bufo bufo*), el sapillo meridional (*Discoglossus jeanneae*), el sapillo moteado (*Pelodytes punctatus*) o la rana común (*Rana perezi*).

La comunidad de reptiles comprende tanto a especies mediterráneas, como especies europeas de amplia distribución. Aparecen citados la salamanquesa común (*Tarentola mauretana*), la culebrilla ciega (*Blanus cinereus*), la lagartija colilarga (*Psammodromus algirus*), la lagartija cenicienta (*Psammodromus hispanicus*), la lagartija colirroja (*Acanthodactylus erythrurus*), el lagarto verde (*Lacerta viridis*), el eslizón común (*Chalcides bedriagal*), la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*), la culebra de escalera (*Elaphe sacalaris*), la culebra de cogulla

(*Macroprotodon cucullatus*), la culebra de herradura (*Coluber hippocrepis*), la culebra de collar (*Natrix natrix*) y la víbora hocicuda (*Vipera latastei*).

La fauna de invertebrados es muy diversa y existen elementos de gran interés, bien por su carácter endémico o por su carácter de indicadores de las relaciones biogeográficas de los pinsapares con las poblaciones de otras especies de abetos, tanto circun-mediterráneos, como de otras regiones biogeográficas. Sin embargo, este tipo de fauna está relativamente poco estudiada en cuanto a especies, ecología o abundancia de sus poblaciones. Un grupo relativamente estudiado, por su interés aplicado, ha sido el de las especies que constituyen plagas para el arbolado, pudiendo destacarse la termita *Termes lucifugus*, coleópteros como *Ergastes faber* L., *Hylotrupes bajulus* L., *Callidium bajulus* (= *Cerambyx bajulus*), *Anthaxia sepulchralis*, *Anthaxia ceballosi*, *Buprestis flavoangulata* Fairm., *Chrysobothris solieri* Lap., *Cryphalus numidicus* Eich., *Pityophthorus pinsapo* Pfeff., *Crypturgus Barbeyi* Strobmeyer, *Ips erosus* Woll, *Rhyncolus elongatus* Gyll., *Calopus serraticomis* L., *Otiorhynchus jaenensis* Sierlin. Entre los himenópteros destacan dos especies comunes a los bosques de abetos europeos *Sirex gigas* y *Xylocopa violacea*.

Se han descrito nuevos invertebrados endémicos que, aunque no están directamente asociados al *Abies pinsapo* (no son patógenos), sí lo están al ecosistema, el pinsapar. Es el caso de nuevas especies de nematodos omnívoros y depredadores, del orden *Dorylaimida*, descritas en el pinsapar y que no han sido encontrados hasta el momento en otros ecosistemas de la región. El ejemplo de *Oriverutus occidentalis* (Peña & Peralta, 1995).

Es especialmente llamativo el hecho de que cuando dicha especie fue descrita por estos autores, también era la primera vez que se citaba el género *Oriverutus* en Europa, y aún lo sigue siendo. Otro ejemplo, de especie nueva de nematodo estrechamente asociada a los suelos del pinsapar es el monónquido *Miconchus baeticus* (Jiménez-Guirado *et al.*, 1997).

Las especies de lepidópteros son poco conocidas, destacando *Dioryctria aulloi* como una de las plagas importantes del pinsapar por su acción sobre yemas y piñas. Otros organismos que produce daños, en este caso sobre las acículas, son los homópteros *Chionaspis barbeyi* Bal. y *Mindarus abietinus* Koch.

No obstante, el principal organismo causante de mortalidad en los pinsapares es actualmente el hongo patógeno de raíz *Heterobasidion annosum* s.l.,

que causa la pudrición del sistema radical, hasta producir la muerte o la caída del árbol. Otro hongo patógeno citado es *Armillaria mellea*.

Tiempo

Factor de estado externo (factor biofísico de control)	Variable representativa o indicador	Valor o atributo (óptimo-típico-umbrales)	
Tiempo	Estado sucesional-evolución del ecosistema: madurez de la estructura forestal	Óptimo	Bosque maduro con múltiples clases de edad, patrón espacial heterogéneo (mosaico cambiante); condiciones microclimáticas determinadas por la estructura de la vegetación; suelo forestal rico en humus, gran cantidad de necromasa; Gran diversidad de micro y macro fauna
		Umbral mínimo en condiciones típicas de otros factores	Poco exigente. Alta capacidad para colonizar zonas escasamente estructuradas: huecos, orlas forestales. Buen desarrollo bajo cubiertas de <i>Pinus</i>
		Umbral mínimo en condiciones óptimas de otros de factores	Indiferente al grado de desarrollo del sistema: canchales, zonas de matorral bajo de montaña

Tabla 2.9

Factores biofísicos de control para el tipo de hábitat de interés comunitario 9520: tiempo.

El tiempo condiciona el desarrollo del suelo y la evolución de los organismos. Este factor externo incorpora también la influencia de perturbaciones pasadas y de cambios ambientales, a través de un amplio rango de escalas temporales.

■ Desarrollo de del suelo y la evolución de los organismos

Las diferencias sucesionales en los pinsapares son muy amplias, encontrándose desde poblaciones bien estructuradas de bosque maduro con múltiples clases de edad, patrón espacial heterogéneo (mosaico cambiante); condiciones microclimáticas determinadas por la estructura de la vegetación; suelo forestal rico en humus, gran cantidad de necromasa; gran diversidad de micro y macro fauna, etc. Hasta zonas de regeneración o expansión de la especie, en donde los individuos crecen aislados o en

pequeños grupos sobre canchales de roca, suelos erosionados, zonas de matorral, etc.

■ Influencia de perturbaciones pasadas

Las diferencias históricas sufridas por los pinsapares, fundamentalmente en lo que se refiere al régimen e intensidad de perturbación, han actuado como factores de control, que en mayor o menor medida explican la diversidad de estructuras e incluso de tendencias demográficas, de productividad, etc. De forma muy resumida podemos distinguir:

- Poblacionales, que en su historia reciente sufrieron un régimen de perturbación, fundamentalmente ganadero muy intenso, junto con talas o incendios y que en los últimos 30-40 años han sido protegidas. En ellas se ejerció tradicional-

mente una presión ganadera muy elevada para este tipo de ecosistema, lo que fue mermando, durante décadas, el reclutamiento de las poblaciones y deteriorando el estado del regenerado existente. Poblaciones de este tipo, por ejemplo las de Yunquera, presentan por ello hoy estructuras jóvenes, densas y de estructura homogénea, debido a que la mayoría de los individuos proceden de la regeneración ocurrida tras la protección de la especie (ver figura 2.8).

- Poblacionales que en su historia reciente sufrieron un régimen de perturbación, fundamentalmente ganadero, menos intenso, de manera que conservaron poblaciones de individuos viejos y rodales de bosque maduro. Poblaciones de este tipo, por ejemplo las de Ronda o Sierra Bermeja, presentan por ello hoy estructuras más diversas en cuanto a clases de edad y tamaño (ver figura 2.8).
- Poblacionales que, en su historia reciente, sufrieron un régimen de perturbación fundamentalmente maderero, aunque no exentas de presión ganadera, carboneo, etc. En ellas hubo tradicio-

nalmente una mayor diversidad de tamaños y clases de edad y en la actualidad presentan, por ejemplo en Grazelema, bosques bien estructurados y diversos (ver figura 2.8 y figura 2.9).

■ Influencia de cambios ambientales

Los cambios ambientales ocurridos en las últimas décadas (básicamente incremento de la temperatura media, incremento del CO₂ atmosférico y aumento en la variabilidad de las precipitaciones han ejercido un efecto drástico sobre las poblaciones que crecían más cerca de su límite de tolerancia (localidades más secas y cálidas, zonas inferiores del gradiente altitudinal, ver figura dentro línea roja Grazelema), de manera que se ha observado un progresivo desplazamiento del pinsapo a favor de especies mejor adaptadas a las condiciones actuales de mayor aridez. Por el contrario, este mismo factor parece estar favoreciendo el crecimiento en las poblaciones de zonas más elevadas (más frías y húmedas) debido a

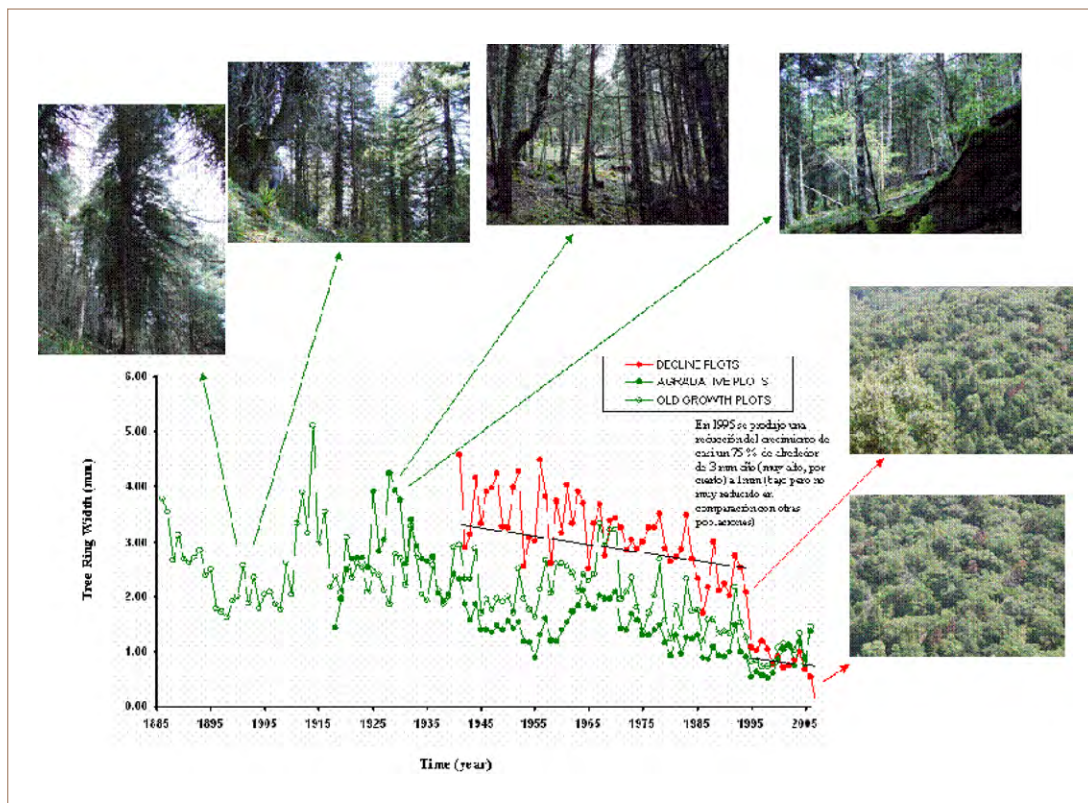


Figura 2.8

Histograma de crecimiento anual para el *Abies pinsapo* en la Sierra de Grazelema.

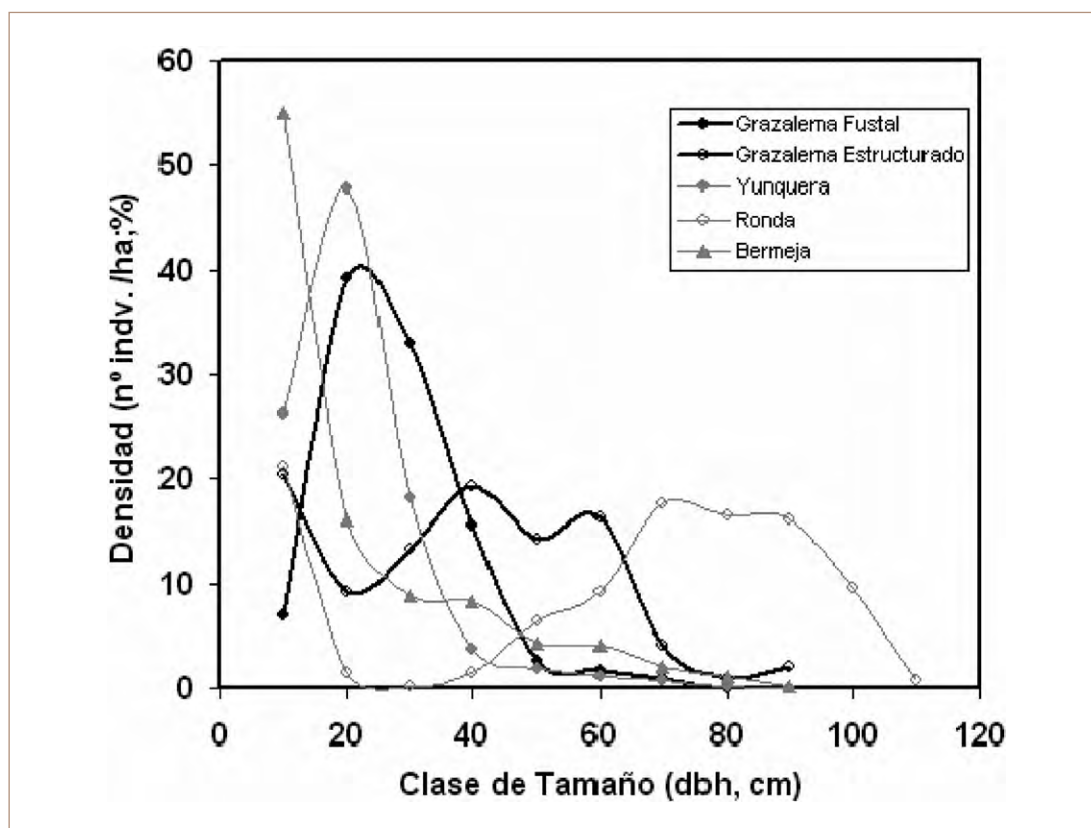


Figura 2.9

Relación Clase de Tamaño-Densidad para el *Abies pinsapo* en la Sierra de Grazalema.

que las bajas temperaturas y la presión parcial de CO_2 pueden jugar en ellas un papel más limitante que la disponibilidad hídrica.

La permanencia en el tiempo de los pinsapares ha estado condicionada por el uso que de los mismos se ha realizado históricamente. El uso de los recursos de estos bosques ha sido una práctica ancestral de los pueblos de la zona, en un medio, además, de difíciles condiciones de vida. Las actividades tradicionales relacionadas con el pinsapar pueden resumirse en los siguientes grupos:

1. Actividades agrícolas: Han sido siempre escasas debido a la poca profundidad del suelo, su pedregosidad superficial y las grandes pendientes. Aún así, existen testimonios de antiguos cultivos de vid.
2. Actividades ganaderas: Las actividades ganaderas mediante el aprovechamiento de los pastos por ganado ovino, caprino y, en ocasiones, también vacuno (como ocurre en los pinsapares de la Si-

erra de Grazalema) han tenido una incidencia histórica directa en la evolución del pinsapar. Dicho pastoreo se ha ejercido, tradicionalmente, con cargas ganaderas muy elevadas para este tipo de ecosistema, lo que fue mermando durante décadas el reclutamiento de las poblaciones y deteriorando el estado del regenerado existente. Las actividades cinegéticas son consecuencia de la riqueza de fauna asociada al pinsapar. La presencia de jabalíes, cabra montés, corzo, perdiz, codorniz, tórtola, paloma torcaz, conejo e, incluso en el pasado, especies como el ciervo, lobos y osos debieron suponer para las poblaciones un importante recurso.

3. Actividades madereras: A pesar de la mala calidad de su madera, el pinsapar fue utilizado para diversos usos. Se empleó principalmente para leña y carbón, aunque también para construcción (vigas), muebles de carácter rústico y utillería, traviesas de ferrocarril y mástiles de barcos. Con bastante probabilidad, han sido factores puramente económicos los que han salvado la

existencia de los pinsapares actuales de su aprovechamiento maderero, al no ser rentables su extracción y realización, dado lo complicado de su transporte; sin embargo, parece evidente la corta de un número incalculable de pinsapos localizados en zonas más bajas y accesibles. Incluso en ocasiones no muy lejanas (sólo hace una o unas pocas décadas) se comercializaron como árboles de Navidad.

4. Otras actividades. Algunas zonas han sido usadas para la recolección de plantas aromáticas (poleo, romero, lavanda, espliego, cantueso) y ocasionalmente para apicultura; recolección de hongos, etc.
5. Usos recreativos: La utilización de los pinsapares como zona de ocio o de actividades de carácter educativo ha ido paulatinamente implantándose. La divulgación de la singularidad de este árbol y el fomento de la práctica de actividades de naturaleza han ido promoviendo un uso cada vez más intenso de dichos bosques.
6. Uso científico: El interés botánico, biogeográfico y ecológico de estos bosques se ha visto acentuado ante la situación actual de “cambio global” al tratarse, por su singularidad y su situación relictica, de ecosistemas especialmente sensibles a los cambios ambientales.

Modelo de potencialidad fisiográfica del *Abies pinsapo*

Para concluir este apartado, se comenta un modelo de potencialidad fisiográfica del pinsapo, que ejemplifica el modo en que la selección y prelación expuesta de FEE o factores biofísicos de control, para explicar de modo general la presencia, estructura y función, del tipo de hábitat pinsapares; así como para el desarrollo de modelos y aplicaciones específicas para el manejo y conservación del mismo. El modelo ha sido desarrollado, dentro del II Plan de Recuperación del Pinsapo, por R.M. Navarro *et al.*, (ETSIM-Córdoba), mediante la aplicación de métodos de regresión logística, empleando factores fisiográficos como variables independientes, y la distribución actual de la especie como variable dependiente.

A partir de un mapa digital de elevación del terreno con tamaño de celda de 20 m (Junta de Andalucía.

Consejería de Medio Ambiente), se generaron diversas variables fisiográficas. La selección de las que resultaban mejores predictoras se realizó a través de un algoritmo de validación cruzada generalizada. Resultaron seleccionadas la altitud, la insolación y el índice topográfico compuesto (CTI, “*compound topographic index*”, un indicador de variabilidad topográfica); todas ellas responsables del particular microclima que requiere el tipo de hábitat, debido a la modulación que ejercen de las condiciones mesoclimáticas. La altitud (un predictor de la precipitación) contribuyó en un 48,01%, la insolación (fuertemente dependiente de la orientación/exposición) con un 42,30%, y la pendiente en un 9,61%, a la predicción del área potencial de pinsapar. Cabe destacar que, aunque no se introdujeron directamente en el modelo factores climáticos (por ejemplo, precipitación y temperatura) debido a la falta de información meteorológica completa por la escasez de estaciones en el área, la corrección global de la predicción fue del 93,6% (73,2% de aciertos de posiciones ocupadas por pinsapar y asignadas como potenciales, 2,3% de posiciones con pinsapar asignadas como de potencialidad nula). Ésto refuerza la prioridad asignada al FEE, aspectos topográficos y del relieve, como factor biofísico de control del tipo de hábitat.

El modelo de potencialidad da una superficie de terreno con condiciones óptimas para la especie de 1.332 ha, así como una zona de potencialidad media de 18.048 ha (ver figura 2.10). El área de potencial óptimo coincide bastante bien, tanto en términos de superficie como de distribución, con la que corresponde a las áreas que ocupa actualmente el pinsapar en forma de masas puras o casi puras estables. Ésto confirma el éxito logrado por las medidas adoptadas durante las últimas décadas para la protección y conservación del tipo de hábitat, que han determinado su expansión continuada hasta ocupar la práctica totalidad de las áreas de mayor potencialidad, además de otras. La principal discrepancia del modelo resulta de la predicción de ausencia de pinsapares en las partes más báscas y térmicas de Yunquera y de la Sierra de Grazalema. Se retomará este asunto en relación con el impacto potencial del cambio climático antropogénico sobre este tipo de hábitat, del que ya se observan síntomas iniciales, precisamente en las zonas a que se refiere dicha discrepancia.

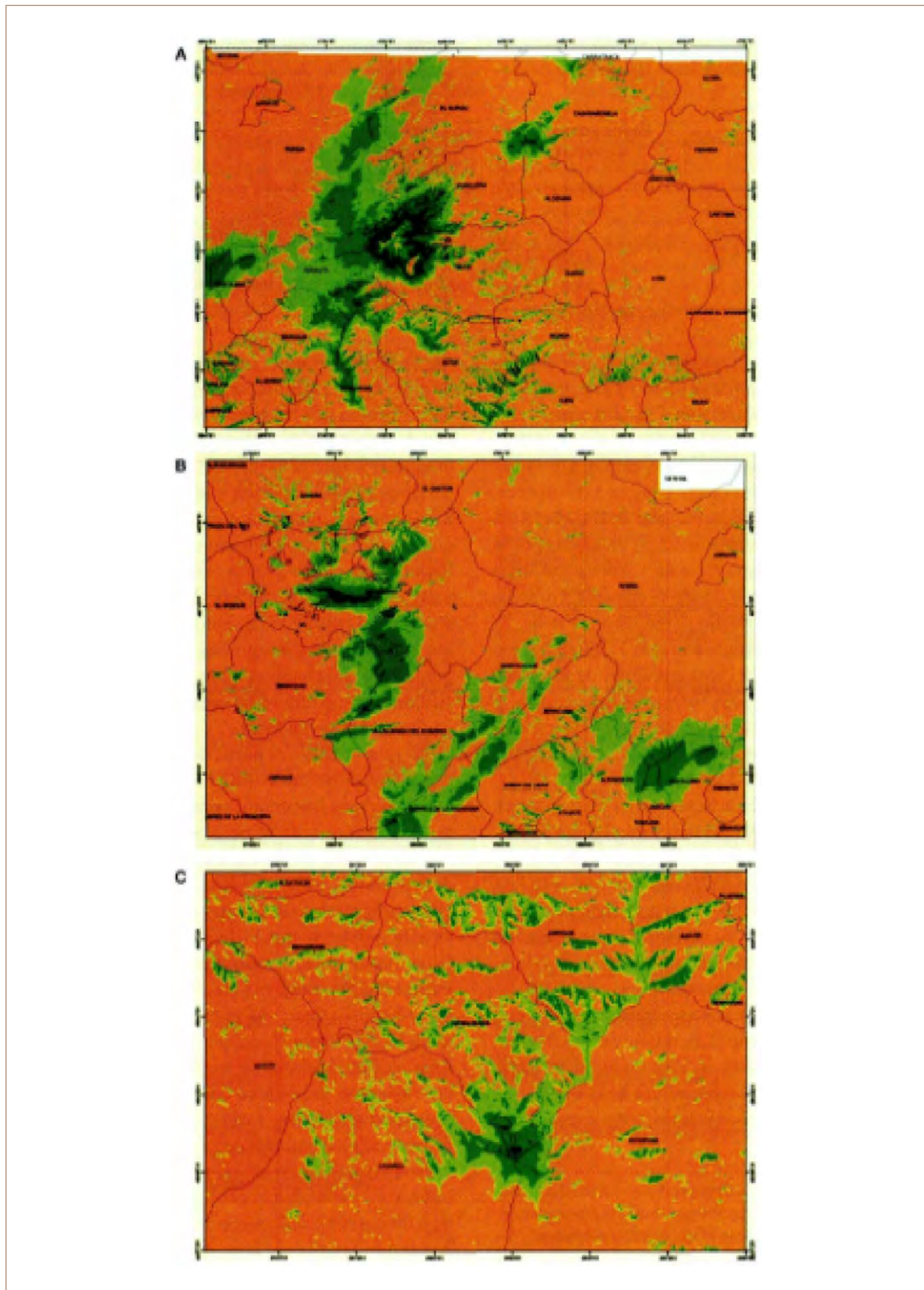


Figura 2.10

Mapas de potencialidad para el *Abies pinsapo* en la Sierra de las Nieves (a), Grazalema (b) y Sierra Bermeja (c). Azul: óptimo. Verde oscuro: elevada. Verde claro: baja.
Fuente: Navarro, *et al.*, 2006.

2.3. SUBTIPOS

Para las áreas de distribución del pinsapar en Grazalema, Sierra Bermeja y Sierra de las Nieves, como localidades mayoritarias de estos bosques, las condiciones climáticas presentan características particulares y, dentro de cada localidad, gradaciones en función de la altitud y la topografía. Ésto permite definir subtipos determinados por la diferente conjunción o peso de los FEE.

I. Pinsapares con fuerte influencia atlántica, húmedos-hiperhúmedos de media altitud

Bajo esta tipología se encuentran las poblaciones de la Sierra de Grazalema (Cádiz). En toda la Serranía de Grazalema, el clima aparece condicionado por su carácter de barrera natural a los frentes húmedos atlánticos, que penetran por el Golfo de Cádiz; los vientos húmedos y templados del oeste ascienden hasta más de 1.600 m y la condensación del vapor de agua origina abundantes precipitaciones sobre la Sierra de Grazalema (2.223 mm) y otras localidades próximas como Benaocaz (1.766 mm) o Zahara (966 mm). De forma resumida podemos decir que se trata de un área de clima mediterráneo húmedo-hiperhúmedo, con precipitaciones mínimas estivales y máximas otoñales, de carácter torrencial y amplia variabilidad interanual, pero incluso a baja altitud soportan condiciones menos secas en cuanto a precipitación media anual (en torno a 2.000 mm) que los de las otras localidades. Desde el punto de vista litológico, este subtipo crece sobre suelos calizos muy poco desarrollados, pedregosos y generalmente con fuertes pendientes.

La representación más importante de este subtipo es el pinsapar de Grazalema, en la Sierra del Pinar. Ocupa la umbría de dicha sierra, en los montes San Cristóbal (1.550 m) y Torreón (1.654 m) a una altitud aproximada entre los 900 y 1.600 m, con mayor densidad entre 1.000-1.400 m, ocupando unas 400 ha. Se trata de un bosque de un alto valor paisajístico y ecológico, con amplia mezcla de edades. Otros pequeños grupos de árboles aparecen dispersos en diversos puntos, que indican antiguas áreas de pinsapar muy castigadas históricamente: En Algodonales (Sierra de Lijar, El Canalizo); en Benaocaz (Sierra de la Silla); en Grazalema (Sierra del Pinar, El Pinsapar, Sierra de Zafalgar, Sierra del Labradillo, Cerro del Pilar); en Zahara (Sierra Margarita); en

Cortes de la Frontera (Sierra de los Pinos). Presentan una estructura de bosque denso, con el estrato arbóreo dominado por el pinsapo e individuos aislados de encina (*Quercus rotundifolia*), quejigo (*Quercus faginea*) y puntualmente algarrobo (*Ceratonia siliqua*). Las zonas de transición o de orla alrededor del pinsapar son de gran valor, apareciendo zonas de bosque mixto de pinsapo y quejigo similar al hayedo-abetal de los Pirineos. Los arbustos dominantes son los escaramujos *Rosa* sp., el majuelo *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Lonicera etrusca*, etc. En el estrato nemoral destaca la adelfilla *Daphne laureola* subsp. *latifolia* así como las otras especies antes citada para Yunquera y Ronda. En las zonas más elevadas de Grazalema, el pinsapar contacta con formaciones rupícolas y con relictos serbales (*Sorbus aria*) y arces (*Acer monspessulanum*).

En la zona de la Sierra del Pinar se observan numerosos pinsapos en todas las etapas de desarrollo y con una regeneración más exitosa, debido a que las plántulas y brinzales soportan una menor presión del ganado.

No obstante, la historia del pinsapar de la Sierra del Pinar comparte con el resto de pinsapares todo tipo de perturbaciones: carboneo, talas, ganado, incendios, plagas, etc.

II. Pinsapares con influencia costera, húmedos de media altitud

Bajo esta tipología se encuentran las poblaciones de Sierra Bermeja y Sierra Real, como masas principales y pequeñas poblaciones en Sierra Blanca y Canucha de Ojén (todas en la provincia de Málaga). El clima es mediterráneo con influencia oceánica, de inviernos lluviosos y suaves, y veranos largos y poco extremos en calor. Las precipitaciones se sitúan en torno a los 1.100-1.300 mm, con dos períodos de lluvias (octubre-diciembre) y (febrero-abril). Precipitaciones en forma de nieve ocurren esporádicamente en los meses invernales (15-35 días), que apenas si permanecen algunos días en el terreno (entre 7-10 días). En esta localidad son especialmente relevantes las precipitaciones indirectas (criptoprecipitación) provocadas por las abundantes nubes y nieblas, procedentes de los vientos húmedos costeros.

El régimen térmico está influenciado por la proximidad del mar (3-10 km), lo que se traduce en una

relativa suavidad climática. La media de las máximas del mes más cálido está en torno a 27 °C; la media de las mínimas del mes más frío en torno a 4 °C y la media anual en torno a 13 °C.

Este subtipo presenta una amplia variedad de sustratos litológicos y por tanto de composiciones florísticas.

Sobre suelos de serpentinas se localizan el Pinsapar de Los Reales de Sierra Bermeja, los pequeños rodales de zonas limítrofes; el Pinsapar de Los Realillos; y el Pinsapar de Sierra Real. Forman parte de esta comunidad *Cistus populifolius* subsp. *major*, *Bunium alpinum* subsp. *macuca*, *Pteridium aquilinum*, *Asplenium onopteris*, *Berberis hispanica*, *Cerastium boissieri*, *Iberis fontqueri*, *Centaurea haenseleri*, *Saxifraga gemmulosa*, *Scorzonera baetica*, *Centaurea carratracensis*, *Arenaria capillipes*, etc.

El Pinsapar de Sierra Bermeja se encuentra repartido en varios grupos bien definidos. El principal se extiende desde los 1.100 m de altitud, hasta los 1.449 m. Los restantes se encuentran rodeando a la anterior, localizándose dos de ellos entre los 1.200 y 1.300 m de altitud en el Cerro del Castellón. Un tercero, se extiende por la Garganta de la Fuente Santa, a la misma altitud que los anteriores. Los dos últimos se localizan al norte y al sur del principal, entre los 900 y 1.000 m de altitud respectivamente. Las masas principales, son bosques densos y puros, conocidos como el Pinsapar de la Mujer, Pinsapar de Casares, Pinsapar del Real Chico o de Genalguacil y Pinsapar del Real Grande, que se encuentra entre los municipios de Genalguacil y Estepona.

Hace unos veinte años desapareció en su práctica totalidad el Pinsapar de la Hoya Rocha en Estepona, situado en la cabecera del Arroyo de la Cala (pinsapar de gran interés por su orientación sur), a causa de un brote de *Armillaria mellea*. Además de estas manchas monoespecíficas, aparecen masas mixtas con pinos negrales (*Pino pinaster* var. *acutisquamata*), apreciándose una expansión del pinsapo, así como numerosos ejemplares dispersos a menor altitud, refugiados en fondos de barrancos (Garganta del Algarrobo, etc.) y generalmente en orientaciones septentrionales.

En el municipio de Istán, al sur del macizo de la Sierra de las Nieves, existieron hasta 1991, pequeñas poblaciones (doce rodales o bosquetes aislados)

de unas 30 ha en total, repartidas por el término municipal. Las localizadas en la Sierra del Real crecen sobre serpentinas, formando pequeños rodales de diferente composición y estructura de edades y a altitud variable. Generalmente, se localizaban en las cañadas formadas por los numerosos arroyos que surcan estas sierras o sobre laderas orientadas al norte. Algunos de estos bosquetes (los más septentrionales) desaparecieron en un incendio que afectó a Sierra Real en 1991. Sobre sustrato calizo, con un marcado carácter relíctico, aparecen dos bosquetes de pinsapar sobre las Sierras Blanca y Canucha. Se trata de pinsapos solitarios, algunos muy viejos y deformes, aunque se aprecia cierta regeneración.

También en el municipio de Istán existen pinsapares sobre gneises y micaesquistos, en la finca de Bornoque o Dehesa de Alcornoque. Se trata de cuatro rodales más o menos separados entre sí, en exposiciones norte, barrancos y laderas de arroyos (Arroyo de las Cañas, Arroyo de las Ciervas) de trazado E-W, aprovechando así la mayor humedad ambiental. Este pinsapar constituye una singular comunidad de pinsapos, mezclados con alcornoque (*Quercus suber*), quejigo (*Quercus faginea*, *Q. canariensis*) y pino negral (*P. pinaster*), y con un espléndido sotobosque de matorrales y arbustos mediterráneos (*Erica arborea*, *Viburnum* sp., *Phyllirea angustifolia*, *Phyllirea latifolia*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, etc.). En este denso sotobosque habitan brinzales de pinsapo que recientemente están acusando los períodos de sequía.

El pinsapar de la finca de Moratán, en Monda, aparece localizado en las proximidades de Bornoque como continuación de ellos hacia el este, de similares características y condiciones. Se trata de diversos bosquetes de pinsapos y ejemplares aislados en mezcla con alcornoque y pino negral (*P. pinaster*). En conjunto ocupa 9 ha entre los 600 y 750 m en ubicaciones con microclima favorable, en cuanto a humedad y temperatura, con preferencia en laderas de barrancos. Se localiza sobre sustrato de gneiss y micacitas. Se estima que existen unos 670 ejemplares, de diversas edades, incluyendo algunos de porte y edad avanzada, siendo una de las características de la población, la relativa escasez de ejemplares de corta edad, a causa de las pérdidas ocasionadas por el ramoneo del ganado y de las cortas, que los corcheros realizaban sobre ejemplares jóvenes, cuando se ejecutaban los “ruedos de pela” de los alcornoces. De tales efectivos, el incendio forestal que

afectó a la finca y a otros terrenos, en el año 1994, eliminó a una parte importante de la misma, evaluados en cincuenta y tres ejemplares de diferentes edades.

En Sierra Canucha de Ojén, se conserva igualmente un pequeño bosque de pinsapos, en exposición norte, sobre caliza, de no más de trescientos ejemplares de todas las edades, predominando los de más de cincuenta años. Muy deteriorado por los rebaños de cabras, mantiene, sin embargo, un buen nivel de regeneración de jóvenes.

III. Pinsapares con influencia orográfica, subhúmedos-húmedos de media-alta montaña

Bajo esta tipología se encuentran las principales poblaciones de la Sierra de las Nieves: La Sierra de las Nieves, destaca por el marcado carácter orográfico de sus precipitaciones, y cuenta con el gradiente altitudinal de distribución más amplio para la especie (aparecen pequeños rodales e individuos aislados de pinsapo desde 600 m, hasta más de 1.800 m). Así, las precipitaciones varían desde los 900 mm en cotas bajas, hasta más de 1.600 mm cerca de la cumbre (situada a 1.918 m). En cuanto a la temperatura, presenta mayores oscilaciones estacionales que las localidades anteriores. El valor medio es de 9 a 11 °C. En los meses de verano, la media de las máximas del mes más cálido oscila entre los 24 y 25 °C, mientras en invierno, la media de las mínimas del mes más frío está en torno a -1,5 a 1 °C, aunque con importantes diferencias altitudinales.

La mayoría de las poblaciones de este subtipo crecen sobre substratos calacáreos, en un amplio rango altitudinal. De forma general, forman parte de esta comunidad *Asplenium onopteris*, *Cephalanthera rubra*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Helleborus foetidus*, *Hyacinthoides hispanica*, *Luzula forsteri* subsp. *baetica*, *Paeonia broteroi*, *P. coriacea*, *Lonicera implexa*, *Hormathophylla spinosa*, *Rubia peregrina*, etc. El Pinsapar de Yunquera era considerado, hasta hace pocos años, el mejor pinsapar actual de la provincia de Málaga. Abarca una extensión de unas 1.000 ha dividido en dos grandes bosques; el más meridional tiene forma alargada y se extiende entre los 1.000 y 1.500 m. de altitud, sobre pendientes muy pronunciadas y laderas orientadas hacia el NE. sobre el límite del término municipal (Pinsapar del

Caucón, Cañada de la Violeta, Cañada del Alhucemar, Cañada del Saucillo). El otro bosque se encuentra entre los picos Enamorados y del Jarro, a la misma altitud que el anterior (Cañada de Bellina, Pinsapar de Cubero). Se trata de poblaciones de estructura espacial heterogénea, existiendo un complejo mosaico de rodales de diversa edad y estructura, debido tanto a las condiciones del medio físico como a la propia historia de manejo. En todo caso, destaca una amplia regeneración en todo el monte.

Éstas poblaciones están incluidas administrativamente en el monte de El Pinar, propiedad del Ayuntamiento de Yunquera y consorciado con la Administración Andaluza. Soportaron una notable carga ganadera hasta finales de los años sesenta que impedía la regeneración. Dicha situación ha cambiado radicalmente durante los últimos cuarenta años, habiéndose producido una espectacular regeneración del pinsapar en muchas zonas antes literalmente desertizadas. En la actualidad aparecen amplias masas de arbolado joven, coetáneo, que se mezcla con otras más viejas, invadiendo además los pinares de *Pinus halepensis* del piso altitudinal inferior. La comunidad de pinsapar situada en las zonas de menor altitud dentro del rango altitudinal de la especie, entre 1.000 y 1.300 m aproximadamente, es la que soporta condiciones más secas, en cuanto a precipitación media anual (en torno a 1.000 mm) y temperatura (en torno a 11 °C de temperatura media anual). Estos pinsapares presentan una estructura de bosque denso, con el estrato arbóreo dominado por el pinsapo e individuos aislados de pino (*Pinus halepensis* y *Pinus pinaster*). En el conjunto de brinzales predominan los individuos de pinsapo, pero aparecen también individuos de encina, pino y en menor medida quejigo. Los arbustos dominantes son el enebro *Juniperus oxycedrus*, sabinas *Juniperus phoenicea* y los escaramujos *Rosa* sp. En zonas abiertas los brinzales coexisten con un matorral denso, formado por *Ulex baeticus*, *Ononis reuteri*, *Phlomis* sp., *Cistus albidus*, *Lavandula lanata*, etc.

En las zonas más elevadas, entre 1.400 y 1.600 m aproximadamente (supramediterráneo), las condiciones de xericidad son menos severas. Aquí el pinsapar forma bosques casi puros, con rodales densos de individuos jóvenes, pies dispersos y claros formados por brinzales, arbustos y matorral almohadillado.

En el sotobosque predominan los brinzales de pinsapo y en menor medida algún quejigo. Los arbus-

tos dominantes son el majuelo *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, el agracejo *Berberis vulgaris* subsp. *australis*, *Prunus mahaleb*, *Lonicera etrusca* y los escaramujos *Rosa* sp. En el estrato nemoral las plántulas de pinsapo y, en menor cuantía, de quejigo coexisten con especies esciófilas, donde destacan la adelfilla *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, la peonía *Paeonia broteroi*, *P. coriacea*, y el eléboro *Helleborus foetidus*.

En el municipio de El Burgo, al noroeste del macizo de las Nieves, existe un grupo de unos treinta ejemplares, de diverso tamaño y edad, junto al Peñón de Ronda, en mezcla con encina y pino carrasco. En el resto de la Sierra del Burgo y en algunas fincas (Umbría del Talayón, La Laja, Víbora Baja y La Espartosa) existen ejemplares aislados de edades diversas, siempre sobre terrenos calizos o margocalizos.

Los pinsapares de Ronda pertenecen al mismo subtipo que los anteriores (con influencia orográfica, subhúmedos-húmedos de media-alta montaña), aunque su posición más occidental les confiere una mayor humedad. Ocupan una extensión aproximada de 450 ha formando una mancha alargada, discontinua de unos 5,5 km de longitud y 1 km de anchura, entre los 1.300 y 1.700 m. de altitud. Está compuesto por grupos de pinsapos separados por formaciones de matorrales espinosos caducifolios, en los que la mayor parte de los ejemplares son viejos y una regeneración inferior a la de Yunquera. La composición florística es similar a la del segundo subtipo definido anteriormente (supramediterráneo). Este bosque aparece refugiado en los Barrancos de la vertiente norte de la Sierra de las Nieves (Cañada del Cuerno, Cañada de las Animas y Cañada de Enmedio), introduciéndose desde los montes públicos de los Quejigales y el Pinsapar, por fincas limítrofes de propiedad particular; y alcanzando por el este, la finca del Peñón de Ronda. A partir de esta masa, aparece un rosario de pequeños bosquetes y árboles dispersos que van descendiendo por la vertiente en dirección norte hasta la Sierra del Oreganal, donde cinco grandes individuos constituyen el límite septentrional de la distribución rondeña del pinsapar. Por encima de los 1.700 m, estos pinsapares aparecen limitados bruscamente en las cabeceras de los barrancos y cañadas citadas, con algunos ejemplares aislados que se incorporan al bosque aclarado de quejigos (*Quercus f. alpestris*), que aparecen ya en la meseta alta en el llamado quejigal de Tolox.

En la zona más elevada de la Sierra de las Nieves (municipio de Tolox) se encuentran pinsapares de elevadísimo interés científico, ambiental y paisajístico. Se trata de los únicos pinsapares que crecen por encima de 1.700 m (supra-oromediterráneo), en la meseta de la Sierra de las Nieves y junto al Cerro de la Alcazaba, con estructura abierta y compartiendo el estrato arbóreo con quejigo de alta montaña (*Quercus alpestris*), e individuos aislados de tejo (*Taxus baccata*), arce (*Acer opalus* subsp. *granatense*) y serbales (*Sorbus aria*). En zonas abiertas predominan enebros (*Juniperus communis*) y sabinas (*Juniperus sabina*) con pies aislados de las especies arbóreas anteriores, matorral de *Berberis vulgaris* subsp. *australis*, y matorral almohadillado dominado por *Erinacea anthyllis*, *Vella spinosa*, *Bupleorun spinosum*, *Hormatophylla spinosa*, *Astragalus granatensis*, etc.

A menor altitud, en la base meridional del macizo, aparecía uno de los bosques más valiosos y originales, de mezcla de pinsapo con *Pinus halepensis* autóctono. En la actualidad aparecen reducidos a dos bosquetes principales, y varias pequeñas manchas de pequeño tamaño, a las que se unen diversos pies, aislados por toda la extensión de la Sierra Blanca, incluyendo las laderas del macizo de la Sierra de las Nieves. El primero se sitúa alrededor de la Cañada de las Carnicerías.

Hace menos de dos décadas, tanto en la Sierra Blanca, como en la Sierra Parda de Tolox, existían poblaciones de pinsapar hoy desaparecidas. Sobre substratos de peridotitas (en la Sierra Parda), los mejores rodales aparecían en Cerro Corona, con varios grupos de tamaño pequeño, pero bien estructurados en edades, en mezcla con *Pino pinaster*, así como en la vertiente izquierda del Río de la Alfaguara, con unos quince ejemplares aislados. Como decimos, en la actualidad, y tras las pérdidas sufridas en la década de los noventa, la representación de este subtipo sobre serpentinitas prácticamente ha desaparecido.

El pinsapo se distribuye en la actualidad, fundamentalmente, en tres localidades geográficas, con marcadas diferencias entre sí, en las provincias de Cádiz y Málaga, en el marco físico-geográfico de la Serranía de Ronda.

Los pinsapares de la provincia de Cádiz se encuentran en la Sierra de Grazalema, con el núcleo ma-

yor en el término municipal de Grazalema, aunque existen pequeñas poblaciones dispersas por zonas próximas, algunas procedentes de introducciones artificiales. En la provincia de Málaga existen dos grandes núcleos de pinsapares: el de Sierra de las Nieves y su entorno, extendido por los términos municipales de Ronda, Yunquera, Tolox, Istán, Ojén, Monda y Parauta, con poblaciones bien diferenciadas y separadas entre sí; y el núcleo de Sierra Bermeja, que ocupa una extensión mucho menor, en los términos municipales de Casares, Genalguacil y Estepona, en la zona de Los Reales.

Aparecen, además, diversas localizaciones de ejemplares, o pequeños grupos dispersos, por varios puntos de la provincia (algunos de ellos introducidos por repoblación): El Burgo, Casarabonela, Canillas de Albaida, Benahavís, Ronda y Cortes de la Frontera.

Finalmente, fuera de estas áreas, la especie ha sido introducida en diversas localizaciones por toda España (Sierra de Huétor en la provincia de Granada, Somosierra en la provincia de Madrid, Daroca en la provincia de Zaragoza) y en el extranjero, tanto en ambientes silvestres como urbanos

Los pinsapares se han dividido en subtipos, en base a la variabilidad existente en cuanto a los factores de control más relevantes expuestos en el apartado 2.2. En particular, se ha considerado la modulación del mesoclima, que los factores topográficos y la posición geográfica longitudinal ejercen para definir las características ombrotérmicas particulares de cada localidad, así como la litología del sustrato. Las distintas combinaciones de estos factores de control, que se dan en las áreas de distribución del tipo de hábitat, explican en buena medida la variabilidad espacial existente en cuanto a la composición florística de la comunidad. Se excluyen como criterios para esta clasificación otros factores de control reseñados en los apartados 2.4 y 2.5, que son más explicativos de la dinámica temporal, que de la variabilidad espacial, del tipo de hábitat.

Subtipos litológicos

Aunque el pinsapo no muestra una dependencia respecto al quimismo del suelo, el resto de la comu-

nidad que integra el pinsapar varía considerablemente cuando se trata de uno u otro sustrato litológico. En este sentido, se pueden clasificar dos subtipos principales:

- Pinsapares sobre sustratos calcáreos (Subtipo 1).
- Pinsapares sobre sustratos ultrabásicos (Subtipo 2).

De forma puntual, existen pinsapares sobre sustratos metamórficos (Subtipo 3), pero con una función y estructura diferenciable del resto, ya que el suelo es más ácido y tienen especies propias de matorrales acidófilos, con especies como *Quercus suber*, *Cistus ladanifer*, *Genista umbellata* u otras.

■ El Pinsapar de Sierra Bermeja

Se encuentra repartido en varios grupos bien definidos. El principal se extiende desde los 1.100 m de altitud, hasta los 1.449 m. Los restantes se encuentran rodeando a la anterior, localizándose dos de ellos entre los 1.200 y 1.300 m de altitud en el Cerro del Castellón. Un tercero, se extiende por la Garganta de la Fuente Santa, a la misma altitud que los anteriores. Los dos últimos se localizan al norte y al sur del principal, entre los 900 y 1.000 m de altitud respectivamente. Las masas principales, son bosques densos y puros, conocidos como el Pinsapar de la Mujer, Pinsapar de Casares, Pinsapar del Real Chico o de Genalguacil y Pinsapar del Real Grande, que se encuentran entre los municipios de Genalguacil y Estepona.

Hace unos veinte años desapareció, en su práctica totalidad, el Pinsapar de la Hoya Rocha en Estepona, situado en la cabecera del Arroyo de la Cala (pinsapar de gran interés por su orientación sur), a causa de un brote de *Armillaria mellea*. Además de estas manchas monoespecíficas, aparecen masas mixtas con pinos negrales (*Pino pinaster* var. *acutisquama*), apreciándose una expansión del pinsapo, así como numerosos ejemplares dispersos a menor altitud, refugiados en fondos de barrancos (Garganta del Algarrobo, etc.) y generalmente en orientaciones septentrionales.

La situación de los pinsapares de Sierra Bermeja aparece variable para las distintas manchas, en cuanto a su estructura poblacional y estado de conservación.

■ El Pinsapares de Istán

En el municipio de Istán, al sur del macizo de la Sierra de las Nieves, existieron hasta 1991 pequeñas poblaciones (doce rodales o bosquetes aislados) de unas 30 ha en total, repartidas por el término municipal. Algunas de estas poblaciones pertenecen al subtipo serpentínicola. Se trata de las localizadas en la Sierra del Real, monte de propiedad pública y gestionado por la Junta de Andalucía, las cuales se distribuían en pequeños rodales de diferente composición y estructura, de edades y altitud variable. Generalmente, se localizaban en las cañadas formadas por los numerosos arroyos que surcan estas sierras o sobre laderas orientadas al norte. Algunos de estos bosquetes (los más septentrionales) desaparecieron en un incendio que afectó a Sierra Real en 1991.

■ El Pinsapar de Tolox

Ha sido uno de los más castigados, desde antiguo, por diversas perturbaciones que han reducido muy notablemente su presencia en el área. Paradójicamente, se trata en muchos casos de masas con un elevadísimo interés ambiental, incluyendo ejemplares de los más valiosos, en términos de conservación de toda la provincia.

Las poblaciones de este municipio se distribuían, durante el siglo XX, tanto en la Sierra Blanca como en la Sierra Parda de Tolox. Por lo que se refiere a la pertenencia al subtipo serpentínicola, la presencia de pinsapos sobre peridotitas (en la Sierra Parda) aparecía en Cerro Corona, con varios grupos de tamaño pequeño, pero bien estructurados en edades, en mezcla con pino pinaster, así como en la vertiente izquierda del Río de la Alfaguara, con unos quince ejemplares aislados.

En la actualidad, y tras las pérdidas sufridas en la década de los 90, el subtipo serpentínicola prácticamente ha desaparecido en los pinsapares de Tolox.

El segundo subtipo litológico, al que podríamos denominar calcícola, engloba a la mayoría de las poblaciones, en las provincias de Cádiz y Málaga. De forma general, forman parte de esta comunidad *Asplenium onopteris*, *Cephalanthera rubra*, *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, *Helleborus foetidus*, *Hyacinthoides hispanica*, *Luzula forsteri* subsp. *baetica*,

Paeonia broteroi, *P. coriacea*, *Lonicera implexa*, *Hor-mathophylla spinosa*, *Rubia peregrina*, etc.

Sobre litología calcárea existen pinsapares en un amplio rango altitudinal, mientras que todos los pinsapares serpentínícolas de cierta entidad se localizan entre 1.100-1.400 m, aproximadamente. Por esta razón, la diversidad de comunidades es mayor y es posible definir *subtipos bioclimáticos*, en función no del sustrato sino de las condiciones ambientales (termotipos y ombrotipos) características de cada piso altitudinal.

■ El Pinsapar de Yunquera

Era considerado, hasta hace bien poco, el mejor pinsapar actual de la provincia de Málaga, abarca una extensión de unas 1.000 ha, dividido en dos grandes bosques; el más meridional tiene forma alargada y se extiende entre los 1.000 y 1.500 m de altitud, sobre pendientes muy pronunciadas y laderas orientadas hacia el NE, sobre el límite del término municipal (Pinsapar del Caucón, Cañada de la Violeta, Cañada del Alhucemar, Cañada del Saucillo). El otro bosque se encuentra entre los picos Enamorados y del Jarro, a la misma altitud que el anterior (Cañada de Bellina, Pinsapar de Cubero). Se trata de poblaciones de estructura espacial heterogénea, existiendo un complejo mosaico de rodales de diversa edad y estructura, debido, tanto a las condiciones del medio físico, como a la propia historia de manejo. En todo caso destaca una amplia regeneración en todo el monte.

Estás poblaciones están incluidas administrativamente en el monte de El Pinar propiedad del Ayuntamiento de Yunquera y consorciado con la Administración Andaluza. Soportaron una notable carga ganadera hasta finales de los años 1960 que impedía la regeneración. Dicha situación ha cambiado radicalmente durante los últimos 40 años, habiéndose producido una espectacular regeneración del pinsapar en muchas zonas antes literalmente desertizadas. En la actualidad aparecen amplias masas de arbolado joven, coetáneo, que se mezcla con otras más viejas, invadiendo además los pinares de *Pinus halepensis* del piso altitudinal inferior. La comunidad de pinsapar situada en las zonas de menor altitud dentro del rango altitudinal de la especie, entre 1.000 y 1.300 m aproximadamente, es la que soporta condiciones más secas en cuanto a precipita-

ción media anual (en torno a 1.000 mm) y temperatura (en torno a 11 °C de temperatura media anual). Estos pinsapares presentan una estructura de bosque denso, con el estrato arbóreo dominado por el pinsapo e individuos aislados de pino (*Pinus halepensis* y *Pinus pinaster*). En el conjunto de brinzales predominan los individuos de pinsapo, pero aparecen también individuos de encina, pino y en menor medida quejigo. Los arbustos dominantes son el enebro *Juniperus oxycedrus*, sabinas *Juniperus phoenicea* y los escaramujos *Rosa* sp. En zonas abiertas los brinzales coexisten con un matorral denso formado por *Ulex baeticus*, *Ononis reuteri*, *Phlomis* sp., *Cistus albidus*, *Lavandula lanata*, etc.

En las zonas más elevadas, entre 1.400 y 1.600 m aproximadamente (supramediterráneo), las condiciones de xericidad son menos severas. Aquí el pinsapar forma bosques casi puros, con rodales densos de individuos jóvenes, pies dispersos y claros formados por brinzales, arbustos y matorral almohadillado. En el sotobosque predominan los brinzales de pinsapo y en menor medida algún quejigo. Los arbustos dominantes son el majuelo *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, el agracejo *Berberis vulgaris* subsp. *australis*, *Prunus mahaleb*, *Lonicera etrusca* y los escaramujos *Rosa* sp. En el estrato nemoral las plántulas de pinsapo y en menor cuantía de quejigo coexisten con especies esciófilas, donde destacan la adelfilla *Daphne laureola* subsp. *latifolia*, la peonía *Paeonia broteroi*, *P. coriacea*, y el eléboro *Helleborus foetidus*.

■ El Pinsapar de Ronda

Probablemente el más viejo de todos los pinsapares malagueños, ocupa una extensión aproximada de 450 ha formando una mancha alargada, discontinua de unos 5,5 km de longitud y 1 km de anchura, entre los 1.300 y 1.700 m de altitud. Está compuesto por grupos de pinsapos separados por formaciones de matorrales espinosos caducifolios, en los que la mayor parte de los ejemplares son viejos y una regeneración inferior a la de Yunquera. La composición florística es similar a la del segundo subtipo definido anteriormente (supramediterráneo). Este bosque aparece refugiado en los Barrancos de la vertiente norte de la Sierra de las Nieves (Cañada del Cuerno, Cañada de las Animas y Cañada de Enmedio), introduciéndose desde los montes públicos de los Quejigales y el Pinsapar, por

fincas limítrofes de propiedad particular; y alcanzando por el este, la finca del Peñón de Ronda. A partir de esta masa, aparece un rosario de pequeños bosquetes y árboles dispersos que van descendiendo por la vertiente en dirección norte hasta la Sierra del Oreganal, donde cinco grandes individuos constituyen el límite septentrional de la distribución rondeña del pinsapar. Por encima de los 1.700m estos pinsapares aparecen limitados bruscamente en las cabeceras de los barrancos y cañadas citadas, con algunos ejemplares aislados que se incorporan al bosque aclarado de quejigos (*Quercus f. alpestris*) que aparecen ya en la meseta alta en el llamado quejigal de Tolox.

■ El Pinsapar de Tolox

Como antes se comentó, ha sido uno de los más castigados desde antiguo por diversas perturbaciones. Paradójicamente, este hecho coincide con que se trata de masas con un elevadísimo interés científico, ambiental y paisajístico. Se trata de los únicos pinsapares que crecen por encima de 1.700 m (supra-romediterráneo), en la meseta de la Sierra de las Nieves y junto al Cerro de la Alcazaba, con estructura abierta y compartiendo el estrato arbóreo con quejigo de alta montaña (*Quercus alpestris*), e individuos aislados de tejo (*Taxus baccata*), arce (*Acer opalus* subsp. *granatense*) y serbales (*Sorbus aria*). En zonas abiertas predominan enebros (*Juniperus communis*) y sabinas (*Juniperus sabina*) con pies aislados de las especies arbóreas anteriores, matorral de *Berberis vulgaris* subsp. *australis*, y matorral almohadillado dominado por *Erinacea anthyllis*, *Vella spinosa*, *Bupleorun spinosum*, *Hormatophylla spinosa*, *Astragalus granatensis*, etc.

A menor altitud, en la base meridional del macizo, aparecía uno de los bosques más valiosos y originales, de mezcla de pinsapo con *Pinus halepensis* autóctono.

En la actualidad aparecen reducidos a dos bosquetes principales, y varias pequeñas manchas de pequeño tamaño a las que se unen diversos pies aislados por toda la extensión de la Sierra Blanca, incluyendo las laderas del macizo de la Sierra de las Nieves. El primero se sitúa alrededor de la Cañada de las Carnicerías, orientado al NE y E entre los 600 y 1.500 m sobre nivel del mar; el segundo, se extiende por varias torrenteras, entre el Cerro de la Plazoleta y el

Collado de la Machorueta entre 700-1.300 m, orientado al SE y NE. En conjunto unas 683 ha.

■ El Pinsapar de Grazalema

En la Sierra del Pinar, pese a no ser muy extenso, presenta un buen estado de conservación y un alto valor paisajístico y ecológico, constituyendo uno de los valores más conocidos del Parque Natural.

Las características del pinsapar son diferentes de las restantes masas, apreciándose una mejor estructuración de la masa con amplia mezcla de edades. La distribución actual del pinsapo en la denominada Serranía de Grazalema aparece constituida por varias localizaciones. Así en la Sierra del Pinar, el pinsapar ocupa la umbría de la sierra, en los montes San Cristóbal (1.550 m) y Torreón (1.654 m) a una altitud aproximada entre los 900 y 1.600 m con mayor densidad entre 1.000-1.400 m, ocupando unas 400 ha. Otros pequeños grupos de árboles aparecen dispersos en diversos puntos, que indican antiguas áreas de pinsapar muy castigadas históricamente: en Algodonales (Sierra de Lijar, El Canalizo); En Benaocaz (Sierra de la Silla); en Grazalema (Sierra del Pinar, El Pinsapar, Sierra de Zafalgar, Sierra del Labradillo, Cerro del Pilar); en Zahara (Sierra Margarita); en Cortes de la Frontera (Sierra de los Pinos).

Las peculiaridades ecológicas de la zona son similares a las del resto del área de la especie, localizándose sobre suelos calizos muy poco desarrollados, pedregosos y generalmente con fuertes pendientes. El pinsapar de la Sierra del Pinar se mezcla con encinas, quejigos e incluso algarrobos. Las zonas de transición o de orla alrededor del pinsapar son de gran valor, apareciendo zonas de bosque mixto de pinsapo y quejigo similar al hayedo-abetal de los Pirineos. Incluso a baja altitud soportan condiciones menos secas en cuanto a precipitación media anual (en torno a 2.000 mm) que los de las otras localidades. Presentan una estructura de bosque denso, con el estrato arbóreo dominado por el pinsapo e individuos aislados de encina (*Quercus rotundifolia*), quejigo (*Quercus faginea*) y puntualmente algarrobo (*Ceratonia siliqua*). Los arbustos dominantes son los escaramujos *Rosa* sp., el majuelo *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*, *Lonicera etrusca*, etc. En el estrato nemoral destaca la adelfilla *Daphne laureola* subsp. *latifolia* así como las otras especies antes citada para Yunquera y Ronda. En las

zonas más elevadas de Grazalema el pinsapar contacta con formaciones rupícolas y con relictos serbales (*Sorbus aria*) y arces (*Acer monspessulanum*).

En la zona de la Sierra del Pinar se observan numerosos pinsapos en todas las etapas de desarrollo y con una regeneración más exitosa debido a que las plántulas y brinzales soportan una menor presión del ganado.

No obstante, la historia del Pinsapar de la Sierra del Pinar comparte con el resto de pinsapares todo tipo de perturbaciones: carboneo, talas, ganado, incendios, las plagas, etc.

■ Pequeños rodales: Pinsapares de Istán

Sobre sustrato calizo, con un marcado carácter relictico, aparecen dos bosquetes de pinsapar sobre las Sierras Blanca y Canucha. Se trata de pinsapos solitarios, algunos muy viejos y deformes, aunque se aprecia cierta regeneración.

■ Pequeños rodales: Pinsapar de Ojén

En Sierra Canucha de Ojén, se conserva igualmente un pequeño bosque de pinsapos, en exposición norte, sobre caliza, de no más de 300 ejemplares de todas las edades, predominando los de más de 50 años. Muy deteriorado por los rebaños de cabras, mantiene sin embargo un buen nivel de regeneración de jóvenes.

■ Pequeños rodales: Pinsapar de El Burgo

En el municipio de El Burgo, al noroeste del macizo de las Nieves, existe un grupo de unos treinta ejemplares de diverso tamaño y edad junto al Peñón de Ronda en mezcla con encina y pino carrasco. En el resto de la Sierra del Burgo y en algunas fincas (Umbría del Talayón, La Laja, Vibora Baja y La Espartosa) existen ejemplares aislados de edades diversas, siempre sobre terrenos calizos o margocalizos.

■ Ejemplares aislados

A distancias variables de las masas más extensas o rodales de la especie aparecen numerosos ejemplares de historia diversa y a veces desconocida.

Suele tratarse de individuos viejos, de morfología singular aunque en otras ocasiones se trata de pinsapos jóvenes cuyos orígenes habría que situarlos en el transporte ocasional de las semillas por animales o el viento o plantados por algún amante de la especie. Podemos citar las localidades de Sierra de la Hidalga (Ronda): cinco ejemplares viejos aislados entre sí, de unos 150 años de edad. Sierra Prieta-Alcaparín (Casarabonela): Ambas sierras, localizadas en el centro de la provincia, han sido señaladas en algunos trabajos como áreas de localización de algunos ejemplares de pinsapos aislados y viejos. En la actualidad solo se conoce la presencia de tres ejemplares en el monte Cruz Alta y Comparate (Sierra Prieta, al Norte del macizo). Sierra de Alpujata (Monda), en las fincas Los Villares y La Albuquería. Sierra de los Pinos (Cortes de la Frontera).

■ Pinsapares sobre sustratos metamórficos

En el antes mencionado municipio de Istán (sur del macizo de la Sierra de las Nieves) aparecen, además de pequeños rodales del subtipo serpentinícola pinsapares sobre gneises y micaesquistos, en la finca de Bornoque o Dehesa de Alcornoque. Se trata de cuatro rodales más o menos separados entre sí, en exposiciones norte, barrancos y laderas de arroyos (Arroyo de las Cañas, Arroyo de las Ciervas) de trazado E-W, aprovechando así la mayor humedad ambiental. Este pinsapar constituye una singular comunidad de pinsapos mezclados con alcornoque (*Quercus suber*), quejigo (*Quercus faginea*, *Q. canariensis*) y pino negral (*P. pinaster*), y con un espléndido sotobosque de matorrales y arbustos mediterráneos (*Erica arborea*, *Viburnum sp.*, *Phyllirea angustifolia*, *Phyllirea latifolia*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, etc.). En este denso sotobosque habitan brinzales de

pinsapo que recientemente están acusando los períodos de sequía.

■ Pinsapar de Monda

El pinsapar de la finca de Moratán, en Monda, aparece localizado en las proximidades de Bornoque como continuación de ellos hacia el este, de similares características y condiciones. Se trata de diversos bosquetes de pinsapos y ejemplares aislados en mezcla con alcornoque y pino negral (*P. pinaster*). En conjunto ocupa 9 ha entre los 600 y 750 m en ubicaciones con microclima favorable en cuanto a humedad y temperatura, con preferencia en laderas de barrancos. Se localiza sobre sustrato de gneiss y micacitas. Se estima que existen unos 670 ejemplares, de diversas edades, incluyendo algunos de porte y edad avanzada, siendo una de las características de la población, la relativa escasez de ejemplares de corta edad, a causa de las pérdidas ocasionadas por el ramoneo del ganado y de las cortas que los corcheros realizaban sobre ejemplares jóvenes cuando se ejecutaban los “ruedas de pela” de los alcornocques. De tales efectivos, el incendio forestal que afectó a la finca y a otros terrenos, en el año 1994, eliminó a una parte importante de la misma, evaluados en cincuenta y tres ejemplares de diferentes edades.

2.4. ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

En la tabla 2.10 se citan especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) que, según la información disponible se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 9520.

Taxón	Anexos Directiva	Comentarios
PLANTAS		
<i>Cladonia cronocraea</i> (Flörke) Hav	V	
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr	V	
<i>Atropa baetica</i> Willk	II	Dos poblaciones en los pinsapares de la Sierra de las Nieves, en el subtipo con matorral almohadillado de alta montaña (<i>Paeonio-Abietetum pinsapo juniperetosum phoniceae</i>)
<i>Galium viridiflorum</i> Boiss. & Reuter	II	En arroyos sobre serpentinas (<i>Galio viridiflori-Schoenetum nigricantis</i>), pudiendo contactar con pinsapares serpentinícolas de Sierra Bermeja (<i>Abietetum pinsapo juniperetosum phoeniceae</i>)
<i>Silene mariana</i> Pau	II	Su presencia fehaciente dentro de los pinsapares no está comprobada. Está citada en el término municipal de El Burgo, subiendo a Sierra de las Nieves. Podría encontrarse en pastizales del tipo <i>Medicago rigidulae-Aegylopetum geniculata</i> , en claros del pinsapar en su banda basal de distribución altitudinal
INVERTEBRADOS		
<i>Euphydryas aurinia</i>	II	
AVES		
<i>Circaetus gallicus</i>	Anexo I Directiva de Aves	
<i>Galerida theklae</i>	Anexo I Directiva de Aves	
<i>Anthus campestris</i>	Anexo I Directiva de Aves	
<i>Oenanthe leucura</i>	Anexo I Directiva de Aves	
<i>Parusater cypriotes</i>	Anexo I Directiva de Aves	
<i>Fringilla coelebsombriosa</i>	Anexo I Directiva de Aves	
<i>Dendrocopos major</i>	Anexo I Directiva de Aves	
<i>Asio flammeus</i>	Anexo I Directiva de Aves	
<i>Bubo bubo</i>	Anexo I Directiva de Aves	
MAMÍFEROS		
<i>Felis sylvestris</i>	IV	
<i>Herpestes ichneumon</i>	V	
<i>Genetta genetta</i>	V	
<i>Myotis myotis</i>	II	

Tabla 2.10

Taxones incluidos en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) que se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat 9520.

En el anexo 1 de la presente ficha se incluye un listado adicional de las especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) aportado por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP), por la Sociedad Herpetológica Española (AHE) y por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

2.5. EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

Especies características y diagnósticas

En el anexo 1 de la presente ficha, se incluye un listado adicional de las especies características y diagnósticas, aportado por la Sociedad Española de

Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP), la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM), la Asociación Herpetológica Española (AHE), el Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).



3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En el anexo 1 de la presente ficha se incluye un listado adicional de especies típicas aportado por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP) y por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

3.2. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

3.2.1. Factores, variables y/o índices

Tipologías estructurales del pinsapar: estudio de Coca (Modelos selvícolas).

VARIABLES UTILIZADAS (EXTRAIDAS DEL INVENTARIO FORESTAL DEL PARQUE NATURAL SIERRA DE GRAZALEMA REALIZADO EN 1990):

Las parcelas utilizadas en este Inventario Forestal son parcelas circulares de radio fijo de 13 m para pies mayores y árboles tipos, y de 5 m para pies menores, regeneración y matorral.

De la totalidad de las variables del Inventario Forestal se seleccionaron:

- Densidad de pies mayores (pies con $DN > 15,5$ cm) de pinsapos, quejigos y encinas por clases diamétricas (1).
- Número de pies menores, de pinsapos, quejigos y encinas. Se considera como pies menores a aquellos árboles de diámetro normal comprendido entre 2,5 cm y 15,5 cm.
- Regeneración (árboles con diámetro normal inferior a 2,5 cm) de pinsapos, quejigos y encinas, según la siguiente escala de clases de abundancia.

Como resultado de los análisis, se proponen para Grazaalema los siguientes tipos estructurales:

- a) Pinsapar estructurado ($2,5 \text{ cm} < DN < 92,5$).
 - b) Pinsapar latizal-fustal ($2,5 \text{ cm} < DN < 42,5$):
 - De fuerte pendiente ($> 45\%$).
 - De baja pendiente ($< 45\%$).
 - c) Quejigal con pinsapos.
 - d) Encinar con pinsapos.
- a) Pinsapar estructurado: forma una ancha banda de continuo dosel monoespecífico localizada a partir de los 1.000 m de altitud, teniendo como límite inferior el matorral arbolado con quejigos o encinas (estratos quejigal con pinsapos y encinar con pinsapos, respectivamente) y como límite superior los canchales y escarpes rocosos. La escasa luminosidad existente en su estrato inferior aun permite el desarrollo de un sotobosque nemófilo, de baja altura y con discontinuidad espacial, representado mayoritariamente por *Rubia peregrina*, *Daphne laureala*, *Iris foetidissima* y *Hedera helix*, entre otras.
 - b) Pinsapar latizal-fustal: tras el abandono de la larga historia de manejo humano en el área de pinsapar (carboneo, ganadería de caprina y porcina, talas de pinsapo) a partir de la segunda mitad de la década de los sesenta, aquellas áreas más fuertemente perturbadas sufrieron un rápido proceso de recolonización del pinsapo, fácilmente detectables en la actualidad por la existencia de masas monoespecíficas muy densas, escasamente estructuradas, con elevada competencia por la luz y con ausencia de sotobosque. Este pinsapar, denominado latizal-fustal, se localiza formando manchas discontinuas inmersas en las zonas bajas del pinsapar estructurado. La presencia de gruesos y decrepitos quejigos o encinas delatan su dedicación a antiguas dehesas.
 - c) Quejigal con pinsapos.

d) Encinar con pinsapos: bordeando el límite inferior de la masa del pinsapar puro (pinsapar estructurado y latizal-fustal) se localiza el matorral arbolado con pinsapos mezclados con encinas (en las zonas más soleadas y expuestas) y quejigos (en los fondos de los valles, sobre suelos profundos y húmedos). Éstas son áreas de antiguas dehesas, donde el matorral colonizador (*Ulex parviflorus*, *Cistus albidus*, *Bupleurum gibraltarium*, *Rosa* sp., *Crataegus monogyna*, *Rubís ulmi-folius*, etc.) y los rebrotes de encinas (en el encinar con pinsapos) dominan el espacio.

En cada parcela de seguimiento seleccionada se realizó un inventario de la totalidad de los árboles existentes, registrándose los siguientes datos:

- Pies menores: número de pies menores de cada especie en la parcela.
- Para los pies mayores: se registraron, para cada árbol incluido en la parcela, los siguientes datos:
 - Número de identificación del árbol.
 - Especie.
 - Estado (vivo o muerto).
 - Clase sociológica.
 - Diámetro normal.
 - Altura total.
 - Altura de iniciación de la copa.
 - Número de cepas y número de pies por cepa (en encinas del estrato encinar con pinsapos y quejigal con pinsapos).
 - Superficie de proyección de la copa (cobertura de copa).
 - Edad (en una submuestra).
 - Crecimientos (en una submuestra).

Estructura del matorral

El objetivo del estudio sobre la estructura del matorral es conocer el papel jugado por el matorral, suelo descubierto de matorral, rocosidad y cobertura arbórea sobre la incorporación de plántulas y regenerado de pinsapo en los estratos quejigal con pinsapo y encinar con pinsapo.

La metodología seguida fue la siguiente: En los dos cuadrantes de cada una de las parcelas de los estratos quejigal con pinsapo y encinar con pinsapo donde se realizó el muestreo de regeneración se calcularon los siguientes datos:

- Cobertura específica del sotobosque leñoso.
- Biovolumen específico medio del sotobosque leñoso.
- Cobertura arbórea.
- Suelo desprovisto de cobertura leñosa.
- Suelo ocupado por rocas.
- Cobertura específica de herbáceas.

La totalidad de las variables registradas para cada uno de los cuadrantes (parcelas, en adelante) fueron agrupadas como sigue:

- Número de pinsapos vivos (PV).
- Número de pinsapos muertos (PM).
- Número de Quercus (Q).
- Número de pinsapos dominantes (D).
- Número de pinsapos intermedios (I).
- Número de pinsapos dominados (H).
- Número de pinsapos pertenecientes a la clase diamétrica 5-25 cm (5-25).
- Número de pinsapos pertenecientes a la clase diamétrica 25-45 cm (25-45).
- Número de pinsapos pertenecientes a la clase diamétrica >45 cm (>45).
- Número de pinsapos con altura inferior a 7 m (ALT < 7).
- Número de pinsapos con altura entre 7 y 17 m (ALT 7-17).
- Número de pinsapos con altura superior a 17 m (ALT > 17).
- Número de pinsapos con relación longitud de copa/altura total < 0,3 (C < 0,3).
- Número de pinsapos con relación longitud de copa/altura total de 0,3 a 0,6 (C0,3-0,6).
- Número de pinsapos con relación longitud de copa/altura total > 0,6 (C > 0,6).
- Número de pinsapos con cobertura menor a 10 m² (CB < 10).
- Número de pinsapos con cobertura entre 10 m² y 25 m² (CB 10-25).
- Número de pinsapos con cobertura superior a 25 m² (CB > 25).

Para conocer las relaciones existentes entre las mismas se realizaron análisis de correlación de rango de Spearman y componentes principales. Para detectar las distintas estructuras de pinsapar se utilizó el análisis de clasificación TWINSPAN, previa transformación de las variables discretas a 29 porcentajes: Para PM, PV y Q se asigna a cada parcela un porcentaje con respecto al máximo número registrado en las 32 parcelas. Las demás variables, al presentar

cada una de ellas tres categorías, tomarán valores en función de su importancia en cada parcela.

Resultados

Relaciones entre las variables

De los resultados del análisis de correlación entre las distintas variables se desprende:

1. Los pinsapares densos se caracterizan por su juventud (correlación negativa con clases diamétricas altas, y positivas con medias y bajas), por poseer una alta competitividad entre sus individuos (correlación positiva con PM, H, I, C < 0,3, C0,3-0,6, con las clases diamétricas medianas y pequeñas, con cobertura de copas menores de 25 m² y alturas medianas) motivado principalmente por la recolonización del pinsapar del espacio destinado en la primera mitad del presente siglo a dehesa de *quercus* (correlación positiva con Q).
2. El mayor número de pinsapos muertos se alcanza en aquellas parcelas con escasa estructuración (correlación positiva con I) y dominancia de clases diamétricas pequeñas.
3. Los pinsapares maduros presentan densidades arbóreas más bajas (correlación negativa entre PV y > 45) con dominancia de ejemplares altos (mayor de 17 m), dominantes y de elevadas coberturas arbóreas (mayor de 25 m²).
4. Existe una segregación en el espacio de ambos tipos de pinsapar, tal como muestran las correlaciones negativas que se establecen entre las variables que definen a uno y otro tipo de pinsapar.

Reclutamiento

■ Incorporación de plántulas

La incorporación de plantas se asocia positivamente con:

- Elevada densidad de pinsapos muertos (PM).
- Dominancia de árboles con copas pequeñas (Copa < 0,3).
- Dominancia de árboles de escasa cobertura (Cobertura < 10).

Y se asocia negativamente con:

- Dominancia de árboles de copas intermedias (Copa 0,3-0,6).

- Dominancia de árboles de elevada cobertura (Cobertura > 25).

■ Mortalidad absoluta de plántulas de pinsapos tras el verano

La mortalidad absoluta de plántulas se asocia positivamente con:

- Dominancia de árboles de clases diamétricas intermedias (CD 25-45).
- Dominancia de árboles de altura intermedia (ALT 7-17).
- Dominancia de árboles con copa intermedia (Copa 0,3-0,6).

Y se asocia negativamente con:

- Dominancia de árboles de clases diamétricas pequeñas (CD 5-25).
- Dominancia de árboles de grandes copas (Copa > 0,6).

■ Porcentaje de mortalidad de plántulas tras el verano

El porcentaje de mortalidad de plántulas se asocia positivamente con:

- Dominancia de árboles con altura intermedia (ALT 7-17).
- Elevada densidad de pinsapos (PV).
- Presencia significativa de *quercus* (Q).
- Dominancia de árboles de clases diamétricas intermedias (CD 25-45).

Y se asocia negativamente con:

- Dominancia de árboles pequeños (ALT < 7) (rs = -0,61; p = 0,035).
- Dominancia de árboles de elevadas clases diamétricas (CD > 45).
- Dominancia de árboles de grandes copas (Copa > 0,6).

■ Supervivencia absoluta de plántulas tras el verano

La supervivencia absoluta de plántulas se asocia positivamente con:

- Dominancia de árboles de elevadas clases diamétricas (CD > 45).
- Dominancia de árboles con altura pequeña (ALT < 7).

- Dominancia de árboles de grandes copas (Copa > 0,6).
- Dominancia de árboles de elevada cobertura (Cobertura > 25).

Y se asocia negativamente con:

- Elevada densidad de pinsapos (PV).
- Dominancia de árboles intermedios (I).
- Dominancia de árboles de clases diamétricas intermedias (CD 25-45).
- Dominancia de árboles de altura intermedia (ALT 7-17).
- Dominancia de árboles de copas intermedias (Copa 0,3-0,6).
- Dominancia de árboles con cobertura intermedia (Cobertura 10-25).

Conclusiones del estudio de regeneración:

1. Los pinsapares con mayor nivel de competencia presentan una mayor incorporación de plántulas, y a su vez, una mayor mortalidad de plántulas tras el verano, manteniéndose similar entre ellos tanto el porcentaje de mortalidad, como la supervivencia de plántulas. Se puede concluir que con independencia del número de piñones germinados, el porcentaje de plántulas supervivientes tras el verano es semejante para los distintos tipos de pinsapar detectados en la tipificación realizada.
2. La elevada competencia existente en el pinsapar denso caracterizado por la dominancia de árboles intermedios con escasa representación de árboles pequeños y dominados tiene efectos positivos sobre la incorporación de plántulas, por una parte, y sobre la mortalidad (absoluta y en porcentaje) de las plántulas tras el verano, por otra.

Regenerado

■ *La densidad del regenerado*

Se asocia positivamente con la dominancia de árboles con las siguientes características:

- Pequeña altura (ALT < 7).
- Elevada cobertura (Cobertura > 25).
- Grandes copas (Copa > 0,6).
- Clases diamétricas altas (CD > 45).
- Dominados.

Se asocia negativamente con:

- Elevada densidad de pinsapos (PV).
- Dominancia de árboles intermedios.
- Dominancia de árboles con altura intermedia (ALT 7-17).
- Dominancia de árboles con cobertura intermedia (Cobertura 10-25).
- Dominancia de árboles con copa intermedia (Copa 0,3-0,6).
- Dominancia de árboles de clase diamétrica intermedia (CD 25-45).
- Además presenta cierta asociación negativa con la presencia de ejemplares arbóreos de *Quercus*.

■ *La densidad del regenerado y la supervivencia (absoluta y en porcentaje) de plántulas tras el verano*

Se asocia positivamente con:

- Dominancia de árboles con grandes copas (Copa > 0,6).

Negativamente con:

- Elevada densidad de pinsapos (PV).
- Dominancia de árboles de clase diamétrica intermedia (CD 25-45).
- Dominancia de árboles con altura intermedia (ALT 7-17).

Conclusiones

Para los estratos pinsapar estructurado y pinsapar latizal-fustal

1. Existe una elevada heterogeneidad espacial de la estructura arbórea del pinsapar.
2. La alta densidad de conos femeninos por unidad de superficie y la escasez de luz en el estrato inferior, que caracterizan al pinsapar denso y escasamente estructurado, apuntan a ser las causas de la mayor incorporación de plántulas de pinsapos en este tipo de pinsapar y de la mayor mortalidad absoluta y relativa de plántulas tras el verano, respectivamente.
3. Existe una tendencia al aumento del regenerado de pinsapos en aquellos pinsapares estructurados, poco densos y con presencia de árboles de elevadas clases diamétricas (> 42,5 cm) y cobertura. En estas condiciones de escasa competen-

cia, la luz no es tan limitante, lo cual favorece el desarrollo de un estrato de regeneración a la espera de pequeña altura y de grandes copas.

4. El regenerado está limitado en pinsapares densos, con dominancia de árboles intermedios en altura, clase sociológica, cobertura, copa y clase diamétrica, apuntando a una masa joven, escasamente estructurada y con fuerte competencia, donde no permite el desarrollo de un estrato inferior dominado. Se asocia a antiguas áreas de dehesa de *Quercus* recolonizadas por el pinsapar.
5. En situaciones de máxima competencia (pinsapares densos, escasamente estructurados y con dominancia de árboles intermedios) el escaso regenerado no llega a alcanzar alturas superiores a los 15 cm. En situaciones de mínima competencia (pinsapar estructurado) el 27% del regenerado sobrepasa la altura de 15 cm, y el 26% la de 50 cm, siendo difícil encontrar ejemplares con alturas comprendidas entre 100-150 cm.
6. La clase de altura de regenerado de pinsapo menor de 15 cm es la más abundante de todo el pinsapar, al requerir los ejemplares para su mantenimiento menor energía lumínica.
7. La tasa de crecimiento del regenerado de pinsapo aumenta con la disminución del nivel de competencia de la masa. En pinsapares estructurados, donde la luz no actúa como limitante en el estrato inferior, el regenerado dominante llega a superar crecimientos medios de 32 mm/año. En pinsapares escasamente estructurados, el regenerado rara vez supera los 20 mm/año.

Para los estratos quejigal con pinsapos y encinar con pinsapos

1. La incorporación de plántulas de pinsapo, la mortalidad de éstas tras el estrés hídrico veraniego y el regenerado de pinsapos no difieren estadísticamente para ambos estratos.
2. La incorporación de plántulas y el regenerado de pinsapos presenta una distribución contagiosa o en agregados, cuya causa principal es la existencia de una fuente de emisión de propágulos cercana (pinsapo adulto).
3. El regenerado de quejigos y encinas se correlacionan negativamente entre sí, existiendo una clara segregación espacio-temporal de ambos tipos de vegetación.
4. No existe diferencia de los dos estratos en la densidad del regenerado de pinsapo para las distintas clases de altura.
5. En el estrato quejigal con pinsapos el 29% del regenerado de pinsapos supera los 15 cm de altura y sólo el 2% rebasa los 50 cm. En el estrato encinar con pinsapos, el 54% del regenerado sobrepasa los 15 cm y el 2% supera los 50 cm.
6. En áreas donde el encinar sufre un proceso de recolonización tras el abandono del manejo humano, caracterizado por el dominio de ejemplares provenientes de rebrote de raíz, con una densa ocupación del espacio y alta competencia por la luz, es donde la expansión del pinsapar está limitada, como resultado de la disminución del regenerado con altura inferior a los 15 cm.
7. La cobertura dada por el dosel arbóreo en el estrato quejigal con pinsapos, ayuda a mitigar las fluctuaciones microclimáticas, proporcionando un medio más favorable para la persistencia de las plántulas y regenerado de pinsapo.
8. El regenerado de pinsapo aumenta donde las condiciones microambientales (hídricas, edáficas) son menos estresantes.
9. En ambos estratos, el matorral juega un papel fundamental como elemento protector del regenerado de pinsapo.
10. Existe una elevada continuidad espacial (horizontal y vertical) de las estructuras vegetales del matorral leñoso en estos estratos. Este hecho, junto a las características morfológicas y fisiológicas de las especies que lo integran y las peculiares condiciones topográficas del área, convierten al factor fuego en uno de los riesgos más importantes del ecosistema del pinsapar.



4. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

4.1. LÍNEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN

- Seguimiento de la evolución de las masas de pinsapar en distintas posiciones altitudinales, bajo distintos escenarios de precipitación, temperatura e irradiancia, asociados a procesos de cambio climático global así como bajo distintas condiciones de estructura de la masa forestal (estrés de preparación asociado a procesos de competencia intraespecífica).
- Conocimiento del nivel de integración de los patógenos con la biología reproductiva y la fisiología de los árboles. Grado de coevolución y asociación entre los patógenos y los árboles.
- Desarrollo de métodos de diagnóstico temprano de infección y daño por patógenos.
- Desarrollo de métodos efectivos y no destructivos para disminuir la infección y transmisión de patógenos.
- Manejo integrado y sostenibilidad de las masas de pinsapar en presencia de actividades humanas de tipo agrícola, ganadero y turístico.



5. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

- ÁLVAREZ, M., 1996. *Re poblaciones y trabajos de regeneración en el pinsapar de la Sierra de las Nieves*. Málaga.
- ÁLVAREZ, M., 1994. Los pinsapares malagueños en el recuerdo. En: *Gestión y conservación de los pinsapares andaluces*. Asociación forestal andaluza.
- ANTÚNEZ, A., VARGAS, J. M. & PLEGUEZUELOS, J. M., 1989. Análisis biogeográfico de aves de los bosques de *Abies pinsapo*. *Acta Biol. Mont.* 9: 217-224.
- APARICIO, A. & SILVESTRE, S., 1987. *Flora del Parque Natural de la Sierra de Grazalema*. Sevilla: Junta de Andalucía.
- ARISTA, M., HERRERA, F. J. & TALAVERA, S., 1997. *Biología del pinsapo*. Sevilla: Consejería del Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- ARISTA, M., 1993. Germinación de las semillas y supervivencia de las plántulas de *Abies pinsapo* Boiss. *Acta Botánica Malacitana* 18: 173-177.
- ARISTA, M., 1993. Supervivencia de las plántulas de *Abies pinsapo* Boiss. en su hábitat natural. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 51: 193-198.
- ARISTA, M., 1995. The structure and dynamics of an *Abies pinsapo* forest in Southern Spain. *Forest Ecology and Management* 74: 81-89.
- ARISTA, M. & TALAVERA, S., 1994. Ontogeny and anatomy of the reproductive phase of *Abies pinsapo* Boiss. (Pinaceae). *Botanical Journal of Linnean Society* 116: 223-234.
- ARISTA, M. & TALAVERA, S., 1994. Phenology and anatomy of the reproductive phase of *Abies pinsapo* Boiss. (Pinaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 116: 223-234.
- ARISTA, M. & TALAVERA, S., 1994. Pollen dispersal capacity and pollen viability of *Abies pinsapo* Boiss. *Silvae genetica* 43: 155-158.
- ARISTA, M. & TALAVERA, S., 1995. Producción de piñas y ciclos de cosecha en *Abies pinsapo* Boiss. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 53: 5-12.
- ARISTA, M. & TALAVERA, S., 1996. Density effect on the fruit-set, seed crop viability and seedling vigour of *Abies pinsapo*. *Annals of Botany* 77: 187-192.
- ARISTA, M. & TALAVERA, S., 1997. Gender expression in *Abies pinsapo* Boiss., a Mediterranean fir. *Annals of Botany* 79: 337-342.
- ARISTA, M., TALAVERA, S. & HERRERA, J., 1992. Variabilidad y germinación de las semillas de *Abies pinsapo* Boiss. *Acta Botánica Malacitana* 17: 223-228.
- ASENSI, A., 1977. *Flora y vegetación de las áreas ocupadas por el Abies pinsapo Boiss.* Universidad de Málaga.
- ASENSI, A. & RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1976. Contribución al conocimiento fitosociológico de los pinsapares de la serranía de Ronda. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 33: 239-247.
- ASENSI, A., RIVAS-MARTÍNEZ, S. & GUERRA, J., 1980. Sobre la posición bioclimática y sintaxonomía de *Abies pinsapo*. *Documents Phytosociologiques* 5: 455-465.
- AUSSENAC, G., 2002. Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. *Ann. For. Sci.* 59: 823-832.
- BARBERO, M. & QUÉZEL, P., 1975. Les forets de Sapin sur le pourtour méditerranéen. *Anales del Instituto Botánico Cabanilles* 32: 1245-1289.
- BARBEY, A., 1930. Descripción de una nueva especie de *Pyralidae* (*Dioryctria aulloi*, n. sp.) perjudicial al *Abies pinsapo* Boiss. *Revista de Biología Forestal y Limnología* II: 5-10.
- BARBEY, A., 1931, edición facsímil 1996. *A través de los bosques de pinsapo de Andalucía*. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- BECERRA-PARRA, M., 2006. *Ordenación y aprovechamiento de los pinsapares rondeños durante el siglo XIX. La memoria de Antonio Láynez*. Ronda, España: Editorial La Serranía, SL.
- BENABID, A. & FENNANE, M., 1994. Connaissances sur la végétation du Maroc: Phytogéographie, phytosociologie et séries de végétation. *Lazaroo* 14: 21-97.

- BENÍTEZ, C., MÉRIDA, J., CORRAL, L. & PANEQUE, G., 1982. Morfología y propiedades químicas de suelos forestales de Grazalema (Cádiz, España). I. Suelos bajo *Quercus rotundifolia* y *Quercus faginea*. *Anales de edafología y agrobiología* 41: 211-230.
- BENÍTEZ, C., MÉRIDA, J., CORRAL, L. & PANEQUE, G., 1982. Morfología y propiedades químicas de suelos forestales de Grazalema (Cádiz, España). II. Suelos bajo *Quercus suber* y *Abies pinsapo*. *Anales de edafología y agrobiología* XLI: 231-250.
- BENÍTEZ, M. *et al.*, 1998. *Reserva de la Biosfera Sierra de las Nieves: guía del patrimonio*. Mancomunidad de municipios Sierra de las Nieves y su entorno.
- BLANCO, E., CASADO, M. A., COSTA, M., ESCRIBANO, R., GARCÍA, M., GÉNOVA, M., GÓMEZ, A., GÓMEZ, F., MORENO, J. C., MORLA, C., REGATO, P. & SAINZ, H., 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Barcelona: Planeta.
- BLANCO, E., CASADO, M. A., COSTA, M., ESCRIBANO, R., GARCÍA, M., GÉNOVA, M., GÓMEZ, A., GÓMEZ, F., MORENO, J. C., MORLA, C., REGATO, P. & SAINZ, H., 2001. Pinsapares. En: Costa M., Morla, C. & Sainz, H. (eds.). *Los bosques Ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta.
- CARREIRA, J. A., 2006. Relict, temperate-like, conifer forests in the mediterranean region as experimental models to assess the impacts of climate change. En: British Council-CSIC. *Opening Doors, Scientific workshops for young researchers: Understanding impacts of climate change on terrestrial ecosystems*. Carmona (Sevilla).
- CARREIRA, J. A. & LINARES, J. C., 2006. Factores endógenos como la estructura previa del dosel, actuando a modo de estrés de preparación, modulan la sensibilidad de ecosistemas forestales frente al cambio climático. En: *Resumos do 2º Congresso Ibérico de Ecología*. Lisboa (Portugal): 2.º Congreso Ibérico de Ecología. AEET-SPECO. ISBN 84-608-0500-X. p 16.
- CARREIRA, J. A., GARCÍA-RUIZ, R., LIÉTOR, J., LINARES, J. C., SALIDO, M. T. & VIÑEGLA, B., 2003. Abetales (*Abies pinsapo*) relícticos del S de la Península Ibérica como modelo experimental para evaluar los efectos del cambio climático sobre ecosistemas forestales templados. En: *VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)*. Barcelona.
- CATALINA, M. A., 1990. *Inventario Forestal del P.N. de Grazalema (Cádiz y Málaga)*. Inédito.
- CATALINA, M. A., 1991. *Inventario del pinsapar del Parque Natural de la Sierra de las Nieves*. Inédito, Málaga.
- CEBALLOS, L. & VICIOSO, C., 1933. *Estudio sobre la vegetación y la flora forestal de Málaga*. Madrid: Inst. Forest. de Inv. y Exp.
- CEBALLOS, L. & BOLAÑOS, M., 1928. *Notas sobre el aspecto botánico-forestal de la Serranía de Ronda y Grazalema*. Madrid: IFIE.
- CEBALLOS, L. & BOLAÑOS, M., 1931. *Estudio sobre la vegetación forestal de la provincia de Cádiz*. Madrid: Ministerio de Agricultura.
- CEBALLOS, L. & BOLAÑOS, M., 1928. El pinsapo y el abeto de Marruecos. *Bol. Inst. Forest. Invest.* 2: 47-101.
- CHAPIN, F. S., MATSON, P. A. & MOONEY, H. A. 2002. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. New York: Springer-Verlag.
- CHAPIN, F. S., TORN, M. S. & TATENO, M., 1996. Principles of ecosystem sustainability. *The American Naturalist* 148: 1016-1037.
- CHARCO, J., 1999. *El bosque mediterráneo en el norte de África. Biodiversidad y lucha contra la desertificación*. Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional.
- COBOS, P., 2000. Estado fitosanitario de las masas de *Abies pinsapo* Boiss. En: *Estudio base para el manejo y conservación del pinsapar del Parque Natural Sierra de Grazalema*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- COBOS, J. M., COBOS, P. & MARTÍNEZ, G., 1998. Primera cita de la presencia de *Cinara confinis* (Koch, 1856) (Homoptera, Lachnidae) en las masas naturales de *Abies pinsapo* Boiss. *Bol. San. Veg. Plagas* 24: 603-608.
- COCA, M., 2004. *Programas de seguimiento e investigación para el estudio y conservación del pinsapar del Parque Natural de Sierra de Grazalema*. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.
- COCA, M., 2004. *Programa de Seguimiento para la Detección y Control de Agentes Desorganizativos en la Dinámica del Pinsapar*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- COCA, M., 2003. *Recomendaciones de gestión para el pinsapar del Parque Natural Sierra de Grazalema. in Bases para el Manejo y Conservación del Pinsapar del Parque Natural Sierra de Grazalema*.

- Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- DELANNOY, J. J., 1987. *Reconocimiento biofísico de espacios naturales de Andalucía. Sierra de Grazalema y Sierra de las Nieves*. Sevilla: Agencia de Medio Ambiente y Casa de Velázquez.
- FERNÁNDEZ-CANCIO, A., NAVARRO, R. M., FERNÁNDEZ R., GIL, R., MANRIQUE, E. & CALZADO, C., 2003. *Fitoclimatología de Abies pinsapo* Boiss., Informe inédito.
- FERNÁNDEZ-CANCIO, A., NAVARRO, R. M.^a, FERNÁNDEZ R., GIL, R., MANRIQUE, E. & CALZADO, C., 2006. Climate classification of *Abies pinsapo* Boiss. forests in Southern Spain. *Journal of Plant Conservation* (en evaluación).
- FERNÁNDEZ, A., NAVARRO, R. M., FERNÁNDEZ, R., GIL, R., MANRIQUE, E. & CALZADO, C., 2003. *Fitoclimatología de Abies pinsapo* Boiss. Informe Consejería de Medio Ambiente.
- FERNÁNDEZ, A., NAVARRO, R. M., FERNÁNDEZ, R., GIL, R., MANRIQUE, E. & CALZADO, C., 2006. Climate classification of *Abies pinsapo* Boiss. forests in Southern Spain. *Journal of Plant Conservation* (en evaluación).
- FLORES, R. & RODRÍGUEZ, A., 2005. *Sierra de las Nieves: guía del excursionista*. Ronda: La Serranía.
- FLORES, R. & RODRÍGUEZ, A., 1997. *La Sierra de las Nieves: rutas y leyendas*. Málaga: Miramar.
- GARCÍA-RUIZ, R., CARREIRA, J. A., LINARES, J. C., VIÑEGLA, B., TORRES, P., SERICHOL, C. & SALIDO, M. T., 2005. Effects of climate change on soil nutrient, altitudinal population distribution and tree ecophysiological processes of *Abies pinsapo* fir forest. En: *La unidad en la Diversidad. Un congreso de Ecología tras el legado de Ramón Margalef* Barcelona: Asociación Española de Ecología Terrestre-Asociación Española de Limnología, AEET-AEL.
- GARCÍA-RUIZ, R., LINARES, J. C., LIÉTOR, J. & CARREIRA, J. A., 2003. Desnitrificación y producción de óxido nitroso en bosques de *Abies pinsapo*. En: *VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)*. Barcelona.
- GÓMEZ-ZOTANO, J., 2003. Lluvia ácida en la Costa del Sol. Análisis de sus causas y consecuencias. *Jábega* 93: 3-9.
- GONZALO, L., GARCÍA, J. M. & ALLUÉ, C., 2004. Potencialidades y adecuaciones fitoclimáticas de *Abies pinsapo* Boiss. En: *España. Montes* 77: 24-32.
- JIMÉNEZ-GUIRADO D., ALHAMA, J. C. & GUTIÉRREZ, M. D. G., 1997. Mononchid nematodes from Spain. Six known species and *Miconchus baeticus* sp. n. occurring in southern fir forests. *Fundam. appl. Nematol.* 20(4): 371-383.
- LARIOS, J. M., HONRUBIA, M. & MORENO, G., 1986. Estudio de los hongos que fructifican en la vegetación relicta de *Abies pinsapo* Boiss. en España peninsular I. Ascomycotina. *Acta Botanica Malacitana* 11: 39-54.
- LAYNEZ, A., 1858, edición facsímil 2006. *Memoria de reconocimiento del monte pinsapar de la Sierra de las Nieves y plan de aprovechamiento que conviene adoptar*. Ronda: Arunda Libris.
- LAZA, M., 1936. Algunas observaciones geobotánicas en la Serranía de Ronda. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*. pp 39-46.
- LHÉNAFF, R., 1977. *Recherches géomorphologiques sur les Cordillères Bétiqes centro-occidentales (Espagne)*. Paris.
- LIÉTOR, J., 2002. *Patrones de disponibilidad y limitación por nutrientes como indicadores de estado en masas de pinsapar (Abies pinsapo Boiss.)*. PhD Thesis. University of Jaén, Jaén, Spain.
- LIÉTOR, J. & CARREIRA, J. A., 1999. Estructura y relaciones alométricas en pinsapares de la provincia de Málaga. En: *XVII Jornadas de Fitosociología*. Jaén.
- LIÉTOR, J. & CARREIRA, J. A., 1999. Evaluación de masas de pinsapar mediante imágenes Landsat-TM. En: *XVII Jornadas de Fitosociología*. Jaén.
- LIÉTOR, J. & CARREIRA, J. A., 2001. Estructura y relaciones alométricas en pinsapares de la provincia de Málaga (España). En: Cano, E. (ed.). *Valoración y Gestión de Espacios Naturales*. Jaén: Universidad de Jaén.
- LIÉTOR, J., CARREIRA, J. A. & GARCÍA-RUIZ, R., 2002. Patrones de disponibilidad y limitación por nutrientes como indicadores de estado en masas de pinsapar (*Abies pinsapo*, Boiss.). *Ecosistemas* XI.
- LIÉTOR, J., LINARES, J. C., MARTÍN-GARCÍA, J. M., GARCÍA-RUIZ, R. & CARREIRA, J. F., 2003. Relaciones suelo-planta en bosques de *Abies pinsapo* Boiss. Disponibilidad de nutrientes y estatus nutricional. *Acta Botánica Malacitana* 28: 89-104.
- LIÉTOR, J., GARCÍA-RUIZ, R., VIÑEGLA, B., OCHOA, V., LINARES, J. C., HINOJOSA, M. B., SALIDO, M. T. & CARREIRA, J. A., 2002. Variabilidad

- biogeoquímica en masas de pinsapar: efecto de la litología y el estado sucesional. *Ecología* 16: 45-57.
- LINARES, J. C. & CARREIRA, J. A., 2004. Relict *Abies pinsapo*-fir forests of the Southern Iberian peninsula as early indicators of climate change: decline symptoms along an altitudinal gradient. En: *International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) Seminar 2004, Global Change and Sustainability*. Évora (Portugal).
- LINARES, J. C. & CARREIRA, J. A., 2006. El pinsapo, abeto endémico andaluz. O, ¿Qué hace un tipo como tú en un sitio como éste? *Ecosistemas*, 3.
- LINARES, J. C., VIÑEGLA, B., LIÉTOR, J., GARCÍA-RUIZ, R. & CARREIRA, J. A., 2003. Roots as indicators of nutritional status in *Abies pinsapo*-fir forests: A methodological approach. En: *British Ecological Society (BES)- 5th International Workshop on Field Techniques for Environmental Physiology*, Puerto de la Cruz (Tenerife).
- LINARES, J. C., COVELO, F., CARREIRA, J. A. & MERINO, J., 2005. Drought avoidance mechanisms drive branch growth in *Abies pinsapo* (Boiss.) forests along an altitudinal gradient. En: *La unidad en la Diversidad. Un congreso de Ecología tras el legado de Ramón Margalef*. Barcelona: Asociación Española de Ecología Terrestre-Asociación Española de Limnología, AEET-AEL.
- LINARES, J. C., ESTEBAN, F. J., VIÑEGLA, B. & CARREIRA, J. A., 2006. A computational analysis of multi-temporal vegetation cover changes using the fractal dimension spectrum. *Harmonic and Fractal Image Analysis e-journal* 1: 97-100.
- LINARES, J. C., CAMARERO, J. J. & CARREIRA, J. A., 2006. Patrones espacio-temporales de crecimiento radial en pinsapares con decaimiento: hacia la síntesis del análisis espacial y la dendroecología. En: *Resumos do 2.º Congresso Ibérico de Ecología*, Lisboa (Portugal): 2.º Congreso Ibérico de Ecología. p 438. ISBN 84-608-0500-X.
- LINARES, J. C. (2004). *Efectos del clima y el manejo sobre la dinámica del pinsapar de Yunquera (Málaga) en la última década*. Universidad de Jaén.
- MARTÍN, V. E., 1987. *Estudio de la liquenoflora epifítica de Abies pinsapo* Boiss. Universidad de Málaga.
- MATEO, J. M., DELGADO, J., MÁRQUEZ, A. J., RICO, J. A., SALADO, R. & BEJARANO, L., 2004. *Ecología de la entomofauna asociada a la reserva de la Sierra del Pinar y pinsapar del Parque Natural de la Sierra de Grazalema*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- MÉRIDA, J., GONZÁLEZ, J. L., CORRAL, L. & PANEQUE, G., 1984. Estudio de suelos forestales de la Serranía de Grazalema (Cádiz, España). II. Análisis factorial de datos analíticos generales y del complejo de cambio. *Anales de edafología y agrobiología* XLIII: 1271-1279.
- MÉRIDA, J., GONZÁLEZ, J. L., CORRAL, L. & PANEQUE, G., 1986. Contenido en macro y micronutrientes de suelos forestales de la reserva de Grazalema (Cádiz, España). *Agrochimica* 30: 301-307.
- MÉRIDA, J., CORRAL, L. & PANEQUE, G., 1982. Morfología y propiedades químicas de suelos forestales de Grazalema (Cádiz, España). III Tipovergencia del perfil húmico. *Anales de edafología y agrobiología* XLI: 251-288.
- NAVARRO, R., LARA, M.ª A., BLANCO, P., CALZADO, C., LÓPEZ-QUINTANILLA, J., FERNÁNDEZ-CANCIO, A., GUZMÁN, J. R. & SÁNCHEZ-SALGUERO, R., 2006. Aproximación a la definición del habitat fisiográfico del *Abies pinsapo* Boiss. En: Andalucía. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.* Fuera de Serie: 137-152.
- NAVARRO, R. M.ª & CALZADO, C., 2004. Establecimiento de una Red de Equilibrios Biológicos en ecosistemas con presencia de pinsapo (*Abies pinsapo* Boiss.) en Andalucía. *Pirineos* 158-159: 107-125.
- NAVARRO, R. M., CALZADO, C., SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J., LÓPEZ-QUINTANILLA, J. & TRAPEIRO-CASAS, A., 2003. Censo de focos de *Heterobasion annosum* (Fr.) Bref. en ecosistemas de pinsapo. *Bol. San. Veg. Plagas* 29: 581-592.
- NAVARRO, R. M. *et al.*, 2006. Aproximación a la definición del hábitat fisiográfico del *Abies pinsapo* Boiss. En Andalucía. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.*, Fuera de Serie: 137-152.
- ORIA DE RUEDA, J. A., LÓPEZ-QUINTANILLA, J. & GARCÍA-VIÑAS, J. I., 1991. Conservación y manejo de los abetales mediterráneos. *Quercus* 61: 31-35.
- PANEQUE, G., 1995. *Los suelos del pinsapar: morfología y funciones*. En Real Academia de Ciencias de Sevilla.
- PANEQUE, G. & CORRAL, L., 1982. Propiedades químicas de suelos y niveles de nutrientes inorgánicos en acículas de *A. pinsapo* de Grazalema (Cádiz, España). *Anales de edafología y agrobiología* XLI: 197-209.

- PASCUAL, L., GARCÍA, F. J. & PERFECTTI, F., 1993. Inheritance of .isozyme variations in seed tissues of *Abies pinsapo* Boiss. *Silvae genetica* 42: 335-340.
- PASCUAL, L., GARCÍA, F. J. & PERFECTTI, F., 1993. *Estudio de la variabilidad genética en poblaciones de pinsapo (Abies pinsapo Boiss.)*. Evaluación de los recursos genéticos. Congreso Forestal Español. *Lourizán*, 201-205.
- PEÑA, R. & PERALTA, M., 1995. Nematodes of the Order Dorylaimida from Andalucía, Spain. *Ori-verutus occidentalis* sp. n. and a compendium of the Genus. *Afro-Asian Journal of Nematology* 5(2): 204-208.
- PÉREZ, A. V., NAVAS, P., GIL, D. & CABEZUDO, B., 1998. Datos sobre flora y vegetación de la Serranía de Ronda (Málaga, España). *Acta Botanica Malacitana* 23: 149-191.
- PÉREZ, A. V., GALÁN DE MERA, A. & CABEZUDO, B., 1999. Propuesta de aproximación sintaxonómica sobre las comunidades de gimnospermas de la provincia Bética (España). *Acta Botanica Malacitana* 24: 257-262.
- QUÉZEL, P., 1980. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. En: Pesson, P., (ed.). *Actualités d'Écologie Forestière*. Paris: Bordas Ed.
- QUÉZEL, P. & BARBERO, M., 1982. Definition and characterization of Mediterranean-type ecosystems. *Ecologia mediterranea* 8: 15-29.
- QUÉZEL, P., MÉDAIL, F., LOISEL, R. & BARBERO, M., 1999. Biodiversity and conservation of forest species in the Mediterranean basin. *Unasylva* 50: 21-28.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1973. Plantas serpentinícolas y dolomíticas del sur de España. *Bol. Soc. Brot.* XLVII: 161-178.
- RUIZ DE LA TORRE J., GARCÍA, J. I., ORIA DE RUEDA, J. A., COBOS, J. M., NEVA, J. C., NAVARRO, R. M., CATALINA, M. A., LÓPEZ-QUINTANILLA, J., ALVAREZ, M., ARISTA, M., TALAVERA, S. & HERRERA, J., 1994. *Gestión y conservación de los pinsapares andaluces*. Asociación forestal andaluza.
- ROMERO, M. et al., 1997. *El pinsapo: el abeto andaluz*. Ectufa Andalucía.
- SALIDO, M. T., 2007. *Evaluación del estado de saturación de nitrógeno en masas de pinsapar (Abies pinsapo Boiss.) en un gradiente geográfico del sur de la Península Ibérica: patrones de entrada, circulación interna y salida del nitrógeno en el ecosistema*. Tesis Doctoral, Universidad de Jaén.
- SALIDO, M. T., CARREIRA, J. A., GARCÍA-RUIZ, R., VIÑEGLA, B. & LINARES, J. C., 2003. Pérdidas de nutrientes en pinsapares relicticos del Sur de la Península Ibérica a través de un gradiente geográfico de deposición de N. En: *VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre* (AEET). Barcelona.
- SÁNCHEZ, P., CORRAL, L., PANEQUE, G., MÉRIDA, J. & GONZÁLEZ, J. L., 1987. Contenidos y evolución de nutrientes minerales en acículas de *Abies pinsapo* Boiss. del Pinar de Grazalema (Cádiz, España). I. Nitrógeno, Fósforo y Potasio. *Invest. Agr. Prod. Veg.* 2: 321-335.
- SCALTSOYIANNES, A., TSAKTSIRA, M. & DROUZAS, A. D., 1999. Allozyme differentiation in the Mediterranean firs (*Abies*, *Pinaceae*). A first comparative study with phylogenetic implications. *Plant Systematics and Evolution* 216: 289-307.
- SERICHOL, C., VIÑEGLA, B. & CARREIRA, J. A., 2005. Ecophysiological traits of *Abies pinsapo* (Boiss.) saplings under varying light and water stress conditions. En: *La unidad en la Diversidad. Un congreso de Ecología tras el legado de Ramón Margalef*. Barcelona: Asociación Española de Ecología Terrestre-Asociación Española de Limnología, AEET-AEL.
- SERICHOL, C., VIÑEGLA, B., CARREIRA, J. A. & GUY, R. D., 2006. Efectos de la aclimatación a la luz en *Abies Pinsapo* (Boiss.): Composición pigmentaria y discriminación isotópica en condiciones controladas. En: *Resumos do 2.º Congreso Ibérico de Ecología*. Lisboa (Portugal): 2.º Congreso Ibérico de Ecología AEET-SPECO. p 157. ISBN 84-608-0500-X.
- SOTO, D., 1996. *Respuesta histórica de los pinsapares a diferentes tratamientos selvícolas y dasonómicos*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- SOTO, D., 1997. Marcador filogenético del género *Abies*. Ensayos parciales. *Ecología* 11: 255-276.
- TZEDAKIS, P. C., LAWSON, I. T., FROGLEY, M. R., HEWITT, G. M. & PREECE, R. C., 2002. Buffered Tree Population Changes in a Quaternary Refugium: Evolutionary Implications. *Science*, 297: 2044-2047.
- VAN ANDEL, T. H. & TZEDAKIS, P. C., 1996. Palaeolithic landscapes of Europe and environs,

- 150,000-25,000 years ago: an overview. *Quaternary Science Reviews* 15: 481-500.
- VÍÑEGLA, B., OCHOA, V., GARCÍA-RUIZ, R. & CARRERA, J. A., 2006. Soil phosphorus availability and transformation rates in relictic pinsapo-fir forests from southern Spain. *Biogeochemistry* 78:151-172.
- VV.AA., 1972. *Informe relativo al estado actual y consideraciones sobre la posibilidad de la regeneración y ampliación del área del Abies pinsapo Boiss. en las provincias de Cádiz y Málaga*. ICONA.
- VV.AA., 1978. *Las coníferas en el Primer Inventario Forestal Nacional*. Madrid: ICONA.
- VV.AA., 1987. *Informe sobre el seguimiento de la mortalidad en el pinsapar de la provincia de Málaga debida al hongo Armillaria mellea (Vahl) Quel*. IARA.
- VV.AA., 2003. *Mapa de Series de Vegetación de Andalucía*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, Rueda.
- VV.AA., 2007. *Plan de uso y gestión del P.N. de Sierra de Grazalema*. Sevilla: Junta de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente.



6. FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1

Estación meteorológica sobre el Pinsapar de Sierra Real (Málaga), 1.300 m sobre el nivel del mar.



Fotografía 2

Pequeños rodales en microexposiciones de orientación norte en la Sierra de Grazalema.



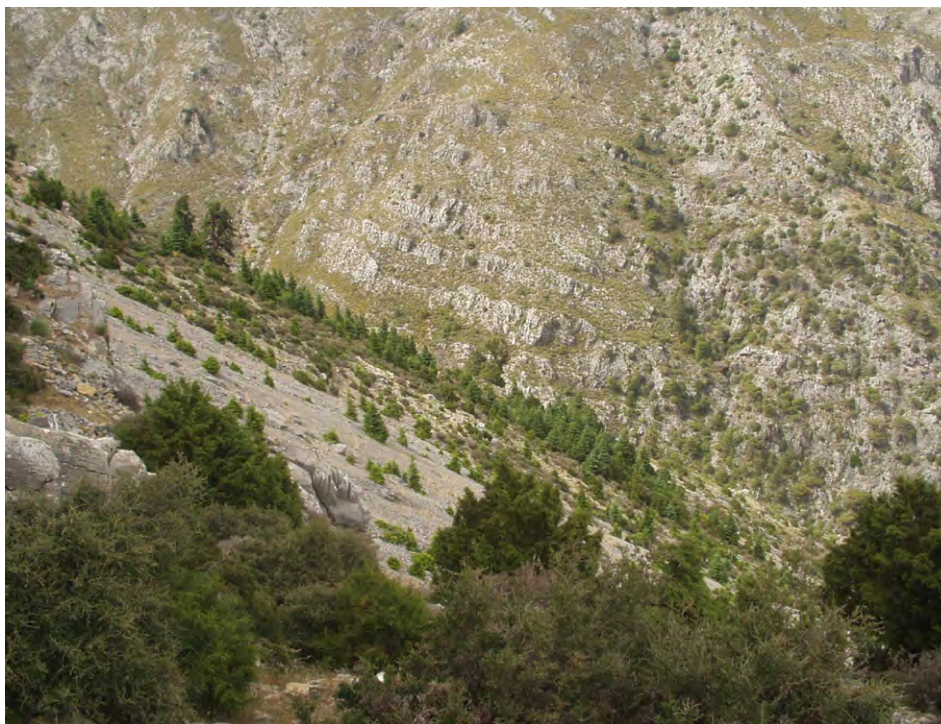
Fotografía 3

Pinsapares en zonas de elevada pendiente en la Sierra de las Nieves.



Fotografía 4

Zona de contacto entre las dos litologías principales de los pinsapares: a la izquierda el macizo calcáreo central de la Sierra de las Nieves. A la derecha afloramiento de peridotitas en Cerro Corona.



Fotografía 5

Poblaciones de *Abies pinsapo* en un estadio sucesional incipiente, creciendo sobre canchales móviles.



Fotografía 6

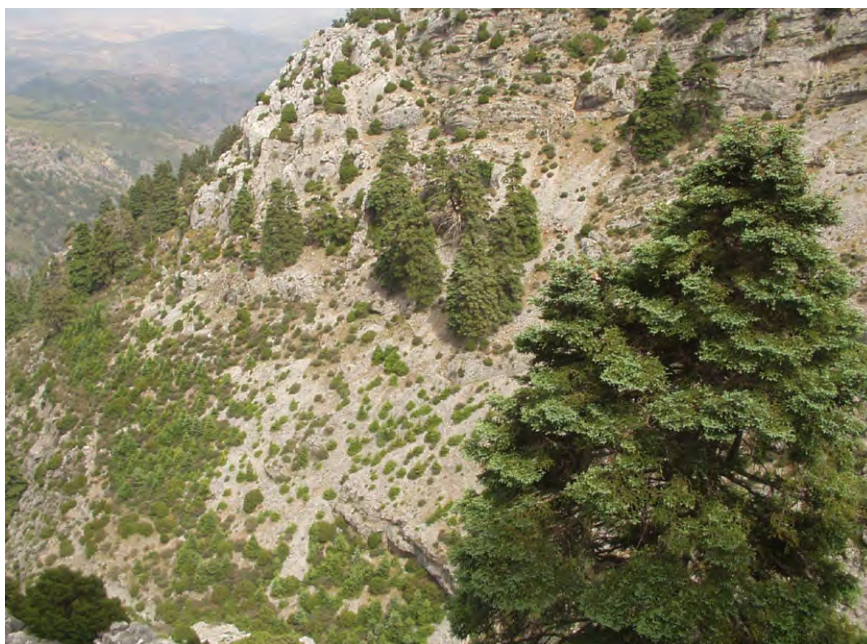
Panorámica del Pinsapar de Yunquera sobre sustratos calizos a 1.500 m formado por rodales densos de individuos jóvenes, pies dispersos y claros formados por brinzales, arbustos y matorral almohadillado.



Fotografía 7

Estructura de la vegetación de alta montaña en la Sierra de las Nieves.

En esta zona predominan enebros (*Juniperus communis*) y sabinas (*Juniperus sabina*) con pies aislados de quejigo, pinsapo, arce, tejo y serbal; matorral de *Berberis vulgaris* subsp. *Australis*, y matorral almohadillado dominado por *Erinacea anthyllis*, *Vella spinosa*, *Bupleorun spinosum*, *Hormatophylla spinosa*, *Astragalus granatensis*, etc.



Fotografía 8

Panorámica de la Cañada de las Carnicerías, Tolox.

Orientado al NE y E entre los 600 y 1.500 m sobre nivel del mar; el segundo, se extiende por varias torrenteras, entre el Cerro de la Plazoleta y el Collado de la Machorueta entre 700-1.300 m, orientado al SE y NE. En conjunto unas 683 ha.

ANEXO 1 INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA SOBRE ESPECIES

ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

En la tabla A1.1 se citan especies incluidas en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/

CEE) que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; AHE y SECEM), se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat de interés comunitario 9520.

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* hábitat	Afinidad* subtipo	Comentarios
PLANTAS				
<i>Atropa baetica</i> Willk. ¹	II IV Prioritario	No preferencial	Subtipo 1: No preferencial	EN (<i>Lista Roja Española</i> (borrador)); CR (<i>Lista Roja Flora Vascular Andalucía</i>)
<i>Galium viridiflorum</i> Boiss. & Reuter ¹	II IV Prioritario	No preferencial	Subtipo 1: No preferencial Subtipo 2: No preferencial Subtipo 3: No preferencial	VU (<i>Lista Roja Española</i> (borrador)); <i>Lista Roja Flora Vascular Andalucía</i>)
<i>Silene mariana</i> Pau ¹	II IV	No preferencial	Subtipo 1: No preferencial	Su presencia fehaciente dentro de los pinsapares no está comprobada. Está citada en el término municipal de El Burgo, subiendo a Sierra de las Nieves

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Referencias bibliográficas: ¹ Cabezudo *et al.*, 2005.

ANFIBIOS Y REPTILES				
<i>Triturus marmoratus</i> . Nombre correcto: <i>Triturus pygmaeus</i>	IV	No preferencial		Actualmente engloba dos especies estando una de ellas presente
<i>Rana perezi</i>	V	No preferencial		
<i>Chalcides bedriagai</i>	IV	No preferencial		

Datos aportados por la Sociedad Herpetológica Española (AHE).

MAMÍFEROS				
<i>Nyctalus leisleri</i> ¹	IV	No preferencial		

Datos según informe realizado por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM) en el área sur de la Península Ibérica.

Aportación realizada por la Sociedad Española de Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

Referencias bibliográficas: ¹ Agirre-Mendi, 2007.

* **Afinidad:** Obligatoria: taxón que se encuentra prácticamente en el 100% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; Especialista: taxón que se encuentra en más del 75% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; Preferencial: taxón que se encuentra en más del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; No preferencial: taxón que se encuentra en menos del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado.

NOTA: Si alguna de las referencias citadas no se encuentra entre la bibliografía de este anexo es porque se ha incluido anteriormente en la bibliografía general de la ficha.

Tabla A1.1

Taxones incluidos en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) que se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat 9520.

ESPECIES CARACTERÍSTICAS Y DIAGNÓSTICAS

En la tabla A1.2 se ofrece un listado con las especies que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; CIBIO; AHE; SEO/BirdLife y SECEM), pueden considerarse como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comuni-

tario 9520. En ella se encuentran caracterizados los diferentes taxones en función de su presencia y abundancia en este tipo de hábitat. En el caso de los invertebrados, se ofrecen datos de afinidad en lugar de abundancia. Con el objeto de ofrecer la mayor precisión, siempre que ha sido posible, la información se ha referido a los subtipos definidos en el apartado 2.3.

Tabla A1.2

Taxones que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; CIBIO; AHE; SEO/Birdlife y SECEM), pueden considerarse como característicos y/o diagnósticos del tipo de hábitat de interés comunitario 9520.

* **Presencia:** Habitual: taxón característico, en el sentido de que suele encontrarse habitualmente en el tipo de hábitat; Diagnóstico: entendido como diferencial del tipo/subtipo de hábitat frente a otros; Exclusivo: taxón que sólo vive en ese tipo/subtipo de hábitat.

** **Afinidad** (sólo datos relativos a invertebrados): Obligatoria: taxón que se encuentra prácticamente en el 100% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; Especialista: taxón que se encuentra en más del 75% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; Preferencial: taxón que se encuentra en más del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; No preferencial: taxón que se encuentra en menos del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado.

Con el objeto de ofrecer la mayor precisión, siempre que ha sido posible la información se ha referido a los subtipos definidos en el apartado 2.3.

NOTA: Si alguna de las referencias citadas no se encuentra entre la bibliografía de este anexo es porque se ha incluido anteriormente en la bibliografía general de la ficha.

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Abies pinsapo</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Quercus faginea</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Quercus alpestris</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	Catalogado como EN (<i>Lista Roja Española</i>)
<i>Acer opalus</i> subsp. <i>granatense</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	Categoría NT (<i>Lista Roja Andalucía</i>)
<i>Sorbus aria</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	Categoría NT (<i>Lista Roja Andalucía</i>)
<i>Taxus baccata</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	Categoría VU (<i>Lista Roja Andalucía</i>)
<i>Juniperus phoenicea</i>	1		Habitual	Muy abundante	Perenne	
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1		Habitual	Muy abundante	Perenne	
<i>Juniperus sabina</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Ulex baeticus</i> subsp. <i>baeticus</i>	1		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Prunus mahaleb</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Berberis hispanica</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Lonicera etrusca</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Crataegus monogyna</i> subsp. <i>brevispina</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Prunus spinosa</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Rubus ulmifolius</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	

Sigue ►

▶ Continuación Tabla A1.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Helleborus foetidus</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Erinacea anthyllis</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Hedera helix</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Rubia peregrina</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>	1		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Iris foetidissima</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Asplenium onopteris</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Cephalanthera rubra</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Hyacinthoides hispanica</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Luzula forsteri</i> subsp. <i>baetica</i>	1		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Paeonia broteroi</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Paeonia coriacea</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Ononis reuteri</i>	1		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Lonicera implexa</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Hormatophylla spinosa</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Lavandula lanata</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Vella spinosa</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Bupleurum spinosum</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Doronicum plantagineum</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Cerastium gibraltarium</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Astragalus granatensis</i>	1		Habitual	Escasa	Perenne	

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 1: Pinsapares sobre sustratos calcáreos.

Referencias bibliográficas: Asensi & Rivas-Martínez, 1976; Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Cabezudo *et al.*, 2005.

<i>Abies pinsapo</i>	2		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Asplenium onopteris</i>	2		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Bunium alpinum</i> subsp. <i>macuca</i>	2		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Daphne laureola</i> subsp. <i>latifolia</i>	2		Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
<i>Iberis fontqueri</i>	2		Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	Catalogado como VU (Lista Roja Española)

► Continuación Tabla A1.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Cistus populifolius</i> subsp. <i>major</i>	2		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Berberis hispanica</i>	2		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Pteridium aquilinum</i>	2		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Cerastium gibraltarium</i>	2		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Centaurea haenseleri</i>	2		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Armeria colorata</i>	2		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Escasa	Perenne	
<i>Scorzonera baetica</i>	2		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Centaurea carratracensis</i>	2		Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
<i>Arenaria capillipes</i>	2		Habitual, diagnóstica	Moderada	Anual	Catalogado como NT (<i>Lista Roja Española</i>)
<i>Pinus pinaster</i> var. <i>acutisquama</i>	2		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Juniperus oxycedrus</i>	2		Habitual	Muy abundante	Perenne	
<i>Festuca capillifolia</i>	2		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Ulex baeticus</i> subsp. <i>baeticus</i>	2		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Genista hirsuta</i> subsp. <i>lanuginosa</i>	2		Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
<i>Alyssum serpyllifolium</i>	2		Habitual	Escasa	Perenne	

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 2: Pinsapares sobre sustratos ultrabásicos.

Referencias bibliográficas: Asensi & Rivas-Martínez, 1976; Rivas-Martínez *et al.*, 2002.

<i>Abies pinsapo</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Quercus suber</i>	3		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Quercus canariensis</i>	3		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Pinus pinaster</i>	3		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Erica arborea</i>	3		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Viburnum tinus</i>	3		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Phyllirea angustifolia</i>	3		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Phyllirea latifolia</i>	3		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Arbutus unedo</i>	3		Habitual	Moderada	Perenne	

► Continuación Tabla A1.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Pistacia lentiscus</i>	3		Habitual	Escasa	Perenne	
<i>Rhamnus alaternus</i>	3		Habitual	Escasa	Perenne	

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 3: Pinsapares sobre sustratos metamórficos.

INVERTEBRADOS						
<i>Meligramma cingulata</i> (Egger, 1860)		Cádiz		Especialista	Pinsapar	Incluido en el <i>Libro Rojo de los Invertebrados</i>

Datos aportados por el Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CBIO, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante).

ANFIBIOS Y REPTILES						
<i>Salamandra salamandra</i>			Habitual	Muy abundante		
<i>Triturus pygmaeus</i>			Habitual	Escasa		
<i>Bufo bufo</i>			Habitual	Moderada		
<i>Rana perezi</i>			Habitual	Escasa		
<i>Chalcides bedriagai</i>			Habitual	Escasa		
<i>Chalcides striatus</i>			Habitual	Escasa		
<i>Tarentola mauritanica</i>			Habitual	Escasa		
<i>Acanthodactylus erythrurus</i>			Habitual	Rara		
<i>Lacerta lepida</i>			Habitual	Muy abundante		
<i>Podarcis hispanica</i>			Habitual	Muy abundante		
<i>Psammmodromus algirus</i>			Habitual	Moderada		
<i>Blanus cinereus</i>			Habitual	Moderada		
<i>Coronella girondica</i>			Habitual	Moderada		
<i>Rhinechis scalaris</i>			Habitual	Moderada		
<i>Malpolon monspessulanus</i>			Habitual	Escasa		
<i>Macroprotodon brevis</i>			Habitual	Escasa		
<i>Natrix maura</i>			Habitual	Escasa		
<i>Natrix natrix</i>			Habitual	Escasa		
<i>Vipera latastei</i>			Habitual	Escasa		

Datos aportados por la Sociedad Herpetológica Española (AHE).

AVES						
<i>Regulus ignicapilla</i> ¹			Habitual, diagnóstica	Moderada - Muy abundante	Reproductora primaveral e invernante	

Sigue ►

► Continuación Tabla A1.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
AVES						
<i>Parus cristatus</i> ²			Habitual, diagnóstica	Moderada - Muy abundante	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Parus ater</i> ³			Habitual, diagnóstica	Muy abundante	Reproductora primaveral e invernante	

Datos aportados por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Referencias bibliográficas:

¹ Antúnez *et al.*, 1989; Tellería *et al.*, 1999; Carrascal & Lobo, 2003; López, 2003

² Antúnez *et al.*, 1989; Tellería *et al.*, 1999; Carrascal & Lobo, 2003; Esteban, 2003

³ Antúnez *et al.*, 1989; Tellería *et al.*, 1999; Carrascal & Lobo, 2003; Purroy *et al.*, 2003.

MAMÍFEROS						
<i>Capreolus capreolus</i> ¹			Habitual	Escasa	Todo el año	
<i>Nyctalus leisleri</i> ²			Habitual	Escasa	Época reproductora (mayo-agosto)	
<i>Meles meles</i> ¹			Habitual	Escasa	Todo el año	

Datos según informe realizado por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM) en el área sur de la Península Ibérica.

Aportación realizada por la Sociedad Española de Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

Referencias bibliográficas:

¹ Blanco, 1998.

² Agirre-Mendi, 2007.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En la tabla A1.3 se ofrece un listado con las especies que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP; SECEM), pueden considerarse como típicas del tipo de hábitat de interés comunitario 9520. Se consideran especies típicas a

aquellos taxones relevantes para mantener el tipo de hábitat en un estado de conservación favorable, ya sea por su dominancia-frecuencia (valor estructural) y/o por la influencia clave de su actividad en el funcionamiento ecológico (valor de función). Con el objeto de ofrecer la mayor precisión, siempre que ha sido posible la información se ha referido a los subtipos definidos en el apartado 2.3.

Tabla A1.3

Identificación y evaluación de los taxones que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (SEBCP y SECEM), pueden considerarse como típicos del tipo de hábitat de interés comunitario 9520.

* **Nivel de referencia:** indica si la información se refiere al tipo de hábitat en su conjunto, a alguno de sus subtipos y/o a determinados LIC.

** **Opciones de referencia:** 1: especie en la que se funda la identificación del tipo de hábitat; 2: especie inseparable del tipo de hábitat; 3: especie presente regularmente pero no restringida a ese tipo de hábitat; 4: especie característica de ese tipo de hábitat; 5: especie que constituye parte integral de la estructura del tipo de hábitat; 6: especie clave con influencia significativa en la estructura y función del tipo de hábitat.

*** **CNEA** = *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*.

Con el objeto de ofrecer la mayor precisión, siempre que ha sido posible, la información se ha referido a los subtipos definidos en el apartado 2.3

NOTA: Si alguna de las referencias citadas no se encuentra entre la bibliografía de este anexo es porque se ha incluido anteriormente en la bibliografía general de la ficha.

Taxón	Nivel* y opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación					Comentarios	
		Área de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN			CNEA***
					España	Mundial		
PLANTAS								
<i>Abies pinsapo</i> Boiss ¹	Tipo de hábitat 9520 Subtipos 1, 2 y 3 (1, 2, 3, 4, 5, 6)	Endemismo andaluz. Sierras Béticas occidentales (Cádiz y Málaga)		Mayor formación de piñones en árboles que viven en masas densas	Vulnerable (VU) (EN en Lista Roja Flora Amenazada de Andalucía)			
<i>Quercus faginea</i> Lam ²	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 1 (3)	Magreb y en Europa, solo en la Península Ibérica, donde se distribuye por gran parte de la misma aunque enrareciéndose en el W y en Portugal		Desconocida				
<i>Juniperus phoenicea</i> L ³	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 1 (3, 5)	Región mediterránea europea, Portugal y Macaronesia; en la Península Ibérica se distribuye sobre todo por la mitad E y el S		Desconocida				
<i>Juniperus oxycedrus</i> L ³	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 1 (3, 5)	Zonas secas de la región mediterránea, desde el E de Portugal y Marruecos hasta el N de Irán; se extiende por casi toda la Península Ibérica, más rara en el W		Desconocida				
<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC. subsp. <i>baetica</i> P. Monts ²	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 1 (3, 5)	Endémica de Andalucía occidental		Desconocida				
<i>Hyacinthoides hispanica</i> (Miller) Rothm ²	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 1 (3)	W de Europa, W Región Mediterránea		Desconocida				
<i>Ononis reuteri</i> Boiss ⁴	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 1 (3, 5)	S de España y NW de Marruecos. Sierras Béticas occidentales (Cádiz y Málaga)		Desconocida	Vulnerable (VU) (VU en Lista Roja de Andalucía)			

► Continuación Tabla A1.3

Taxón	Nivel* y opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación						Comentarios
		Área de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN		CNEA***	
					España	Mundial		
PLANTAS								
<i>Bunium alpinum</i> Waldst. & Kit. subsp. <i>Macuca</i> (Boiss) P.W. Ball ²	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 2 (3, 5)	SE peninsular y aledaños; localidades en Alentejo. Posiblemente llegue al N de África		Desconocida				
<i>Daphne laureola</i> (Gren.) Rouy & Foucaud subsp. <i>latifolia</i> (Coss.) Rivas Mart ²	Tipo de hábitat 9520 Subtipos 1 y 2 (3)	W, C y S de Europa, Azores y N de África		Desconocida				
<i>Cistus populifolius</i> L. subsp. <i>major</i> (Dunal) Heywood ²	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 2 (3, 5)	Sur de Andalucía, sierras de Caldeirao y Monchique y N de Marruecos		Desconocida				
<i>Armeria colorata</i> Pau ⁵	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 2 (3)	Edafoendemismo exclusivo de las sierras peridotíticas de Málaga (Rondeño)		Las poblaciones se encuentran muy deterioradas (fuego y pérdidas de flores por predación)	En peligro (EN) (EN en Lista Roja de Andalucía)			
<i>Centaurea carratracensis</i> Lange ⁴	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 2 (3)	Endemismo andaluz. Sierras Béticas occidentales (Málaga)		Sólo dos poblaciones en suelos serpentínicos de la provincia de Málaga	En peligro (EN) (EN en Lista Roja de Andalucía)			
<i>Genista hirsuta</i> Vahl subsp. <i>lanuginosa</i> (Spach) Nyman	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 2 (3)	Península Ibérica y N de África. Zonas costeras de Málaga y Granada, Serranía de Ronda y Grazalema		Desconocida				
<i>Quercus suber</i> L.	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 3 (3)	Región Mediterránea Occidental. Cuadrante SW de la Península Ibérica, Cataluña, Castellón. Dispersa en otros puntos del N, C, E y W		Desconocida				
<i>Quercus canariensis</i> Willd	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 3	E y S de la Península Ibérica y NW de África		Desconocida	(Casi amenazada NT en Lista Roja de Andalucía)			
<i>Pinus pinaster</i> Ait	Tipo de hábitat 9520 Subtipo 3 (3)	W de la Región Mediterránea		Desconocida				
<i>Ulex baeticus</i> Boiss. subsp. <i>baeticus</i>	Tipo de hábitat 9520 Subtipos 3 y 5	S. España. Serranía de Ronda y Grazalema		Desconocida				

► Continuación Tabla A1.3

Datos aportados por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Referencias bibliográficas:

- ¹ Blanca *et al.*, 1999.
² Asensi & Rivas-Martínez, 1976.
³ Rivas-Martínez & Penas, 2003.
⁴ Cabezudo *et al.*, 2005.
⁵ Cabezudo *et al.*, 2005; Bañares *et al.*, 2004.

Taxón	Nivel* y opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación					Comentarios	
		Área de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN			CNEA***
					España	Mundial		
MAMÍFEROS								
<i>Capreolus capreolus</i> ¹	Tipo de hábitat 9520 (3)	Se encuentra en la mayor parte de Europa. En España se distribuye por áreas montañosas poco humanizadas. Falda de la franja levantina	Es un animal forestal. Prefiere bosques diversos con densas zonas de sotobosque para ocultarse y prados para alimentarse. En el Sistema Ibérico ocupa los pinares de la vertiente sur	Las densidades más altas se dan en las poblaciones del norte peninsular. En los lugares con muchos ciervos las poblaciones de corzo son mucho menores. La cantidad de estos animales viene determinada por la biomasa vegetal consumible. Además la competencia con otros ungulados –silvestres o domésticos–, la caza y otras molestias causadas por el hombre, la predación y las condiciones meteorológicas son los factores que determinan la mayor o menor abundancia de corzos	Interés menor ²	LR/cd ²		
<i>Meles meles</i> ¹	Tipo de hábitat 9520 (3)	Se distribuye por Europa y Asia, desde el Atlántico al Pacífico, faltando en el norte de Escandinavia, en Islandia y en las islas del Mediterráneo. En España ocupa todo el territorio peninsular, y está ausente en Baleares y Canarias	Puede ocupar una gran variedad de hábitats, desde los hayedos del norte peninsular hasta los áridos matorrales de Doñana o las áreas subdesérticas de Almería. Su presencia está condicionada por la existencia de cobertura vegetal que oculte sus madrigueras	Las densidades españolas son sensiblemente menores a las de sus congéneres europeos. En Doñana se estima una densidad de 0,5 tejones/km ² . En una población estable, el 30% son ejemplares menores de un año, el 20% jóvenes de uno a dos años, y el 50% adultos. Las principales causas naturales de mortandad son enfermedades respiratorias, agresiones interespecíficas y la muerte por hambre	Preocupación menor ²	LR/lc ²		

Datos aportados por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

Referencias bibliográficas:

- ¹ Blanco, 1998.
² Palomo *et al.*, 2007.

BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

- AGIRRE-MENDI, P., 2007. *Nyctalus leisleri*. En: Palomo, L. J., Gisbert, J. & Blanco, J. C. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Madrid: Dirección general para la Conservación de la Biodiversidad, SECEM-SECEMU.
- ASENSI, A. & RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1976. Contribución al conocimiento fitosociológico de los pinsapares de la serranía de Ronda. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles* 33: 239-247.
- BAÑARES, A., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J. C. & ORTIZ, S., 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad. Publicaciones del OAPN.
- BLANCA, G., CABEZUDO, B., HERNÁNDEZ-BERMEJO, E., HERRERA, C. M., MUÑOZ, J. & VALDÉS, B. (coord.), 1999. *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. Tomo II: Especies Vulnerables*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- BLANCO, J. C., 1998. *Guía de Campo de los mamíferos de España*. Tomo II. Geoplaneta.
- CABEZUDO, B., TALAVERA, S., BLANCA, G., SALAZAR, C., CUETO, M., VALDÉS, B., HERNÁNDEZ-BERMEJO J. E., HERRERA, C. M., RODRÍGUEZ, C. & NAVAS, D., 2005. *Lista Roja de la Flora Vasculare de Andalucía*. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- CARRASCAL, L. M. & LOBO, J., 2003. Apéndice I. En: Martí, R. & Del Moral, J. C. (eds.). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife.
- ESTEBAN, M., 2003. Herrerillo capuchino, *Parus cristatus*. En: Martí, R. & Del Moral, J. C. (eds.). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife.
- LÓPEZ, D., 2003. Reyzeuelo listado, *Regulus ignicapilla*. En: Martí, R. & Del Moral, J. C. (eds.). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife.
- PALOMO, L. J., GISBERT, J. & BLANCO, J. C. (eds.), 2007. *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Madrid: Dirección general para la Conservación de la Biodiversidad, SECEM-SECEMU.
- PLEGUEZUELOS, J. M., MARQUEZ, R. & LIZANA, M., 2002. *Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, AHE.
- PURROY, F. J., ÁLVAREZ, A. & PURROY, J., 2003. Carbonero garrapinos, *Parus ater*. En: Martí, R. & Del Moral, J. C. (eds.). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SEO/BirdLife.
- REQUES, R., CARO, J. & PLEGUEZUELOS, J. M., 2006. *Parajes Importantes para la conservación de anfibios y reptiles en Andalucía*. Informe inédito. Junta de Andalucía.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & PENAS, A. (coord.), 2003. *Atlas y Manual de los Hábitats de España*. Ministerio de Medio Ambiente-TRAGSA.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T. E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSA, M. & PENAS, A., 2002. Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica* 15(2): 433-922.
- SANTOS, X. CARRETERO, M. A., LLORENTE, G. & MONTORI, A. (Asociación Herpetologica Española), 1998. *Inventario de las Áreas importantes para los anfibios y reptiles de España*. Colección Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. 237 p.
- TELLERÍA, J. L., ASENSIO, B. & DÍAZ, M., 1999. *Aves ibéricas. II. Paseriformes*. Madrid: J. M. Reyero Editor.
- VERDÚ, J. R. & GALANTE, E. (eds.), 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Colección Técnica. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General para la Biodiversidad.

ANEXO 2 INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA COMPLEMENTARIA

1. INTRODUCCIÓN

El pinsapo es un árbol de distribución ibérica y nor-atefricana que pertenece a un interesante conjunto de abetos relícticos, endémicos de países que rodean al Mediterráneo. Los pinsapares peninsulares crecen en las provincias de Málaga (Sierra de las Nieves, Sierra Bermeja, Sierra Blanca) y Cádiz (Sierra de Grazalema).

Las sierras en las que habita el pinsapo se encuentran dentro del área de clima mediterráneo, y la distribución de las precipitaciones mensuales sufre una gran asimetría, aunque la precipitación anual alcanza registros extraordinariamente altos (entre 2.000 y 3.000 mm). Estas cadenas montañosas están fuertemente influidas por los vientos del Estrecho de Gibraltar, que descargan su humedad al chocar contra sus prominentes relieves. El pinsapo ocupa laderas normalmente orientadas al norte o gargantas umbrías en las que la evaporación durante el verano se ve notablemente mitigada.

Los pinsapares viven entre los 1.000 y los 1.800 m, contactando hacia los niveles basales (de menor precipitación) con quejigares, encinares, alcornoques o pinares (*Pinus pinaster*, *P. halepensis*), y por encima, con los matorrales almohadillados de montaña del piso de vegetación superior. En la mayoría de los casos, el sustrato sobre el que se desarrollan los suelos propios del pinsapar es de tipo dolomítico o calizo, aunque en el extremo más meridional de su área de distribución se encuentran también sustratos ultrabásicos.

En las áreas formadas por rocas carbonatadas, el modelado del paisaje está fuertemente influenciado por los fenómenos de disolución kárstica. Los pinsapares de la Sierra de Grazalema se distribuyen sobre formaciones jurásicas con rocas dolomíticas, calizas, calizas con sílex, carniolas, calizas nodulosas y margas. Menor representatividad tienen las formaciones cretácicas y triásicas con rocas análogas aunque, también están representados algunos tipos de mármoles.

El relieve actual de la serranía de Grazalema es el resultado de un modelado típicamente kárstico, mostrando con frecuencia formas causadas por los procesos de disolución, como ocurre en otros afloramientos calizos cercanos (Sierra Valleja, Sierra Aznar, el Peñón del Berrueco, el Cerro de la Fantasía o La Motilla). La riqueza en materiales dolomíticos genera, sin embargo, relieves ruñiformes y aparentemente caóticos, menos definidos que sobre materiales puramente calizos.

El piedemonte de las sierras, así como la mayoría de laderas pronunciadas, está formado por sustratos físicamente inestables, que sufren fuertemente los procesos erosivos y el efecto de la gravedad. Por lo tanto, es frecuente la presencia de conos de deyección y deslizamientos del terreno. Los suelos formados en estas condiciones dependen de la naturaleza del sustrato original, de la pendiente, del aporte o pérdida de materiales y de materia orgánica, como Regosoles éutricos y calcáreos. La cubierta natural de estas unidades está constituida por formaciones boscosas con dominio de especies frondosas como encinas (*Quercus rotundifolia*) y acebuches (*Olea europaea*); el estrato inferior está formado por especies típicas de matorral mediterráneo.

La naturaleza homogénea de las rocas en el macizo condiciona un patrón uniforme de pendientes muy elevadas. Las vertientes orientadas al S y al E sufren mayor irradiación solar y acción de los vientos de Levante. Por esta razón, la cobertura vegetal es más escasa y sensible a la deforestación (por diferentes causas, como la acción conjunta de los incendios y la sequía estival). Como consecuencia de la desnudez del suelo, su riesgo de erosión es mayor y los suelos que se encuentran son de escaso desarrollo. Por el contrario, la vertiente NW sufre menor insolación y posee una serie de vaguadas protegidas de la acción secante de los vientos, y que mantienen un mayor aporte de agua. En estas laderas el desarrollo de la cobertura vegetal se encuentra más favorecido. Existe una importante masa forestal de *Pinus* sp., algunos pies aislados de encina (*Quercus rotundifolia*) y madroño (*Arbutus unedo*). En las zo-

nas más altas de la ladera se encuentra un importante bosque de pinsapo (*Abies pinsapo* Boiss), el cual presenta en este lugar una de sus masas forestales más importantes y meridionales en la península.

2. CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA

Los suelos de la serranía de Grazalema son, en general, de escaso desarrollo constituyendo con frecuencia formaciones edáficas aisladas interrumpidas por afloramientos rocosos, y afectadas en la mayoría de los casos por una fuerte pedregosidad. Las causas de estas características pueden atribuirse a una accidentada topografía de la región en cuyas sierras abundan pendientes muy fuertes donde predominan los procesos erosivos sobre los procesos de formación de suelo. Los suelos que encontramos son principalmente Leptosoles y suelos relictos que aparecen sobre las formaciones calizas.

Sobre la cresta y la parte alta de la mayoría de las laderas se encuentran suelos de escaso desarrollo (como Leptosoles líticos, éutricos y rendsínicos). Los perfiles desarrollados bajo pinsapares son principalmente suelos carbonatados como Leptosoles cálcicos o Calcisoles. Estos perfiles a menudo muestran un horizonte orgánico 30-40 cm de espesor que muestran un límite neto con los horizontes mineral orgánico (A). La relación C/N oscila entre 13 y 14. En cuanto a la textura los suelos son fundamentalmente limosos y la estructura es grumosa o granular. La coexistencia de estas propiedades y el alto contenido en materia orgánica y carbonatos, hacen que los suelos sean muy porosos, bien aireados y permeables.

En las pendientes medias y bajas, los suelos que se encuentran son más evolucionados, a veces con formación de horizontes de alteración o de lavado de carbonatos (Calcisoles háplicos), y en los piedemontes, correspondiéndose con materiales removidos (Regosoles calcáreos). Sin embargo, como es típico de estas formaciones kársticas en otros ambientes naturales, cuando localmente la pendiente es menos acusada, se observan frecuentes inclusiones de paleosuelos (Luvisoles Crómicos y Calcisoles lúvicos).

Los Calcisoles háplicos se caracterizan por la existencia de horizontes de diagnóstico óricos y cálcicos, y

a veces con presencia de horizontes de alteración. La naturaleza caliza de los materiales que integran gran parte de los suelos del macizo carbonatado, así como la influencia del clima mediterráneo, favorece la amplia distribución de estos suelos.

Asociados a los Calcisoles háplicos pueden incluirse suelos con horizontes de diagnóstico A móllico que conservan el resto de características de los primeros (horizonte cálcico y posible horizonte de alteración B cámbico).

Dentro del área de distribución del pinsapar sobre sustratos no calizos puede destacarse el macizo de Sierra Bermeja (Málaga), donde se observa una asociación de suelos propia de las rocas peridotíticas. Sierra Bermeja está constituida por un macizo de morfogénesis dominante estructural endógena. Se trata de una formación específica caracterizada por presentar un sustrato geológico muy homogéneo de rocas intrusivas ultrabásicas del Paleozoico (peridotitas y escasa representación de serpentinitas). La existencia del bosque de pinsapos tiene fuerte influencia sobre el suelo en que se encuentra, debido a la protección que ofrece frente a la erosión. Los suelos más comunes bajo el pinsapar son Phaeozems háplicos, y Cambisoles crómicos y éutricos.

La alteración de esos materiales genera suelos saturados en bases con desarrollo de horizonte de diagnóstico B cámbico, como Cambisoles éutricos, los cuales en situaciones diversas (orientación, clase de vegetación, etc.) evolucionan hacia Cambisoles crómicos. Bajo las masas forestales de pinsapos (*Abies pinsapo* Boiss) se forman frecuentemente horizontes de diagnóstico A móllico y suelos como Phaeozems háplicos.

3. RIESGOS DE DEGRADACIÓN

3.1. Riesgos de degradación física

- Escorrentía superficial y erosión del suelo: la precipitación anual en la Sierra de Grazalema destaca por valores extraordinariamente altos en el conjunto de la Península Ibérica. Sin embargo, la mayor parte de las precipitaciones anuales se concentra en los meses invernales. La concentración de las precipitaciones en invierno, unida a su volumen, facilita la aparición de procesos erosivos. Este fenómeno es también perceptible

en Sierra Bermeja, donde la concentración de las precipitaciones es elevada en los meses de invierno, y el principal factor de variabilidad del riesgo de erosión viene determinado por la cobertura de la vegetación. De ese modo, las laderas orientadas al SW-S-SE, con baja cobertura de vegetación, sufren un elevado riesgo de erosión. La vertiente N del macizo está más protegida de la erosión por la cobertura protectora de la vegetación.

- Presión ganadera: pisoteo por el ganado, destrucción de la cobertura vegetal. El paso continuado de ganado o de animales salvajes por senderos y puntos concretos de las laderas, elimina la cobertura vegetal y provoca pequeños deslizamientos y desprendimientos de material, así como compactación del suelo.
- La frecuencia de incendios estivales en el área mediterránea es un factor que contribuye a la deforestación y a la degradación intensa del suelo, favoreciendo la intensificación de las tasas de escorrentía y erosión, el empobrecimiento y alteración física de las propiedades del suelo y la desaparición de la cobertura vegetal.

3.2. Riesgos de degradación química

No se perciben riesgos importantes de degradación química por causas humanas en las áreas protegidas.

3.3. Otros riesgos

Aparte de otros riesgos de origen antrópico como los incendios, es necesario citar la presión que ejercen algunas actividades como el turismo, a causa fundamentalmente de la creación de infraestructuras y los efectos sobre zonas de especial vulnerabilidad.

4. ESTADO Y EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

4.1. Factores, variables y/o índices

La evolución de los pinsapares en áreas bien cuidadas y protegidas, debe ser relativamente fácil de realizar si se evitan los procesos de degradación ligados a la acción humana de desarrollo de incendios, ta-

las, excesiva presión de pisoteo o de actividades deportivas y los procesos de contaminación puntual o difusa. Para el seguimiento de la calidad de los suelos los parámetros relevantes son:

- pH en agua y KCl (0.1M). Como medida de la reacción del suelo y como indicador general de las condiciones del suelo.
- C orgánico y relación C/N. Como medida de la evolución de materia orgánica del suelo.
- P total y asimilable (P-Olsen). Como media de la reserva y biodisponibilidad de fósforo.
- K total y cambiante. Como media de la reserva y biodisponibilidad de potasio.

4.2. Protocolo para la determinación del grado de conservación y nutricional del suelo

En cada estación/zona de estudio se debería determinar el estado ecológico del tipo de hábitat analizando para ello los factores biológicos y fisicoquímicos recogidos en la presente ficha. A esta información se le debería añadir la derivada del suelo lo cual podría permitir establecer una relación causa-efecto entre las variables del suelo y el grado de conservación del hábitat. El protocolo a seguir es:

En cada estación o zona se deberían establecer como mínimo tres parcelas de unos 5 × 15 m y en cada una de ellas establecer tres puntos de toma de muestra de suelo. El seguimiento debería hacerse anualmente. Las muestras de suelo se deberían tomar por horizontes edáficos, midiendo la profundidad de cada uno de ellos.

Como estación de referencia se proponen los Pinsapares de Grazalema y Sierra Bermeja.

5. RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSERVACIÓN

Entre las recomendaciones generales de conservación pueden destacarse las siguientes:

- Análisis y prevención de los procesos erosivos.
- Control y prevención de incendios forestales.
- Control de la presión ganadera.
- Control del turismo y el acceso a zonas vulnerables.

6. FOTOGRAFÍAS



Fotografía A2.1

Perfil de suelo sobre calizas jurásicas.



Fotografía A2.2

Vista del afloramiento peridotítico de Sierra Bermeja (Estepona).



Fotografía A2.3

Vista del área cubierta por pinsapar en la ladera norte de Sierra Bermeja.

