

## Caracterización estructural de poblaciones de *Abies pinsapo* Boiss. en la Sierra de Yunquera (Málaga)

Juan Carlos Linares, Benjamín Viñegla, José Antonio Carreira.

Programa de Doctorado "Análisis y Gestión de Ecosistemas". Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas s/n, 23071, Jaén.

Correo electrónico: [calderon@ujaen.es](mailto:calderon@ujaen.es)

### Resumen

Los pinsapares son una de las formaciones forestales más singulares de la Península Ibérica. La especie arbórea dominante (*Abies pinsapo* Boiss.), presenta un elevado valor biogeográfico y paisajístico, integrando un hábitat de reducida extensión, exclusivo de ciertas montañas de clima mediterráneo pero con elevadas precipitaciones.

Se realizó una caracterización de la estructura actual del pinsapar, a partir de la cual hemos podido inferir su evolución tras las medidas de protección emprendidas por distintas administraciones desde mediados del siglo XX. El trabajo se ha desarrollado en el pinsapar de Yunquera (Málaga) el cual se encuentra incluido dentro del Parque Natural de la Sierra de las Nieves. Se seleccionaron 35 parcelas de muestreo, donde se evaluó la estructura del dosel y el sotobosque.

Los pinsapares de Yunquera se desarrollan entre 1000 y 1600 m con una abundancia máxima a 1300m. La densidad de individuos es alta en las bandas altitudinales intermedias pero en las zonas próximas al límite inferior de distribución los valores de densidad presentan una elevada dispersión. La estructura de la masa forestal es relativamente homogénea con predominio de las clases diamétricas inferiores a 20 cm. La elevada densidad de la masa sugiere una situación de elevada competencia intraespecífica, que en ocasiones causa en los individuos estrés por falta de luz, agua o nutrientes y, en consecuencia, una mayor vulnerabilidad ante perturbaciones ambientales y ataques por patógenos.

### INTRODUCCIÓN

Los pinsapares son una de las formaciones forestales más singulares de la Península Ibérica. En primer lugar, debido al carácter endémico de la especie arbórea dominante (*Abies pinsapo* Boiss., Biblioth. Univ. Génève, sér. 2, 13:402, 406 (1838), PINACEAE), abeto de indudable valor biogeográfico y paisajístico. Por otra parte, su reducida extensión, siempre en montañas de clima mediterráneo pero con elevadas precipitaciones, su fisonomía de bosque de clima templado, o su composición florística, son otras tantas características que justifican el estudio y la conservación del pinsapar.

A pesar de este interés científico y conservacionista se conoce muy poco sobre los aspectos ecológicos básicos de estas formaciones forestales (Arista 1995, Blanco *et al.* 2001, Liétor 2002, Liétor *et al.* 2003), aún siendo éstos elementos fundamentales de cara, por ejemplo, a conocer cuál pueda ser la dinámica de estas poblaciones relictas frente a un escenario, hoy cada vez más cierto, de cambio climático, o a la hora del desarrollo de planes de conservación.

Con el presente trabajo pretendemos caracterizar la estructura poblacional del

pinsapar a través de su gradiente altitudinal de distribución. No obstante, el estudio de los parámetros que controlan la distribución y composición de la vegetación mediterránea está limitado por la existencia de una estructura marcadamente antrópica que dificulta la aplicación de métodos convencionales de análisis de gradientes, existiendo además una información muy limitada sobre la autoecología de las principales especies mediterráneas (Pugnaire & Valladares 1999, Pearcy 1999, Zavala 2000, Terradas 2001, Valladares 2001).

### OBJETIVOS

1. Caracterizar la estructura actual del pinsapar.
2. Inferir la evolución de las masas de pinsapar de la sierra de Yunquera tras las medidas de protección emprendidas por distintas administraciones.

### Material y métodos

#### Zona de Estudio

El trabajo se ha desarrollado en el pinsapar de Yunquera (Málaga) el cual se encuentra incluido dentro del Parque Natural de la Sierra de las Nieves (figura 1). Desde el punto de vista geológico el área de estudio pertenece al Sistema montañoso Bético dentro del ámbito de contacto entre las Unidades Béticas Internas y Externas. En esta sierra predominan los relieves calizos de edad jurásica, con fuertes escarpes de fallas y cabalgamientos de gran complejidad estructural y litológica. En la zona de estudio afloran materiales calizos pertenecientes a la Dorsal Bética, compuestos por calizas dolomíticas de edad postliásica, entre el Cretácico y el Mioceno Inferior. Estos materiales aparecen cabalgados sobre materiales metamórficos formados por filitas y cuarcitas de edad permotriásica, incluidas dentro del Complejo Alpujárride (Lhénaff 1977, Delannoy 1987).

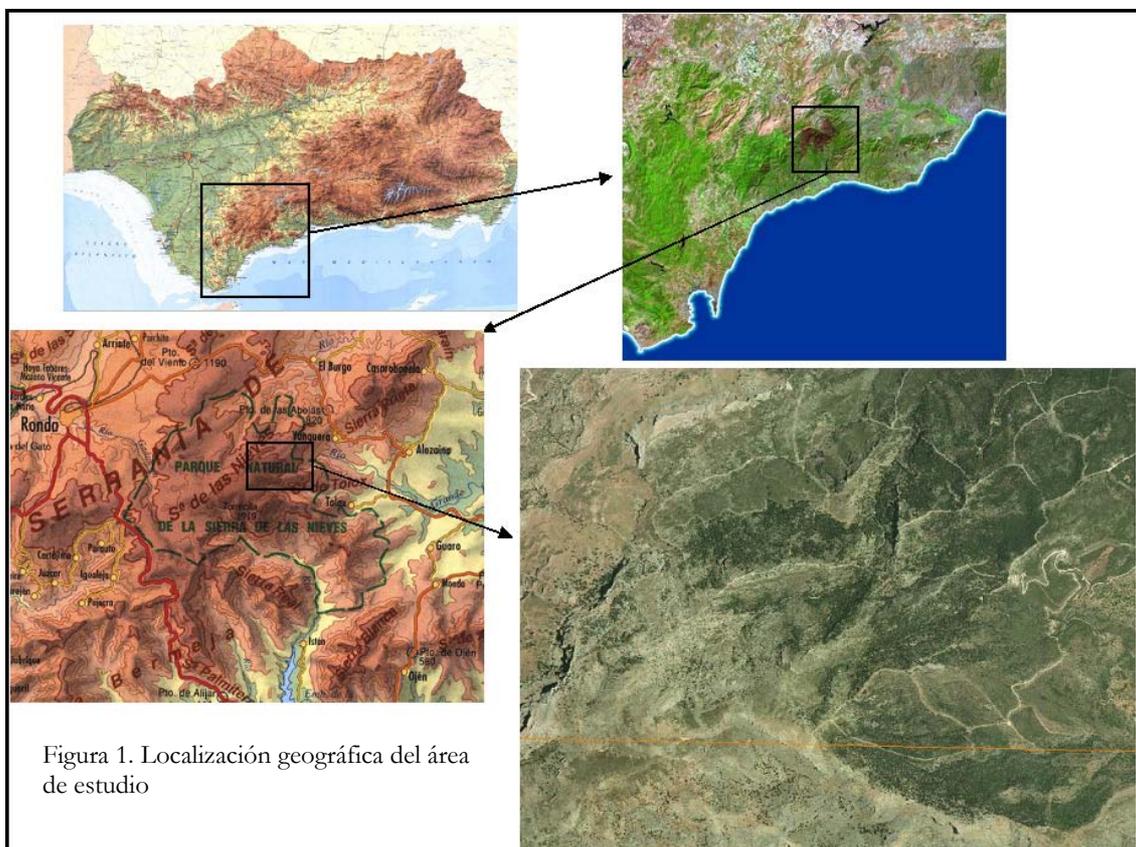


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio

Los suelos de la zona de estudio corresponden a inceptisoles con un horizonte orgánico poco potente: Haploxerept cálcicos y Haploxerept típicos (Liétor *et al.* 2003), relativamente pobres en materia orgánica. Desde el punto de vista bioclimático, a partir de los Diagramas e Índices de Rivas Martínez (Rivas Martínez *et al.* 2004), el área de estudio es de tipo Mediterráneo Pluviestacional–Oceánico. Se distinguen dos pisos altitudinales: el mesomediterráneo superior, que coincide con el límite inferior del pinsapar en la zona de estudio, y el supramediterráneo, que engloba al resto del gradiente altitudinal y que debe considerarse el piso bioclimático característico del pinsapar. El ombrotipo es subhúmedo en el límite inferior y húmedo en el resto (datos no publicados).

### **CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL**

La caracterización estructural actual de la población se realizó mediante un muestreo aleatorio estratificado en bandas altitudinales. Se seleccionaron 35 puntos de muestreo sobre el mapa de Andalucía 1:10000. En cada punto se registró la localización geográfica sobre el mapa y sobre el terreno se determinaron la altitud (GPS), la orientación (GPS), el tipo de suelo, la posición fisiográfica y de forma cualitativa se evaluó el cierre del dosel, la estructura del sotobosque y el grado de regeneración del pinsapar.

Los muestreos se efectuaron en transectos de 50m<sup>2</sup>, anotándose el diámetro a 1.3 m (dbh) de todos los pies de más de 3cm de grosor (Avery & Burkhart 1994) y el estado fitosanitario, diferenciando entre: a) individuos sanos; b) individuos con síntomas leves (clorosis sólo en algunas acículas, algunos brotes ó ramas secos); c) individuos con síntomas de declive generalizado (copa seca, evidencias de ataque por xilófagos), d) individuos muertos y e) tocones. Se comprobó el ajuste de la distribución de los datos de densidad (área basal) con el modelo de distribución normal y la distribución de frecuencias de clases de edad fue comparada con el modelo Log-normal.

La caracterización estructural de la comunidad, incluyendo plántulas, brinzales, jóvenes y adultos de todas las especies arbóreas presentes, se efectuó mediante transectos de 2 x 25m clasificando a los individuos en 4 categorías de tamaño (Arista 1995, Hardt & Swank 1997): a) plántulas, con diámetro basal (db)<0.3cm y altura (h)<1m; b) brinzales, con db entre 0.3 y 3cm y h<1m; c) individuos jóvenes con dbh entre 3 y 10cm y h entre 1 y 4m y d) individuos adultos con dbh>10cm y h>4m. Se realizaron 10 transectos en la zona basal de distribución, en torno a 1150m y 10 en el límite superior, alrededor de 1550m. También fueron registradas las especies de plantas perennes dominantes en el sotobosque.

### **RESULTADOS**

Los pinsapares de Yunquera se desarrollan entre 1000 y 1600 msnm con una distribución altitudinal de abundancias de tipo normal (curva de Gauss) cuyo máximo se sitúa aproximadamente a 1300m (figura 2). La densidad de individuos, expresada en área basimétrica, es alta, de más de 50m<sup>2</sup>/ha en las bandas altitudinales intermedias. En las zonas próximas al límite inferior de distribución los valores de densidad presentan una elevada dispersión, con rodales cuya densidad es similar a la de zonas intermedias y grupos de individuos dispersos.

En cuanto a la distribución de clases de tamaño, la estructura de la masa forestal puede considerarse similar a lo largo del gradiente altitudinal estudiado, con pequeñas diferencias en las masas situadas en el límite superior de distribución (figura 3). Aplicando las relaciones alométricas obtenidas por Liétor y Carreira para los pinsapares de esta localidad (Liétor & Carreira 2001), la edad media estimada en la población es de 33 años. Se trata, por tanto, de masas en fase agradativa, jóvenes, con una estructura demográfica relativamente homogénea.

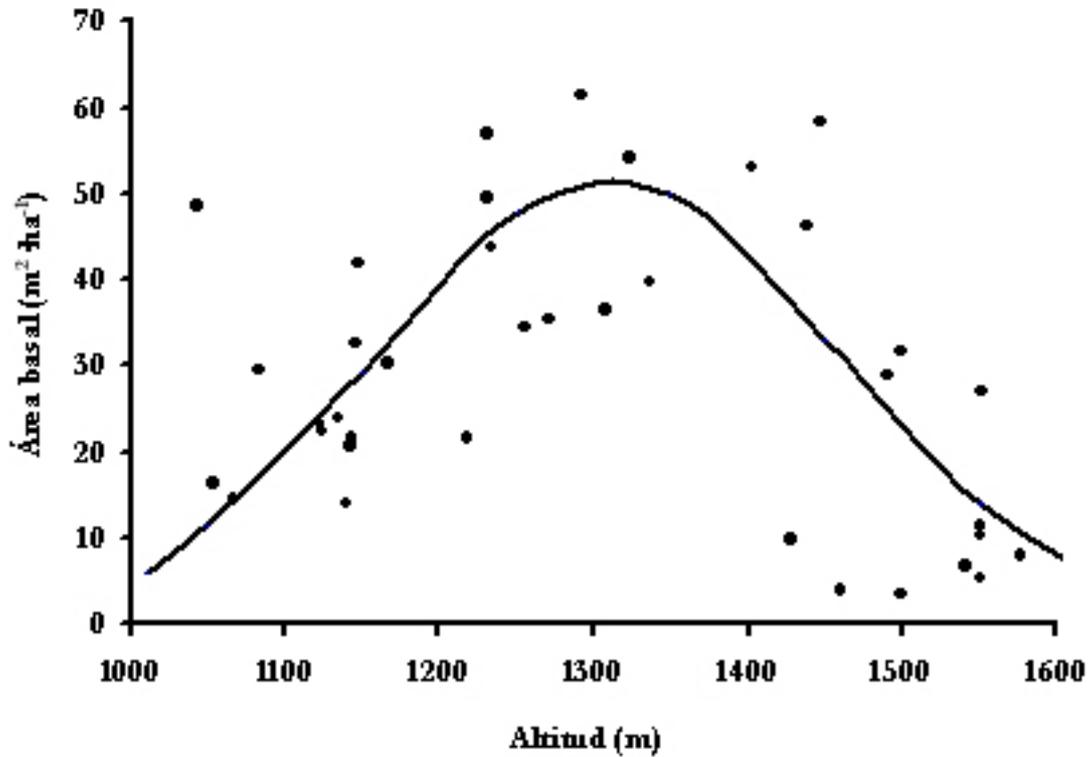


Figura 2. Densidad del pinsapar (m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>) a lo largo del gradiente altitudinal; r=0.984.

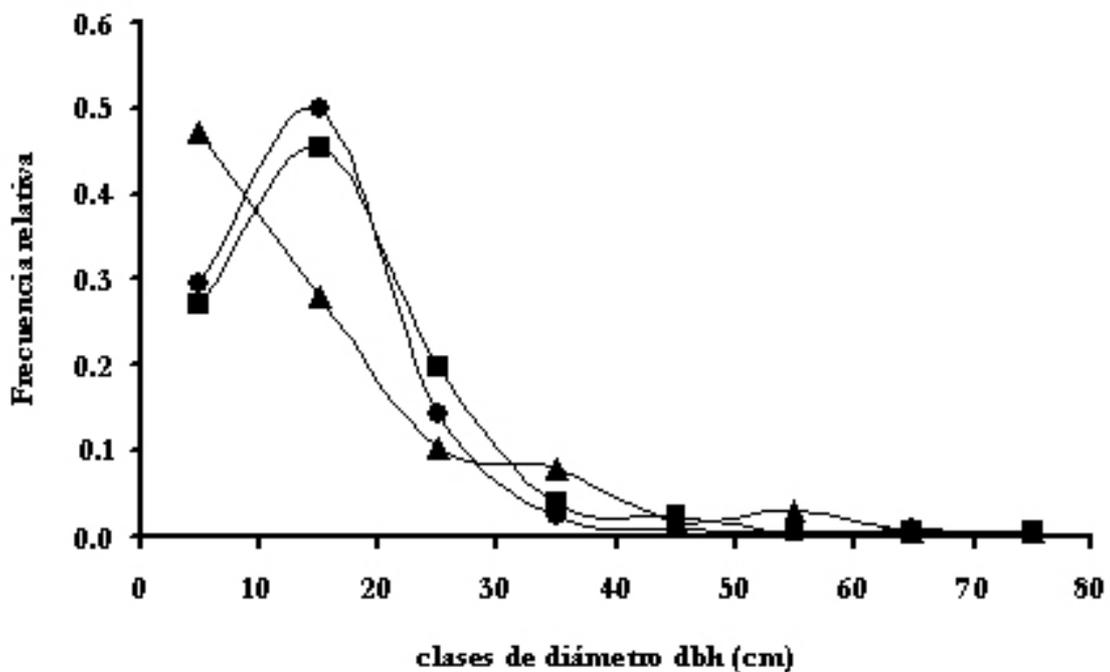


Figura 3. Frecuencia relativa de clases de diámetro (dbh) en las bandas altitudinales de 1000-1200m (puntos), 1200-1400 (cuadrados) y 1400-1600 (triángulos). En los tres casos la distribución observada se ajusta al modelo Log-normal (Test de Kolmogorov-Smirnov;  $\alpha < 0.05$ ).

El reparto en el número de árboles para cada clase de diámetro es similar entre 1000 y 1400m; sin embargo, en la banda superior (1400-1600m) la clase más abundante no es la de dbh entre 10 y 20cm sino la comprendida entre 3 y 10cm. En todo caso, en las tres bandas altitudinales la distribución observada se ajusta al modelo Log-normal,  $p < 0.05$  (figura 3).

La caracterización estructural de la comunidad vegetal del pinsapar presenta diferencias a lo largo del gradiente altitudinal (tabla 1). Los pinsapares situados en las zonas inferiores del gradiente, entre 1000 y 1200m aproximadamente, presentan una estructura de bosque denso, con el estrato arbóreo dominado por el pinsapo (el 97% de los árboles adultos y el 100% de los árboles jóvenes), con algunos individuos aislados de pino (*Pinus halepensis* Mill. y *Pinus pinaster* Aiton.).

	<i>Abies pinsapo</i>			<i>Quercus rotundifolia</i>			<i>Pinus halepensis</i> + <i>P. pinaster</i>		
	ind/ha	% población	% comunidad	ind/ha	% población	% comunidad	ind/ha	% población	% comunidad
<b>Adultos</b>	1200	12.33	96.77	0	0.00	0.00	40	16.67	3.23
<b>Jóvenes</b>	2800	28.77	100.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
<b>Brinzales</b>	3867	39.73	94.16	160	25.00	3.90	80	33.33	1.95
<b>Plántulas</b>	1867	19.18	75.68	480	75.00	19.46	120	50.00	4.86
<b>Total</b>	9734			640			240		

Tabla 1. Valores de densidad (número de individuos por hectárea) de las distintas clases de edad (plántulas, brinzales, jóvenes y adultos) de las especies forestales presentes en la banda altitudinal inferior del pinsapar (aproximadamente de 1000 a 1200 m).

	<i>Abies pinsapo</i>			<i>Quercus faginea</i>		
	ind/ha	% población	% comunidad	ind/ha	% población	% comunidad
<b>Adultos</b>	1440	28.35	100.00	0	0.00	0.00
<b>Jóvenes</b>	640	12.60	100.00	0	0.00	0.00
<b>Brinzales</b>	960	18.90	78.26	267	36.36	21.74
<b>Plántulas</b>	2040	40.16	81.38	467	63.64	18.62
<b>Total</b>	5080			733		

Tabla 2. Valores de densidad (número de individuos por hectárea) de las distintas clases de edad (plántulas, brinzales, jóvenes y adultos) de las especies forestales presentes en la banda altitudinal superior del pinsapar (aproximadamente de 1400 a 1600 m).

Por el contrario, el sotobosque del pinsapar presenta una mayor diversidad de brinzales y arbustos. En el conjunto de brinzales los individuos de pinsapo suponen el 94% del total, apareciendo también en esta clase de edad brinzales de encina *Quercus rotundifolia* Lam. (4% del total de individuos) y de pino (2% del total de individuos). En este estrato de vegetación los arbustos dominantes son el enebro *Juniperus oxycedrus* L. con alrededor de 360 individuos por hectárea y los escaramujos *Rosa* sp. con alrededor de 40 individuos por hectárea. En zonas abiertas los brinzales coexisten con un matorral denso formado por *Ulex baeticus* Boiss., *Ononis reuteri* Boiss., *Phlomis* sp., *Cistus albidus* L., *Lavandula lanata* L., etc

(figura 4). La composición específica del banco de plántulas es similar a la de los brinzales. La mayor parte de las plántulas son de pinsapo (76%), las plántulas de encina suponen un 19% del total y las de pino un 5% (foto 1).

En las zonas más elevadas, entre 1400 y 1600 m aproximadamente, la estructura del pinsapar se caracteriza por una menor densidad, con rodales densos de individuos jóvenes, pies dispersos y claros formados por brinzales, arbustos y matorral almohadillado (foto 3). Aquí el estrato arbóreo está dominado por pinsapos jóvenes y pies aislados de individuos adultos. En el sotobosque los brinzales de pinsapo suman el 78% del total de individuos de esta clase de edad, correspondiendo el 22% restante a brinzales de quejigo *Quercus faginea* Lam. Los arbustos dominantes son aquí el majuelo *Crataegus monogyna* Jacq. subsp. *brevispina* (G. Kunze) Franco., los escaramujos *Rosa* sp. y el enebro *Juniperus oxycedrus* L.



J.C. Linares 2004



J.C. Linares 2004

Fotos 1 y 2. Las plántulas de pinsapo y encina (izquierda) y de quejigo (derecha) coexisten bajo el dosel de los pinsapares.



J.C. Linares 2004

Foto 3. Estructura del pinsapar en las zonas más elevadas (cabecera de la cañada de Bellina, 1500m). En primer plano se aprecian las comunidades de matorral almohadillado junto con pies dispersos de pinsapo.

En zonas abiertas aparecen junto a individuos aislados de pinsapo, enebro y majuelo, agracejos *Berberis vulgaris* L. subsp. *Australis* (Boiss.) Heywood, sabinas *Juniperus phoenicea* L. y matorral pulviniforme de *Erinacea anthyllis* Link., *Vella spinosa* Boiss., *Bupleorun spinosum* L., *Hormatophylla spinosa* L., *Astragalus granatensis* Lam. etc (foto 3). En el estrato nemoral las plántulas de pinsapo constituyen el 81%, siendo el 19 % restante plántulas de quejigo (foto 2). Aparecen también plántulas de majuelo, escaramujo y enebro junto a especies esciófilas, donde destacan la adelfilla *Daphne laureola* L. subsp. *latifolia* (Cosson) Rivas Martínez., la peonía *Paeonia coriacea* Boiss., y el eléboro *Helleborus foetidus* L (figura 4).

## DISCUSIÓN

Debido a su reciente regeneración, los pinsapares de Yunquera ofrecen la oportunidad de estudiar cómo es la dinámica sucesional del pinsapo y qué procesos intervienen en la estructuración de comunidades forestales donde están presentes grupos funcionales tan distintos como abetos relictos de origen templado, especies esclerófilas y marcescentes de *Quercus* mediterráneos y especies helio-xerófilas del género *Pinus*.

Tanto la densidad de individuos actual (del orden de 50m<sup>2</sup>/ha, figura 3) como la rapidez con que ésta se ha alcanzado (desde menos de 500has hasta 1100has en 40 años)(Ruiz de la Torre *et al.* 1994) demuestran que la dinámica sucesional del pinsapo es similar a la de las coníferas forestales templadas y sub-boreales, con gran capacidad de regeneración y con tendencia a formar masas densas monoespecíficas (Veblen 1986,Oliver & Larson 1996,Peterson et al. 1997,Kozlowski & Pallardy 1997)(figura 3, tabla 1).

Numerosos trabajos han evidenciado que una elevada densidad de la masa reduce la producción por debajo del valor potencial determinado *a priori* por la clásica relación clima-crecimiento (Peterson et al. 1997). Los pinsapares estudiados son bosques jóvenes en un estadio sucesional inicial (figura 3), donde, debido a la alta densidad de pies, existe una competencia intraespecífica, que en ocasiones causa en los individuos estrés por falta de luz, agua o nutrientes y, en consecuencia, una mayor vulnerabilidad ante perturbaciones ambientales y ataques por patógenos (Hardt & Swank 1997).

En relación con esta tendencia, debemos señalar que bosques con una estructura de edad más heterogénea y menos alterados que los de nuestro estudio, dominados por *Abies pinsapo* (sierra de Grazalema, España), *Abies pinsapo* Boiss. subsp. *maroccana* (Treb.) Emb.(montañas de Xaüen, Marruecos) y *Abies numidica* De Lannoy.(montes de la pequeña Kabylia, Argelia) presentan en grado variable una composición mixta con presencia de taxones mediterráneos (Ej. *Quercus rotundifolia*, *Quercus faginea*, *Pinus pinaster*, *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière.) y otras especies de origen boreal (e.g. *Taxus baccata* L., *Acer opalus* Mill. subsp. *granatense* (Boiss.) Font Quer & Rothm., *Ilex aquifolium* L.)(Barbero & Quézel 1975,Quézel 1980,Benabid & Fennane 1994,Arista 1995,Charco 1999).

A todo lo anterior, debemos sumar que las especies relictas son particularmente sensibles a oscilaciones o cambios climáticos al ocupar áreas reducidas, bajo condiciones próximas a sus límites de tolerancia y con el factor añadido de contar con pequeñas poblaciones, generalmente disyuntas, susceptibles de sufrir fenómenos de extinción puramente estocásticos (Hanski 1997,Davis & Shaw 2001,Hamrick 2004).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado gracias a una beca FPU concedida a Juan Carlos Linares y mediante varios proyectos de investigación concedidos por el Ministerio de Ciencia y la Junta de Andalucía a José Antonio Carreira.

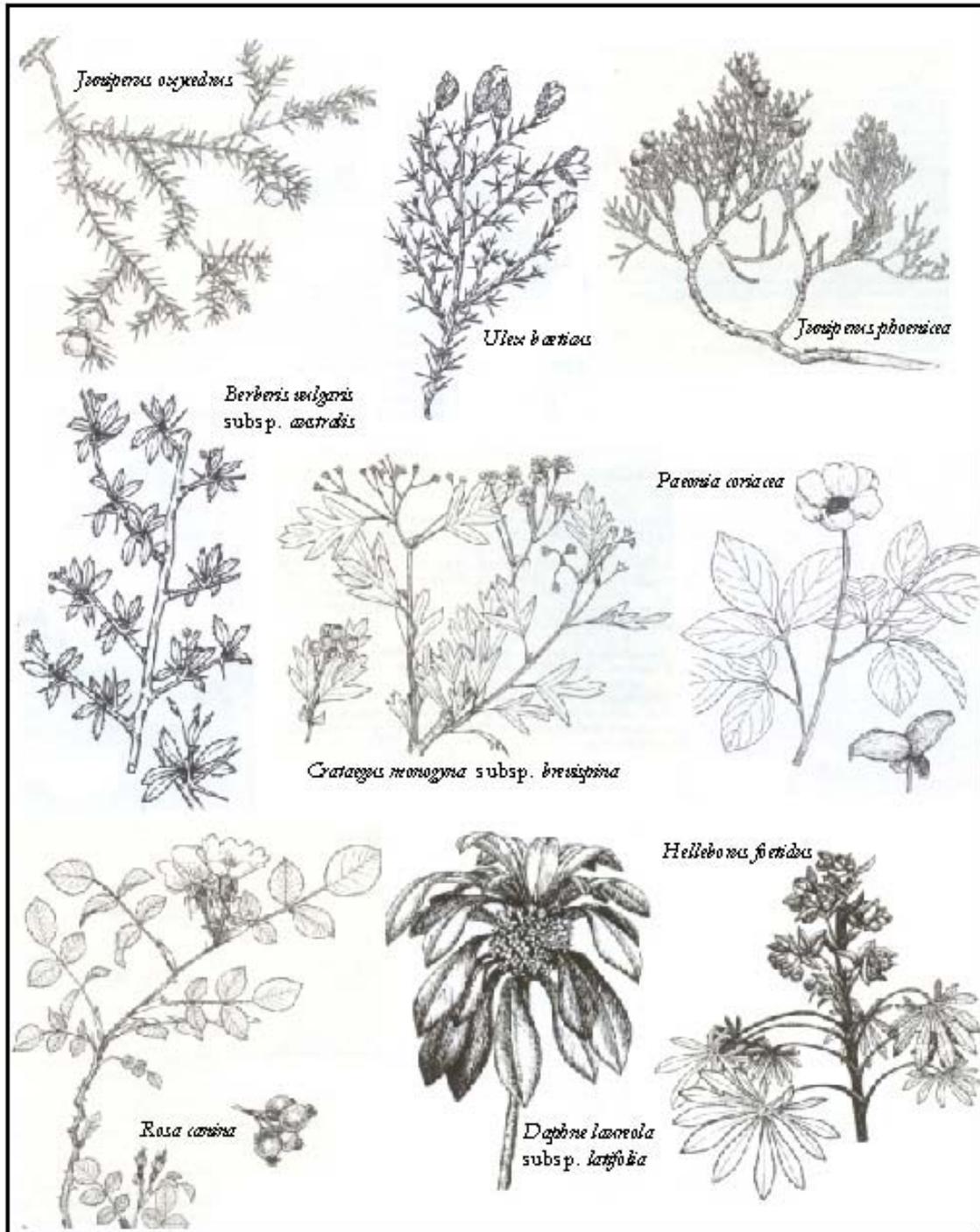


Figura 4. Algunos de los taxones más comunes en el sotobosque del pinsapar

#### REFERENCIAS

- Arista, M. 1995. The structure and dynamics of an *Abies pinsapo* forest in Southern Spain. *Forest Ecology and Management* **74**: 81-89.
- Avery T. E., and H. E. Burkhart. 1994. *Forest Measurements.*, 4th ed. edition. McGraw-Hill, New York.
- Blanco, E., M. A. Casado, M. Costa, R. Escribano, M. García, M. Génova, A. Gómez, F. Gómez, J. C. Moreno, C. Morla, P. Regato, and H. Sáinz. 2001. Pinsapares. Pages 345-356 *in* M. Costa, C. Morla, and H. Sáinz editors. *Los bosques Ibéricos. Una interpretación geobotánica.* Editorial Planeta, S.A..
- Delannoy J. J. 1987. Reconocimiento biofísico de espacios naturales de Andalucía. Sierra de Grazalema y Sierra de las Nieves. Agencia de Medio Ambiente y Casa de Velázquez, Sevilla.
- Hardt, R. A., and W. T. Swank. 1997. A comparison of structural and compositional characteristics of southern Appalachian young second-growth, maturing second-growth and old-growth stands. *Natural Areas Journal* **17**: 42-52.
- Lhénaff, R. 1977. Recherches géomorphologiques sur les Cordillères Bétiques 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., and J. F. Carreira. 2001. Estructura y relaciones alométricas en pinsapares de la provincia de Málaga (España). Pages 391-399 *in* Valoración y gestión de Espacios Naturales. Libro de Actas de las XVII Jornadas de Fitosociología.
- Liétor, J., J. C. Linares, J. M. Martín-García, R. García-Ruíz, and J. F. Carreira. 2003. Relaciones suelo-planta en bosques de *Abies pinsapo* Boiss. Disponibilidad de nutrientes y estatus nutricional. *Acta Botánica Malacitana* **28**: 89-104.
- Pearcy, R. W. 1999. Responses of plants to heterogeneous light environments. Pages 269-314 *in* F. I. Pugnaire, and F. Valladares editors. *Handbook of functional plant ecology.* Marcel Dekker, Inc, New York.
- Pugnaire F. I., and F. Valladares. 1999. *Handbook of functional plant ecology.* Marcel Dekker, Inc., New York.
- Rivas Martínez S., Sánchez-Mata D. & Costa M. Worldwide Bioclimatic Classification System. Bioclimatic Keys. [www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org) . 2004.  
Ref Type: Electronic Citation
- Ruiz de la Torre J., J. I. García, J. A. Oria de Rueda, J. M. Cobos, J. C. Neva, R. M<sup>a</sup>. Navarro Cerrillo, M. A. Catalina, J. López-Quintanilla, M. Alvarez Calvente, M. Arista, S. Talavera, and J. Herrera. 1994. Gestión y conservación de los pinsapares andaluces. Asociación forestal andaluza.

- Terradas J. 2001. Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes. Omega, Barcelona, Spain.
- Valladares, F. 2001. Características mediterráneas de la conversión fotosintética de la luz en biomasa: del órgano al organismo. Pages 67-94 *in* R. Zamora, and F. I. Pugnaire editors. Aspectos Funcionales de los Ecosistemas mediterráneos. CSIC-AEET, Granada (Spain).
- Zavala, M. A. 2000. Dinámica y sucesión en bosques mediterráneos: modelos teóricos e implicaciones para la silvicultura. Pages 43-63 *in* R. Zamora, and F. I. Pugnaire editors. Ecosistemas Mediterráneos. Granada (Spain).