

BOSQUES RELICTOS DE *PINUS SYLVESTRIS* L. EN LA SIERRA DE BAZA (PROVINCIA DE GRANADA, ESPAÑA): ANÁLISIS Y CARTOGRAFÍA DEL ESTADO ACTUAL DE LA VEGETACIÓN

JOSÉ ANTONIO OLMEDO COBO*

Recibido: 30-09-2011. Aceptado: 30-06-12. BIBLID [0210-5462 (2012-1); 50; 37-61].

PALABRAS CLAVE: Sierra de Baza, *Pinus sylvestris*, fitocenosis, endémico, relictual, cartografía.

KEYWORDS: Sierra of Baza, *Pinus sylvestris*, phytocoenoses, endemic, relictual, cartography.

MOTS-CLÉS: la Sierra de Baza, *Pinus sylvestris*, phytocénoses, endémiques, relictuelle, cartographie.

RESUMEN

En la Sierra de Baza (provincia de Granada, España) se localiza uno de los dos núcleos de bosque endémico de pino silvestre de la provincia biogeográfica Bética. Ocupa algunas cumbres calcáreas dentro del piso bioclimático oromediterráneo subhúmedo, en enclaves que se convierten en fito-refugios al tratarse de orientaciones frescas y umbrías, acordes a los requerimientos ecológicos de la especie. Junto a estas condiciones, resulta esencial, al menos en parte, el tipo de sustrato sobre el que aparece el pinar; se trata de filitas y cuarcitas, en un entorno general de calizas y dolomías, sobre las que se desarrollan suelos de alta impermeabilidad que contrarrestan la ausencia de precipitaciones estivales. Este artículo analiza el estado actual de la fitocenosis relictual del pinar de pino silvestre en la Sierra de Baza a partir del trabajo de campo y, asimismo, presenta una cartografía de detalle de las formaciones vegetales que la componen.

ABSTRACT

In Sierra de Baza (Granada, Spain) is located one of the two endemic forest cores of scots pine of biogeographic Betic province. It takes some limestone peaks in oro-Mediterranean subhumid bioclimatic floor, at enclaves that become in plant refuges when dealing with fresh and dark green according to the requirements of the species. High impermeability soils, phyllites and quartzites developed in a limestone on which develops the pine forest, at least in part, are essential to its persistence today to counteract the lack of summer rainfall. This article discusses the current state of the pinewood phytocoenosis of Scots pine in the Sierra de Baza from field work and also presents a detailed mapping of vegetation types that compose.

*. jose_antonio_olmedo@hotmail.com

RESUMÉ

Dans la Sierra de Baza (Granada, Espagne) se situe l'un des deux noyaux de forêt endémique de pin sylvestre de la province biogéographique Bétique. Il prend quelques pics de calcaire dans oro-méditerranéennes étage bioclimatique subhumide, dans des enclaves qui deviennent des refuges phyto-indications lorsqu'il s'agit de vert frais et sombre selon les exigences de l'espèce. Sols imperméabilité élevée, phyllites et quartzites développés dans un calcaire sur lequel se développe la forêt de pins, au moins en partie, sont essentiels à sa persistance aujourd'hui, pour contrer le manque de précipitations d'été. Cet article examine l'actuel état du pin sylvestre pin phytocoenosis dans la Sierra de Baza du travail de terrain et présente également une cartographie détaillée des types de végétation qui composent.

1. INTRODUCCIÓN

El pino silvestre, *Pinus sylvestris* L., presenta una amplia distribución geográfica en multitud de hábitats de Europa y Asia debido a su destacada amplitud ecológica y a la importante diversidad morfológica que presenta, lo que lo convierte en el árbol más extendido en estos territorios (COSTA, M. y otros, 2005). Presenta un rango latitudinal y longitudinal que comprende desde 70° N (Escandinavia) a 37° N (Sierra Nevada y montañas del Norte de Irán) y desde 6° O (Escocia) a 150° E (Manchuria) (COSTA, M. y otros, 2005; RUIZ DE LA TORRE, J., 2006). Estos territorios se incluyen en las regiones biogeográficas Estesiberiana, Eurosiberiana y Mediterránea del Reino Holártico. La especie presenta gran polimorfismo debido a su evolución desde antiguo, distinguiéndose más de 150 variedades diferentes en la actualidad, aunque de morfología poco diferenciada (COSTA, M. y otros, 2005), por lo que su tratamiento taxonómico dista mucho de estar bien establecido (FRANCO, J., 1998).

Los bosques autóctonos, al igual que las frecuentes masas de repoblación, se desarrollan en bioclimas continentales de tipo húmedo-frío, muy frío y extremadamente frío, es decir, preferentemente en fitoclimas oroboreales (ROSÚA, J. y otros, 2001; COSTA, M. y otros, 2005); su área de distribución meridional queda limitada por el borde seco del clima Submediterráneo, confinado en éste o en dominios templados Axéricos o Subaxéricos fríos (RUIZ DE LA TORRE, J., 2006). El enrarecimiento de la especie es patente hacia el Sur, especialmente en la mitad septentrional de la Cuenca Mediterránea, donde se limita a determinados emplazamientos de alta montaña, en los que los bosques de pino silvestre suponen el límite forestal superior (COSTA, M. y otros, 2005). Una gama de suelos muy diversa y unas condiciones topográficas o de relieve variables son factores directamente relacionados con la pluralidad de hábitats en los que aparece la especie. En el primer caso, desde el punto de vista edáfico, no es una especie exigente (RUIZ DE LA TORRE, J., 2006); los bosques de pino silvestre ocupan suelos desde poco hasta bien desarrollados, de naturaleza variable, calcáreo-dolomíticos, silíceos, yesíferos, rendsinas, suelos turbosos, areniscosos y arenosos sedimentarios (ROSÚA, J. y otros, 2001; COSTA, M. y otros, 2005). Por otro lado, en el Centro-Norte de Europa es una especie de llanura, quedando paulatinamente restringido a enclaves montañosos en las estaciones más secas y térmicas meridionales

donde aparece (RUIZ DE LA TORRE, J., 2006). Se desarrolla entre el nivel del mar y más de 2.000 m. de altitud.

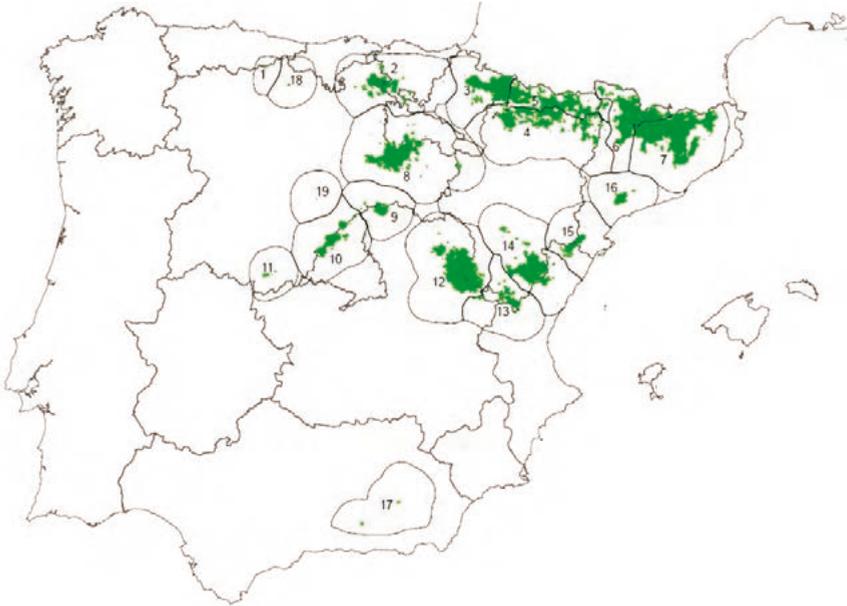
Uno de esos ámbitos meridionales es la Península Ibérica, donde *P. sylvestris* se hace progresivamente más raro debido a condicionamientos de tipo climático mediterráneo, aunque es todavía una especie relativamente frecuente en montañas del Centro y Noreste (Sistema Central, Cordillera Ibérica y Pirineos esencialmente). Sus bosques suponen tanto el límite forestal en altitud (sobre todo en los enclaves genuinamente más mediterráneos y, por tanto, altamente xerofíticos) como formaciones maduras a cotas menores (en ámbitos más húmedos eurosiberianos o de transición), en un intervalo altitudinal comprendido entre 400-500 m. y 2.000-2.100 m. (COSTA, M. y otros, 2005). Participa igualmente de bosques frondosos sub-esclerófilos y acompaña, aunque menos frecuentemente, a frondosas caducifolias mesófilas y al bosque esclerófilo (RUIZ DE LA TORRE, J., 2006).

Se han establecido hasta 19 núcleos de origen del pino silvestre en la Península Ibérica (INIA, 2007; Mapa 1), de los que sólo uno aparece al Sur del Sistema Ibérico meridional, en concreto en la Cordillera Bética. Las razas definidas para el territorio ibérico son *catalaunica* Gaussen y *olivicola* Vayr (ambas en Cataluña), *iberica* Svoboda (sistemas Central e Ibérico), *pyrenaica* Svoboda (Centro y Oeste de los Pirineos) y *nevadensis* (H. Christ) Heywood (sierras béticas de Baza y Nevada) (FRANCO, J., 1998; COSTA, M. y otros, 2005). Todas ellas derivan de dos haplotipos ibéricos diferentes de *P. sylvestris* existentes durante el último periodo glacial (CHEDDADI, R. y otros, 2006).

Los bosques de *P. sylvestris* ssp. *nevadensis* constituyen poblaciones relictas de máximo interés (RUIZ DE LA TORRE, J., 2006) que se refugian en dos enclaves concretos de montaña de la Cordillera Bética, Sierra Nevada y Sierra de Baza, bajo condiciones sub-fitoclimáticas mediterráneas esteparias (CATALÁN, G., 1991). Se conservan gracias al mantenimiento de manera local de unas condiciones ecológicas mínimamente óptimas para su desarrollo, esencialmente edáficas y de exposición, que contrarrestan la sequedad estival de estas montañas béticas, donde la precipitación del mes más seco se sitúa por debajo de 10 mm, hecho que supone un factor limitante para el pino silvestre (COSTA, M. y otros, 2005). Por tanto, se desarrollan en una situación de frontera que hace de estos bosques formaciones muy susceptibles y frágiles a cualquier tipo de cambio ambiental o agresión externa. Son la formación arbórea que, de manera natural, consigue vivir a mayor altitud en las montañas béticas (OLMEDO, J. A., 2010).

El aislamiento geográfico de la especie en dos núcleos separados obedece a la regresión que sufrió el pino silvestre a raíz de los cambios climáticos acaecidos a lo largo del Holoceno; en este sentido, la subespecie nevadense se puede incluir en el conjunto de especies arbóreas europeas cuya distribución restringida todavía está en relación con sus refugios glaciales (SVENNING, J. C. y SKOV, F., 2007). Tal y como señala LINARES, J. C. (2011) para los abetos mediterráneos, es previsible que la complejidad orográfica mediterránea jugara un papel clave en su evolución y persistencia en fitorefugios meridionales tras la última glaciación. En cualquier caso, ambas poblaciones presentan con gran probabilidad el mismo origen, derivando de los

Mapa 1. Regiones de procedencia y distribución de *Pinus sylvestris* en la Península Ibérica.



1. Alto Valle del Porma; 2. Alto Ebro; 3. Pirineo Navarro; 4. Prepirineo Montano Seco; 5. Pirineo Montano Húmedo Aragonés; 6. Pirineo Montano Húmedo Catalán; 7. Prepirineo Catalán; 8. Montaña Soriano-Burgalesa; 9. Sierra de Ayllón; 10. Sierra de Guadarrama; 11. Sierra de Gredos; 12. Montes Universales; 13. Sierra de Javalambre; 14. Sierra de Gúdar; 15. Sierras de Tortosa y Beceite; 16. Montañas de Prades; 17. Sierras Penibéticas; 18. Alto Carrión; 19. Arenales de la Meseta Norte.

Fuente: INIA (2007).

bosques de coníferas que durante el Würm ocuparon parte de las montañas meridionales más continentales de la Península Ibérica, sin que existan en la actualidad diferencias fenotípicas que hagan pensar lo contrario (ROSÚA, J. y otros, 2001).

A la excepcionalidad y rareza de estos bosques béticos contribuye el hecho de la presión antrópica a la que se han visto sometidos en los últimos milenios; en ocasiones, ésta ha sido tal que ha desconfigurado completamente el carácter del bosque, sobre todo en Sierra Nevada, donde las comunidades climácicas casi han desaparecido, predominando las etapas seriales del mismo (MOLERO, J. y otros, 1992). Los bosques de mayor entidad se conservan en la Sierra de Baza, donde se desarrollan varios rodales maduros en estado óptimo en los altos calares oromediterráneos.

El objetivo de la investigación es el análisis biogeográfico de los bosques de pino silvestre y, en su conjunto, de las formaciones vegetales que en la actualidad

conforman la fitocenosis en la Sierra de Baza, así como su cartografía detallada. Esta información puede ser utilizada como una herramienta más para la gestión de este ecosistema vegetal de carácter excepcional, alto valor ecológico y fragilidad de cara a su conservación —dentro del marco general de protección que le ofrece el Parque Natural de la Sierra de Baza— ante el peligro que representan los procesos de cambio ambiental predichos para un futuro inmediato, especialmente notables en la región Mediterránea.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

La Sierra de Baza se localiza en la parte central de la Cordillera Bética, dentro de la comunidad autónoma de Andalucía (provincia de Granada, Sur de España) (Mapa 2). El dominio vegetal de los bosques de *P. sylvestris* ssp. *nevadensis* se desarrolla en el sector de cumbres centro-occidentales del macizo, a altitudes entre 1.800 m. y

Mapa 2. Localización del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM).

2.269 m., cota que se alcanza en el Calar de Santa Bárbara. La superficie considerada como dominio potencial de la fitocenosis ocupa algo más de 4.000 hectáreas. Dicho territorio pertenece al complejo geológico Alpujárride del sector Penibético (o Bético en sentido estricto), predominando materiales carbonatados triásicos (calizas y dolomías), donde se desarrollan litosoles calcáreos, y afloramientos locales de filitas y cuarcitas, también alpujárrides, que favorecen la formación de suelos ácidos más evolucionados.

Este ámbito pertenece al distrito biogeográfico Serrano-Baztetano (subsector Orofilábrico-Baztetano, sector Accitano-Baztetano, provincia Bética). Siguiendo la clasificación bioclimática que diversos autores han establecido para la región Mediterránea, en la Sierra de Baza se desarrolla el bioclima mediterráneo pluviestacional-oceánico, aunque precisamente en el sector de cumbres se puede considerar el desarrollo del tipo pluviestacional continental; el piso bioclimático al que pertenece el dominio de vegetación considerado es el oromediterráneo (termotipo, $It^1=60$ a -30) subhúmedo (ombrotipo, precipitación media anual superior a 600 mm). Según se ha establecido en otras investigaciones (ver OLMEDO, J. A., 2011), este sector de cumbres representa los «polos» de frío y precipitación del macizo, con temperaturas medias anuales y precipitaciones medias anuales calculadas de entre 5 y 7 °C y 700-800 mm respectivamente.

2.2. *Proceso metodológico*

Las distintas cuestiones tratadas en la presente investigación que van más allá del estudio biogeográfico de campo de la vegetación se han basado en la revisión bibliográfica de fuentes, las cuales quedan convenientemente indicadas en el texto. Sí hay que concretar que para las referencias de los distintos tipos de sustrato y edáficos se consultó respectivamente el Mapa Geológico de España (hojas número 993, 994, 1.011 y 1.012) y los Mapas de Suelos (hoja 994) del Proyecto Lucdeme. Una vez delimitado en el campo el dominio potencial de la fitocenosis, se siguieron las consideraciones de RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2011) para establecer el rango biogeográfico del territorio considerado en relación a la última sectorización sobre esta cuestión aceptada para la provincia Bética. Para el contexto bioclimático, se utilizaron las referencias que RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1996, 2008) y RIVAS-MARTÍNEZ, S. y LOIDI, J. (1999) han establecido para la región Mediterránea, aunque la acotación del piso bioclimático oromediterráneo, coincidente con la fitocenosis, se llevó a cabo en el marco de otras investigaciones (ver OLMEDO, J. A., 2011).

En el análisis de la vegetación se utilizó el concepto de fitocenosis, entendido como la unidad bioestructural, área y ambiente de los ecosistemas vegetales, sus

1. It , Índice de termicidad: suma en décimas de °C de la temperatura media anual (T) y las temperaturas medias de las mínimas del mes más frío (m) y de las máximas del mes más frío (M), multiplicando el resultado por 10.

biotopos y las condiciones mesológicas donde se desarrollan, es decir, el hábitat (RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2005), al considerarse que es el que muestra de manera más adecuada la dimensión geográfica de la vegetación. Asimismo, se manejó la noción de formación vegetal para recoger las principales entidades vegetales desarrolladas en su seno, siendo el criterio diferenciador básico el tamaño (formaciones arbóreas, arbustivas y herbáceas) de acuerdo con AROZENA, M. (2000). Para las referencias sintaxonómicas se tomaron como válidos los planteamientos establecidos por RIVAS-MARTÍNEZ, S. y otros (1987, 2005), VALLE, F. y GÓMEZ, F. (1988), PÉREZ, F. y otros (1990), MOLERO, J. y otros (1992), VALLE, F. y otros (2003) y RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2011). Para el reconocimiento y comprobación de la flora presente en la fitocenosis, los trabajos de VALLE, F. y GÓMEZ, V. (1988) y de BLANCA, G. y MORALES, C. (1991) resultaron de especial utilidad, así como otra obras de carácter más general de VALLE, F. y otros (2003), BLANCA, G. y otros (2009) y CASTROVIEJO y otros (2010). En la nomenclatura de los taxones se contemplaron las normas del Código de Nomenclatura Fitosociológica (WEBBER, H. y otros, 2000). La tabla de inventarios fitosociológicos que se presenta es resultado de la información obtenida con el trabajo de campo; estos inventarios se han realizado siguiendo la metodología sigmatista de la escuela de Zurich-Montpellier (escuela de Braun-Blanquet²). Los inventarios se realizaron en cuatro parcelas de bosque de 500 m² de área cada una, intentado que la localización de las mismas fuese lo más representativa posible del estado actual de la fitocenosis.

2.3. Representación cartográfica

Por último, para la elaboración de la Cartografía a través de Sistemas de Información Geográfica (Arc View 3.2. y Arc Gis 9.0.), y partiendo de las consideraciones de PANAREDA I CLOPÉS, J. (2000) sobre cartografía y representación fitogeográfica, ha sido el trabajo de campo el método para el reconocimiento y delimitación de las distintas unidades vegetales, conjuntamente con el visionado de fotografías aéreas de distintas fechas (2001, 2004 y 2007). Las tipologías que componen la leyenda son resultado de la sintetización de todas las unidades de vegetación detectadas en un primer momento que, dado su gran número y el tipo de cartografía objetivo de la investigación, hacía inviable su representación en bruto debido a la excesiva fragmentación del mapa resultante. Para la composición de los distintos mapas se ha utilizado el material disponible en la Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía (REDIAM), salvo para aquellos cuya fuente de origen es otra.

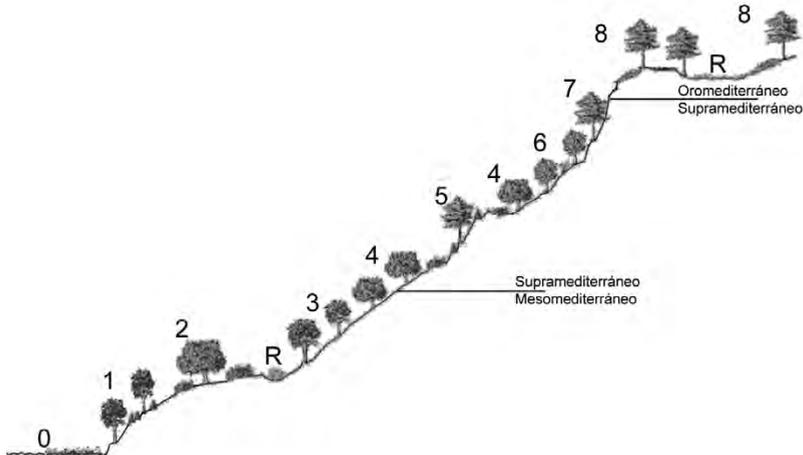
2. Basada en los siguientes índices de abundancia-dominancia: 5; Cualquier número de individuos, con cobertura >75% del área estudiada. 4; Cualquier número de individuos, cobertura 50-75%. 3; Cualquier número de individuos, cobertura 25-50%. 2; Cualquier número de individuos, cobertura 5-25%. 1; Numerosos, con cobertura <5%, o dispersos con cobertura >5%. +: Pocos, cobertura pequeña. R: Solitarios, cobertura pequeña.

3. RESULTADOS

3.1. Estado actual de la fitocenosis: Secuencia vegetacional

La fitocenosis del pino silvestre se encuadra en la serie de vegetación *Daphno hispanicae-Pinetum nevadensis* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & Penas 2002, cuyo estadio climácico lo constituyen los propios bosques de *P. sylvestris* ssp. *nevadensis* junto a matorrales rastreros de sabinas, *Juniperus sabina* L., localmente con enebros, *Juniperus communis* L. ssp. *hemisphaerica* (K. Presl) Nyman. Esta serie se define como supra-oromediterránea subhúmeda y calco-dolomítica, aunque allí donde aparece bajo condiciones supramediterráneas lo hace en enclaves en los que, debido a cuestiones topográficas, no se desarrolla vegetación propia de este piso (MOLERO, J., y otros, 1992). Su distribución biogeográfica es exclusivamente baztetana (Sierra de Baza) y trevenquina (picos del Trevenque y del Tesoro en Sierra Nevada) en función de la singularidad del pino silvestre nevadense. Estos bosques son el eslabón que culmina la cliserie altitudinal de la vegetación basófila en la zona calcárea de la Sierra de Baza, como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1. Cliserie de vegetación potencial en el sector calcáreo.



0. Cultivos o eriales; 1. Pinar-sabinar edafoixerófilo de pino carrasco y sabina mora; 2. Encinar climatófilo; R. Formaciones edafohigrófilas (saucedas, espinales-zarzales, juncales); 3. Pinareas subespontáneas de pino carrasco, seriales del encinar; 4. Encinar climatófilo; 5. Pinar-sabinar edafoixerófilo dolomítico de pino carrasco y sabina mora; 6. Aceral-quejigal climatófilo; 7. Pinar-sabinar edafoixerófilo de pino salgareño y sabina mora; 8. Pinar-sabinar climatófilo de pino silvestre y sabina rastrera; R. Prados higrófilos oromediterráneos.

Fuente: Elaboración propia.

Las formaciones vegetales seriales de sustitución del estadio climácico están adaptadas a las difíciles condiciones ecológicas del medio, marcadamente de tipo climático, de modo que la vegetación ha desarrollado morfologías particulares como portes rastreros y almohadillados (pulvulares) en matorrales y pastizales, y hojas aciculares en el caso del arbolado; estos procesos están encaminados a reducir la transpiración. A continuación se detallan las formaciones vegetales que se han reconocido en campo como integrantes de la secuencia vegetal de la serie de vegetación *Daphno-Pinetum nevadensis*.

3.1.1. Etapa climácica

Pinar-sabinar de *P. sylvestris* ssp. *nevadensis* y *J. sabina*, enriquecido localmente con *Pinus nigra* Arnold ssp. *latisquama*³ (Willk.) Heywood y *J. communis* ssp. *hemisphaerica* (*Daphno-Pinetum nevadensis* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & Penas 2002).

Se trata de una formación de pinar desde muy abierto hasta relativamente cerrado, de estratificación simple, o bien de un sabinar con pinos, que sustituyen por encima de 1.800-2.000 m. de altitud a los bosques de planifolios. Se desarrolla en dos núcleos actualmente inconexos, aunque muy próximos entre sí, separados por un corredor que se ha establecido como supramediterráneo y al que, a pesar de la ausencia de bosque en la actualidad, se le ha atribuido un dominio potencial esclerófilo por la presencia de bioindicadores como *Quercus rotundifolia* L. arbustivo y *Cytisus scoparius* (L.) Link ssp. *reverchonii* Degen & Hervier. El primero de los núcleos se desarrolla en los calares de Rapa, San Sebastián y Descabezado (Sur del sector calcáreo cacuminal), aunque en estas cimas los rodales de bosque natural ocupan una pequeña superficie frente a las repoblaciones; por el contrario, en las cimas de Santa Bárbara, La Boleta, Pozo de la Nieve y cerros del Sabinar y del Calar (al Norte) se localizan los enclaves donde los bosques se conservan en un estado más óptimo. Por encima de todos destaca el «Pinar de la Fonfría» (Imagen 1), en la umbría del cerro del Calar, que además es donde se desarrollan las únicas trazas de importancia de bosque mixto entre pino silvestre y salgareño, si bien no se pueden definir diferencias fisonómicas ni florísticas respecto a los rodales exclusivos de pino silvestre.

Estas masas arboladas presentan un predominio de ejemplares adultos, algunos muy longevos, de gran porte, superando los 10 metros de altura; este hecho contrasta con la escasez de individuos jóvenes y plantones que se ha observado, por lo que se puede afirmar que la regeneración del bosque está poco favorecida. Los rodales

3. Taxón que, tras una reciente corrección taxonómica (ver Rivas-Martínez y otros, 2011), sustituye en la Cordillera Bética al que recoge Flora Ibérica (Vol. I) como *P. nigra* Arn. ssp. *salzmanii* (Dunal) Franco.

Imagen 1. *Aspecto del Pinar de la Fonfría en la umbría del Cerro del Calar. Hacia el Este (derecha de la imagen) se aprecian los prados del Rey y de la Fonfría.*



Fuente: Elaboración propia a partir de REDIAM. Ortofotografía de 2004.

más densos (Imagen 2) colonizan los suelos profundos desarrollados sobre filitas y cuarcitas de las laderas y vaguadas más húmedas y frescas, mientras que el arbolado se aclara progresivamente hacia las posiciones periféricas más rocosas, en las cascajales de elevadas pendientes, en las cimas más expuestas y hacia altitudes menores; bajo estas condiciones mesológicas menos favorables al pino silvestre, de existir arbolado, éste viene protagonizado en mayor medida por *P. nigra* ssp. *latisquama*, si bien es cierto que los bosques oromediterráneos de pino salgareño son marginales, predominando éstos en cotas supramediterráneas, aunque en este caso con carácter edafoxerófilo. Bajo algunas de estas masas de coníferas, aunque también en los tramos de bosque parcial o totalmente repoblado, se conservan elementos puntuales de tejos, *Taxus baccata* L., especie Eurosiberiana y Mediterránea que adquiere un carácter relicto en las habitaciones más meridionales donde aparece, como es el caso, y que se desarrolla con preferencia en ambientes umbrosos, frescos y bajo la cubierta protectora de otras especies, en enclaves por lo general poco accesibles al ser humano y a sus ganados (GUZMÁN, J. y otros, 2008; LORA, A., 2008;

Imagen 2. Los bosques de *Pinus sylvestris* más densos se localizan en laderas y vaguadas frescas de carácter silíceo. Calar del Pozo de la Nieve.



Fuente: José A. Olmedo.

MOLERO, J., 2008), unos biotopos que en su óptimo serían secundarios, como cantiles, laderas, fondos de valle e, incluso, fisuras de rocas (AGUILERA, S. y otros, 1997). Del mismo modo, ejemplares aislados de *Acer opalus* Mill. ssp. *granatense* (Boiss.) Font Quer & Rothm. se entremezclan con los rodales de bosque a menor altitud.

La densidad de la vegetación del sotobosque es fluctuante, dependiente del tipo de suelo, la orientación y la exposición; dicho sotobosque está protagonizado en gran medida por la otra formación que, junto al arbolado, supone la etapa clímax, que no es otra que el sabinar de *J. sabina*. Este estrato arbustivo rastrero y de bajo porte se enriquece localmente con *J. communis* ssp. *hemisphaerica* en posiciones edáficas húmedas, donde el enebro rastrero incluso adquiere un protagonismo similar al del sabinar. Espinales y matorrales xeroacánticos de tipo almohadillado y pulvinular sólo alcanzan entidad bajo las masas arboladas más abiertas, mientras que allí donde el suelo permanece más desnudo destaca un recubrimiento de pastizales de montaña de escaso porte que, en cualquier caso, están presentes en todo el sector de cumbres.

Imagen 3. *Sabinar rastrero de elevado recubrimiento. Al tratarse de un enclave de litosoles calcáreos, predomina Pinus nigra muy disperso.*



Fuente: José A. Olmedo.

Es fuera de las masas principales de bosque donde el sabinar alcanza importante desarrollo, especialmente en laderas líticas donde es la vegetación predominante (Imagen 3), unos enclaves poco o nada arbolados donde es el pino salgareño el que toma mayor protagonismo hasta hacerse dominante. Destacan especialmente localidades como el collado de la Boleta, la vertiente Norte del Picón de Gor, las cimas de Rapa, San Sebastián y el Descabezado o el Calar de Santa Bárbara.

Las especies más características de la etapa clímax son *P. sylvestris* ssp. *nevadensis*, *P. nigra* ssp. *latisquama*, *J. sabina*, *J. communis* ssp. *hemisphaerica*, *Daphne oleoides* Schreb., *Berberis hispanica* Boiss. & Reut., *Prunus prostrata* Labill., *Ononis aragonensis* Asso, *Astragalus granatensis* Lam., *Lonicera splendida* Boiss., *Cerastium gibraltaricum* Boiss., *Geum heterocarpum* Boiss. o *Polygala boissieri* Coss. Para entender cómo se estructura esta formación climácica y la flora que la compone, la Tabla 1 recoge cuatro inventarios fitosociológicos de Daphno-Pinetum nevadensis.

Tabla 1. Inventarios de la comunidad *Daphno-Pinetum nevadensis*.

Nº inventario	1	2	3	4
Altitud (msnm)	2.030	2.100	1.910	2.020
Cobertura	85	65	80	55
Inclinación (%)/Orientación	5/NE	15/N	10/N	15/S
Características de asociación y unidades superiores:				
<i>Pinus sylvestris</i> ssp. <i>nevadensis</i>	4	3	2	3
<i>Pinus nigra</i> ssp. <i>latisquama</i>	.	.	3	1
<i>Juniperus sabina</i>	2	2	2	1
<i>Juniperus communis</i> ssp. <i>hemisphaerica</i>	1	r	1	.
<i>Daphne oleoides</i>	.	+	.	r
<i>Poa ligulata</i>	.	+	.	.
Compañeras:				
<i>Acer opalus</i> ssp. <i>granatensis</i>	+	.	+	.
<i>Berberis hispanica</i>	2	1	2	1
<i>Vella spinosa</i>	1	+	1	1
<i>Hormathophylla spinosa</i>	1	+	1	r
<i>Rosa sicula</i>	+	1	1	.
<i>Erinacea anthyllis</i>	+	.	.	+
<i>Astragalus granatensis</i>	+	+	1	.
<i>Rosa pouzinii</i>	r	.	.	.
<i>Prunus ramburii</i>	+	.	.	+
<i>Ononis aragonensis</i>	+	.	r	.
<i>Amelanchier ovalis</i>	.	r	+	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	+	r
<i>Lonicera arborea</i>	.	.	r	.
<i>Festuca iberica</i>	1	.	+	.
<i>Festuca hystrix</i>	1	1	1	+
<i>Festuca indigesta</i>	+	+	1	.
<i>Digitalis obscura</i>	r	.	1	.
<i>Saxifraga granulata</i>	+	.	1	+
<i>Helictotrichon filifolium</i>	.	+	+	.
<i>Cerastium gibraltarium</i>	.	.	r	+
Localidades: 1. Prados del Rey (37°22'41"N / 2°51'18"E); 2. Cerro del Calar (37°22'21"N / 2°51'13"E); 3. Pinar de la Fonfría (37°22'15"N / 2°52'30"E); 4. Collado de la Boleta (37°22'53"N / 2°51'43"E)				

Fuente: Elaboración propia

Imagen 4. Espinal preforestal de bajo porte típico de la orla del pinar. En este caso, aspecto invernal de una formación de *Berberis hispanica* y *Prunus ramburii*.



Fuente: José A. Olmedo.

3.1.2. Etapa prebosque

Orla preforestal espinosa (*Lonicero splendidae-Berberidetum hispanicae* Asensi & Rivas-Martínez 1979).

Se trata de espinales de bajo a medio porte que orlan los bosques de pino silvestre (Imagen 4) —siendo una formación destacada también en su interior— que, aunque de carácter basófilo, se ha comprobado que se adaptan perfectamente a los suelos silíceos donde el pinar adquiere más desarrollo. De óptimo supramediterráneo, alcanzan el horizonte inferior del piso oromediterráneo en la Sierra de Baza como subasociación *juniperetosum sabiniae*, donde sabinas y enebros rastreros son los elementos diferenciadores. De tallas medio-bajas —0,5 a 1,5 m.—, estos espinales se desarrollan progresivamente más abiertos y con un menor porte en enclaves rocosos y expuestos, persistiendo si hay percolación del agua en superficie que permita cierta humedad

Imagen 5. *Matorral xeroacántico almohadillado, con predominio de Hormathophylla spinosa y Erinacea anthyllis. Calar de Santa Bárbara.*



Fuente: José A. Olmedo.

en capas inferiores durante los meses estivales. Algunos espinales se enriquecen con arces, *A. opalus* ssp. *granatensis*, sobre todo en los calares de Rapa y San Sebastián, formando bosquetes abiertos caduco-espinosos de escasísima extensión. Las especies más características son *B. hispanica*, *Prunus ramburii* Boiss., *P. prostrata*, *Rosa micrantha* Sm., *Rosa sicula* Tratt., *O. aragonensis*, *Helleborus foetidus* L. o *P. boissieri*.

3.1.3. Etapa de matorrales seriales

Matorrales xeroacánticos, almohadillados y pulvinulares (*Saturejo intricatae-Velletum spinosae* Rivas Goday 1968 corr. Alcaraz, Gómez, De la Torre, Ríos & Álvarez 1991).

Esta formación bética de caméfitos espinescentes presenta una característica fisonomía almohadillada, con portes que no superan los 30-40 cm. debido a las condiciones mesológicas a las que se ve expuesta (Imagen 5). Alcanza una importante

significación en todo el sector de cumbres calcáreas de la Sierra de Baza, con rodales de densidad variable, desde muy claros hasta formaciones cerradas. Sustituye al pinar-sabinar y a la orla espinosa del bosque en enclaves de suelos progresivamente más secos y rocosos, muy expuestos al viento y a la insolación, con gran capacidad de colonización de posiciones muy erosionadas, donde llega a adquirir el carácter de vegetación permanente. Los taxones más reconocibles son *Hormathophylla spinosa* (L.) P. Kupfer, *A. granatensis*, *Erinacea anthyllis* Link ssp. *anthyllis*, *Vella spinosa* Boiss., *Bupleurum spinosum* Gouam, *Helianthemum apenninum* (L.) Mill., *Jurinea humilis* (Desf.) DC. o *Satureja intricata* Lange.

Tomillares dolomíticos (*Convolvulo nitidi-Andryaletum agardhii* Quézel 1953).

Se trata de un tomillar de escaso porte, muy ralo y abierto, formado por nanocaméfitos prostrados, que aparece en sustratos dolomíticos parcialmente arenizados. Se ha localizado fragmentariamente en enclaves como el Picón de Gor, los calares de las Grajas y las Torcas y en diversas localidades del Calar de Santa Bárbara. Por sus apetencias edáficas, es una vegetación que se puede considerar de carácter permanente. Destacan especies endémicas béticas como *Pterocephalus spathulatus* (Lag.) Coult., *Arenaria armerina* Bory o *S. intricata*, y otras de distribución ibérica como *Arenaria tetraquetra* L.

3.1.4. Etapa de pastizales seriales

Prados húmedos (*Coronillo minimae-Astragaletum nummuraloides* Pérez Raya & Molero Mesa 1990).

Este pastizal basófilo bético de carácter vivaz, formado por nanocaméfitos y hemicriptófitos oromediterráneos, se desarrolla sólo puntualmente debido a que requiere suelos relativamente evolucionados. Ocupa depresiones y vaguadas de origen kárstico, especialmente dolinas de escasa extensión irregularmente repartidas en el sector de cumbres, algunas de las cuales aparecen profusamente repobladas de coníferas en virtud del mayor desarrollo edáfico. Son unos prados muy apetecidos por los herbívoros, lo que favorece el desarrollo de vegetación nitrófila. Como especies más destacadas se pueden citar *Ononis cristata* Mill., *Astragalus incanus* L. ssp. *nummuraloides* (Desf.) Maire, *Plantago holosteum* Scop., *Carex leporina* L. o *Helianthemum oelandicum* (L.) Dum. Cours. ssp. *incanus* (Willk.) G. López.

Prados secos (*Seselido granatensis-Festucetum hystericis* Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1987).

Son pastizales de alta montaña muy comunes en todo el piso oromediterráneo calcáreo de la Sierra de Baza, formados por hemicriptófitos graminoides de escasa

talla y ralo recubrimiento del suelo. Las especies más destacadas son *Seseli montanum* L. ssp. *granatense* (Willk.) C. Pardo, *Festuca hystrix* Boiss., *Poa ligulata* Boiss., *A. tetraquetra*, *Koeleria vallesiana* (Honck.) Gaudin, *A. armerina* o *Alyssum serpyllifolium* Desf.

Lastonares (*Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae* Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1984).

Pastizal vivaz de carácter amacollado que, aunque típicamente supramediterráneo, alcanza los 2.100 m. de altitud en rodales aislados que colonizan enclaves rocosos, alterados por la minería muchos de ellos. *Festuca scariosa* (Lag.) Asch. & Graebn. es el taxón directriz.

3.1.5. Vegetación higrófila

En los enclaves de menor inclinación sobre sustrato ácido, el drenaje del suelo es poco efectivo, lo que provoca el encharcamiento temporal del suelo en la época de precipitaciones y con el deshielo primaveral; en estos ambientes se desarrollan unas formaciones pratenses de carácter higrófilo que, aunque no participan de la dinámica vegetal de la fitocenosis del pino silvestre, merecen ser consideradas por su importancia ecológica y su singularidad en el conjunto de la vegetación Bética (Imagen 6). Se trata de pastizales higrófilos (*Plantagini granatensis-Festucetum ibericae* Gómez-Mercado, Valle & Mota 1995) que recuerdan a los «borreguiles» de Sierra de Nevada, junto a los que se desarrollan puntualmente otras formaciones en parte acuáticas y anfibias en los enclaves más húmedos y en lagunajos de escasa extensión: juncales de cierto carácter nitrófilo (*Cirsio paniculati-Juncetum inflexi* Vigo 1968), herbazales helofíticos acuáticos —junciformes o graminoides— de carácter palustre (*Acrocladio cuspidati-Eleocharidetum palustris* Bolós & Vigo en Bolós 1967), juncales helófitos (comunidad de *Eleocharis quinqueflora* (Hartm.) O. Schwarz) y herbazales acuáticos y anfibios (comunidad de *Ranunculus peltatus* Schrank). Al tratarse de una serie de comunidades permanentes sin dinamismo vegetal entre sí, que se organizan en virtud del gradiente variable de humedad —encharcamiento— de los suelos, se consideran en su conjunto como «geopermaserie» edafohigrófila oromediterránea.

3.1.6. Vegetación rupícola

Una serie de formaciones rupícolas con un carácter de vegetación permanente y exoserial se desarrolla en los frecuentes roquedos, canchales y cortados rocosos del sector cacuminal dentro del dominio potencial del pinar; son comunidades de *Crepid-Iberidetum granatensis* (Quézel 1953), *Erodio-Saxifragetum erioblastae* (Pérez Raya y

Imagen 6. *Aspecto primaveral de los prados higrófilos de Festuca iberica en las inmediaciones de los Prados del Rey.*



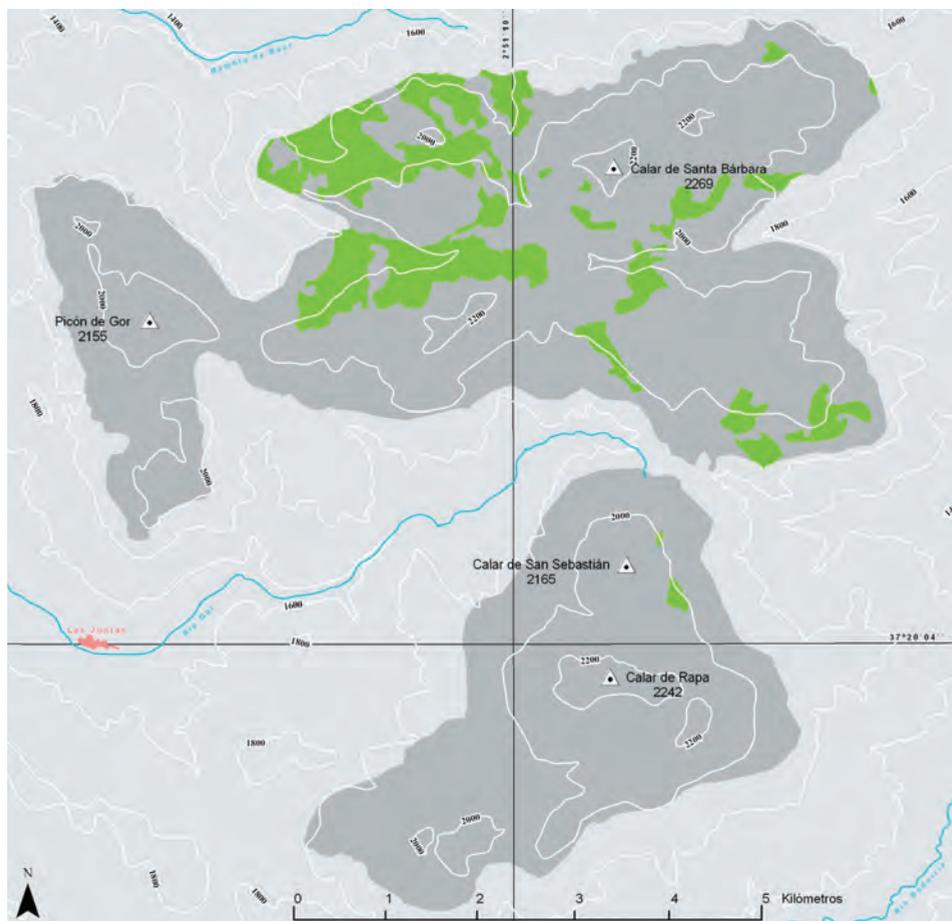
Fuente: José A. Olmedo.

Losa Quintana 1986) y *Teucrio-Kerneretum boissieri* (Quézel 1953), ésta localmente como subasociación *allysetosum cadevalliani*.

3.1.7. Vegetación nitrófila

Por último, hay que destacar el desarrollo local de formaciones de *Artemisia campestris* L. ssp. *glutinosa* (DC.) Batt. en suelos alterados altamente nitrificados que coinciden con enclaves muy pastoreados. Este tipo de vegetación en ambientes oromediterráneos no es frecuente, por lo que no se considera la aparición de la comunidad *Artemisio glutinosae-Santolinetum canescentis* (Peinado y Martínez Parras 1984), cuyo óptimo alcanza el piso supramediterráneo.

Mapa 3. Superficie actual ocupada por los bosques autóctonos de *Pinus sylvestris* ssp. *nevadensis* en el dominio potencial de *Daphno-Pinetum nevadensis*.

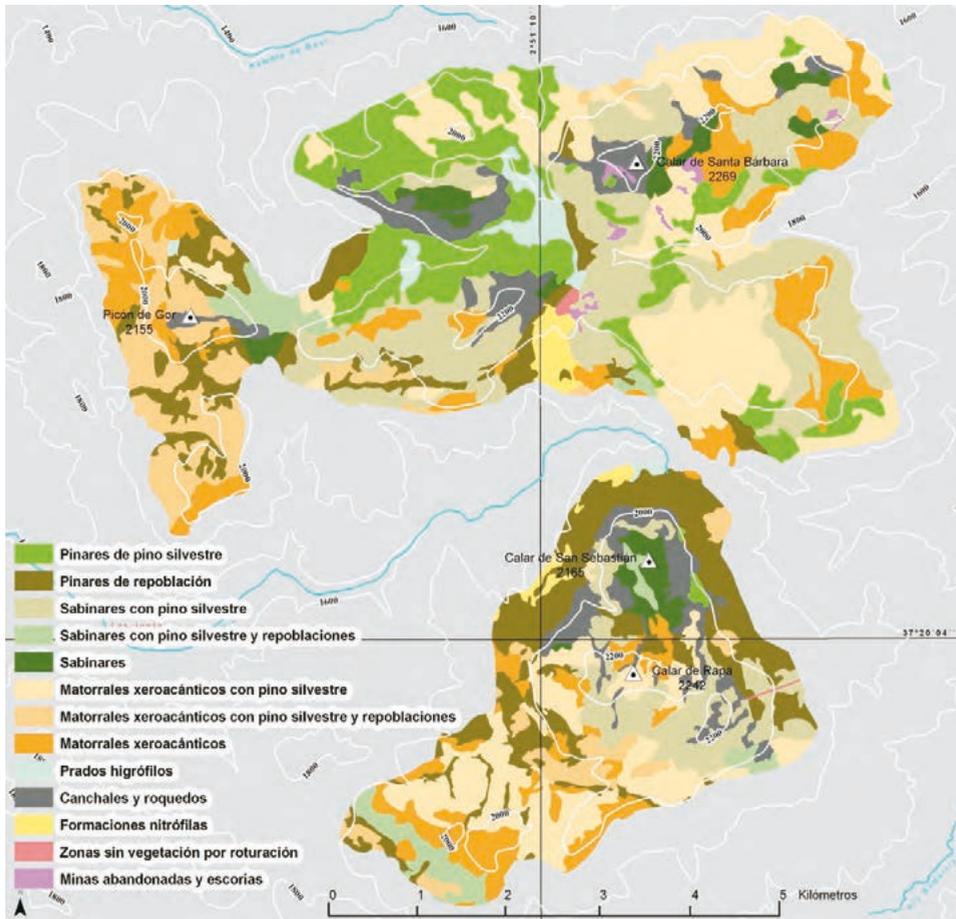


Fuente: Elaboración propia.

3.2. Cartografía

La siguiente cartografía recoge la distribución de las masas de bosque autóctono exclusivamente formado por *P. sylvestris* ssp. *nevadensis* (puntualmente con *P. nigra* ssp. *latisquama*) en el piso oromediterráneo calcáreo de la Sierra de Baza (Mapa 3) y las principales unidades vegetales que componen la fitocenosis en su conjunto, y que dan sentido a la dinámica vegetal de la serie *Daphno hispanicae-Pinetum nevadensis* (Mapa 4).

Mapa 4. *Unidades vegetales principales en el dominio potencial de Daphno-Pinetum nevadensis.*



Fuente: Elaboración propia.

4. DISCUSIÓN

Hay que considerar una serie de factores determinantes para el mantenimiento actual de estos bosques como formaciones relicticas de excepcional importancia ecológica. La existencia de unas condiciones mesológicas favorables en los altos calares calcáreos oromediterráneos del macizo ha permitido su refugio local en un entorno macroclimático y edáfico —incluso social— poco favorable, a diferencia de

lo acontecido en otros enclaves oromediterráneos donde los bosques de pino silvestre han desaparecido.

En primer lugar, la altitud a la que se sitúan contribuye a alterar notablemente los regímenes térmico y pluviométrico respecto de cotas inferiores; incluso, el área de cumbres silíceas de la mitad Este del macizo (1.800-2.000 m.) es mucho más xerofítica al quedar en situación de sotavento respecto de las masas húmedas del Oeste. Por tanto, los bosques de pino silvestre se desarrollan bajo condiciones microclimáticas mediterráneas de alta montaña, frescas y relativamente húmedas, favorables para su persistencia, pero a su vez con notables rigores tanto invernales (nieve, hielo, vientos y temperaturas mínimas extremas) como estivales (ausencia destacada de precipitaciones, lo que no favorece el desarrollo vegetativo de las plantas, o elevada insolación); estas circunstancias limitantes obligan a las distintas formaciones vegetales que componen la fitocenosis a adaptarse a las adversidades adoptando biotipos adecuados (VALLE, F. y GÓMEZ, F., 1988).

Junto a las condiciones climáticas, la exposición es otro factor a tener en cuenta a la hora de caracterizar el hábitat del bosque y la distribución de la vegetación en su dominio potencial. Se ha podido comprobar que las masas arboladas más desarrolladas prefieren laderas y rellanos orientados al N y NO, lo que concuerda con lo que establecen COSTA, M. y otros (2005), que señalan una clara apetencia de los pinares béticos de pino silvestre por situaciones marginales de vaguadas frescas y umbrías. Aunque en las posiciones más expuestas el viento llega a ser un factor limitante absoluto para el arbolado (VALLE, F. y GÓMEZ, F., 1988), esto no significa que rodales más abiertos de pinar o individuos aislados no se desarrollen en las solanas más acentuadas, en tramos de elevadas pendientes —incluso sobre canchales y cascajales móviles— y en las zonas culminantes más expuestas, donde son frecuentes ejemplares aislados que adoptan una fisonomía singular a causa del viento (los denominados «pinos bandera»).

Sin embargo, el factor que a nuestro juicio es clave en la persistencia de estos bosques en estas latitudes meridionales es el tipo de suelo en el que se asientan, al menos parcialmente. En un entorno litológico y, por consiguiente, edáfico eminentemente calcáreo, con predominio de calizas y dolomías triásicas del complejo Alpujárride, que dan lugar a litosoles básicos escasamente desarrollados, la existencia de afloramientos menos extensos de filitas rojas y cuarcitas triásicas y pérmicas, también alpujárrides, ha favorecido la formación de suelos de carácter ácido; éstos presentan una mayor capacidad de retención del agua de lluvia y de la procedente del deshielo al contar con un horizonte subsuperficial impermeable. De este modo, son suelos que mantienen la humedad en mayor grado y durante más tiempo que los litosoles calcáreos circundantes, permitiendo a la especie afrontar la sequedad de los meses estivales. En este sentido, se ha comprobado que existe una clara relación entre la presencia del pino silvestre y el desarrollo de estas condiciones edáficas, desapareciendo la especie en los suelos calizo-dolomíticos más rocosos —ergo más xéricos—, donde es sustituida por el pino salgareño, como también sucede hacia cotas inferiores del piso supramediterráneo superior, donde es el factor humedad edáfica —por defecto— el que impide el desarrollo de *P. sylvestris*. Este hecho también puede explicar el por qué no aparece esta conífera en otros macizos oromediterráneos béticos de naturaleza carbonatada, como Cazorla,

Segura, Castril o La Sagra donde, bajo condiciones incluso de mayor pluviosidad, la climax y límite superior del bosque corresponde a bosques de *P. nigra* ssp. *latisquama*.

Estas condiciones de frontera ecológica en las que se desarrollan los bosques de pino silvestre ha llevado a algunos autores como COSTA, M. y otros (2005) a atribuir el verdadero dominio de la zona forestal superior de las montañas béticas al pino salgareño, mejor adaptado a las condiciones de clima continental y xérico que las caracteriza. En este sentido, de hacerse realidad las predicciones que anuncian totales de precipitación inferiores a los actuales y periodos de sequía más extremos, es previsible que el pino salgareño sustituya al silvestre en las cumbres donde éste aparece; estos mismos cambios climáticos previstos también amenazan la conservación de los prados higrófilos de *F. iberica*. Otro factor a considerar en relación con el límite forestal en las cotas altas de la Bética es la acción abrasiva del viento, tal y como señalan VALLE, F. y GÓMEZ, F. (1988), hecho especialmente acusado en los muy expuestos calares calcáreos oromediterráneos de la Sierra de Baza.

Respecto a la regeneración de los bosques de pino silvestre nevadense en la Sierra de Baza —al igual que sucede en Sierra Nevada—, proceso que ya de por sí es largo y complejo (GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S.C. y BRAVO, F., 1999), hay que señalar la existencia de otras limitaciones; esencialmente, la presencia habitual de herbívoros ungulados en la zona supone una importante traba a la renovación del arbolado, pues afecta a las fases de semilla, plántula e individuo juvenil, tanto por el pisoteo que provocan los animales como por el consumo de semillas por éstos y otros predadores, tanto pre como post-dispersivos (CASTRO, J., 1999); esta presión de los herbívoros es significativamente mayor durante los años secos que durante los húmedos (ZAMORA, R. y otros, 2001; CASTRO, J. y otros, 2004). Otras causas de mortalidad —al margen de la sequedad estival— son el ataque de insectos, los movimientos de suelo en laderas empinadas, el consumo de semillas por parte de roedores, el granizo o las heladas (CASTRO, J. y otros, 2004). Especialmente a tener en cuenta es el ataque de la oruga *Thaumetopoea pityocampa*, la comúnmente conocida como «procesionaria del pino»; HÓDAR, J. y otros (2003) señalan que, a pesar del aislamiento de las poblaciones de pino silvestre en cotas elevadas —lo que tiende a protegerlas del ataque de la plaga—, la procesionaria del pino afecta cada vez más la especie como consecuencia del cambio climático.

Por último, hay que señalar que el proceso de acantonamiento de estos bosques en las cotas más elevadas de la Sierra de Baza por cuestiones naturales —climáticas— se ha visto acelerado y reforzado sin duda alguna por el ser humano. Esta circunstancia hay que encuadrarla en el proceso general de expansión de las sociedades neolíticas por el Mediterráneo ibérico a lo largo del Holoceno, colonizando incluso las zonas más elevadas de numerosas regiones montañosas; esta cuestión ha sido ampliamente documentada en el caso de la Sierra de Baza (ver, por ejemplo, CANO, G., 1974; MAGAÑA, L., 1978; SÁNCHEZ, L., 1992). Como resultado de esta alteración antrópica, y por lo que concierne a los pinares de pino silvestre del macizo, se puede asegurar que numerosos rodales de bosque han desaparecido, sobre todo aquellos que ocuparon determinados afloramientos de suelos silíceos en cotas oromediterráneas; estos medios más favorables desde el punto de vista edáfico fueron objeto de una

intensa —aunque seguramente discontinua— explotación agraria, sobre todo pastoril, como se puede apreciar todavía en las ortofotografías de 1956. Este hecho es muy evidente en la umbría de los calares de Rapa y San Sebastián, donde se conservan magníficos pero aislados ejemplares de pino silvestre en el seno de una extensa mancha de repoblación que ocupa suelos profundos desarrollados en filitas y cuarcitas antiguamente explotados por el hombre. Asimismo, el retroceso del bosque también obedeció a su aprovechamiento para la obtención de madera con la que abastecer a los pueblos cercanos o de su uso como combustible en la minería desarrollada en los calares en los siglos XIX y XX.

5. CONCLUSIONES

La excepcionalidad y el carácter relictivo de los bosques de pino silvestre de la Sierra de Baza obedecen a una serie de circunstancias naturales relacionadas tanto con las características físicas del territorio donde se desarrollan como con la paleo-evolución reciente de la vegetación en el Oeste de la Cuenca Mediterránea. Asimismo, su situación actual y, sobre todo, el área que ocupa el bosque, responde a la secular explotación antrópica de la Sierra de Baza. Todo ello convierte a estos bosques en un verdadero vestigio post-glacial muy adaptado a las difíciles condiciones para la vida vegetal que acontecen en la alta montaña mediterránea.

La importancia botánica, biogeográfica y paisajística de las formaciones de *P. sylvestris* ssp. *nevadensis* y, en su conjunto, de toda su fitocenosis, hace necesaria una adecuada gestión para asegurar su preservación de cara al futuro, cuestión especialmente relevante ante la vulnerabilidad de la Cuenca del Mediterráneo a los cambios ambientales predichos. Si la tendencia hacia temperaturas medias anuales más elevadas y precipitaciones menores se confirma, fitocenosis como ésta, que se hallan en una situación ecológica que se puede calificar de frontera, serán las primeras en correr grave peligro de desaparición.

6. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- AGUILERA, S., GIL, M., LÓPEZ, J. & PULIDO, A. (1997): «Situación actual del tejo en la Sierra Tejada-Almijara (Málaga-Granada)». En CEDER AXARQUÍA, *10 años de estudio sobre Taxus baccata y la S. de Tejada*, pp. 110-123. Málaga.
- AROZENA, M. E. (2000): «Estructura de la Vegetación». En MEAZA, G. (Ed.), *Metodología y Práctica de la Biogeografía*, pp. 77-140. Barcelona.
- BLANCA, G. & MORALES, C. (1991): *Flora del Parque Natural de la Sierra de Baza*. Universidad de Granada. Granada.
- BLANCA, G., CABEZUDO, B., CUETO, M., FERNÁNDEZ, C. & MORALES, C. (2009, eds.): *Flora Vascular de Andalucía Oriental*, 4 vols. C. M. A., Junta de Andalucía. Sevilla.
- CANO GARCÍA, G. M. (1974): *La Comarca de Baza. Estudio de Geografía Humana*. Dpto. de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Valencia, en colaboración con la Diputación Provincial de Granada e Instituto J. S. Elcano (CSIC). Valencia.

- CASTRO, J. (1999): *Dinámica de la regeneración de los pinares autóctonos de pino silvestre (Pinus Sylvestris L. var. nevadensis Christ) de Sierra Nevada y Sierra de Baza*. Tesis Doctoral (Universidad de Granada). Inédito.
- CASTRO, J., ZAMORA, R., HÓDAR, J. A. & GÓMEZ, J. M. (2004): «Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat». *Journal of Ecology*, 92, 266–277.
- CATALÁN, G. (Ed.) (1991): *Las regiones de procedencia de Pinus sylvestris L. y Pinus nigra Arn. ssp. salzmanii (Dunal) Franco en España*. ICONA. Madrid.
- CHEDDADI, R., VENDRAMIN, G. G., LITT, T., FRANÇOIS, L., KAGEYAMA, M., LORENTZ, S., LAURENT, J. M., DE BEAULIEU, J. L., SADORI, L., JOST, A. & LUNT, D. (2006): «Imprints of glacial refugia in the modern genetic diversity of *Pinus sylvestris*». *Global Ecology and Biogeography*, 15, 271–282.
- COSTA, M., MORLA, C. & SAINZ, H. (2005): *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta. Barcelona.
- GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S. C. & BRAVO, F. (1999): «Regeneración natural, establecimiento y primer desarrollo del pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.)». *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.:* Fuera de Serie n.º 1, 225–247.
- GUZMÁN, J. R., NAVARRO, R., MOLINA, M., PORTERO, A., LUNA, L., HENS, L., CASTILLO, M., PERAGÓN, A., BERNAL, C. & GUERRERO, H. (2008): «Presencia histórica del tejo en Sierra Nevada (Granada): una aproximación a partir de la cartografía y de los diarios de viajes de los naturalistas del siglo XIX». En CEDER AXARQUÍA, *10 años de estudio sobre Taxus baccata y la S. de Tejada*, pp. 322–331. Málaga.
- FLORA IBÉRICA. <<http://www.floraiberica.org/>> [consulta: junio de 2012].
- HÓDAR, J. A., CASTRO, J. & ZAMORA, R. (2003): «Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forests under climatic warming». *Biological conservation*, 110, 123–129.
- IGME: <<http://www.igme.es/internet/cartografia/cartografia/magna50.asp?c=s>> [consulta: 2011].
- INIA: <<http://www.sp.inia.es/Investigacion/centros/CIFOR/departamentos/ecofor/Genfored/Sig-Forest/Paginas/DistribucionEspecies.aspx>> [consulta: abril de 2012].
- JUNTA DE ANDALUCÍA: <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/>> [consulta: abril de 2012].
- LORA, A. (2008): «Riqueza, rareza y endemidad florísticas en las tejedas andaluzas». En CEDER AXARQUÍA, *10 años de estudio sobre Taxus baccata y la S. de Tejada*, pp. 136–145. Málaga.
- LINARES, J. C. (2011): «Biogeography and evolution of *Abies* (Pinaceae) in the Mediterranean Basin: the roles of long-term climatic change and glacial refugia». *Journal of Biogeography*, 38, 619–630.
- MAGAÑA VISBAL, L. (1978): *Baza Histórica*, 2 vols. As. Cultural Baza y su Comarca. Baza.
- MOLERO, J. (2008): «*Taxus baccata* L. en la zona oriental de las sierras béticas». En CEDER AXARQUÍA, *10 años de estudio sobre Taxus baccata y la S. de Tejada*, pp. 308–315. Málaga.
- MOLERO, J., PÉREZ, F. & VALLE, F. (1992): *P. Natural de Sierra Nevada*. Rueda. Madrid.
- OLMEDO, J. A. (2010): «Los pinares de *Pinus sylvestris* ssp. *nevadensis* de la Sierra de Baza». En GIMÉNEZ, P., MARCO, J. A., MATARREDONA, E., PADILLA, A. & SÁNCHEZ, A., *Biogeografía, una ciencia para la conservación del medio*, pp. 383–393. VI Congreso Español de Biogeografía, Universidad de Alicante. Alicante.
- , (2011): *Análisis Biogeográfico y Cartografía de la Vegetación de la Sierra de Baza (Provincia de Granada). El estado actual de las fitocenosis de una montaña mediterránea intensamente humaniza*. Tesis Doctoral (Dpto. de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Universidad de Granada). Inédito.

- PANAREDA I CLOPÉS, J. M. (2000): «Cartografía y representación fitogeográfica». En MEAZA, G. (Ed.), *Metodología y Práctica de la Biogeografía*, pp. 273-315. Barcelona.
- PÉREZ RAYA, F., LÓPEZ, J. M., MOLERO, J & VALLE, F. (1990): *Vegetación de Sierra Nevada. Guía Geobotánica de la Excursión de las X Jornadas de Fitosociología*. Ayuntamiento de Granada, Área de Medio Ambiente y Consumo. Granada.
- ICONA: Proyecto Lucdeme: *Mapa de suelos* : escala 1:100.000 : Baza-994 (1990). Murcia.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987): *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España 1:400.000*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Icona). Madrid.
- , (1996): *Bioclimatic map of Europe*. Universidad de León. León.
- , (Coor.) (2011): «Memoria del Mapa de Vegetación Potencial de España». *Itinera Geobotánica*, 18, 5-800.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & LOIDI, J. (1999): «Bioclimatology of the Iberian peninsula». *Itinera Geobotánica*, 13, 41-47.
- ROSÚA, J. L., LÓPEZ DE HIERRO, L., MARTÍN, J. C., SERRANO, F. A. & SÁNCHEZ, A. (2001): *Procedencias de las Especies Vegetales Autóctonas de Andalucía utilizadas en la restauración de la cubierta vegetal*. C. M. A., Junta de Andalucía. Granada.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (2006): *Flora mayor*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Dirección General para la Biodiversidad. Madrid.
- SÁNCHEZ QUIRANTE (1992): «El poblamiento de la Sierra de Baza entre el IV y el II milenio a. C. y la metalurgia del cobre». En MARÍN, N. (Ed.), *Baza y su comarca durante la época romana*, pp. 165-220. Granada.
- SVENNING, J. C. & SKOV, F. (2007): «Ice age legacies in the geographical distribution of tree species richness in Europe». *Global Ecology and Biogeography*, 16, 234–245.
- UCM: <<http://www.ucm.es/info/cif/index.html>> [consulta: julio de 2011].
- VALLE, F. & GÓMEZ, F. (1988): *Mapa de vegetación de la Sierra de Baza*. Universidad de Granada. Granada.
- VALLE, F. (Coor.) (2003): *Mapa de Series de Vegetación de Andalucía*. C. M. A., Junta de Andalucía. Madrid.
- WEBER, H. E., MORAVEC, J. & THEURILLAT, J. P. (2000): International Code of Phytosociological Nomenclature (3rd edition). *J. Veg. Science*, 11, 739-768.
- ZAMORA, R., GÓMEZ, J. M., HÓDAR, J. A., CASTRO, J. & GARCÍA, D. (2001): «Effect of browsing by ungulates on sapling growth of Scots pine in a Mediterranean environment: consequences for forest regeneration». *Forest Ecology and Management*, 144, 33-42.