

Aportaciones de la paleobotánica a la interpretación del área natural de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* en las Sierras Béticas (sureste de España)

R. Alejano^{1*} y E. Martínez Montes²

¹ Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva. 21819 Palos de la Frontera (Huelva). España

² Delegación Provincial de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

C/ Sanlúcar de Barrameda, 3. 21073 Huelva. España

Resumen

En este trabajo se ha analizado la cartografía del área natural de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* en las Sierras Béticas (sureste de España) a partir del Mapa Forestal de España en su versión digital y se han descrito las características geológicas y litológicas de las zonas que ocupa utilizando para ello la cartografía correspondiente. El área natural de la especie se ha comparado con los Mapas de Series de Vegetación más utilizados. Posteriormente se ha realizado una búsqueda bibliográfica seleccionando las citas significativas de yacimientos holocenos en el Sureste peninsular en los que se han encontrado evidencias paleoecológicas (pólenes, madera, carbón, etc.) de la presencia de *Pinus nigra* en estos enclaves. A partir de los datos obtenidos se ha discutido acerca de la presencia natural de *Pinus nigra* Arn. en las Sierras Béticas y su difícil encaje en los modelos fitosociológicos más utilizados, aportando datos ecológicos y paleoecológicos que inciden en la importancia de elaborar modelos más complejos que consideren factores más allá de la climatología y el suelo para explicar la dinámica vegetal. Se confirman o elaboran hipótesis acerca de la presencia de pino salgareño durante el Holoceno en dos zonas en las que actualmente se encuentra extinguido: la Sierra de Gádor (Almería) y las Sierras Subbéticas de Córdoba, y acerca de su mayor presencia en épocas pasadas. Como consecuencia de los resultados se incide en la importancia que tiene en la gestión forestal la consideración y conservación de las poblaciones de pino salgareño.

Palabras clave: pino salgareño, arqueobotánica, dinámica forestal.

Abstract

***Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* natural area: an interpretation supported by ecological and palaeoecological data**

This paper develops a map of the natural area of *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* in the Béticas Mountain Range based on the Digital version of the Forestry Vegetation Map of Spain. This map has been compared with the most commonly used Potential Vegetation, Geology and Lithology maps. A bibliographic research has been carried out with a selection of Holocene deposits where *Pinus nigra* pollen, wood or charcoal has been found. With this information collected, a discussion about the natural distribution of *Pinus nigra* at the Béticas Mountain Range and the difficulty of matching this distribution within the most common phytosociological models has been posed. Ecological and palaeoecological data have been given to stress the importance of developing more complex models, considering factors beyond climate and soil, to explain the forest dynamics. It has been confirmed the hypothesis about the existence of *Pinus nigra* in the Holocene in two Andalusian Mountain Range (Gádor in the province of Almeria and Sierras Sub-Béticas in the province of Córdoba), where this species are currently extinguished. Considering all these data it is emphasized the interest and importance of conservation of natural salzmann pine forests in this area.

Key words: forest dynamics, salzmann pine, potential vegetation.

Introducción

Mientras que las primeras angiospermas datan del Cretácico temprano (hace 120 millones de años) y

hoy se han extinguido entre 250.000 y 300.000 especies, las primeras gimnospermas provienen del Devónico medio (3.656 millones de años), y nunca ha habido más de unos pocos millares de especies. Como se ha inferido a partir de la existencia de conos fosilizados, los antecesores de las Pináceas evolucionaron a partir del Jurásico Medio y los pinos des-

* Autor para la correspondencia: ralejano@uhu.es

Recibido: 19-04-06; Aceptado: 04-08-06.

de el Cretácico Inferior (Stewart, 1983; Richardson y Rundle, 1998).

La presencia y abundancia de angiospermas y gimnospermas sobre la superficie de nuestro planeta, se ha ido alternando a través de los distintos periodos geológicos e históricos, y se puede afirmar que la actual distribución de la diversidad vegetal, tanto específica como estructural, responde a dos grandes grupos de causas. En primer lugar manifestaciones de carácter geológico (movimientos de placas, orogenias, etc.) o cambios climáticos (oscilaciones térmicas o pluviométricas importantes, y transgresiones y regresiones marinas que pueden ser su consecuencia) que han sido los protagonistas de los cambios en el paisaje vegetal hasta la aparición del hombre. Pero la distribución actual de las cubiertas vegetales y muy especialmente en el Viejo Mundo es el resultado de numerosas expansiones y contracciones causadas directa o indirectamente por el hombre (deforestaciones, fuegos, practicas agropastorales...), protagonista por lo tanto del segundo grupo de causas. En palabras de Arsuaga (1999), desde que el hombre empieza a dejar su impronta sobre la naturaleza (en principio en forma de manifestaciones artísticas, útiles o herramientas) algo cambia para siempre en el planeta. Y este cambio también afecta a las cubiertas vegetales.

Richardson y Rundel (1998) afirman que grandes cambios ambientales al comienzo del Cretácico dan paso a la diversificación y rápida extensión de las angiospermas a lo largo de las latitudes medias, iniciándose fuertes cambios en los ecosistemas terrestres (Crane *et al.*, 1995), ya que estas comienzan a sustituir a las formaciones dominantes de gimnospermas, que van quedando relegadas a refugios fríos o secos en latitudes polares y zonas altas de latitudes medias, que se han convertido en los principales dominios de estas especies. Importantes eventos en la formación de cadenas montañosas y cambios climáticos crearon la heterogeneidad espacial que condujo a los pinos hacia zonas que se convirtieron en centros secundarios de su diversificación. Las angiospermas, que se habían adaptado a condiciones más tropicales, vieron disminuir su presencia en las latitudes medias al final del Eoceno, lo que permitió a las gimnospermas expandir su área, fenómeno descrito con detalle por Millar y Kinloch (1991). El Pleistoceno se caracteriza por importantísimos cambios ambientales que afectan a la vegetación, haciendo que las poblaciones de angiospermas y gimnospermas se desplacen siguiendo los ciclos glaciares e interglaciares.

Diversos autores (Costa *et al.*, 1990; Costa *et al.*, 1997) describen de forma detallada la evolución de los bosques en la Península Ibérica basándose en datos paleobiogeográficos, destacando fenómenos como la crisis de salinidad y desecación parcial de la cuenca Mediterránea que tuvo lugar en el Terciario, o las glaciaciones, como fenómenos determinantes de las actuales cubiertas vegetales de nuestro entorno. Estos autores también afirman que los procesos migratorios en Europa han estado muy condicionados por la presencia de barreras físicas como los sistemas montañosos transversales y el propio mar Mediterráneo, que han sido otro factor importante de extinción. Costa *et al.* (1997) consideran que a lo largo del Holoceno se recuperan los bosques templados de Europa con un óptimo hace 8000 años. Los pinos han estado presentes en Europa a lo largo de todo el Cuaternario en todos los periodos glaciares e interglaciares (Van der Hammen *et al.*, 1971; West, 1980; Willis *et al.*, 1998). En épocas de máxima glaciación estas coníferas quedaban restringidas al sur y centro de Europa y en los interglaciares se expandían hacia el norte.

La especiación del género *Pinus* ha continuado en tiempos geológicos recientes a pesar de la edad del género (Burdon, 2001). Jalas y Suominen (1973) y Gausson *et al.* (1993) reconocen 12 especies de pinos naturales en Europa, si se consideran *Pinus brutia* y *Pinus halepensis* como dos especies diferentes (nueve pertenecen al subgénero *Pinus* y tres al subgénero *Strobus*).

Pinus nigra, especie objeto de este estudio, tiene su origen en el *Pinus laricioides*, fósil conocido en el Mioceno y Plioceno (Palamarev, 1987; Vernet *et al.*, 2005). Esta conífera tiene una distribución circunmediterránea caracterizada por la presencia de numerosos núcleos disyuntos, lo que viene ligado a una serie de variaciones morfológicas de confusa y compleja interpretación (Gellini, 1968; Arbez y Millier, 1971; Pennachinni y Bonin, 1976; Fineschi, 1984). La diversidad geográfica y geomorfológica, y la presencia de abruptos macizos montañosos en su área de distribución han realzado aún más esta situación permitiendo la emergencia de gran número de formas endémicas, relacionadas a menudo con el aislamiento de las poblaciones implicadas. Dentro de ella se han definido muchas categorías taxonómicas (subespecies, variedades o especies menores) algunas de las cuales han tenido gran importancia para distintos usos (repoblaciones protectoras, producción de madera, etc.). Regato (1992) afirma que a este pino se le han concedido más de 100 nombres que se adscriben a catego-

rías taxonómicas diversas. Aunque la taxonomía de la especie es compleja y variada según los autores, aceptamos en este trabajo como referencia a Gaussen *et al.* (1993), quien en la obra *Flora Europaea* divide *Pinus nigra* en cinco subespecies: *nigra*, *salzmannii*, *laricio*, *dalmatica* y *pallasiana*. Es la subespecie *salzmannii* la que corresponde a las masas peninsulares, como también aceptan Castroviejo *et al.* (1986), y a la que nos vamos a referir en este trabajo.

En la actualidad la especie *Pinus nigra* ocupa aproximadamente 2.300.000 ha recorriendo de norte a sur desde los contrafuertes de los Alpes austríacos a los del Atlas y de oeste a Este desde España hasta Turquía. Las mayores masas naturales se encuentran en España y Asia Menor. La superficie total en España se evalúa en aproximadamente 544.286 ha (Ministerio de Agricultura, 1979), de las que 421.591 son masas naturales, y repobladas el resto; y en más de 1.000.000 ha en Turquía (Debazac, 1971), donde también se está utilizando para repoblar grandes superficies.

Este trabajo se centra en el estudio de *Pinus nigra* ssp. *salzmannii* en las Sierras Béticas, cuyas poblaciones se caracterizan por ocupar un medio fuertemente heterogéneo, que determina variaciones estructurales de las masas ante las discontinuidades de exposiciones, pendientes, suelo, clima y microclima o altitud, dando lugar a formaciones con variado rango de espesura, mosaicos o mezclas de especies y por supuesto diferencias de crecimiento y capacidad de regeneración. Los rasgos vitales de esta especie propician que sus masas boscosas constituyan un nicho ideal para una gran diversidad ecológica (Alejano *et al.*, 2004)

De sus características selvícolas son destacables su longevidad, su capacidad para soportar la sequía estival y para habitar en zonas del piso superior de montaña (2.200 m), su carácter vecero, y los problemas de regeneración de que en ocasiones adolece (Alejano *et al.*, 2004).

La importancia de estas formaciones radica en su participación activa en la dinámica natural de la vegetación, en los aprovechamientos a que ha dado lugar desde épocas remotas, y en la riqueza etnográfica generada en las comarcas que ocupa (Alejano y Martínez, 1999a). Son muchos los aprovechamientos obtenidos de esta especie a lo largo de la historia: madera, pez, resina, líquenes o «pelusa», etc. que han estado integrados en la vida rutinaria de los habitantes de diversas sierras de la comarca y han dado lugar a toda una cultura que incluía numerosos oficios y actividades. Como afirman Ruiz y Rodríguez (2002) desde un

punto de vista más antropológico y menos forestal, el paisaje no es solo un entorno que enmarca las acciones de un grupo humano, es también herencia cultural, posesión histórica y se proyecta como un referente de identidad y legitimación del colectivo humano que lo ocupa.

La comprensión de los cambios en los paisajes es un instrumento clave para poder redefinir la gestión y la planificación de los recursos naturales que exigen las sociedades contemporáneas (Buxó, 2006). Si queremos conservar los recursos forestales, es necesario saber como han evolucionado las cubiertas vegetales. Por ello el objetivo de este artículo es seleccionar los datos paleoecológicos existentes de presencia de *Pinus nigra* en el Sureste español, utilizando estos datos para contrastarlos con el área natural y potencial de la especie en el mismo marco geográfico, lo que nos permitirá discutir acerca de su evolución. De acuerdo con los resultados obtenidos se realizan algunas consideraciones relativas a la gestión de los bosques de pino salgareño. No existen datos suficientes para elaborar una cartografía del área de la especie a través de sucesivas ventanas en el tiempo, lo que permitiría cohesionar la paleoecología, selvicultura y protección de la diversidad (Carrión, 2003). No obstante, los datos paleoecológicos, cada vez más abundantes, permiten la reconstrucción de los paisajes vegetales a distintas escalas temporales lo que aporta una información clave para conocer la posible presencia de la especie en áreas en las que hoy está extinguida y justificar, aceptar y aprovechar su carácter natural en zonas en las que hoy sigue existiendo.

Queremos dedicar este trabajo a Juan Ruiz de la Torre, uno de nuestros profesores primero, maestro en el más amplio sentido de la palabra y compañero después, con el que, gracias a nuestra inolvidable participación en los trabajos del Mapa Forestal de España, dimos nuestros primeros pasos y paseos por el mundo forestal.

Metodología

Para este trabajo se ha elaborado la cartografía del área actual de *Pinus nigra* en las Sierras Béticas (provincias de Almería, Granada, Jaén, Málaga y Córdoba) utilizando como base la versión digital del Mapa Forestal de España (Ministerio de Medio Ambiente, 2001). Se ha definido el área en sentido amplio incluyendo tanto las teselas mono-específicas de *Pinus nigra*, como las masas mixtas con presencia de esta es-

pecie o teselas en las que aparece como acompañante. Sobre esta documentación se han realizado algunas modificaciones, como el cambio de poblaciones consideradas naturales en dicha obra a masas repobladas, basándonos en nuestra interpretación de las mismas a partir de observaciones sobre el terreno, y la inclusión de enclaves relicticos que por su escasa representación superficial no se reflejan en este documento. El área es una aproximación a la distribución natural actual, con un margen de error consecuencia de las apreciaciones en la consideración de masas repobladas integradas y masas espontáneas. Para este trabajo se ha utilizado el Sistema de Información Geográfica ArcGIS.

El área natural de esta conífera se ha contrastado con el área potencial y series de vegetación descritas en el Mapa de Series de Vegetación de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente, 1992), basado en el Mapa de Series de Vegetación de España (Rivas Martínez, 1987) y en el Mapa de Series de Vegetación de Andalucía (Valle *et al.*, 2004). Asimismo se han contrastado el Mapa Geológico de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente, 1996) y el Mapa Litológico de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente, 1996), ambos en versión

digital, extrayendo la información relativa a las masas de *Pinus nigra*, estableciendo relaciones entre el área natural y estas variables del medio.

Posteriormente se ha realizado una búsqueda bibliográfica seleccionando las citas de yacimientos holocenos en los que ha aparecido alguna evidencia de la presencia de *Pinus nigra* en forma de polen, carbón o madera principalmente, incluyendo también algunas citas históricas relativas a la especie. Estos yacimientos se han incluido en la cartografía del área natural actual de la especie, permitiendo discutir acerca de su posible evolución.

Resultados

Área actual natural y potencial de *Pinus nigra* en las Sierras Béticas

En la figura 1 se refleja la estimación obtenida del área actual natural y repoblada de *Pinus nigra* en las Sierras Béticas obtenida a partir del Mapa Forestal de España, destacando su importancia superficial en el

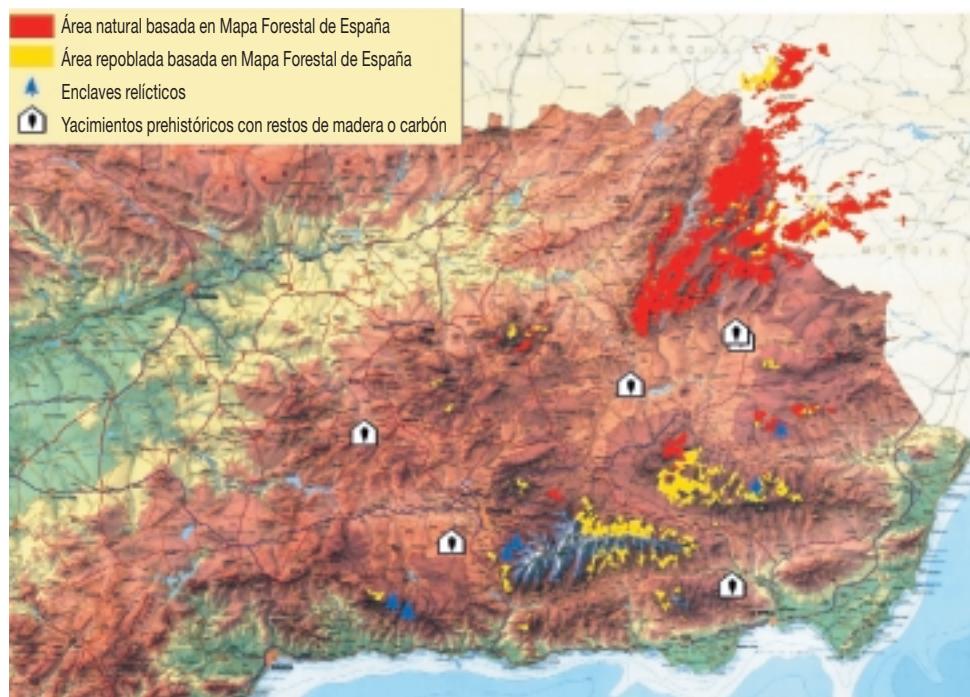


Figura 1. Área de distribución natural y repoblada de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* en las Sierras Béticas a partir del Mapa Forestal de España, con la inclusión de enclaves relicticos no cartografiados por su reducida extensión, y los yacimientos donde se han encontrado restos de madera o carbón de la especie a lo largo del Holoceno.

núcleo de Sierras de Cazorla y Segura y con presencia en otras numerosas sierras de esta comarca: Sierra Mágina, Sierra de los Filabres, Sierra de María, Sierra de Lúcar, Sierra de Baza, Sierra de Orce, Sierra de La Sagra, Sierra Seca, Sierra Nevada, Sierras de Tejada y Almjara, Sierra de Huétor y Quéntar, etc. El rango altitudinal que ocupa esta conífera es muy amplio, desde los 800 m en laderas de umbría y enclaves con abundante precipitación en Burunchel, situado a las puertas del Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas, hasta los casi 2.300 m que alcanza en las cercanías de la cumbre de la Sierra de la Sagra, en forma de ejemplares aislados y con portes tortuosos, lo que consideramos que es el límite altitudinal de la especie en la Península Ibérica.

De la superposición de los mapas geológico y litológico con el área de la especie, se deduce que en el núcleo de Cazorla-Segura, *Pinus nigra* vegeta sobre materiales geológicos predominantes del Cretácico y del Jurásico. En el Norte de la provincia de Granada (por ejemplo en Sierra Taibilla y Norte y Oeste de La Sagra) además son abundantes los materiales del Mioceno y Paleógeno. En estas sierras el substrato está constituido fundamentalmente por calizas, margocalizas, dolomías, margas, calizas bioclásticas y conglomerados. En Sierra Mágina abundan igualmente materiales carbonatados, calizas y dolomías, margas, arenas y gravas, con una datación predominante del Jurásico. En el núcleo de Sierra María la especie habita sobre calizas y dolomías aunque también sobre arenas, areniscas y conglomerados con predominio de dataciones jurásicas aunque con enclaves del Mioceno y Cuaternario. En la Sierra de Baza predominan los materiales del Triásico con enclaves Paleozoicos, siendo la roca predominante caliza y dolomía aunque con presencia de filitas y cuarcitas. En la Sierra de Filabres los materiales son igualmente del Triásico y Paleozoico con calizas, dolomías, filitas, esquistos, cuarcitas y grauwacas. En la Sierra de Lúcar abundan los materiales del Triásico (en menor medida Paleozoico y Cuaternario) con calizas y dolomías con inclusiones de filitas y cuarcitas; y los enclaves relícticos de Sierra Nevada y Almjara se encuentran en dolomías y mármoles de dataciones del Triásico.

En el mapa de Series de Vegetación de Rivas Martínez (1987) se define una única serie con participación de *Pinus nigra*, considerándose la presencia natural de la especie solo en zonas de alta montaña, en la serie oromediterránea bética basófila de la sabina rastrera (*Juniperus sabina*) *Daphno oleoidi-Pineto*

sylvestris S. El área que ocupa esta serie corresponde aproximadamente a la tercera parte del área natural de la especie. El resto del área natural del pino se distribuye en superficies que en este trabajo estarían ocupadas por series en cuya cabeza se sitúan especies frondosas y en las que no se considera la posible presencia de pino salgareño, ni siquiera en las series de regresión.

Posteriormente se han ido describiendo otras series de vegetación con participación del pino salgareño en pisos bioclimáticos inferiores, a través de las denominadas series edafoixerófilas, que son recogidas por Valle *et al.* (2004) en un trabajo recientemente publicado para el ámbito de Andalucía. En él se definen tres series en las que se acepta la presencia natural del pino: la serie oromediterránea bética basófila de la sabina rastrera (*Juniperus sabina*) *Daphno oleoidi-Pineto sylvestris* S., la serie edafoixerófila meso-supramediterránea subhúmeda-húmeda bética del pino salgareño (*Pinus nigra* ssp. *salzmanii*): *Juniperophoeniceae-Pineto salzmanii* (*P. chusiana*) S., y el complejo edafoixerófilo meso-supramediterránea subbético calizo dolomítico de la sabina mora (*Juniperus phoenicea*): *Rhamno lycioidis-Juniperophoeniceae* S. A pesar de este avance en la aceptación de la presencia de *Pinus nigra* en las series de vegetación potencial de las Sierras Béticas, reconociendo su carácter climácico no solo en zonas de alta montaña sino también en enclaves con limitaciones edáficas, aún nos parece insuficiente para explicar el área natural de la especie. Con el modelo de Valle *et al.* (2004) se explicaría tan solo aproximadamente la mitad del área natural del pino salgareño que definimos en este trabajo, y no se explicaría por ejemplo su protagonismo en los extensos bosques dominados por esta especie en el núcleo forestal de las Sierras de Cazorla y Segura.

Datos paleoecológicos de *Pinus nigra* en las Sierras Béticas durante el Holoceno y relación con área actual

Se reseñan a continuación los datos significativos de yacimientos holocenos del Sureste peninsular que permiten discutir la presencia de *Pinus nigra* en estos enclaves y construir hipótesis acerca de su evolución. Se han estructurado los datos según zonas geográficas haciendo una referencia inicial a la presencia actual de los pinares en cada comarca.

Sierra de Gádor

Actualmente no existen en la zona pinares naturales de la especie, aunque sí hay repoblaciones de 40 ó 50 años en las zonas más altas de la Sierra, donde también se encuentra El Barranco del Pino (próximo a los 2.000 m).

En la base de la Sierra de Gádor se emplaza el yacimiento de **Los Millares** que da nombre a una floreciente cultura que se desarrolló en la Edad de Cobre. La madera de pino salgareño aparece en dicho poblado, estando presente en distintas zonas, aunque en porcentajes superiores en el denominado bastión IV, donde su presencia se relaciona con el desarrollo de la actividad metalúrgica, utilizándose para la fundición del cobre (Rodríguez Ariza y Esquivel, 1989-90). En este mismo poblado la encina se usa más como material energético o leña para hogares, y el pino carrasco y taray como elementos para la construcción. La minería, presente en la zona desde la cultura calcolítica de los Millares, tuvo su gran exponente en las explotaciones romanas (García Latorre *et al.*, 2001) y Cara (2005) afirma que la necesidad de combustible fue la principal causa de deforestación de la Sierra de Gádor durante los siglos XVII, XVIII y XIX.

García Latorre y García Latorre (1996) afirman que los mapas del siglo XVIII no mencionan la presencia de pinos en la zona, y la construcción de iglesias mudéjares como la de Vícar se hizo con pino traído de la Sierra de Baza.

Sierra de Baza-Filabres-Orce

Son destacables los enclaves de *Pinus nigra* de la Sierra de Baza, que alcanzan las proximidades de la cumbre del Calar de Santa Bárbara, con 2.271 m. Además de pies que se han conservado en crestones y laderas altas dando lugar a masas muy abiertas, existen otros aislados que han quedado incluidos en repoblaciones como ocurre en algunas masas de las cercanías de la cabecera del arroyo de Gor, así como interesantes masas de pinar de *Pinus nigra* en mezcla con encinar.

La presencia natural de *Pinus nigra* en la sierra de los Filabres (que tiene su máxima altitud en el Calar Alto, con 2.168 m) puede calificarse de enclave relictico. Los pinos aparecen en la zona del Calar del Sapo (1.700 m), distribuidos de forma aislada en medio de una repoblación de *Pinus nigra* ssp. *nigra*. Tienen portes elevados, sobresaliendo por encima de la repoblaciones y

se trata de ejemplares con edades que alcanzan los 337 años (en la serie 1653-1989) según comunicación oral de Génova (1995). Existen también ejemplares de pino salgareño en otras zonas de la Sierra como el Calar del Gallinero, así como en la Sierra de Orce.

La secuencia palinológica de **Cañada Larga del Cerro del Sotillo** (1.890 m) evidencia que con anterioridad a 2800 BP, los quejigares y pinares de altitud se localizaban a cotas superiores a las actuales (Riera *et al.*, 1994; Riera, 2006). La deforestación del pinar se hace evidente a partir de 2450 BP.

El carbón obtenido de la limpieza de la escultura íbera del guerrero de Baza se identifica como de *Pinus nigra/sylvestris* (Rodríguez Ariza, 1999).

Norte de la provincia de Granada

En esta comarca destaca la presencia de *Pinus nigra* en enclaves como la Sierra Seca o La Sagra (esta última tiene su máxima altitud en 2.383 m.). En la solana de La Sagra el pino asciende prácticamente hasta la cumbre, en forma de ejemplares aislados, malformados y arbustivos.

En el yacimiento argárico de **Castellón Alto** (Galera, 850 m de altitud) es destacable el nivel de especialización en la utilización de materias primas, usándose *Pinus nigra* en piezas o vigas resistentes y *Pinus halepensis* en postes (Contreras *et al.*, 2000). Los autores argumentan que la especie pudo buscarse a más de 10 km, lo que implicaba un gran conocimiento del entorno.

En los niveles argáricos e ibéricos del yacimiento de **Fuente Amarga** (Galera) se han encontrado restos de pino salgareño. En cortes con niveles ibéricos del poblado se ha documentado la existencia de postes, muchos de ellos sin carbonizar, e incluso los restos de una puerta. Los postes son de *Pinus sylvestris* (dos), *Pinus nigra* (dos) y *Pinus halepensis* (uno) y dos más se definen como de *Pinus nigra-sylvestris*, y los restos de la puerta son de *Pinus nigra* (Rodríguez y Ruiz, 1992). La población actual más cercana de *Pinus sylvestris* se encuentra en el piso superior de la Sierra de Baza a varias decenas de kilómetros. Ruiz y Rodríguez Ariza (2002) interpretan la presencia de *Pinus nigra* como resultado de la recogida a largas distancias.

El yacimiento de **Terrera del Reloj**, que amplía el ámbito geográfico considerado en este apartado a la hoya de Guadix-Baza, está localizado en el término municipal de Dehesas de Guadix, a 681 m de altitud.

Este yacimiento pertenece a la cultura del Argar (Edad del Bronce), y en el mismo se han encontrado restos de *Pinus nigra*, en este caso relacionados con la fabricación de utensilios (Rodríguez Ariza, 1992), de donde se deduce un uso multifuncional de la madera de estas coníferas por sus características de resistencia y fácil trabajo.

Sierra Nevada y Sierras de Tejeda-Almijara

Pinus nigra aparece de forma espontánea en la Sierra Nevada de sustrato calizo-dolomítico en altitudes de alrededor de 1.700 m, en las proximidades del pico Trevenque (2.079 m) y en Los Alayos de Dílar, a partir de 1.600 m. Continuando con Sierra Nevada y sierras adyacentes, aparecen enclaves de *Pinus nigra* en la Sierra de Quéntar y Huétor. Un gran incendio en 1993 quemó ejemplares de mucho interés, alguno de los cuales superaba los 350 años (Alejano y Martínez, 1996) en zonas de sustratos de arenas dolomíticas entre 1.300-1.500 m. En las Sierras de Tejeda y Almijara existen varios enclaves relicticos de esta especie.

La **turbera del Padul**, localizada a 783 m, en el extremo occidental de Sierra Nevada (Granada), cuenta con una secuencia polínica muy completa del Pleistoceno Superior Ibérico. En esta secuencia se observa que con las pulsaciones climáticas y fases de mayor o menor aridificación que se suceden en el Holoceno descienden o aumentan los porcentajes de *Pinus* de montaña, que están presentes en todas las dataciones (Pons y Reille, 1988), si bien en este trabajo no se diferencian las especies.

En la **Cueva de Nerja**, a 30 m de altitud, que proporciona una secuencia antracológica del Paleolítico Superior al Neolítico, se observa fuerte frecuencia en los niveles iniciales de pino salgareño, leguminosas y enebro. La desaparición o descenso de restos de carbones de *Pinus nigra* coincide con el epipaleolítico (comienzos del Holoceno) (Rodríguez Ariza, 1992; Badal y Roiron, 1995).

En el yacimiento de **los Baños de la Malahá**, situado a 714 m de altitud y a escasos kilómetros de la turbera del Padul y a poca distancia de las poblaciones actuales relicticas de *Pinus nigra* en la Sierra de Almijara, se han encontrado restos antracológicos de pino salgareño en dataciones del Bronce final y en época ibérico-romana (Ruiz y Rodríguez Ariza, 2002). Los autores consideran que la especie no tenía un desarrollo en el área cercana al yacimiento, por lo que su

presencia se interpreta como el resultado de las recogidas de leña a grandes distancias.

Ruiz de la Torre (1971), considera que existen zonas del dominio natural de esta especie en la Sierra de Gádor y en Sierra Nevada, afirmando que la extinción de los bosques de pinos de la vertiente sur de Sierra Nevada y parte alta de la de Gádor, debe datar de los siglos XVI y XVII. Maderas de salgareño de esa época se pueden ver aún en algunas casas de Láujar y otros puntos de la Alpujarra. Este mismo autor refiere en el mismo trabajo, que en 1965 encontró tocones de *Pinus nigra* en comienzo de silificación en la cabecera del río Guadalfeo, a 2.000-2.100 m.

Núcleo de Sierras de Segura-Cazorla

Es en este núcleo de Sierras, cuyas cumbres se sitúan en torno a los 2.000 m, donde se localizan los bosques más destacados de la especie en las Sierras Béticas, tanto por la superficie que ocupan como por la calidad y diversidad de sus masas. La complejidad de la dinámica vegetal está fuertemente matizada por el amplio gradiente altitudinal, la orografía, la naturaleza geológica, litología, edafología, etc. Debido a esta heterogeneidad, el pino salgareño además de constituir la formación por excelencia de los pisos superiores de estas montañas, comparte masas mixtas con frondosas y con otros pinos mediterráneos en situaciones de media montaña.

Los datos obtenidos por Carrión *et al.* (2001), a partir del análisis palinológico de **La Cañada de la Cruz** a 1.595 m de altitud, demuestran esta dinámica compleja con participación de nuestros pinos mediterráneos desde 8.320 BP. De esta secuencia se deducen fases con un predominio del pinar de salgareño con gramíneas, cambios en abundancia y presencia de situaciones mixtas con frondosas y pulsaciones de especies más mesófitas en intervalos más húmedos y templados. En el piso superior de montaña también se han producido pulsaciones de colonización con modificación de la timberline, por ejemplo a partir de 1.400 BP se produce un nuevo descenso del límite de los prados xerófitos como consecuencia de la deforestación antrópica del piso del pinar, hasta que hacia 750 BP el límite del pinar vuelve a ascender (Carrión *et al.*, 2001; Riera, 2006).

En el diagrama de **Siles** (1.320 m, Jaén), se muestra de nuevo la presencia de pinares, incluyendo *Pinus nigra* a lo largo del Holoceno (Carrión, 2002). En es-

te estrato altitudinal *Pinus pinaster* participa en los bosques de la zona con mayor o menor presencia según pulsaciones que igualmente se manifiestan en *Quercus caducifolios* y *perennifolios*. La mayor presencia de esta últimas especies incluso en periodos de mayor expansión (p.ej. 7.267-5.180 BP) es compatible con la presencia continua de *Pinus nigra*.

La deforestación de la zona y la expansión de los pastos con fines ganaderos se inicia hacia el 2.000 BP, si bien con posterioridad a 1.400 cal BP se impone una dinámica de alternancia secular de pinar y pasto favorecido por frecuentes incendios de origen antrópico (Riera, 2006).

La importancia del aprovechamiento histórico del pino salgareño de estas montañas para construcción civil y naval es bien conocida. En algunos casos se demandaba madera para grandes construcciones, como iglesias o catedrales. Córdoba, por ejemplo, en la Edad Media dependía del suministro de pino procedente de la Sierra de Segura, que era transportada por el Guadalquivir (Córdoba de la LLave, 1990), la villa de Quesada (Jaén) empleaba principalmente el pino salgareño para la construcción (López, 2001), y la Casa de Tabacos de Sevilla (siglo XVIII), hoy facultad de Derecho, se construyó con pino salgareño.

Sierra Mágina y Sierras Subbéticas

En Sierra Mágina existen interesantes masas naturales de la especie, ya citadas y descritas por Cuatrecasas (1929) en su tesis doctoral, a partir de los 1.400 m, con algunas representaciones de masas densas y con buen estado vegetativo, como en el barranco del Gargantón, y zonas de pinar abierto con ejemplares añosos en solanas y zonas altas, en ocasiones sobre litosuelos. En las Sierras Subbéticas cordobesas hoy no existen masas naturales de la especie.

En la provincia de Córdoba, se encuentra el yacimiento arqueológico del **Cerro de la Cruz**, en el término municipal de Almedinilla. Se trata de un poblado de época ibérica, aunque se han recuperado materiales del Bronce final en el entorno, enclavado en una comarca con zonas montañosas calizas y topografía abrupta (En las proximidades se encuentra Sierra Horconera con 1.570 m). En la construcción se emplearon maderas de varias especies, pero es llamativo que la que proporcionalmente es más abundante en las muestras analizadas se identifica como *Pinus nigra* o *sylvestris* (Vaquerizo *et al.*, 2001).

En el yacimiento del **Santuario del Pajarillo** (840 m) en la vertiente meridional de Sierra Mágina, los análisis polínicos reflejan que el polen de pino es más abundante en la época ibérica (Molinos *et al.*, 1998). La nomenclatura fitosociológica lleva a los investigadores de este yacimiento a confusión, al considerar que hacia el norte del asentamiento se extienden los pinares oromediterráneos de pino silvestre (especie que aparece en la definición de la serie de vegetación correspondiente a esta área) en lugar de *Pinus nigra*, la especie que realmente habita el piso superior de Sierra Mágina. Para justificar la presencia del polen se argumenta la expansión a partir de pisos altos o incluso la procedencia de sierras cercanas.

Discusión

El área natural de *Pinus nigra ssp. salzmannii* en las Sierras Béticas presenta una marcada distribución en grandes núcleos y enclaves relicticos (Alejano y Martínez, 1996), constituidos estos en algunos casos por grupos muy pequeños de árboles y localizados en zonas de difícil acceso y hostiles para el desarrollo de vegetación arbolada. Su presencia en estos enclaves a lo largo de Andalucía Oriental, apoya la hipótesis que considera que la especie se encuentra en regresión en áreas periféricas de las Sierras Béticas, habiendo ocupado áreas más amplias.

La presencia natural de *Pinus nigra* en zonas en las que hoy habita en las Sierras Béticas y su posible extinción en algunas áreas del sureste español queda demostrada a partir de los yacimientos estudiados. Así queda justificada la presencia natural actual de pino salgareño, demostrada a partir de su existencia en el Holoceno, en Sierras como Cazorla-Segura, Sierra Mágina, Sierra Nevada, Sierras de Tejeda y Almijara o Sierra de Baza-Filabres. En la mayoría de los casos la existencia de las especies no puede explicarse como un continuum a lo largo de grandes periodos, sino como una presencia con fluctuaciones, entradas y salidas, retrocesos y avances, debidos a cambios climáticos a grande o pequeña escala, y a perturbaciones antrópicas, además de a otros factores que Carrión (2003) denomina contingencia histórica, caos, falta de explicaciones mecanicistas a fenómenos naturales o azar, también existente en el desarrollo de los procesos ecológicos, que difícilmente pueden reflejarse en modelos deterministas. También en otras comarcas peninsulares, como la Cuenca del Duero se ha demos-

trado la persistencia de *Pinus nigra* en el Holoceno, confirmando la importancia de estos pinares cuyo retroceso es adjudicado no sólo a cambios climáticos sino al papel determinante de las acciones antrópicas (Alcalde *et al.*, 2003).

A partir de los datos paleoecológicos queda documentado el aprovechamiento del pino salgareño con fines diversos: construcción, minería y metalurgia, fabricación de utensilios, carpintería o manifestaciones artísticas, aprovechamiento que ha continuado en periodos históricos. Y deducimos que los pobladores del sureste peninsular a lo largo del Holoceno diferenciaban las maderas marcando usos diferentes para las distintas especies, pudiendo afirmar que reconocían el valor del pino salgareño como una especie de calidad con piezas de madera resistente o para otros usos como la metalurgia, tal y como parece deducirse de los trabajos realizados en el poblado calcolítico de Los Millares en Almería.

También los estudios paleoecológicos han puesto de manifiesto la importancia que tienen en la dinámica forestal de las Sierras estudiadas, fenómenos antrópicos como el fuego o el pastoreo. Carrión (2003) considera que esta acción antrópica durante los dos últimos milenios viene a ser un elemento crítico de perturbación determinante de cambios en la especie dominante, de una disminución de la fitodiversidad y de la cobertura arbórea.

El fuego es un factor de diversidad que crea heterogeneidad espacial y permite la colonización por parte de nuevos individuos de los espacios que abre. Es un factor evolutivo fundamental en los sistemas mediterráneos, presionando a la vegetación para el desarrollo de estrategias de supervivencia, hasta tal punto que la regeneración de algunas especies depende de este factor (Thanos *et al.*, 1989; Alejano, 2003). *Pinus nigra* es una especie que presenta problemas de regeneración después de incendios, no muestra adaptaciones como la serotinia o la fructificación precoz, que poseen otras especies de ámbito mediterráneo (Vega, 2003) y posee un temperamento más delicado que *Pinus pinaster* o *Pinus halepensis*. Vernet (2005) afirma que con una frecuencia de fuegos de 10 años, éste puede convertirse en agente de destrucción del pinar. Es un hecho que está acusando los mayores problemas de regeneración después de incendios, especialmente en sus estaciones del Sistema Ibérico y Sureste, colaborando a ello también la vecería de la especie (Alejano, 1997; Tiscar, 2004). En estos sitios *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis* están desplazando claramente a *Pinus nigra* (Vega,

2003). Alejano (1997) ya destaca la influencia negativa que pueden tener los incendios en enclaves relictivos de *Pinus nigra* y en concreto en los existentes en el Sureste peninsular, con densidades bajas o incluso en forma de pies aislados y rodeados de repoblaciones más jóvenes. El pastoreo y la virulencia de fuegos son, por ejemplo, determinantes en la modificación de las cubiertas en la Sierra de Gádor, con mayor incidencia a partir de época argárica (Edad de Bronce) (Carrión, 2003). Las masas forestales, probablemente pinares de *Pinus nigra*, predominaron hasta bien entrado el periodo Holoceno (6.000 BP), y desde este momento y con independencia de contingencias, la presencia de frondosa (*Quercus*) en combinación con *Pinus* es una constante, con avances de *Quercus* en periodos más húmedos. Así, entre el 6.000 y 4.000 BP el aumento de la disponibilidad hídrica permite el avance de los *Quercus* y otras caducifolias. Entre el 4.000 y el 1.800 BP esta franja altitudinal fue colonizada por pinares y coscojares carrascales así como comunidades arbustivas. Con posterioridad a la recuperación del pinar, entre 1.750 y 1.620 BP la presión humana provoca la degradación definitiva de las formaciones forestales de altitud a favor de los matorrales espinosos. En el mismo sentido, en la secuencia palinológica de la Cañada Larga del Cerro del Sotillo, donde la deforestación del pinar se hace evidente a partir de 2.450 BP, Riera *et al.* (1994) consideran que el desarrollo de extensos jarales con posterioridad a esta fecha es el resultado de una alta frecuencia de incendios provocados, relacionados con el desarrollo de los pastos altimontanos. En La Cañada de la Cruz, Carrión *et al.* (2001) afirman que el pastoreo a partir del Neolítico será modelador y causa de la regresión de las formaciones de salgareño.

Aunque se encuentra fuera del área estudiada, consideramos de gran interés la información que aporta la secuencia paleoecológica descrita para Navarrés, en Valencia (Carrión, 2003). La presencia del pino (*Pinus nigra/sylvestris*) en la zona es muy persistente, resistiendo miles de años durante los últimos 30.000, con mejorías climáticas, máximos pluviométricos y la pulsación fría del Drías. El reemplazamiento de *Pinus* por *Quercus* se produce en este caso en un plazo menor que una centuria, por el incremento de la virulencia del fuego hace aproximadamente 6.000 años coincidiendo con la instalación de un poblado neolítico en las proximidades de la turbera estudiada (Dupré *et al.*, 1998; Carrión, 2003). Se deducen por tanto comportamientos en la dinámica vegetal que responden a fenómenos de resistencia a invasión o respuesta de

forma individualista a cambios climáticos o intervención humana y no de asociaciones definidas florísticamente (Carrión, 2003). Vernet (2005) analiza la evolución del bosque relíctico de *Pinus nigra ssp. salzmannii* de Saint Guilhem-le-Désert (Hérault, Francia) a partir del análisis de carbones holocenos concluyendo que la presencia de esta especie junto con *Pinus sylvestris* es constante desde 7.000 BP. Los incendios comienzan a partir de la segunda mitad del Holoceno (sugiriendo modificaciones en los ritmos climáticos) y aumentan en gran medida su frecuencia a partir de la fundación de una abadía en el siglo XIII dando lugar a importantes modificaciones en el estrato leñoso, con fuerte representación de boj, más propio de zonas abiertas, desaparición de *Pinus sylvestris* y restricción de *Pinus nigra* a pequeños enclaves aislados.

Los datos recopilados nos permiten además aventurar la hipótesis de presencia natural de *Pinus nigra* en dos zonas en las que hoy está extinguida. En primer lugar en las Sierras Subbéticas de Córdoba, donde aparece madera definida como de *Pinus nigra/sylvestris* en el yacimiento de El Cerro de la Cruz, situado en el término municipal de Almedinilla, con dataciones del Bronce Final y época Ibérica. Aunque la madera se ha identificado como de *Pinus nigra/sylvestris*, dada la dificultad existente para separar ambas especies (Vernet *et al.*, 2005), consideramos que puede tratarse de madera de *Pinus nigra* teniendo en cuenta la presencia natural de esta especie en sierras próximas como Sierra Mágina, y la mayor adecuación de las condiciones ecológicas para el pino salgareño. La actual presencia de *Pinus sylvestris* en las Sierras Béticas se encuentra restringida a algunos enclaves en zonas altas de Sierra Nevada y Sierra de Baza, con una cita en las Sierras de Cazorla-Segura (Soriano, 1997).

Los testimonios estudiados del poblado de Los Milares (Rodríguez Ariza y Esquivel, 1989-90) y secuencias obtenidas por Carrion *et al.* (2003), así como la toponimia existente en la zona alta de la Sierra, son también suficientes para considerar la presencia natural de *Pinus nigra* a lo largo del Holoceno en la Sierra de Gádor y su extinción en épocas más recientes. Las condiciones ecológicas de esta zona en cuanto a geología, litología y altitud coinciden plenamente con las de zonas donde el pino salgareño habita de forma natural en Sierras del entorno. A partir de los datos presentados se deduce que en este enclave las perturbaciones antrópicas han jugado un papel fundamental en la extinción de la especie.

Desde el punto de vista de la gestión tiene gran importancia discernir si las especies son naturales o no en determinados enclaves, o si en su día lo fueron y se han extinguido en épocas más recientes por causas naturales o antrópicas, y esto es así especialmente en el caso de los pinos en Andalucía, donde en la últimas décadas ha existido una fuerte confusión con respecto a su carácter autóctono, a su papel en la dinámica natural y en definitiva al interés de conservarlos y la forma de gestionarlos. Esta situación ha sido definida por García Latorre y García Latorre (1996) como de «pinos invisibles». A esta filosofía antipinariega ha contribuido, entre otras cuestiones, la difusión y uso, excesivamente estricto en muchos casos, de los trabajos de fitosociología, y especialmente el Mapa de Series de Vegetación de Rivas-Martínez (1987), en el que *Pinus nigra* queda relegado a situaciones en las que ya no existe posibilidad de presencia de frondosas (piso oromediterráneo en cotas por encima de 1.800 m), sin que tampoco este autor admita su presencia en las series de regresión. Valle *et al.* (2004) recopilan en su trabajo nuevas series de vegetación con participación climática de pinares en general y de pino salgareño en particular, aceptando su presencia en zonas con limitaciones litológicas o edáficas. En cualquier caso consideramos que estos modelos siguen siendo deficitarios para explicar el carácter que podemos considerar climático de *Pinus nigra* en enclaves donde su presencia natural está avalada por datos paleoecológicos. Sobre todo si no entendemos la clímax en un sentido puramente edafo-climático, sino dentro de un marco más global de comprensión de la dinámica vegetal donde hay que incorporar otros componentes en la evolución, ya que, como queda demostrado a partir de los datos presentados en este trabajo, y siguiendo a Carrión (2002), en la dinámica vegetal las trayectorias no predecibles son más una regla que una excepción,

Tiene gran importancia desde el punto de vista de la paleoecología, biogeografía y evolución, la identificación a partir de análisis polínicos de localidades en las que sobrevivieron las especies templadas y mediterráneas durante la última glaciación (Comes y Kaderit, 1998; Willis y Whittaker, 2000, en Carrión *et al.*, 2003) que pueden ser determinantes de los actuales patrones de biodiversidad. Los principales refugios para las frondosas parece que se encontraban en las penínsulas de Italia y Balcanes (Benett *et al.*, 1991; Magri y Parra, 1997) aunque nuevos datos paleobotánicos parecen indicar también refugios más al norte (Willis *et al.*, 2000). Carrión *et al.* (2003) afirman que

los datos polínicos obtenidos en sus trabajos, junto con los ya existentes, muestran que el sureste español contiene centros significativos de diversidad durante el último periodo glacial para coníferas y frondosas, incluyendo especies termófilas íbero-norteafricanas, opinión compartida por Willis y Whittaker (2000). Según esta perspectiva si una especie arbórea se extingue del Sur de Europa, las posibilidades de extinción continental son mucho mayores que si se extingue de las Islas Británicas o de Escandinavia (Carrión y Díez, en prensa). Se trata de otro argumento sólido para reclamar la consideración y conservación de nuestros bosques y la aplicación de una gestión adecuada para conseguir la persistencia y perpetuación de estas masas.

La consideración de la presencia natural de *Pinus nigra* en grandes masas y enclaves relicticos de las Sierras Béticas, así como la aceptación de que su área ha disminuido, extinguiéndose incluso en algunos enclaves, debe ser asumida desde la gestión. Para ello se debe favorecer a esta especie en sus hábitats óptimos, introduciéndola en zonas donde ha desaparecido por motivos antrópicos y se considera que el grado de alteración que ha sufrido la zona permite esta opción, siempre siendo especialmente cuidadoso con las precedencias. Es necesario tratar de salvaguardar al pino salgareño en los enclaves relicticos sometidos a fuertes riesgos como los incendios, la falta de regeneración natural, el decaimiento de repoblaciones en las que se encuentran inmersas como en el caso de la Sierra de los Filabres, o las pulsaciones climáticas.

Referencias bibliográficas

- ALCALDE C., GÓMEZ F., POSTIGO J.M^a., SANZ E., MENÉNDEZ I., 2003. *Pinus sylvestris* L. en el Pleistoceno superior del Duero (Vega Cintora, Soria, España). Revista C&G 17(1-2), 21-28.
- ALEJANO R., 1997. La regeneración natural de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* en las Sierras Béticas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- ALEJANO R., 2003. La regeneración de pinares mediterráneos naturales con especial referencia a *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 15, pp.77-88.
- ALEJANO R., MARTÍNEZ E., 1996. Distribución de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* en las sierras béticas. Ecología 10. Ministerio de Medio Ambiente.
- ALEJANO R., MARTÍNEZ E., 1999a. Los pinares de las Sierras de Cazorla-Segura. En: Ciencias y Técnicas Forestales. 150 años de aportaciones de los Ingenieros de Montes. Fundación General Conde del Valle de Salazar, Madrid, España, pp. 33-46.
- ALEJANO R., MARTÍNEZ E., 1999b. Síntesis de situaciones ecológicas diferenciadoras del temperamento de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* en el núcleo de Sierras de Cazorla-Segura. Revista Montes 58, 17-25.
- ALEJANO R., MARTÍNEZ E., DOMINGO J., 2004. Ecología y Selvicultura de *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* en el Sureste de España. XII Congreso Forestal Mundial. Canadá.
- ARBEZ M., MILLIER C., 1971. Contribution à l'étude de la variabilité géographique de *Pinus nigra* Arn. Étude comparative de quelques caractères morphologiques des aiguilles au stade juvenile. Consequences pour la systématique de l'espèce et les test varietaux. Annales des Sciences Forestières vol. 28, n° 1, pp. 23-49.
- ARSUAGA J.L., 1999. El collar del Neandertal. En busca de los primeros pensadores. Colección Tanto por Saber. Ediciones Temas de Hoy. Madrid, 311 pp.
- BADAL E., ROIRON P., 1995. La prehistoria de la vegetación en la Península Ibérica. Saguntum 28, 29-49.
- BURDON R.D., 2001. An introduction to pines. En: Pines of silvicultural importance. Compiled for the Forestry Compendium. CAB International. Oxon, New York.
- BUXÓ R., 2006. Paisajes culturales y reconstrucción histórica de la vegetación. Ecosistemas año XV, n° 1. URL: <http://www.revistaecosistemas.net/contenido.asp>
- CARA L., 2005. Los bosques desconocidos de la provincia de Almería. Almediam. URL: <http://www.almediam.org/articulos/articulos/074.htm>
- CARRIÓN J.S., 2002. Patterns and processes of late Quaternary environmental change in a montane region of Southwestern Europe. Quaternary Science Reviews 21, 2047-2066.
- CARRIÓN J.S., 2003. Sobresaltos en el bosque mediterráneo: incidencia de las perturbaciones observables en una escala paleoecológica. Ecosistemas año XII, n° 3. URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/033/revision1.htm>
- CARRIÓN J.S., VAN GEEL B., MUNUERA M., NAVARRO C., 1999. Palaeoecological evidence of pollen sequence in eastern Spain challenges existing concepts of vegetational change. South African Journal of Science 95, 44-46.
- CARRIÓN J.S., MUNUERA M., NAVARRO C., SÁEZ F., 2000. Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico. Complutum 11, 115-142.
- CARRIÓN J.S., MUNUERA M., DUPRÉ M., ANDRADE A., 2001. Abrupt vegetation changes in the Segura Mountains of Southern Spain during the Holocene. Journal of Ecology 89(5), 783-797.
- CARRIÓN J.S., SÁNCHEZ P., MOTA J., CHAÍN C., 2003. Fire and grazing are contingent of the holocene vegetation dynamics of Sierra de Gádor, southern Spain. The Holocene 13, 839-849.
- CARRIÓN J.S., VAN GEEL B., 1999. Fine resolution upper Weichselian and Holocen palynological record from Navarrés (Valencia, Spain) and a discussion about factors of mediterranean forests succession. Review of Palaeobotany and Palynology 106, 209-236.

- CASTROVIEJO S., LAÍN Z M., LÓPEZ GONZÁLEZ G., MONTERRAT P., MUÑOZ GARMENDIA F., PAIVA J., VILLAR L., 1986. Flora Ibérica. Vol I. CSIC-Real Jardín Botánico. Madrid.
- CEBALLOS L., VICIOSO C., 1933. Estudio sobre la vegetación y flora forestal de la provincia de Málaga. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, 1992. Mapa de series de Vegetación de Andalucía, en versión digital escala 1:400.000, basado en Mapa de Vegetación de España (ICONA, 1987). Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, 1996. Mapa Litológico de Andalucía, en versión digital escala 1:100.000, basado en cartografía MAGNA. Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, 1996. Mapa Geológico de Andalucía, en versión digital escala 1:400.000, Atlas de Andalucía basado en información original del SIGMA. Junta de Andalucía.
- CONTRERAS F., RODRÍGUEZ M^a.O., CÁMARA J.A., MORENO A., 2000. Hace 4.000 años. Vida y Muerte en dos poblados de la Alta Andalucía. Catálogo de la Exposición. Junta de Andalucía.
- CÓRDOBA DE LA LLAVE R., 1990. La industria medieval de Córdoba. Colección Plaza Mayor. Caja Provincial de Ahorros de Córdoba.
- COSTA M., GARCÍA ANTÓN M., MORLA C., SAINZ OLLERO H., 1990. La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. Ecología, fuera de serie 1, 31-58.
- COSTA M., *et al.*, eds., 1997. Los bosques ibéricos. Editorial Planeta. Barcelona.
- CRANE P.R., FRIIS E.M., PEDERSEN K.R., 1995. The origin and early diversification of angiosperms. *Nature* 374, 27-33
- CREUS J., 1998. A propósito de los árboles más viejos de la España Peninsular: los *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* Dunal Franco de Puertollano, Cabañas. Sierra de Cazorla, Jaén. *Montes* 54, 68-76.
- CUATRECASAS J., 1929. Estudios sobre la Flora y Vegetación del Macizo de Mágina. Tesis Doctoral. Publicaciones de la Junta de Ciencias Naturales de Barcelona. Trabajos del Museo de Ciencias Naturales. Barcelona.
- DUPRÉ M., CARRIÓN J.S., FUMANAL M.P., LA ROCA N., MARTÍNEZ J., USERA J., 1998. Evolution and palaeoenvironmental conditions of an interfan area in eastern Spain (Navarrés, Valencia). *Italian Journal of Quaternary Sciences* 11, 97-105
- FINESCHI S., 1984. Variabilidad intraespecífica en *Pinus nigra* Arn. Risultari di analisi su alcuni sistemi isoenzimatici». *L'Italia Forestale e Montana*, pp. 200-213.
- GARCÍA LATORRE J., GARCÍA LATORRE J., 1996. Los pinares invisibles del sureste árido español. Ecología e historia de unos ecosistemas ignorados. Tomo extraordinario 125 aniversario de la RSEHN, pp. 361-363.
- GARCÍA LATORRE J., GARCÍA LATORRE J., SÁNCHEZ A., 2001. Did the suspect speak latin? The mysterious disappearance of high mountain forest in southeastern Spain». Proyecto PB 96-1413-C02-01. Dirección General de Enseñanza Superior. M.E.C.
- GAUSSEN H., HEYWOOD V.H., CHATER A.O., 1993. *Pinus*. En: *Florae Europaea*, Vol 1. (Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., *et al.*, eds). Cambridge University Press.
- GELLINI R., 1968. Posizione sistematica del pino nero di Villeta Barrea in base ai caratteri anatomici degli aghi. *Ann Acc Ital Sci Forest* 17, 101-122.
- JALAS J., SUOMINEN J., 1973. *Atlas Florae Europaea*, 2, *Gymnospermae*. Cambridge University Press.
- LÓPEZ J.C., 2001. Los aprovechamientos forestales en la villa de Quesada (Jaén) durante el siglo XVII. *Actas del Congreso Forestal Nacional*, Junta de Andalucía. S.E.C.F. Granada.
- LÓPEZ P., 1981. Análisis polínico de la Cueva del Nacimiento. *Trabajos de Prehistoria* 38, 140-148.
- MILLAR C.I., KINLOCH B.B., 1991. Taxonomy, phytoecology and the coevolution of pines and their stem rusts. En: *Rusts of pines*, Proceedings of the 3rd Rusts of pine working party conference (Hiratsuko, Samoil, Blenis, Crane, Laishy, eds.). Forestry Canada, Edmonton, Alberta.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1979. I Inventario Forestal Nacional. ICONA. Madrid
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2001. Mapa Forestal de España. Serie Técnica Formato Digital. Hojas 5-10, 6-9, 6-10, 6-11 y 7-10. Dirección general para la Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- MOLINOS M., CHAPA T., RUIZ A., PEREIRA J., RÍSQUEZ C., MADRIGAL A., ESTEBAN A., MAYORAL V., LLORENTE M., 1998. El santuario heroico de El Pajarillo. Huelma (Jaén). Universidad de Jaén.
- PALAMAREV E., 1987. Paleobotanical evidences of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora. *Plant Syst Evol* 162, 93-107.
- PENNACCHINI V., BONIN G., 1976. *Pinus leucodermis* Ant. et *Pinus nigra* Arn. en Calabre Septentrionale. *Ecología Mediterranea* 1, 35-62.
- PÉREZ LA TORRE A.V., GALÁN DE MERA A., CARRIÓN J.S., CABEZUDO B., 2001. El papel de las gimnospermas en la vegetación forestal de Andalucía. *Actas Congreso forestal Nacional*, 2001, Junta de Andalucía. S.E.C.F. Granada.
- PÉREZ OBIOL R., JULIA R., 1994. Climatic change in the Iberian Peninsula recorded in a 30000 ky pollen record from lake Banyoles. *Quat Res* 41, 91-98.
- PONS A., REILLE M., 1988. The Holocene and upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain). A study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeocology* 35, 145-214.
- REGATO P., GENOVA M., GÓMEZ MANZANEQUE F., 1992. Las representaciones relictas de *Pinus nigra* Arn. en el Sistema Central Español. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biológica* 88, 1-4. Madrid.
- REGATO P., 1992. Caracterización florística y ecológica de los bosques de *Pinus nigra* ssp. *salzmannii* en el Sistema Ibérico. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Madrid.

- RICHARDSON D.M., RUNDEL P.W., 1998. Ecology and biogeography of Pinus: an introduction. En: Ecology and biogeography of Pinus (Richardson D.M., ed). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 3-46
- RIERA S., 2006. Cambios vegetales Holocenos en la región mediterránea de la Península Ibérica, ensayo de síntesis. Ecosistemas año XV, nº 1. URL: <http://www.revistaecosistemas.net/contenido.asp>
- RIERA S., ESTEBAN A., GÓMEZ A., 1994. El depósito turboso de la Cañada Larga del Cerro del Sotillo (Sierra de Baza Filabres). Estudio polínico y geomorfológico: avance preliminar. Actas de la III Reuniao do Quaternario Iberico 2.
- RIVAS MARTÍNEZ S., 1987. Memoria del Mapa de Vegetación de España. Ministerio de Agricultura. ICONA.
- RODRÍGUEZ ARIZA M^a.O., 1992. Las relaciones hombre-vegetación en el Sureste de la Península Ibérica durante la Edad de Cobre a partir del análisis antracológico de siete yacimientos arqueológicos. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- RODRÍGUEZ ARIZA M^a.O., 1999. Análisis antracológico del carbón encontrado en el guerrero de Baza. El guerrero de Baza. Consejería de Cultura.
- RODRÍGUEZ ARIZA M.O., RUIZ SÁNCHEZ V., 1985-1992. Proyecto Acción antrópica sobre el medio natural en el Sureste de Andalucía durante la prehistoria reciente y la época romana.
- RUIZ DE LA TORRE J., 1971. Los Montes: estudio forestal de Sierra Nevada De. Anel Granada. En Ferrer M. (ed.): Sierra Nevada, pp. 357-372.
- RUIZ A., RODRÍGUEZ ARIZA M.O., 2002. Paisaje y asentamiento entre los iberos de la Cuenca del Río Guadalquivir (s. VI al III a.n.e.) URL: <http://www.ujaen.es/centros/caai/articTaranto.htm>.
- SORIANO C., 1997. Memoria de Vegetación. En: Mapa Forestal de España, hoja 6-9 Villacarrillo. Ruiz de la Torre *et al.* (coord). DGCONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- STEWART W.N., 1983. Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge University Press, Cambridge.
- THANOS C.A., MARCOU S., CHRISTODOULAKIS D., YANNITSAROS A., 1989. Early post-fire regeneration in Pinus brutia forest ecosystems of Samos Island (Greece). Acta Oecologica /Oecologia Plantarum 10(1), 79-94.
- TÍSCAR P.A., 2004. Estructura, regeneración y crecimiento de Pinus nigra en el área de Reserva Navahondoa-Guadahornillos (Sierra de Cazorla, Jaén). Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- VALLE F., GÓMEZ F., MOTA J.F., DÍAZ DE LA GUARDIA C., 1989. Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas. Guía botánico ecológica. Ed. Rueda. Madrid.
- VALLE F., *et al.*, 2004. Modelos de restauración Forestal. Volumen II. Datos Botánicos Aplicados al Gestión del Medio Natural II. Junta de Andalucía.
- VAN DER HAMMEN T., WIJMSTRA T.A. ZAGWIJN W.H., 1971. The floral record of the late Cenozoic of Europe. En: The late Cenozoic Glacial Ages (Turekian, ed). Yale University Press, New Haven.
- VAQUERIZO D., QUESADA F., MURILLO J.F., 2001. Protohistoria y romanización en la Subbética cordobesa. Una aproximación al desarrollo de la cultura ibérica en el Sur de la actual provincia de Córdoba. Arqueología Monografías. Junta de Andalucía.
- VEGA J.A., 2003. Regeneración del género Pinus tras incendios. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 15, 599-68.
- VERNET J.L., METER A., ZÉRAÏA L., 2005. Premières datations des feux holocènes dans les monts de Saint-Guilhem-le-Déssert (Hérault, France), contribution a l'histoire de la forêt relique de *Pinus nigra* Arnold *ssp. salzmannii* (Dun.) Franco. Geoscience 337, 533-537.
- WEST R.G., 1980. Pleistocen forest history in East Anglia. New Phytologist 85, 571-621.
- WILLIS K.J., BENETT K.D., BIRKS H.J.B., 1998. The late Quaternary dynamics of pines in Europe. En: Ecology and biogeography of Pinus (Richardson D.M., ed). Cambridge University Press, Cambridge, Spain, pp. 3-46.
- WILLIS K.J., WHITTAKER R.J., 2000. The refugial debate. Science 287.