

REGIONES DE PROCEDENCIA

Pinus halepensis Mill.



**SERVICIO MATERIAL GENÉTICO
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA**

Área de Selvicultura y Mejora
INIA-CIFOR

Cátedra de Anatomía, Fisiología y Genética
de la E.T.S.I. de Montes, Madrid

Las regiones de procedencia de *Pinus halepensis* Mill. en España

Edición realizada por:

GIL SÁNCHEZ, LUIS *
DÍAZ-FERNÁNDEZ, PEDRO MANUEL *
JIMÉNEZ SANCHO, MARÍA PILAR *
ROLDÁN MORENO, M. *
ALÍA MIRANDA, RICARDO **
AGÜNDEZ LEAL, DOLORES **
DE MIGUEL Y DEL ÁNGEL, JESÚS **
MARTÍN ALBERTOS, SONIA ***
DE TUERO Y REINA, MANUEL ***

* Cátedra de Anatomía, Fisiología y Genética de la E.T.S.I. de Montes, Madrid.

** Área de Silvicultura y Mejora, INIA-CIFOR.

*** Servicio Material Genético, Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

Edita: Organismo Autónomo PARQUES NACIONALES
ISBN: 84-8014-155-7
NIPO: 311-96-004-9
Deposito legal: M. 42347-1996.
Imprime: EGRAF, S. A.

*Diseño portada: Pedro Martín Samos.
Foto portada: L. Gil.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
PARTE 1.ª: CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE	7
1. SISTEMÁTICA, PALEOBOTÁNICA Y VARIABILIDAD	7
Descripción de la especie	7
Paleobotánica	9
Evolución del área de distribución	11
Sistemática y taxonomía	12
Variación genética de <i>Pinus halepensis</i>	13
Amplitud de la variación	13
Factores determinantes de la variación	14
Plasticidad de la especie	15
Variación de <i>Pinus halepensis</i> en España	15
2. ECOLOGÍA DE LOS PINARES DE <i>PINUS HALEPENSIS</i>	18
Distribución	18
Climas y suelos	19
El pino carrasco en la literatura botánica	21
Los pinares en los estudios de vegetación de la primera mitad del siglo XX	22
El desarrollo de la fitosociología y la desaparición del pino	23
Estructura de los pinares	27
Composición del estrato arbóreo	27
Estructura del estrato arbóreo	29
Composición y estructura de los cortejos	30
Dinámica de las comunidades de pino carrasco	31
El fuego y la acción humana	32
La incidencia del fuego en los pinares de carrasco	33
Comportamiento de los pinares tras el incendio	35
3. HISTORIA DE LOS BOSQUES DE PINO CARRASCO	37
Las evidencias paleobotánicas	37
Los pinares de <i>P. halepensis</i> desde 15.000 años hasta la época histórica	40
El Tardiglacial	42
El Holoceno	44
El pino carrasco en la época histórica	49
El pino carrasco en la Antigüedad	49
El ejemplo de la minería antigua en el sureste	52
El pino carrasco en la Edad Media	54
El ejemplo de la construcción naval andalusí	57
La Edad Moderna	58
El siglo XVIII	61
Desamortizaciones y repoblaciones: los siglos XIX y XX	64
Repoblaciones en Sierra Espuña	69
PARTE 2.ª: LAS REGIONES DE PROCEDENCIA DE <i>PINUS HALEPENSIS</i> EN ESPAÑA	73
1. CONCEPTO DE REGIÓN DE PROCEDENCIA	73
2. METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN DE LAS REGIONES..	73

3. DESCRIPCIÓN DE LAS REGIONES DE PROCEDENCIA	77
1. Alta Cataluña	77
2. Cataluña litoral	77
3. Cataluña interior	78
4. Bárdenas-Ribagorza	79
5. Ibérico Aragonés	80
6. Monegros-Depresión del Ebro	80
7. Alcarria	81
8. La Mancha	82
9. Maestrazgo-Los Serranos	82
10. Levante interior	84
11. Litoral levantino	84
12. Pitiusas	85
13. Sudeste	85
14. Bética septentrional	87
15. Bética meridional	88
16. Cazorla	89
17. Sur	90
18. Mallorca y Menorca.....	91
4. USO DE LAS REGIONES DE PROCEDENCIA	92
Material a utilizar	93
Elección de procedencias	94
 BIBLIOGRAFÍA	 97

ANEXO. FICHAS Y CARTOGRAFÍA.

- Caracterización de las regiones de procedencia.
- Fuentes utilizadas para la elaboración de las fichas.
- Fichas y cartografía.

INTRODUCCIÓN

El pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) es una especie típica mediterránea, cuyas formaciones caracterizan el paisaje de numerosas comarcas; Baltasar Porcel (1996) utiliza el siguiente poema de Paul Valéry como una expresiva síntesis del Mediterráneo:

*Ce toit tranquille, où marchent des colombes,
Entre les pins palpité, entre les tombes;
Midi le juste y compose de feu
La mer, le mer, toujours recommencée!*

La conjunción de estos elementos, mar y pinos, es una constante a lo largo de las costas mediterráneas y la existencia de estos pinares ha llamado la atención al ser humano desde la antigüedad. Los primeros navegantes no pasaron por alto este hecho, sirviéndoles de referencia para nombrar diversos accidentes geográficos: *Pityoussai*, «islas de los pinos», para Ibiza y Formentera; el cabo *Pityusa* en Almería...

En la actualidad, la simple apreciación de los pinos ha desaparecido, relegándoles al olvido e incluso al desprecio. Se ha convertido en una especie poco valorada, tanto en lo ecológico como en lo social. En algunos sectores, la visión que se tiene de este pino es la de ser responsable de los males que afectan a los territorios que ocupa (fuegos, erosión, plagas), y se ha llegado a negar el carácter natural o permanente de sus formaciones, atribuyendo a toda masa de la especie un origen antrópico reciente. Sin embargo, no debería olvidarse el papel que está desempeñando en las zonas más castigadas de la Península, colonizando y creando una cubierta arbórea allí donde otras especies «más nobles» no pueden instalarse. Su capacidad de crecimiento en suelos pobres y desnudos, así como su resistencia a condiciones de escasa disponibilidad hídrica y de contrastes térmicos, la convierten en una especie muy adecuada para ser utilizada como colonizadora y generadora de una cubierta arbórea en regiones secas y con problemas de erosión, por desgracia tan abundantes en nuestro país.

El área de distribución natural del pino carrasco incluye no solamente zonas semiáridas, sino que se extiende a otros territorios con diversas condiciones climáticas y edáficas. La variación de ambientes induce diferencias en las poblaciones, determinadas por su adaptación genética a factores críticos (sequía, frío, etc.). Esta variabilidad intraspecífica es lo que se trata de recoger mediante la definición de **regiones de procedencia**, zonas ambientalmente homogéneas y en las que, por tanto, la diferenciación entre poblaciones sea mínima. El objetivo es manejar adecuadamente la variación genética de la especie, tanto a la hora de su conservación como de su utilización en repoblaciones. En este último sentido, lo más importante es la elección de la semilla adecuada, es decir, la más adaptada a las condiciones ambientales del lugar de destino y con la mayor diversidad genética posible. Se tiene el ejemplo de repoblaciones de *P. halepensis* realizadas en el centro de la Península (Palencia, Zaragoza, Guadalajara) con semilla procedente de zonas cálidas de Levante, y que han dado malos resultados (Catalán, 1993). El estudio de la variación ambiental del pino carrasco que se realiza en esta obra, complementado con los estudios sobre la variabilidad genética de sus poblaciones y con resultados de ensayos de procedencia permitirá conocer cuáles son los orígenes de semilla más adecuados para cada zona.

Si bien no se trata de una especie amenazada, y su presencia histórica ha sido ampliamente superada por las repoblaciones de los últimos 50 años, la conservación de las masas de carrasco es una cuestión necesaria. Actualmente no existen apenas pinares viejos que nos permitan conocer su auténtica estructura, funcionamiento y dinámica; los incendios provocados y repetidos y la explotación pasada de carbón y leñas han determinado la existencia mayoritaria de pinares jóvenes y poco evolucionados. La frecuencia de los fuegos es la principal amenaza para la persistencia de estas comunidades. Pero además de los esfuerzos por mantener los bosques, es necesario conservar una estructura genética óptima y unos niveles de diversidad aceptables. En este sentido, únicamente se ha iniciado el conocimiento del estado real de la especie en nuestro país. ¿Cómo han influido en la estructura genética de las poblaciones los incendios reiterados, las rápidas colonizaciones posteriores o la pérdida del regenerado por el pastoreo post-incendio? ¿Cuáles son los niveles de diversidad de las poblaciones actuales? Un estudio genético que dé respuesta a estas cuestiones es básico para establecer estrategias de conservación acertadas.

Esta obra pretende ser una herramienta que ayude a decidir la correcta elección de semilla para la reforestación con pino carrasco. Pero no puede obviarse que la repoblación con pinos mediterráneos es un trabajo criticado por algunos círculos científicos y sociales, debido a algunas creencias, a nuestro juicio erróneas, pero sólidamente ancladas. Por ello, la memoria que acompaña a la descripción de las regiones pretende también ser una herramienta que justifique la necesidad de la reforestación con la especie y lo beneficioso de la acción. Los bosques de pino carrasco han sido clasificados como matorrales arbolados carentes de significado forestal, afirmación fruto de los fallos de disciplinas de estudio y del escaso inte-

rés con que han sido estudiadas sus comunidades. Las adaptaciones al incendio que posee esta especie, al igual que otras plantas del Mediterráneo, han sido trivializadas y, en alardes de demagogia, el pino carrasco ha sido acusado de provocar los incendios forestales que sufre, incluso los intencionados. Su papel colonizador de suelos desnudos y su capacidad de soportar sistemas edáficos simples han sido malinterpretados por numerosos autores, quienes han pensado que los suelos degradados en los que puede vivir son una consecuencia posterior, y no anterior, a su instalación. Se presenta una revisión de la ecología de la especie que pretende ayudar a entender el papel del pino en los ecosistemas ibéricos.

El pino carrasco ha sido tratado de especie introducida, consecuencia de la degradación de anteriores bosques «autóctonos». El capítulo de historia de los pinares que se presenta recoge un numeroso conjunto de pruebas del carácter indígena del pino, trata de recuperar la memoria del pasado, la de un sobrepastoreo y una máxima intervención del paisaje forestal y de la consiguiente regresión histórica que han sufrido sus bosques. El pino carrasco, lejos de aprovecharse de la humanización del paisaje (esto lo consigue en pocas y determinadas ocasiones) ha sido una víctima más de la deforestación del Mediterráneo.

Una buena repoblación con pino carrasco necesita algo más que la correcta elección de semilla, necesita ante todo el convencimiento del técnico de que realiza un trabajo beneficioso y útil para la sociedad. Pero para que esta última valore el trabajo del técnico, la especie utilizada y, por tanto el bosque creado deben ser reconocidos como integrantes de nuestra historia, cultura y paisaje. Debe recuperarse, en primer lugar, la estima por esta especie. Baste como ejemplo de la poca consideración de que goza, la corta en agosto de 1996 de 14 ejemplares de 60 años en el colegio público de Algaida (Mallorca), tala que fue aprobada por padres de alumnos, dirección del colegio y Ayuntamiento en pleno, por constituir un foco de procesionaria, plaga introducida en los años 50. Frente a estos hechos, nos gustaría contraponer los versos que M. Costa i Llobera dedicó en 1875 al pino carrasco:

LO PI DE FORMENTOR

*Mon cor estima un arbre! Més vell que l'olivera,
més poderós que el roure, més verd que el taronger,
conserva de ses fulles l'eterna primavera
i lluita amb les ventades que atupen la ribera,
que crutxen lo terror.*

*No guaita per ses fulles la flor enamorada,
no va la fontanella ses ombres a besar,
mes Déu ungl d'aroma sa testa consagrada
i li donà per terra l'esquerpa serralada,
per font l'innensa mar.*

*Quan lluny, damunt les ones, renaix la llum divina,
no canta per ses branques l'aucell que encativam;
lo crit sublim escolta de l'aguila marina
o del voltor que puja sent l'ala gegantina
remoure son fillam.*

*Del llum d'aquesta terra sa vida no sustenta,
revincla per les roques sa poderosa rel,
Té pluges i rosades, i vents i llum ardenta,
i, com un vell profeta, rep vida i s'alimenta
de les amors del cel.*

*Arbre sablim! Del geni n'és ell la viva imatge:
domina les muntanyes i aguaita l'infinit;
per ell la terra és dura, mes besa son ramatge
lo cel que l'enamora, i té el llamp i l'oratge
per gloria i per delit.*

*Oh! sí; que quan a lloure bramden les ventades
i sembla entre l'escuma que tombi lo penyul,
flavors ell ría i canta més fort que les onades
i triomfador espolsa damunt les navolades
sa cabellera real.*

*Arbre, mon cor t'enveja. Sobre la terra impura,
com una prenda santa duré jo el teu record.
Lluitar constant i vèncer, reinar sobre l'altura
i alimentar-se i viure de cel i de llum pura...
Oh vida... noble sort!*

*Amon, ànima forta! Traspassa la boirada
i arrela dins l'altura, com l'arbre dels penyals.
Veuràs caure a tes plantes la mar del món irada,
i tes cançons valentes n'iran per la ventada,
com l'au dels temporals.*

PARTE 1.^a CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Nombre científico:

Pinus halepensis Miller.

Nombres vulgares:

Castellano: pino carrasco,
pincarrasco, pino carrasqueño,
pino blanquillo
(Cazorla y Segura).
Catalán: pi blanc, pi bord,
pi melich, pi garriguenc.
Euskera: Alepo pinua.

Nombres extranjeros:

Portugués: pinheiro de alepo,
pinheiro francês.
Francés: pin d'Alep, pin de
Jérusalem, pin blanc
(Provenza).
Italiano: pino d'Aleppo, pino di
Gerusalemme, zappina, pignara
sarvaggia.
Alemán: Aleppokiefer, See
Kiefer, Meerstrandkiefer.
Inglés: Aleppo pine,
Jerusalem pine.
Berber: tayda.
Árabe: senouber, sanaoubar
halabi (Siria, Líbano).

1. SISTEMÁTICA, FILOGENIA Y PALEOBOTÁNICA

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

El pino carrasco es, generalmente, un árbol que no alcanza tallas demasiado elevadas, dependiendo en gran medida de las condiciones en que crece; puede llegar hasta los 20-22 m en buenas situaciones, y únicamente en las mejores supera los 30 m. Suele presentar además un porte tortuoso, sólo recto cuando habita en buenas estaciones y densidades adecuadas. La corteza presenta un color gris-ceniciento en los ejemplares jóvenes y en las ramas; al envejecer se agrieta y se torna pardo-rojiza, especialmente en la base del tronco. Las ramas son delgadas y extendidas, las inferiores horizontales y las más próximas a las gúfas casi verticales; aparecen casi desde la base, ya que la poda natural es escasa en las masas abiertas en que suele aparecer el pino. La copa, al principio cónica y luego redondeada, es siempre poco densa y luminosa por la escasez y poca duración del follaje, ya que las acículas caen en el segundo verano o, en los años más secos, no sobrepasan el ciclo anual; sólo en situaciones muy favorables alcanzan los cuatro años. Las hojas se disponen en fascículos de dos, aunque en ocasiones aparecen tres e incluso cinco en un mismo braquiblasto; miden de 6 a 12 cm de longitud y de medio a un milímetro de anchura. Se agrupan en penachos al final de los ramillos y son de color verde claro, flexibles y no punzantes.

Las características de los conos femeninos constituyen uno de los rasgos por los que más fácilmente se identifica a este pino. Son oblongo-cónicos, de 6-12 × 3,5-4,5 cm, con apófisis casi planas y ombligo romo; se sitúan sobre un pedúnculo de 1-2 cm, recurvado tras la polinización de la flor. Una vez abiertas las piñas y diseminadas sus semillas, permanecen bastantes años en el árbol, por lo que la copa siempre presenta gran abundancia de conos. Los piñones son pequeños, de 5-7 mm, y con ala 3 ó 4 veces más grande, lo que facilita su dispersión, alejándoles del árbol madre.

Los estudios realizados sobre la fenología del pino carrasco muestran que su comportamiento vegetativo y reproductor está muy relacionado con las condiciones ecológicas del sitio en que vive. El aspecto más destacado es la presencia de varios ciclos de crecimiento en un mismo período vegetativo, como respuesta a las condiciones del año en curso y de la fertilidad de la estación. Igualmente puede aparecer más de un ciclo fructífero cada año.

En concreto, parece ser la temperatura el factor más determinante en las distintas etapas del desarrollo del pino: crecimiento, inducción floral, desarrollo de las flores, número de ciclos, etc. Los ambientes generalmente térmicos en los que habita hace que mantenga



Masa natural de carrasco en una solana de la Sierra de Cazorla.
(Foto: L. Gil)

la actividad vegetativa durante gran parte del año, más o menos larga dependiendo de las condiciones hídricas y térmicas. El inicio del crecimiento podría estar correlacionado con el momento en que se alcanza una cierta temperatura (Serre, 1976a,b; Weinstein, 1989a,b). El estudio de Serre encuentra que los factores climáticos más determinantes en las distintas etapas de crecimiento del pino carrasco son, en primer lugar, las temperaturas mínimas de invierno y de principios de la primavera; temperaturas inferiores a 4° C detienen el crecimiento. Este reposo por frío suele ser reducido en las poblaciones litorales y del Sur de la Península. La paradas vienen impuestas por el establecimiento de períodos secos, dada la escasa capacidad de retención de agua de la mayoría de los suelos sobre los que vive el pino carrasco.

En nuestro país, los estudios más específicos sobre la fenología de esta especie se han llevado a cabo en huertos semilleros, concretamente en los situados en los Centros de Mejora Genética Forestal de El Serranillo (Guadalajara) y Alaquás (Valencia), dependientes de DGCONA (Roldán *et al.*, 1992; Pardos Mínguez, 1994; Pardos Mínguez *et al.*, 1995); en el primero de ellos con procedencias continentales (Alcarria, Ibérico Aragonés y Maestrazgo-Los Serranos), y en el segundo con procedencias levantinas (Levante interior, Litoral levantino, y también Maestrazgo-Los Serranos). Estos trabajos han permitido conocer con bastante detalle el ciclo vegetativo y reproductor, aunque hay que tener en cuenta que en estas situaciones el pino se encuentra en óptimas condiciones de disponibilidad de agua durante todo el año, por lo que los resultados están condicionados por estas circunstancias.

En Guadalajara el crecimiento de los brotes vegetativos comienza a finales de Enero-principios de Febrero, con el alargamiento de las yemas formadas el otoño anterior. Existen diferencias entre las ramas plagiotrópicas, situadas en la parte inferior de la copa y en las que se desarrollan los estróbilos masculinos, y las del tercio superior de la copa, dominantes y que llevan los estróbilos femeninos. Las plagiotrópicas empiezan a crecer antes que las ortotrópicas, pero la principal diferencia es que las primeras tienen un único ciclo de crecimiento anual, mientras que las segundas pueden presentar un número variable de ciclos o «metidas». En las condiciones continentales de Guadalajara suelen ser tres, mientras que en las más térmicas de Valencia suben a cinco. La cantidad de ciclos que habrá en una temporada parece determinada por las condiciones climáticas, ya que la diferenciación de éstos se produce mientras se mantengan unas temperaturas suaves. Esto explica que en las localidades más cálidas se den mayor número de ciclos. En definitiva, la fenología del pino carrasco corresponde a una especie típicamente mediterránea, capaz de adaptar su crecimiento para aprovechar al máximo todos los períodos climáticamente favorables.

El ciclo reproductor muestra igualmente una adaptación a aprovechar las condiciones climáticas favorables para maximizar la producción de semilla, ya que el policiclismo vegetativo puede ir acompañado de varios ciclos fructíferos.

La floración masculina se produce de Febrero a Mayo, según la localidad y el año. En Guadalajara, el momento de máxima emisión de polen es finales de Marzo-medios de Abril, pero en zonas más cálidas se produce más tempranamente. Las flores femeninas, situadas en las ramas ortotrópicas, pueden aparecer en distintos ciclos de crecimiento, dando lugar hasta a 3 ciclos florales femeninos. Si las condiciones son lo suficientemente benignas, pueden aparecer algunas en otoño; si no, las primeras aparecen en febrero, seguidas de otras dos floraciones a lo largo de la primavera. La producción de piña depende de la sincronización entre la emisión de polen y la aparición de flores femeninas, y de las condiciones climáticas que permitan el desarrollo del estróbilo. Así, las flores que aparecen en otoño nunca dan lugar a piñas, al no existir posibilidad de polinización. En Alaquás, con una climatología favorable, se recogen hasta tres cosechas, correspondientes a tres ciclos de floración que aparecen entre Febrero y finales de Marzo. Esta importante fructificación en poblaciones litorales se reduce en las continentales a causa de un clima en que alternan altas temperaturas diarias con heladas nocturnas, así como las temidas heladas tardías, como ocurre en El Serranillo, donde la cosecha corresponde únicamente a la última floración (finales de Marzo-primeros de Abril), ya que las flores aparecidas antes, e incluso a veces estas últimas, suelen helarse.

La fecundación del óvulo no ocurre hasta un año después de la polinización, aproximadamente en Junio (Francini, 1958). Este largo período constituye una adaptación, común

a todos los pinos, frente a la sequía estival que impediría el desarrollo del gametofito femenino; éste reanuda su actividad en otoño. Tras la fecundación, el embrión madura rápidamente, existiendo semilla viable ese mismo verano. Sin embargo, la piña aún permanece un año más, de manera que siempre toda la cosecha de un año permanece sin diseminar en el árbol, generando un banco aéreo que asegura en todo momento la disponibilidad de semilla. Un alto número de piñas, además, puede permanecer sin abrir durante bastantes años (conos serótinos). Estos rasgos, unidos a la precocidad de la especie en producir semilla, constituyen la principal estrategia del pino frente al fuego.



Detalle del brote de un pino carrasco, en el que se puede apreciar la aparición de dos ciclos florales femeninos.
(Foto: A. Prada.)

PALEOBOTÁNICA

El origen del género *Pinus* se sitúa comúnmente en Asia oriental, durante el Mesozoico. Hay registros dudosos de polen en el Triásico, pero ya en el Jurásico se encuentran restos confirmados en Siberia, en Norteamérica y en el Norte de Francia. En Europa, donde habría llegado a través de Groenlandia y posteriormente Islandia o quizá las islas Spitzbergen, son más abundantes los fósiles del Cretácico, estando ya diferenciados los dos subgéneros *Haplo-* y *Diploxylon*.

En el Terciario, el género extiende su área de distribución y se diversifica en numerosas especies; de esta época datan los primeros restos que hallamos en el área mediterránea. Esta fue también la época en que se diferenciaron los elementos florales xerófilos que luego constituirían la vegetación típicamente mediterránea. Una serie de cambios climáticos (principalmente un enfriamiento durante el Oligoceno) eliminaron la flora subtropical y laurófila de principios del Terciario y permitieron la extensión de bosques templados y húmedos. Las especies xerófilas serían elementos menores de esta flora terciaria, formando comunidades azonales en situaciones especiales; estas comunidades fueron adquiriendo más importancia en períodos subsiguientes de aridez (Mioceno), cuando

empiezan a aparecer algunos de los elementos que luego formarán las comunidades esclerófilas mediterráneas.

Ya en la segunda parte del Eoceno aparece *Pinus hepius*, precursor de *P. halepensis* (Palamarev, 1989), que durante el Oligoceno y primera parte del Mioceno ocupa grandes extensiones en Rusia, Bulgaria, Grecia, Rumanía, ex-Yugoslavia, Hungría, Austria, Alemania, Italia y Francia. A finales del Mioceno y principios del Plioceno va desapareciendo gradualmente y es reemplazado por su derivado *P. halepensis*. Desde el Oligoceno se encuentran también fósiles relacionados con *P. brutia*, que se concentran en la región del Cáucaso y en los Balcanes (Kasapligil, 1978), sin que haya indicios de una extensión tan amplia como la que alcanzó *P. halepensis* o sus precursores. En la península Ibérica no hay testimonios fósiles de estos pinos terciarios, lo que puede ser debido bien a su ausencia del territorio o bien a un registro incompleto. En la Tabla I se muestran las edades y localizaciones de los restos fósiles que se atribuyen a *P. halepensis*. A pesar del elevado número de taxones que se han descrito, es posible que muchos de estos binomios sean sinónimos y hagan referencia a la misma especie o a formas muy estrechamente emparentadas.

TABLE I
Edad y localización de los taxones fósiles que se suponen relacionados
con *P. halepensis*
(Kasapligil, 1978)

Taxón fósil	Edad	Localidad
<i>P. cortessii</i> A. Brong.	Terciario	Norte de Bohemia (Rep. Checa); valle inferior del Main (Alemania)
<i>P. platonis</i> (Bailey) Sew.	Eoceno	Inglaterra
<i>P. setiformis</i> Sap.	Oligoceno	Armisan (Francia)
<i>P. leptophylla</i> Sap.	Oligoceno	Armisan (Francia)
<i>P. platyptera</i> Sap.	Oligoceno	Armisan (Francia)
<i>P. kotschiana</i> Ung.	Mioceno	Noreste de Hungría; Transilvania (Rumanía)
<i>P. macroptera</i> Sap.	Mioceno	Narbona (Sur de Francia)
<i>P. consimilis</i> Sap.	Mioceno	Ardèche (Sureste de Francia)
<i>P. hageni</i> Heer	Mioceno Inferior	Región Báltica
<i>P. salmarum</i> Partsch.	Mioceno Inferior	Cerca de Cracovia (Polonia)
<i>P. aff. halepensis</i> Mill.	Mioceno Medio	Leoben (sur de Austria)
<i>P. halepensis</i> Mill.	Mioceno Superior	Cerca de Viena (Austria)
	Plioceno	Sofía (Bulgaria); Rumanía
	Pleistoceno	Gárd (Sureste de Francia)
<i>P. hepius</i> Ung.	Terciario	Serbia; valle inferior del Main (Alemania)
	Plioceno	Norte de Bohemia (Rep. Checa)
<i>P. ornata</i> Stern.	Plioceno	Bohemia (Rep. Checa)
<i>P. halepensis</i> var. <i>atavorum</i> Marion	Plio-Pleistoceno	La Valentine (Francia)
<i>P. halepensis</i> var. <i>algeriensis</i> Gauss.	Pleistoceno	Macizo del Hoggar (Argelia) (granos de polen)

La cronología de los fósiles de *Pinus hepius* y *halepensis* parece apoyar la idea de una migración este-oeste, desde el área de los Balcanes, como apunta Mirov (1967). Según este autor, el grupo de pinos antecesores de las actuales especies mediterráneas habría llegado desde el este de Asia, por las cadenas montañosas que desde el norte del Himalaya se continuaban hasta el área balcánica. Centrándose en *P. halepensis-brutia*,

Nahal (1962) opina que ambas formas habrían tenido una distribución geográfica común durante el Terciario, extendiéndose al norte del Mediterráneo y de este a oeste; a finales del Terciario los cambios climáticos habrían favorecido a *P. brutia* en el este, por su mayor resistencia al frío, y a *P. halepensis* en el oeste por las condiciones más térmicas. Sin embargo, resulta difícil pensar que *P. brutia* no hubiese encontrado refugio en zonas interiores más frías y continentales, de manera que tuviese actualmente alguna representación en el oeste del Mediterráneo; además, la repartición de los fósiles apoya más bien la idea de que *P. brutia* nunca se extendió tanto hacia el oeste como *P. halepensis*, sino que avanzó principalmente hacia el sur desde el área caucásica y balcánica. Por otro lado, los resultados del análisis isoenzimático indican, a juicio de Conkle *et al.* (1988), que el centro de origen del complejo *brutia-halepensis* se encontraría en las regiones al norte y sur del mar Negro, este de Turquía y Norte de Irak; estos datos refuerzan igualmente la hipótesis de la migración este-oeste. El mismo estudio parece indicar que la especie ancestral habría sido más parecida a *P. brutia*, diferenciándose luego los antecesores de *P. halepensis*.

Evolución del área de distribución

Durante el Oligoceno y Mioceno, la vegetación del Mediterráneo estaba dominada por las laurisilvas, pero los géneros y ancestros inmediatos de las especies esclerófilas y xerófilas actuales estaban ya presentes formando comunidades intrazonales y expandiéndose durante las crisis secas. Hace 3,2 millones de años, a comienzos del Plioceno, tiene lugar el establecimiento del régimen mediterráneo, con su característico período de sequía estival, como consecuencia del cierre del Istmo de Panamá y la consiguiente interrupción de las corrientes circunecuatorialas. La consecuencia en la vegetación es la extinción de los elementos más exigentes de las laurisilvas, o su relegación testimonial a enclaves muy localizados, y la expansión de las cubiertas esclerófilas y xerófilas que soportan la sequía estival (Suc, 1984, 1986).

Hace 2,3 m.a. comienzan a producirse los ciclos glacial/interglacial, que actúan como filtro para los taxones termófilos del primitivo bosque mediterráneo. Los interglaciares (período entre dos etapas frías) van haciéndose cada vez más cortos, mientras que el frío en las glaciaciones es cada vez más intenso, hasta llegar al último período glacial: Pleniglacial o Würm, que comienza aproximadamente hace 75.000 años y se mantiene hasta 10.000 BP (*before present*, antes del presente), cuando se establecen las condiciones cálidas del actual interglacial. Esta fase ha quedado en parte reflejada en determinadas secuencias sedimentarias, cuyo análisis polínico constituye la base para la reconstrucción de la vegetación mediterránea. En la Península Ibérica, la secuencia más larga es la de Padul, en Granada, que cubre los últimos 60.000 años (Menéndez-Amor & Florschütz, 1964; Pons & Reille, 1986, 1988).

La vegetación del Mediterráneo se caracteriza durante el Pleniglacial por la dominancia de pinos y herbáceas estépicas, a la vez que hay una regresión de los árboles, arbustos y herbáceas de los bosques más térmicos que habían dominado en el anterior interglacial. Los pinos más extendidos en la península durante la glaciación fueron las actuales especies de montaña *Pinus nigra* y *P. sylvestris*, como refleja la abundancia de sus restos (Ros, 1988; Carrión, 1992a y b; Regato *et al.*, 1991, 1995; Badal, 1995). A pesar de este dominio de las coníferas de climas fríos, otros datos apuntan a que en enclaves cálidos encontraron refugio especies más termófilas, como los pinos xerófilos entre los que se encuentra el pino carrasco. El registro fósil más antiguo de *P. halepensis* en este período aparece en dos localidades de la mitad suroriental de la península: cueva de la Carrihuela (Granada) y Cova Benicó (Alicante). En ambos yacimientos aparece polen atribuido a *Pinus halepensis*, datado entre 40.000 y 30.000 BP (Carrión, 1991; 1992 a y b). Otro registro de *Pinus halepensis* en el Pleniglacial lo encontramos en la cueva de Nerja (Málaga) (Badal, 1991), cuya datación de 18.420 ± 530 BP y 17.940 ± 200 BP sitúa a estos pinares prácticamente en el momento más frío de la glaciación. Por el momento, no existen más trabajos en los que se identifique a nivel específico *P. halepensis* durante este período, pero todos los registros fósiles de la mitad suroriental de la península, presentan junto a *Pinus* sp., los mismos taxones meso-termófilos que acompañan a *P. halepensis* en los yacimientos donde sí se ha identificado la especie.

SISTEMÁTICA Y TAXONOMÍA

El encuadre taxonómico de cualquier especie supone un reconocimiento de sus afinidades con el resto de las especies con las que se agrupa; pero, a menudo, las clasificaciones están determinadas por consideraciones subjetivas de cada autor sobre qué caracteres son más indicativos de la existencia de relaciones entre varias especies. Esto ha ocurrido en cierta medida con *Pinus halepensis*. Dentro del género, no se discute su inclusión en el grupo de los *Diploxylon* (con dos haces vasculares por acícula), ni su cercanía a *Pinus brutia* y sus subespecies (*pithyusa*, *eldarica* y *stankeviczii*, todas de distribución mediterráneo oriental), con los que forma un grupo bien definido (grupo *Halepenses*). Sin embargo, las relaciones con el resto del género se discuten, como muestra la variedad de distintas divisiones infragenéricas y el baile de especies entre secciones que se han propuesto a lo largo de los años. Como muestra, en la clasificación de Little & Critchfield (1969) se incluye en la subsección *Sylvestres* de la sección *Pinus* al pino carrasco y a *P. brutia*, junto a *P. sylvestris*, *P. nigra* y *P. pinaster*, entre otros, basándose en la morfología de los cromosomas (todos ellos tienen dos pares acrocéntricos). En esta clasificación *P. pinea* queda en otra sección distinta; Van der Burgh (1973), en cambio, agrupa los *Halepenses* y al piñonero en una única sección (*Pinnae*) basándose principalmente en características anatómicas de la madera. Klaus (1989) también agrupa estas dos subsecciones, además de la *Oocarpeae* (de Centroamérica), en una sección *Pinnae*, basándose en clasificaciones anteriores y en otros caracteres que a su juicio habían sido olvidados por otros autores (morfología de piñas, rasgos vegetativos); relaciona entre sí todos los pinos mediterráneos, lo que supondría la existencia de ancestros comunes, entroncándolos también con los pinos caribeños y centroamericanos de la sección *Sula*.

La mayoría de los autores coinciden en agrupar *P. halepensis* y *P. brutia* en una subsección aparte. La existencia de cierto grado de afinidad entre éste y el pino carrasco se manifiesta en el éxito de los cruzamientos entre ambos, aunque la hibridación sólo es posible cuando *Pinus brutia* actúa como progenitor femenino, y no al contrario (Panetsos, 1981). Aún en el primer caso tiene lugar una esterilidad parcial, que varía según los distintos árboles ensayados. Estos resultados manifiestan la existencia de mecanismos diferenciados de aislamiento genético que, por el contrario, no existen en el complejo *P. brutia*-*P. pithyusa*-*P. eldarica*-*P. stankeviczii*, lo que apoya su consideración como unidades subordinadas. Los análisis isoenzimáticos respaldan igualmente esta clasificación, al agrupar como más cercanas entre sí estas cuatro razas y quedar más alejada el pino carrasco (Conkle *et al.*, 1988). Según estos mismos estudios, *P. stankeviczii* representaría la subespecie más intermedia entre *P. brutia* y *P. halepensis*. Dentro del conjunto de *P. halepensis* existe también cierta variabilidad, aunque nunca se ha considerado suficientemente significativa para distinguir subespecies.



Pinar en la isla de Cabrera (Balears), donde se puede observar la expansión natural. (Foto: L. Gil.)

VARIACIÓN GENÉTICA DE *PINUS HALEPENSIS*

La amplitud del área de distribución y la diversidad de condiciones en que aparece *Pinus halepensis* puede determinar la existencia de diferencias genéticas a lo largo de ese área. Cuando se quiere precisar el grado de variación genética de la especie y su relación con las condiciones ambientales en que habita, surgen varias cuestiones básicas que conviene analizar, como la amplitud de esa variación, los factores que la ocasionan, o la relación existente entre la variabilidad de la especie y la plasticidad de sus genotipos.

Amplitud de la variación

El estudio de la variabilidad genética de una especie permite establecer una idea general de la importancia, causas y caracterización de la diferenciación genética. Los marcadores bioquímicos permiten responder a esta pregunta. En general, puede decirse que *P. halepensis* es una especie poco variable dentro del género, tanto al utilizar terpenos como isoenzimas.

Mediante isoenzimas se han reconocido dos grandes grupos (Schiller *et al.*, 1986): uno mediterráneo oriental, en el que se supone una introgresión con *P. brutia*, y otro mediterráneo occidental. Este segundo se diferencia a su vez en otros 4 subgrupos: oeste de Europa (formado por España, Francia e Italia), este de Europa (Italia, Albania, Grecia y Libia), Norte de África (Argelia, Túnez) y Marruecos. Esta discriminación se basa en el estudio de 19 poblaciones de todo el área de distribución, por lo que la asignación geográfica a los grupos no es muy estricta. Los resultados obtenidos del análisis de la resina de *P. halepensis*, revela una baja variación en el contenido en monoterpenos dentro y entre poblaciones. Aún así se encuentra una relación de estos con los factores climáticos y geográficos. La diferenciación de las poblaciones concuerda con los grupos ya descritos con isoenzimas (Schiller & Grunwald, 1987).

La variación detectada por estos marcadores es neutra, en el sentido de que no responde a procesos selectivos del medio sobre las poblaciones, y por tanto la diferenciación entre poblaciones puede estar infraestimada. Por ello, se ha de prestar una especial atención a la variación mostrada por aquellos caracteres de mayor valor adaptativo y que muestran mayor incidencia del ambiente. Dicha variación se estudia mediante el establecimiento de **ensayos de procedencia**, en los que se puede observar la respuesta a un mismo ambiente de distintos orígenes.

El resultado más importantes que se obtiene de los ensayos de procedencia es la evaluación del comportamiento de los orígenes de semilla en distintas situaciones ecológicas, que permite conocer el grado de variación genética y la importancia de la interacción genotipo-ambiente para los distintos caracteres. El estudio de procedencias de *Pinus halepensis* se inició en los años 70 por un proyecto FAO que incluía las especies *P. brutia*, *P. halepensis* y *P. eldarica*. Se recogieron semillas de diferentes orígenes en todo el área de distribución de estas especies y se instalaron parcelas de ensayo en distintos países. Se incluyeron 10 poblaciones españolas cuyas datos de localización se reflejan en la Tabla II.

El crecimiento y la rectitud del fuste muestran diferencias significativas entre procedencias en todos los sitios ensayados. Las procedencias orientales, próximas a la distribución de *P. brutia*, siempre muestran un comportamiento mejor, mientras que las de Marruecos, España y Argelia tienen crecimientos más bajos y peor forma de fuste (Weinstein, 1989b). La interacción procedencia-sitio de ensayo es altamente significativa, indicando una respuesta diferencial de las procedencias dependiendo de la condiciones ecológicas de los sitios de ensayo. Esta interacción se muestra principalmente en las procedencias con comportamiento medio, puesto que las mejores y las peores procedencias se mantienen, no de forma muy estricta, en el mismo orden.

TABLA II

Datos de las poblaciones españolas utilizadas en los ensayos de procedencia internacionales

Procedencia	Región	Longitud	Latitud	Altitud	Referencia
Soportújar	17	3° 15' W	37° 10' N	800	1, 2, 5
Guadalmedina	17	2° 15' W	37° 02' N	1000	2, 4, 5
Maifa	14	2° 10' W	37° 40' N	1200	2, 4, 5
Cehégín	14	1° 55' W	38° 05' N	850	1, 2, 4, 5
Jarañuel	10	1° 00' W	38° 55' N	600	2, 5
Serra	11	0° 28' W	39° 50' N	600	1, 2, 5
Montmell	3	1° 32' E	41° 24' N	400	2
Tarrasa	3	2° 06' W	41° 28' N	250	1, 2
Baleares	18	3° 00' E	39° 30' N	—	3
Murcia	13	1° 00' W	38° 00' N	—	3

Ref.: 1=Bariteau, 1992; 2=Écher et al., 1987; 3=Spencer, 1985; 4=Fischer et al., 1986; 5=Weinstein, 1989c

Factores determinantes de la variación

Podemos hablar de una serie de gradientes ambientales para explicar el tipo de variación de la especie en los distintos caracteres analizados. Estos gradientes se encuentran relacionados con la longitud (en cierta manera ligado a la sequía), la altitud (relacionado con la resistencia al frío) y el aislamiento geográfico. La latitud no se muestra como un factor importante en la variación de esta especie.

Se ha definido un gradiente este-oeste en múltiples rasgos como son el crecimiento, la forma del fuste, características de la corteza, capacidad de floración y fructificación y morfología de acículas, conos y semillas (Panetsos, 1981). En general, las poblaciones situadas más al este presentan un mejor crecimiento, mayor resistencia a la sequía, semillas y acículas más grandes. Morfológicamente, las poblaciones orientales se caracterizan por una corteza lisa de color claro, mientras que en procedencias occidentales es más frecuente que sea profundamente fisurada y de color rojizo oscuro.

Este gradiente principal se modifica por el efecto de las condiciones climáticas a través de la altitud (efecto de la temperatura) y de la sequía (tolerancia a las condiciones hídricas). Calamassi (1986) señala que el número de estomas o el espesor de la cutícula es mayor hacia el Mediterráneo occidental. Un gradiente altitudinal se define en caracteres como el grosor de la cutícula, más gruesa en los orígenes de altitud. Las procedencias más xéricas tienen acículas más cortas y mayor número de estomas. En la precocidad en la germinación también se percibe este patrón de variación; las poblaciones costeras germinan más lentamente con temperaturas bajas, mientras que las que provienen de cotas altas se ralentizan con altas temperaturas (Giordano, 1960). Calamassi *et al.* (1984) describen la germinación del pino carrasco como estable, sin importantes obstáculos y con un comportamiento homogéneo, dentro de un intervalo de temperaturas de 15° a 20° C, sin modificaciones debidas a la adaptación. Existen pequeñas diferencias entre procedencias, que probablemente están más ligadas a las distintas condiciones estivales y la adaptación a la sequía.

Estos gradientes nos indican cuáles son los factores principales en la variación de la especie, aunque no hay que olvidar que la acción humana no ha sido considerada. Tampoco existe un modelo que permita considerar el aislamiento geográfico. Dado que estos factores son esenciales en la variación de cualquier especie, ha de tenerse en cuenta tanto en la delimitación de regiones de procedencia como en las recomendaciones de uso de semilla. Estos aspectos constituyen la parte principal en que se debe basar el estudio de la variación genética de la especie.

Plasticidad de la especie

La variación genética en los caracteres antes reseñados deja abierta una cuestión, la plasticidad, de gran importancia para comprender y posteriormente utilizar esta variación. Es decir, hasta qué punto distintos genotipos pueden manifestar unos fenotipos similares dependiendo de la expresión del ambiente. En general, se supone que el pino carrasco es una especie plástica: un mismo genotipo presenta fenotipos muy variados dependiendo de la expresión del medio. Las diferentes condiciones hídricas y/o edáficas provocan una gran variación de la calidad de las masas, referida ésta a crecimiento y forma de los fustes. En los sitios más húmedos de su distribución y donde el suelo tiene una capacidad de retención considerable, el carrasco presenta crecimientos comparables a los de otras especies de su género. Esto sucede en Segura y Cazorla y en bastantes masas de Cataluña. En zonas naturales extensas, sin discontinuidades ni barreras geográficas que hagan suponer distintas estructuras genéticas, la influencia del suelo da como resultado distintas calidades de masa. Un ejemplo de esto es el pinar de Quesada, en Jaén. Los árboles de este bosque pasan de tener características apropiadas para su selección, a presentar portes arbustivos y producción de piña muy limitada. El efecto de la profundidad del suelo se puede apreciar también en masas sobre topografía accidentada. Al ascender ladera arriba en cortas distancias, el suelo se empobrece y disminuye en profundidad: el pino pasa de ser un árbol con muy buenas características de crecimiento y forma en el fondo del terreno a tener portes retorcidos y con copas coronadas en la cresta.

Esta plasticidad parece mayor que en especies como *P. sylvestris* o *P. nigra*, lo que puede ocasionar que la elección de la procedencia influya más en el crecimiento de los árboles que en su adaptación al sitio de introducción. Este es uno de los factores, por tanto, que ha de ser evaluado en los ensayos de procedencia.

VARIACIÓN DE *PINUS HALEPENSIS* EN ESPAÑA¹

En España se han iniciado dos tipos de estudios en relación con la variabilidad genética de *Pinus halepensis* Mill. Por una parte, el conocimiento de la variación en caracteres con gran influencia ambiental, y en los que por tanto, pueda suponerse una cierta selección adaptativa, y por otro lado en marcadores que evalúan la distancia genética entre las poblaciones. Ambos estudios parten de una hipótesis común: el limitado grado de variación genética del pino carrasco ha de responder a la selección natural manifestada a través del clima, y en la separación (aislamiento) geográfico entre las masas. Para comprender esta variación se cuenta con datos de 30 poblaciones distribuidas de manera que cubren todo el área natural y los principales gradientes fitoclimáticos.

Los dos factores climáticos complejos que más influyen en la especie, y que pueden ocasionar variación genética son la termicidad y la pluviosidad. Estos factores no siguen un patrón fácilmente explicable en términos geográficos, puesto que un gradiente N/S se encuentra matizado por la existencia de cadenas montañosas como Cazorla-Segura, o situaciones continentales en Aragón y provincias de Guadalajara y Cuenca.

La caracterización fenotípica de poblaciones naturales y su relación con las condiciones ambientales nos ofrece una primera aproximación a la variación de la especie. El tipo de variación que estamos observando en este caso es la debida a la estructura genética de las poblaciones más su interacción con el ambiente.

La plasticidad de *Pinus halepensis* queda remarcada por el estudio de los ciclos de crecimiento. Como ya se ha comentado, en huertos semilleros puede presentar varios ciclos de crecimiento y floración por año dependiendo tanto de las condiciones climáti-

¹ Este capítulo se basa en resultados no publicados de los proyectos: INIA SC93-143 «Mejora genética de coníferas: estudio de variación entre poblaciones», Convenio de Cooperación INIA-ICONA CC93-195 «Mejora genética de coníferas: elección de masas selectas» y EC-FAIR «Selection of mediterranean conifers».

cas del año, como de la procedencia de la que se trate (Roldán *et al.* 1992; Pardos Mínguez *et al.*, 1995). Este hecho también se manifiesta en masas naturales, como muestran los resultados de las 30 poblaciones estudiadas (Fig. 1). Aproximadamente el 60 por 100 de los árboles presentan dos ciclos por año, y solo el 25 por 100 de ellos son monocíclicos. La presencia de un tercer ciclo de crecimiento es menos frecuente que los dos casos anteriores, entre un 10 por 100 y un 20 por 100 según el año de estudio. El efecto de la procedencia es muy alto y explica más del 40 por 100 de la variación total. Nos encontramos, por tanto, ante una especie cuyo comportamiento es el resultado de una adaptación a las condiciones climáticas tan variables en las que vive. Parece ser capaz de aprovechar aquellos años con condiciones hídricas buenas tanto para crecer como para asegurar su reproducción.

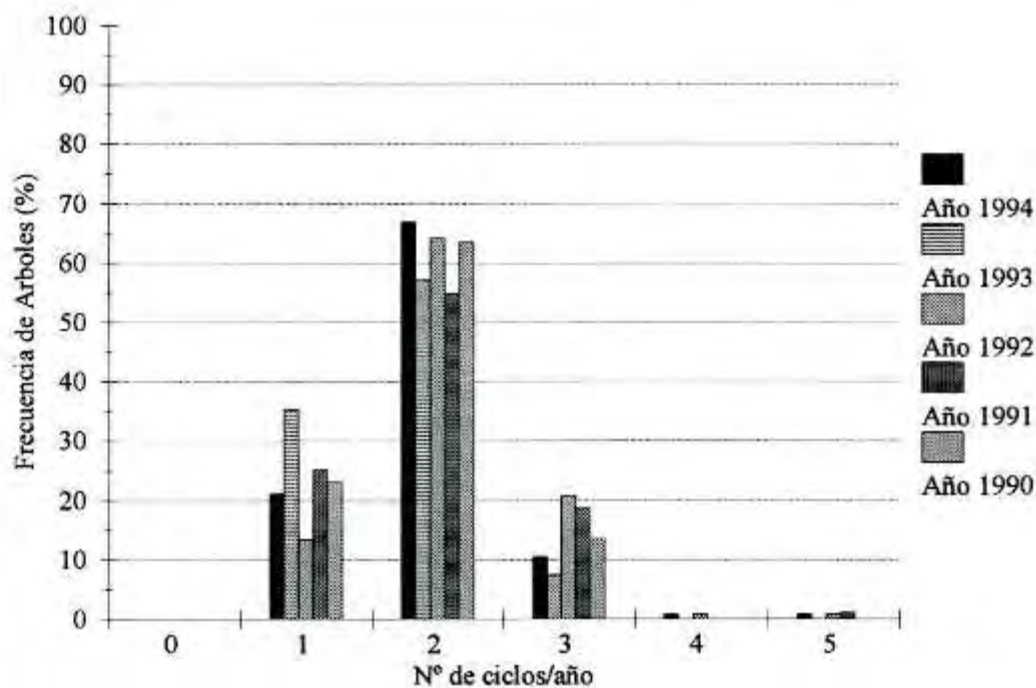


Figura 1. Frecuencia de ciclos de crecimiento en masas naturales de *Pinus halepensis*, a partir de un estudio realizado sobre 30 poblaciones españolas.

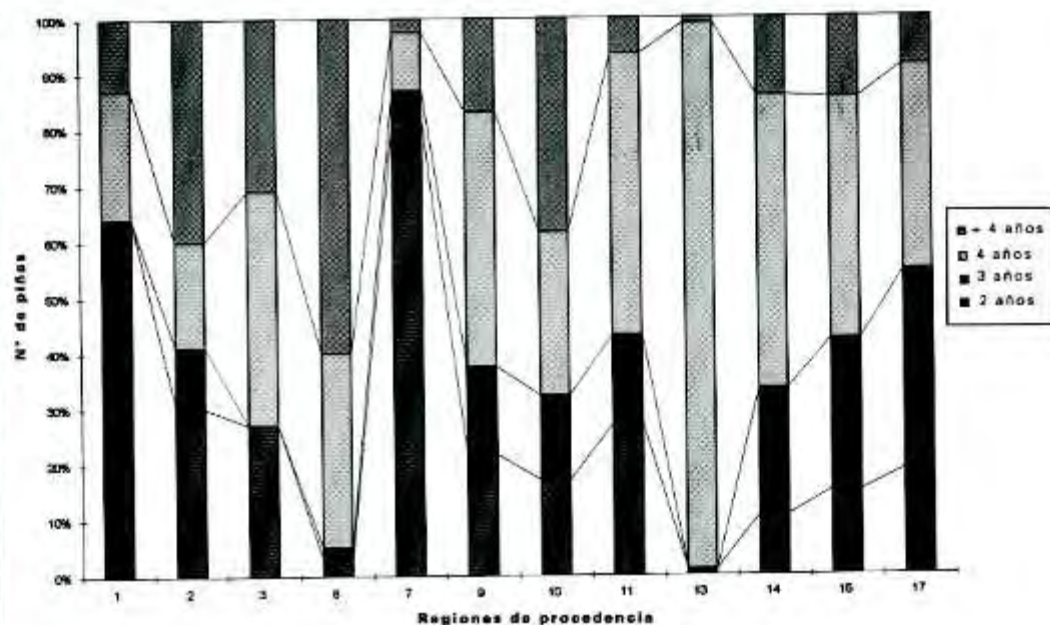
Otro carácter que presenta grandes diferencias entre poblaciones es la persistencia de las piñas. El valor más frecuente es de 3 años (es decir, un año tras la maduración), y en ocasiones se llega a los 8 años. Este carácter presenta una gran influencia de la procedencia, como queda reflejado en la figura 2. Existen poblaciones (como en la Región 7) en las que el porcentaje de piñas de más de 3 años apenas representa el 20 por 100 de la cosecha total, mientras en otras (Región nº 14) llegan a alcanzar más del 80 por 100.

La variación geográfica en caracteres morfológicos de acículas, piñas y piñones, y en los parámetros de germinación, es asimismo bastante elevada. Existen diferencias tanto entre las poblaciones como entre las regiones de procedencia muestreadas. La longitud de las acículas es un carácter en el que la influencia de las características climáticas del año es muy importante. En caracteres mucho más estables como el grosor, el número de estomas o de aserramientos, la importancia de la procedencia es mayor del 20 por 100 del total.

El patrón de variación en estos caracteres puede decirse que sigue el establecido por las regiones de procedencia, puesto que ésta muestra un efecto significativo en la mayoría de los caracteres analizados. Sin embargo, la duda de si esta significación indica simplemente una buena división ecológica de la especie puede comprobarse a través de la variación encontrada en frecuencias alélicas de isoenzimas.

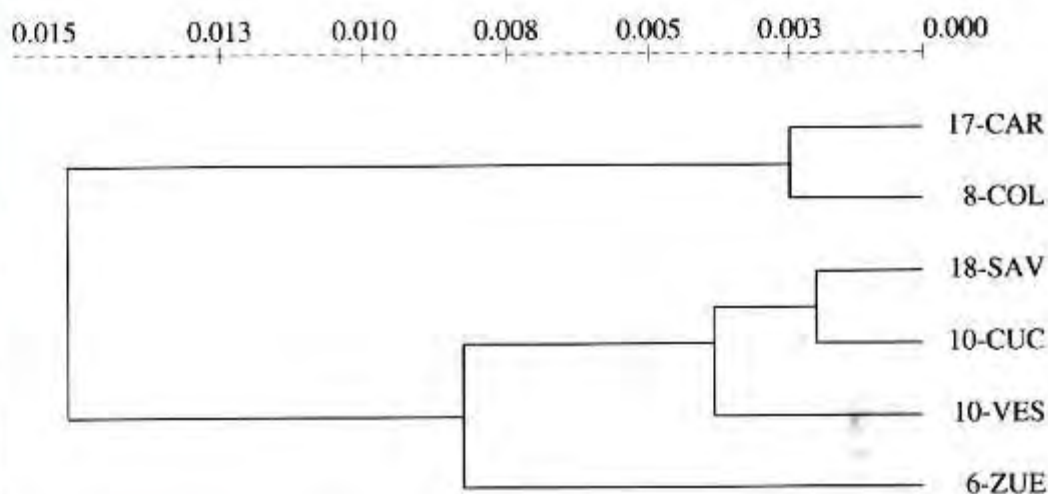
El estudio isoenzimático de poblaciones naturales españolas de *P. halepensis*, indica el mismo gradiente principal N/S modificado por la continentalidad. En la figura 3 se

Figura 2. Porcentaje de piñas de distinta edad en poblaciones de diferentes regiones de procedencia.



ha representado la relación entre seis procedencias, mediante un dendrograma realizado a partir de la distancia genética entre las mismas. Se diferencian dos grandes grupos. Uno estaría formado por una procedencia del centro (Colmenar de Oreja, Madrid) y otra del Sur (Carratraca, Málaga). El otro grupo lo constituirían Zuera (Zaragoza), Villa de Ves (Albacete), Cucalón (Castellón) y S' Avall (Mallorca). Esta última aparece muy próxima a las de Levante, lo que podría indicar la existencia de un centro de distribución situado en este área, a partir del cual el pino carrasco se habría expandido por la Península Ibérica.

Aunque los estudios no están aún concluidos, podemos aventurar que *Pinus halepensis* presenta una gran diversidad morfológica en caracteres que tienen un gran significado adaptativo, y que esta variación se manifiesta a través de las regiones de procedencia establecidas. La variación encontrada mediante isoenzimas parece confirmar las hipótesis iniciales de trabajo, por lo que estudiar en más detalle los gradientes obtenidos puede ayudar a precisar tanto los mecanismos de variación de la especie, como la importancia de la región de procedencia para su uso.



El código indica el número de la región de procedencia y la localización:
 CAR=Carratraca, Málaga.
 COL=Colmenar de Oreja, Madrid.
 SAV=S' Avall, Mallorca.
 CUC=Cucalón, Valencia.
 VES=Villa de Ves, Albacete.
 ZUE=Zuera, Zaragoza.

Figura 3. Dendrograma obtenido a partir de las distancias de Nei de 6 poblaciones naturales de *P. halepensis* (Método UPGMA).

2. ECOLOGÍA DE LOS PINARES DE *P. HALEPENSIS*

DISTRIBUCIÓN

Entre las especies de pinos presentes en el área mediterránea, el pino carrasco es una de las más ampliamente distribuidas, con una superficie estimada de más de tres millones y medio de hectáreas (Le Houerou, 1980). Aparece en casi todos los países ribereños (Fig. 4), si bien con mayor abundancia en la parte occidental de la cuenca y de forma más puntual en el oriente, donde es reemplazado, a partir del mar Egeo, por *Pinus brutia*. Este reparto parece deberse a razones climáticas: el pino carrasco es sensible a las bajas temperaturas invernales, por lo que en el oriente ocupa las zonas más cálidas de la banda subltoral; *Pinus brutia*, en cambio, es más resistente a las heladas aunque aguanta menos las sequías (con diferencias entre sus razas geográficas). Según Panetsos (1981), en el norte de Grecia la línea de -10°C de temperatura mínima absoluta es la que separa las dos especies. No obstante, además de las limitaciones climáticas, hay que considerar factores paleobiogeográficos como responsables primarios de determinadas distribuciones.

La distribución actual de *Pinus halepensis* es, pues, circunmediterránea, formando una banda siempre próxima a las costas, no alejándose más que esporádicamente del mar. España es, junto con Marruecos, los países donde más penetra hacia el interior; aunque en la península es más abundante en el litoral mediterráneo, desde Málaga a Cataluña. En Francia continúa por la costa hasta el Ródano, que remonta hasta Montelimar, y es más abundante en Provenza. En Italia aparece de forma dispersa: en algunos puntos de la costa ligur, costa adriática, y en Calabria.

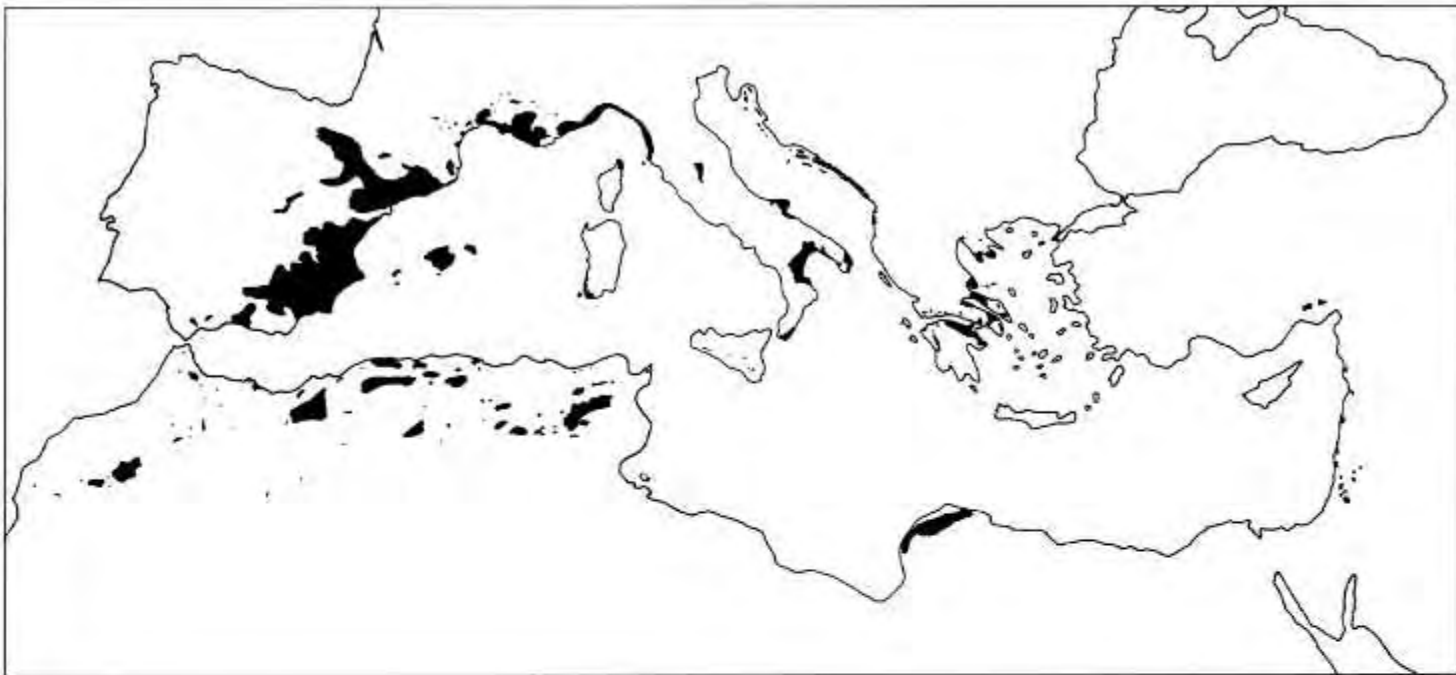


Figura 4. Distribución mundial de *Pinus halepensis*.

En las islas del Mediterráneo occidental está desigualmente repartido: abunda en todas las Baleares. En Córcega tiene una localidad en la zona del Cabo Corso, aunque su espontaneidad es discutida (Quézel, 1986; Reille, 1992). En Cerdeña aparece en la pequeña isla de San Pietro, además de una población en Porto Pino, en la propia Cerdeña, sobre la que hay indicios de naturalidad (Agostini & Sanfilippo, 1970). También se encuentra en colinas de Sicilia, y en islas menores entre Italia y Túnez (Pantellería, Lampedusa, Maretimo).

En la parte oriental de la cuenca mediterránea existe en la costa adriática de la península balcánica, sobre todo al sur de Split; en algunos puntos del sur de Grecia y en algunas

islas del Egeo. A partir de esta zona empieza a dominar *P. brutia* y el carrasco se hace raro. En Asia Menor sólo existe una localidad en Turquía, al NE de Adana. Con poblaciones dispersas de desigual importancia vive en las zonas litorales de Siria, Líbano, Israel y Jordania, asociado a *Quercus*, *Arbutus* y *Pistacia*. Como dato anecdótico, el pino existente en la región de Alepo (Siria) no es el carrasco, a pesar de que su nombre científico haga alusión a esta región, sino *P. brutia*.

En Egipto no existe. Reaparece en Libia, en las maquias de la región de Cirenaica. En Túnez y Argelia abunda en las montañas: en la dorsal tunecina, en el Atlas Telliano y Sahariano, con algunos restos en las regiones de Orán, Argel y Constantina. En Marruecos se adentra bastante al interior, hasta la latitud de Marrakech, siguiendo siempre los macizos montañosos del Atlas: vertiente mediterránea del Rif, Atlas medio y valles septentrionales del Alto Atlas. Existen algunas poblaciones aisladas en la vertiente sahariana, y algunas localidades en Marruecos oriental, en los montes de Debdou.

En España, las masas naturales de pino carrasco ocupan un total de 805.953 ha (Ortuño y Ceballos, 1977), casi un 7 por 100 de la superficie forestal arbolada del país. Esta superficie se reparte mayoritariamente en las provincias del litoral mediterráneo (Cataluña, Comunidad Valenciana, Murcia, Andalucía oriental, Baleares) y de la cuenca del Ebro. Se adentra por Albacete, Jaén, Cuenca, Guadalajara y llega a Madrid, mientras que por el norte remonta el Ebro hasta Álava. Desborda la vertiente mediterránea en los valles altos del Guadalquivir, Guadiana y Tajo. La provincia con más superficie es Valencia, seguida de Albacete, Murcia y Tarragona (Tabla III).

En cuanto al rango de altitudes, crece desde el nivel del mar hasta los 1.000 m, aunque el óptimo se sitúa hasta los 800 m. El límite superior en la península se sitúa en 1.600 m en la Sierra de la Nieves (montes de Tolox y Yunquera) (Ruiz de la Torre & Ceballos, 1979). El límite absoluto son 2.600 m en el Alto Atlas Central (Marruecos) (Quézel, 1986).

TABLA III

Distribución de la superficie española de pinares naturales de pino carrasco
(según Ortuño y Ceballos, 1977) (* Existen dudas sobre su naturalidad en la provincia)

Provincia	Superficie (ha)	Porcentaje	Provincia	Superficie (ha)	Porcentaje
Albacete	97.243	12,06	Jaén	29.229	3,63
Alicante	56.030	6,95	Lérida	7.229	0,90
Almería	20.803	2,58	Madrid	763	0,09
Baleares	51.473	6,39	Málaga	6.376	0,79
Barcelona	51.331	6,37	Murcia	75.308	9,34
Castellón	33.473	4,15	Navarra	4.904	0,61
Cuenca	41.025	5,09	Tarragona	72.093	8,95
Gerona	7.631	0,95	Teruel	43.034	5,34
Granada	35.649	4,42	Toledo	654 *	0,08
Guadalajara	4.487	0,56	Valencia	127.892	15,87
Huesca	10.121	1,26	Zaragoza	29.205	3,62
TOTAL				805.953	100 %

CLIMAS Y SUELOS

Las exigencias ecológicas de *Pinus halepensis* han sido estudiadas con cierto detalle por bastantes autores en todo el ámbito mediterráneo. En nuestro país, el primero en realizar estudios sobre el hábitat de la especie fue Huguet del Villar, que describió varios perfiles de suelos de pinar en su obra «*Los suelos de la Península Luso-Ibérica*» (1937). Nicolás elaboró en 1954 una monografía titulada «*Suelos españoles del pino carrasco*», en la que analiza casi 300 muestras tomadas en la mayor parte del área peninsular de la especie, determinando textura, pH, capacidad de retención de agua, contenido en materia orgánica, carbonatos, sales, etc. En 1972, Gandullo y colaboradores realizaron un nuevo estudio de

los hábitats del pino carrasco, en el que trataron de establecer la relación existente entre los factores ambientales y la calidad de las masas, determinando qué parámetros resultan más decisivos. Más recientemente, en el marco del proyecto LUCDEME se ha realizado el estudio de los suelos del Sureste español (provincias de Murcia y Almería y parte de Albacete y Granada). Los mapas, editados a escala 1:100.000, incluyen gran número de perfiles de zonas ocupadas por pino carrasco con su análisis físico y químico (LUCDEME, 1986-1993).

P. halepensis normalmente se comporta como termófilo, xerófilo y calcícola, pero es capaz de vivir en sustratos ácidos, en sitios con precipitaciones más o menos abundantes y en algunas zonas soporta mayores contrastes térmicos que en las localidades litorales típicas. El rasgo más sobresaliente es sin duda su resistencia a la sequía; es frecuente que aparezca en áreas donde el período seco dura, por lo general, de 1 a 5 meses. Las precipitaciones estivales varían bastante de unas zonas a otras, pero en general son escasas. Los máximos valores de sequía en su área española se dan en zonas del valle del Ebro, y del sureste peninsular, donde además se suman elevadas temperaturas durante casi todo el año. En las zonas próximas al mar, sin embargo, existe la posibilidad de criptoprecipitaciones a causa de los vientos húmedos, lo que no ocurre en zonas continentales.

Además de las largas sequías estivales, el pino carrasco tiene que soportar muchas veces la escasez de precipitaciones durante el resto del año. El límite inferior para poder desarrollarse con normalidad son 250 mm anuales, por debajo de los cuales el crecimiento es muy deficiente y muere en los años más secos. Entre 250 y 350 mm se sitúan las zonas más áridas del área del carrasco (valle central del Ebro, Sudeste, algunas sierras béticas). Los valores óptimos se sitúan entre 350 y 700 mm. En algunas zonas se pueden superar estos 700 mm, por ejemplo en la parte oriental de Cataluña y en Cazorla, donde consecuentemente se hallan las mejores masas de carrasco.



El pinar de la Encomienda Mayor de Castilla, en el sureste de Madrid, es uno de los avances más occidentales de *Pinus halepensis* en la Península Ibérica. (Foto: L. Gil.)

El factor más determinante para su distribución parece ser la temperatura, especialmente las mínimas invernales. Ensayos realizados por Falusi *et al.* (1984) comparando la resistencia al frío de *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica* establecen la menor resistencia del pino carrasco respecto a las otras especies. Al ser la especie más precoz en recomenzar la actividad vegetativa en primavera, es la más sensible a las bajas temperaturas tardías. Estas características le llevan a ocupar zonas con inviernos suaves, generalmente libres de heladas seguras. En general se limita a zonas en las que la media de las mínimas del mes más frío es superior a -3°C ; las medias anuales están comprendidas entre 12 y 16°C y las del mes más cálido entre 18 y 26°C . Sin embargo, la resistencia al frío

presenta un importante control genético y las procedencias de zonas interiores y continentales (Bárdenas, Monegros, Alcarria, La Mancha, Cataluña interior, etc.) se desarrollan en climas con períodos de helada segura y temperaturas invernales mucho más bajas que las procedencias del litoral.

Los estudios de Gandullo *et al.* (1972) y la revisión que Gómez Sanz (1990) realiza bajo su dirección, encuentran que las condiciones climáticas tienen más influencia sobre la calidad del pinar que las edáficas, y entre ellas es la cuantía de las precipitaciones la más importante. Pero el suelo puede influir decisivamente sobre la disponibilidad hídrica, por lo que también es un carácter determinante, especialmente en lo relacionado con su capacidad de retención hídrica. Respecto a las características químicas, es capaz de vivir tanto sobre sustratos silíceos como básicos, pero el 90 por 100 de las masas se halla sobre suelos calcimórficos. Esta dominancia de sustratos calizos es lo que ha llevado a caracterizarle tradicionalmente como calcícola, y aunque no parece serlo estrictamente, sí que parece indicar una mayor capacidad de competencia en ese tipo de sustratos. Es conocida su afinidad por suelos con altos contenidos en cal, pero en estas situaciones presenta portes tortuosos y malos crecimientos. Parece ser que los mejores crecimientos se obtienen en sitios ligeramente descarboxilados, aunque es difícil saber si este buen comportamiento se debe a los bajos contenidos en cal o a los climas relativamente lluviosos que suelen ser la causa de la descarboxilación.

Entre los sustratos que coloniza abundan los margosos y margo-calizos del Secundario y el Terciario; también areniscas, conglomerados, o arcillas. Puede vivir en suelos con importantes contenidos de yesos. No es raro encontrarlo en sustratos con contenidos importantes en dolomías, que pueden bloquear el efecto de la caliza activa. Los materiales ácidos sobre los que aparece son rodenos, pizarras blandas o cuarcitas; en menor medida sobre granitos o riñas. Los valores de pH se mueven entre (6,5) 7,7 y 8,5 (8,9), es decir, desde suelos neutros a moderadamente básicos, la mayoría de las masas, y sólo en algunas fuertemente básicos. Más que la naturaleza química es importante la textura del suelo. Toleran mal los sustratos compactos o con contenidos muy altos en arcillas, y los permanentemente encharcados. Se adapta con facilidad a suelos esqueléticos y muy secos, que coloniza rápidamente; incluso se le encuentra en calizas kakiritizadas (fragmentadas hasta el nivel de gravas) o sobre arenales costeros, sustratos móviles y de difícil edafización. Sin embargo, los buenos crecimientos se alcanzan sobre suelos sueltos, con una composición equilibrada en arenas, limos y arcillas, con permeabilidad media y buena capacidad de retención de agua que le permita disponer de ella en los meses secos.

Siguiendo la obra de Gandullo *et al.* (1972), la mayor parte de los pinares de carrasco se sitúa sobre ortorendzinas (sobre roca madre caliza con más del 70 por 100 de carbonato cálcico y ligeramente descarboxilada), aunque los óptimos parecen ser las pararendzinas degradadas (roca madre caliza con menos del 70 por 100 de carbonato y descarboxilación acentuada), los suelos pardos calcimórficos (roca caliza y horizontes de lavado) y los suelos pardos silíceos (roca madre no caliza ni yesosa, con horizonte de lavado) sobre sustratos no arenosos.

EL PINO CARRASCO EN LA LITERATURA BOTÁNICA

La bibliografía botánica española de la 2ª mitad del siglo XX se caracteriza por el peculiar tratamiento dado a los pinos, particularmente, a los pinos mediterráneos. Los trabajos sobre la vegetación española publicados en este período llegan a las siguientes conclusiones:

1. Los pinares son, principalmente, cultivos artificiales, o se han extendido recientemente en el paisaje a partir de plantaciones.
2. Los pinares no son bosques, son matorrales de degradación en los que la presencia del árbol apenas reviste importancia ecológica para la comunidad. Un matorral presenta la misma composición florística, la misma estructura y la misma dinámica con o sin pinos.

3. Los cultivos de pinos, o las masas asilvestradas de ellos, sólo tienen interés desde el punto de vista económico, aunque ello suponga renunciar a otros aprovechamientos económicos más racionales y acordes con nuestra cultura y nuestros ecosistemas.
4. Los pinares causan daños, en ocasiones irreversibles, en los ecosistemas donde se introducen: acidificación y empobrecimiento del suelo, pérdidas de diversidad biológica, destrucción de paisajes y, sobre todo, favorecen el aumento de los incendios forestales.

Estas conclusiones han sido difundidas en revistas científicas, libros de texto y tesis doctorales por un amplio número de investigadores. La sociedad urbana, en su redescubrimiento de la naturaleza, ha tomado como base para su comprensión del paisaje estas ideas divulgadas desde la ciencia oficial. Esta sociedad que vuelve sus ojos al campo en búsqueda de valores alternativos a los ofrecidos por la ciudad, perdió contacto con la cultura rural que, mejor o peor, transformó el paisaje, pero que no olvidó que la naturaleza era algo cambiante y el hombre el principal motor de ese cambio.

La difusión de estas ideas sobre los pinos en textos escolares, prensa y otros medios de comunicación de masas han creado una opinión en nuestra sociedad hoy difícil de rectificar. Quienes, a partir de su trabajo y su propia experiencia, consideran discutible este punto de vista, encuentran que deben luchar además contra una opinión fuertemente enraizada en las conciencias de gran parte de los ciudadanos. Por ello, se trata de un trabajo que no debe eludirse, pues la solidez de estas ideas frenan y cuestionan constantemente el desarrollo de estudios y la ejecución de acciones que resultan necesarias, entre ellas, la repoblación forestal con pinos mediterráneos. Es necesario, por tanto, reflexionar y discutir sobre el tratamiento dado a estas especies para reconocer los errores cometidos y poder continuar con más claridad en la investigación sobre estos bosques tan propios de nuestro territorio.

Los pinares en los estudios de vegetación de la primera mitad del siglo XX

Las corrientes críticas sobre los pinos se generalizan a partir de los años 50. Hasta esa fecha, el pino carrasco era uno más de entre los árboles silvestres españoles, y como tal se encuentra reflejado en las descripciones de la vegetación de los territorios donde aparece. Así, Huguet del Villar, considerado el padre de la geobotánica ibérica, dejó constancia en numerosas de sus obras del carácter natural y autóctono del pino carrasco, dándole un significado climácico en muchas zonas de estudio. En uno de sus clásicos artículos sobre las estepas, interpreta así los pinares del sureste de Madrid (Huguet del Villar, 1916): «*Aún cuando las formaciones esteparias son subarbóreas, muchas especies arbóreas de la Pen. pueden vivir en el hábitat estepario, y viven de hecho, y vivieron en otro tiempo en mayor extensión, como lo demuestran los restos de sus formaciones arbóreas que hoy se descubren. Sirva de ejemplo el resto de pinar cerca del mar de Ontígola; cuya foto reproducimos (Pl. XII).*» En la mencionada fotografía se pueden observar unos ejemplares de pino carrasco.

En su obra *Geobotánica* (1929), considerada como una de las más sobresalientes de su carrera y de toda la botánica española, describe como vegetación original climácica de las zonas deforestadas de la mitad oriental de la península los bosques mixtos de encina y pino carrasco: «*En el citado trabajo (refiriéndose a Huguet, 1925) se demuestra que estas climaxes corresponderían a asociaciones del quercu-pinetum mediterráneo: CS de Quercus ilex, CS de Q. faginea, AS de Q. ilex + Q. faginea; en la parte más oriental CS de Pinus halepensis, asocietas del mismo con los anteriores, etc. Así la suma de asociaciones de diferentes especies de Pinus y Quercus de la región mediterránea, en que figuran especialmente Pinus halepensis y Q. ilex, formará una conclimax.*»

El trabajo de Cuatrecasas sobre las sierras de Mágina es un ejemplo del tratamiento libre de prejuicios dado a los pinares en aquella época (Cuatrecasas, 1929): «*Dado el carácter xerófito más marcado de la Pinus halepensis con respecto al de la Quercus ilex, compete la conífera con esta última, por el dominio en el Macizo de las vertientes inferiores, más cálidas y secas y de aquellas sometidas a una exposición al S. fuertemente caldeada.*...» «*Tiene su principal representación en la parte oriental y noreste del Macizo formando bosques bastante tupidos en la Sierra de la Cruz y bajas vertientes orientales de*

Carboneras, en cuyos lugares, a pesar de la intensa labor destructiva llevada a cabo y persistente en la actualidad, queda visible en algunos puntos en su manifestación indudablemente climática»

Font Quer describió los bosques de los Monegros haciendo hincapié en los escasos restos de pinares de carrasco que aún se conservaban (Font Quer, 1933): «*En les faldes ombrejades, amb el juniperetum thuriferae, s'hi mescla en major o menor proporció el Pinus halepensis, junt amb Juniperus Oxycedrus, Bupleurum fruticosum, Phlomis Lychnitis, etc. Quan l'exposició esdevé exactament septentrional, els pins d'Alep són més abundants, i dessota el cim anomenat la Peña, a 600 m, constatem el Quercus coccifera com a element subaltern del pinetum halepensis de l'obac, mesclat amb el Cistus albidus, que no vaig veure fora d'allí.*»

Incluso en los primeros trabajos hechos por fitosociólogos se describen pinares y se les otorga un significado natural, como en el clásico trabajo sobre la vegetación del valle del Ebro de Braun-Blanquet & Bolòs (1957). Estos autores no dudan en considerar al pino carrasco como especie espontánea de la zona y estudian las comunidades dominadas por el pino carrasco, calificándolas de bosques y dándolas un papel climático en gran parte del territorio. Estas conclusiones van a ser paradójicamente un ejemplo y una excepción en la literatura fitosociológica posterior: un ejemplo porque será una de las obras más citadas, y una excepción porque prácticamente jamás un fitosociólogo español vuelve a describir tan detenidamente un pinar de carrasco y mucho menos lo considera espontáneo y climático.

El pino carrasco aparece frecuentemente en las laderas rocosas y enclaves de suelos empobrecidos. En la foto, pinar en la sierra de la Tramuntana (Mallorca).
(Foto: L. Gil.)



El desarrollo de la fitosociología y la desaparición del pino

A partir de los años 50, los pinares de carrasco desaparecen misteriosamente de las publicaciones científicas españolas. La total y absoluta eliminación de la palabra pino o pinar ha sido un hecho habitual de muchos trabajos escritos a partir de esa fecha. La enumeración de todos ellos sería una tarea larga y tediosa, por lo que sólo cabe destacar las obras generales de síntesis por su mayor difusión.

El libro de Francisco Bellot, «El tapiz vegetal de la Península Ibérica» (1978), es la primera síntesis de vegetación hecha a nivel peninsular basada en el desarrollo y aplicación del método fitosociológico en España. Entre otros aspectos, destaca en ella la ausencia de pinares de carrasco en gran parte de España; no se menciona la existencia de la especie (ni siquiera como repoblada o difundida) en los capítulos dedicados a Cataluña, a la Submeseta Sur y al Macizo Bético Oriental y Sudeste de la Península. Las escasas menciones al pino carrasco de otros capítulos suelen ser para referirse a masas repobladas.

En obras más recientes los pinares de carrasco siguen sin existir: Martínez Parras *et al.* (1985) no mencionan pinos carrascos en Granada; para Alcaraz Ariza & Garre (1987) no aparecen en las montañas murcianas; Valle & Mota (1990) tampoco les dedican ningún comentario en la memoria de la hoja 6-11 del Mapa Forestal de España, correspondiente a gran parte de las provincias de Almería y Granada.

¿Qué razones han servido a los fitosociólogos españoles para justificar la eliminación del pino en las descripciones de la vegetación ibérica? No parece haber un único motivo sino un conjunto de argumentos utilizados de manera desigual según el autor, y que pueden agruparse en dos grupos principales: A) el carácter artificial o de formación secundaria y antrópica del pinar, y B) la metodología de estudio de la vegetación.

A) *El carácter artificial o de formación secundaria y antrópica del pinar*

Muchas veces los únicos comentarios referentes al pino son para resaltar su carácter artificial. Además de por plantación, su presencia se explica por el asilvestramiento de antiguas repoblaciones, favorecido o extendido por la destrucción humana de los bosques originales. El pinar queda así definido como una formación artificial o secundaria. Esta opinión se ha mantenido como uno de los pilares básicos en el estudio de la vegetación y así aparece tanto en obras generales como en estudios concretos de territorios pinariegos:

Alcaraz Ariza (1984), al estudiar la flora y vegetación de Murcia, considera que el pino carrasco sólo merece este comentario en el catálogo florístico: «*Pinus halepensis* Miller: Ampliamente cultivado en toda la zona.»

Para Peinado & Martínez Parras (1985) el aprovechamiento forestal es la razón que explica la existencia de pinares en Castilla-La Mancha: «Además del aprovechamiento regular maderero, la Administración ha roturado grandes extensiones españolas para repoblarlas con especies alóctonas de crecimiento rápido (fundamentalmente pinos y eucaliptos)... Castilla-La Mancha no ha sido excepción en esta política de repoblación forestal. Extensas áreas de esta comunidad han visto degradarse sus ecosistemas naturales y sustituir sus bosques originales por masas forestales que, en condiciones naturales, ocupaban áreas muy limitadas.» En el resto del trabajo no se señala en ningún momento donde podrían haber estado esas «áreas muy limitadas».

Ferreras & Arocena (1987), al describir los pinares de carrasco resaltan especialmente su carácter secundario debido a la acción del hombre: «No son pues climáticas sus manifestaciones, sino seriales, de sustitución de otras formaciones vegetales más densas y sombrías. Normalmente son encinares los titulares de los terrenos hoy ocupados por el pino carrasco... En Baleares, donde no existen otros pinos, ha sido el único beneficiario de la destrucción de los encinares, lentiscares, acebucheras y sabinares. Su predominio en el paisaje vegetal balear sobre ellos no es natural, sino resultado de una degradación que afortunadamente se ha detenido en él y no ha progresado de modo general a etapas más avanzadas.»

Al describir la vegetación de Valencia, Costa (1987) realiza las siguientes afirmaciones sobre los pinares: «La degradación del territorio y el abuso de plantaciones con coníferas han convertido casi todos nuestros paisajes en pinares, modificando en muchas ocasiones su verdadero sentido. Tal es el caso de los pinares de halepo (*Pinus halepensis*) y pino rodeno (*Pinus pinaster*) que como mínimo tienen un carácter secundario y proceden de la degradación de los carrascales y los alcornocales.»

El número de ejemplos y citas podría ser interminable. De todas ellas se deduce que los pinares son, a priori, o repoblados o extendidos por la destrucción antrópica de los bosques naturales de frondosas. Esta conclusión pretende ser el resultado de un análisis histórico de la vegetación, pero en ningún momento se aportan pruebas de estas afirmaciones. La existencia de repoblaciones en España es un hecho cierto; también es cierto que el carácter colonizador de los pinos les permiten instalarse en terrenos deforestados, pero ¿es posible generalizar estos hechos para explicar la existencia de los pinares? La documentación histórica y otras disciplinas que informan sobre la evolución de la vegetación no apoyan en absoluto el carácter general de estas afirmaciones, sino que atestiguan que numerosos

encinares, robledales y matorrales actuales fueron en el pasado bosques mixtos con pino carrasco, habiendo desaparecido la conífera a causa de la acción del hombre.

El carácter secundario, de cubierta de sustitución, ha sido también una afirmación generalizada, negando al pinar la posibilidad de constituir comunidades climácicas. En menor número, algunos trabajos mencionan la posibilidad de que los pinares de carrasco posean un carácter de cubierta permanente, pero nunca un significado de cubierta climatófila. En los trabajos más recientes de algunos fitosociólogos se le reconoce un carácter edafoixerófilo en ciertas situaciones. Por ejemplo, Bolòs (1987) reconoce que la extensión de pinares permanentes pudiera ser más grande que lo supuesto tradicionalmente: «Una cuestión no aclarada del todo es la que se refiere al carácter más o menos natural de los pinares con brolla. Parece indudable que en el paisaje no alterado por el hombre dichas comunidades ocupaban las crestas rocosas y los terrenos muy inclinados, con suelo poco profundo, en los que la encina no alcanzaría a formar una masa forestal densa capaz de impedir la regeneración del pino y de los demás vegetales heliófilos... No sería extraño que en tierras poco lluviosas, como las del dominio del carrascal, la extensión de los pinares naturales, de carácter permanente, fuese bastante mayor de lo que se había supuesto en las primeras interpretaciones».

Sánchez Gómez & Alcaraz Ariza (1993), al hablar del pino carrasco en las sierras de Segura orientales interpretan así los bosques de pino carrasco: «Muy extendido en todo el territorio, en el que constituye grandes masas forestales. Se presenta en gran multitud de hábitats; forma parte desde la vegetación permanente edafoixerófila en roquedos calizos, hasta como primocolonizador de suelos degradados.»

La consideración de los pinares como comunidades permanentes explica en parte su eliminación de los trabajos sobre la vegetación potencial de amplios territorios, en los que sólo suelen describirse las comunidades climatófilas (por ejemplo, Rivas-Martínez, 1987). Pero esta explicación tampoco sirve para justificar su olvido sistemático. En ocasiones, la diferencia entre ambos tipos de comunidades no es tan nítida. En la mayor parte del área del pino carrasco, además del clima árido existente, las condiciones edáficas y topográficas acentúan dicha aridez, dado el marcado empobrecimiento de los suelos muchas veces rejuvenecidos. En estos territorios se da a las formaciones de frondosas el carácter de comunidades climatófilas, cuando lo cierto es que éstas sólo aparecen en los fondos de valle, donde los sedimentos finos y la escorrentía permiten el acúmulo de agua. Cualquier observador percibe en estos territorios que la vegetación más extendida es la de las laderas, entre ella los pinares, por lo que podrían calificarse como cubiertas climatófilas, frente a los encinares, que sólo aparecen ligados a situaciones especiales en el territorio, como son los fondos de valle, y que por tanto podrían interpretarse como comunidades edafófilas.



Conos serotinos en un individuo del pinar de Es Trenc (Mallorca). Este es un rasgo habitual en *Pinus halepensis*, muestra de su gran adaptación al medio mediterráneo, donde el fuego es una de las principales fuerzas que modelan el paisaje vegetal. (Foto: L. Gil.)

El desarrollo de la metodología fitosociológica en España ha establecido como punto de partida la ausencia de interés de los pinos mediterráneos, entre ellos el carrasco, en la tipificación y clasificación de las comunidades vegetales. El escaso interés de los pinares y, por tanto, su ausencia en los esquemas teóricos de la vegetación se debe a dos razones principales: primero, al «descubrimiento» de que no son bosques, sino matorrales arbolados. ¿Se estudia entonces al pinar como formación arbustiva? Tampoco, porque se «descubrió» asimismo que el pino no tiene importancia en el estudio del matorral, ya que éstos son iguales con o sin pinos. Ante tales conclusiones, una reacción lógica podría haber sido plantearse la validez de una metodología de trabajo que resulta ineficaz para reconocer una de las formaciones más genuinas y características del mundo mediterráneo; en lugar de esto, se optó por dejar al pino fuera de estudio. No obstante, revisando los razonamientos que condujeron a estas conclusiones, se aprecia un trato discriminatorio al pinar frente a las frondosas.

La idea de que los pinares no son auténticos bosques ha sido difundida en innumerables ocasiones y casi siempre está apoyada en el juicio previo de que el pinar carece de una flora que le caracterice. Así, Bolòs (1962): «*Cualquier pino puede formar un estrato superior sobre comunidades vegetales muy distintas unas de otras, que apenas resultan modificadas por la presencia del árbol; una simple operación de corta transforma un pinar con matorral en un matorral sin estrato arbóreo; el árbol ha desaparecido sin que con ello haya cambiado el fondo de la vegetación: la misma comunidad que existía con pino se conserva luego sin él. En realidad, la presencia del pino es poco más que un accidente, que se presenta o no según las circunstancias.*»

Folch (1981) menciona los pinares en un capítulo titulado «Les pinedes secundaries». En él, además de generalizar el carácter secundario y antrópico del pinar razona por qué los pinares no son bosques: «*Pineda i bosc són termes correlatius, quasi sinònims, per a la majoria de la població. Els alzinars i les suredes més aviat escassegen; les pinedes, per contra, ocupen extensions considerables. Això és cert, però no n'és menys que la majoria de les pinedes mediterrànies són boscos secundaris, d'alguna manera resultat de l'acció modificadora de l'home. En rigor, ni boscos secundaris, car ja sabem que la sola presència d'un estrat arbòri no és suficient per a qualificar de bosc una comunitat vegetal. Les pinedes mediterrànies solen ser brolles una de les espècies de les quals és el pi; altrament dit, brolles arbrades.*»

Para Nuet *et al.* (1991), los pinos mediterráneos tampoco crean unas condiciones especiales para poder ser considerados como una comunidad vegetal: «*Els pins de la regió mediterrània tenen una capçada molt esclarissada i oberta que, com que no produïx gaire ombra, amb prou feines modifica les condicions ecològiques del sotabosc, format per brolles o garrigues d'estructura i composició florística similar a les que no tenen pins. Per les espècies que les componen són considerades brolles amb pins, malgrat que popularment tothom cregui que es tracta d'un autèntic bosc.*»

En la mayoría de las obras escritas por fitosociólogos aparecen disertaciones sobre la incapacidad de los pinos de crear cortejos propios y de alterar el sotobosque. No obstante, a menudo realizan comentarios que contradicen sus afirmaciones preliminares. Por ejemplo, en una obra colectiva sobre la vegetación de Cabrera (Bolòs *et al.*, 1976) se describe así el pinar: «*Quan l'estrat arbòri es fa dens, el sotabosc es transforma en una brolla més o menys compacta d'Erica. La disminució dels vegetals heliòfils és compensada per l'augment de les espècies dels Quercetea ilicis (Phillyrea, Arbutus unedo, etc.) i per l'aparició d'un estrat muscinal ...*» Se reconoce por tanto que el pinar crea sombra suficiente para que desaparezcan las especies heliófilas y aparezcan otras más exigentes.

Suponiendo que realmente el pino sea incapaz de alterar el contenido florístico de su subvuelo, utilizar esta razón para no considerar bosques a los pinares, significa admitir que los criterios florísticos deben prevalecer sobre los fisiognómicos en la definición de tipos de vegetación. Aplicando al caso de las frondosas el mismo razonamiento, es decir, que la falta de una flora exclusiva es motivo para no considerar bosque a una formación, llegaríamos a la conclusión de que los encinares y alcornoques son también matorrales arbolados: los encinares castellanos, aragoneses y manchegos, por ejemplo, se clasifican en una misma

asociación fitosociológica, siendo el coscojar la etapa de sustitución inmediata al encinar. Pero las especies características de los encinares son, salvo la encina, especies que también caracterizan los coscojares (Monje, 1988). Por lo tanto, estos encinares no serían más que coscojares con encinas. También los alcornoques y encinares del suroeste peninsular tienen las mismas especies características que los matorrales de sustitución inmediatamente anteriores a la clímax (charnecales y madroñales, principalmente) excepto, claro está, la encina y el alcornoque. ¿Por qué entonces no se han definido encinares y alcornoques como matorrales con una cubierta arbórea?

No podemos admitir que un matorral sea igual con o sin pinos, ya que la diferencia fisionómica es tan marcada que supera cualquier consideración florística en la definición de la comunidad. Otros bosques de estructura abierta, donde el árbol no crea unas condiciones nemorales intensas que definan un cortejo florístico característico, son clasificados como comunidades forestales, incluso climácicas, por los fitosociólogos españoles. El caso de los sabinares es un buen ejemplo: a pesar de carecer de una flora exclusiva, se ha llegado al acuerdo de considerarlos bosques abiertos y de carácter climácico: «Las series supramediterráneas de la sabina albar (*Juniperus thurifera*), que ocasionalmente pueden descender al piso mesomediterráneo corresponden en su estado maduro o clímax a bosques más o menos abiertos que poseen un estrato arbustivo muy denso» (Rivas-Martínez, 1987). Monje (1988), tras una revisión fitosociológica, da como única especie característica de los sabinares albares a *Juniperus thurifera*. Si un sabinar es una comunidad vegetal definida como un bosque abierto con la propia sabina como única especie característica, ¿por qué un pinar de pino carrasco no podría haber sido definido como una comunidad vegetal con estructura de bosque abierto y caracterizada por una única especie: *Pinus halepensis*?

En resumen, los pinares se han tratado de forma particular por los fitosociólogos, y los razonamientos aplicados en su estudio no se consideran para otras comunidades vegetales. Esto ha conducido a que la fitosociología española haya aportado muy poco al conocimiento de los pinares mediterráneos, simplemente porque no han sido estudiados. Puede achacarse esta ausencia del pino en las descripciones de la vegetación a una consecuencia de la metodología empleada, en lugar de a un tratamiento peculiar de la especie por parte de los autores españoles. Sin embargo, en otros países del entorno mediterráneo, la vegetación se ha estudiado siguiendo la misma disciplina y, al contrario que en nuestro país, el pino carrasco se considera una especie espontánea, ampliamente distribuida, que participa en comunidades muy diversas con significados dinámicos también variados, y que forma bosques climácicos en los pisos térmicos de la cuenca mediterránea. Así lo destacan varios autores como Ozenda (1975) o Quézel (1986). En obras de carácter más local también se le reconoce un carácter climácico: en Provenza (Loisel, 1971), Grecia (Barbero & Quézel, 1976), Siria (Barbero *et al.*, 1976), Marruecos (Quézel *et al.*, 1987), etc. Este vistazo a la bibliografía extranjera pone de manifiesto que los pinares de carrasco tienen un lugar en las interpretaciones fitosociológicas cuando se estudian sin prejuicios.

Elaborar una síntesis sobre los pinares de pino carrasco a partir de la literatura fitosociológica española resulta, pues, una tarea prácticamente imposible. Pero no es ninguna solución despreciar el esfuerzo de tantos estudiosos. Únicamente es necesario aproximarse a los textos con un sentido crítico, comprender el contexto teórico en que se desarrollaron, aprovechar los datos y apreciar los buenos detalles que estos trabajos presentan.

ESTRUCTURA DE LOS PINARES

Composición del estrato arbóreo

Las masas monoespecíficas o dominadas por el pino carrasco poseen un doble significado. En las zonas más térmicas y de mayor aridez, o donde las condiciones edáficas impiden la instalación de otros árboles, el pino carrasco es frecuentemente la única especie arbórea capaz de desarrollarse. Por otro lado, las masas monoespecíficas de pino carrasco aparecen marcando transiciones sucesionales, al ser una especie pionera que puede instalarse rápidamente en cultivos abandonados, matorrales pastoreados y quemados, etc. En este último caso, las masas de pino carrasco pueden evolucionar a bosques mixtos o ser

sustituídos por otro tipo de cubiertas. La existencia de perturbaciones recurrentes que rejuvenezcan una y otra vez la cubierta vegetal es otro factor que puede estabilizar bosques mixtos o monoespecíficos.

La dominancia del pino carrasco como componente del estrato arbóreo se pierde en las situaciones donde otras especies entran en competencia con él, formando masas mixtas. Pueden diferenciarse pinares de carrasco en mezcla con frondosas o en mezcla con otras coníferas.

– Pino carrasco en mezcla con frondosas:

La mezcla más habitual es la de pino carrasco y encina. Este bosque mixto es frecuente en casi todo el área del pino carrasco en cuanto las condiciones edáficas permiten la supervivencia de la encina. Aparece sobre todo en las zonas más frescas del litoral mediterráneo, en zonas de suelos profundos de las montañas interiores, o en zonas de media altitud y suelos frescos de pinares continentales. El aspecto de estas masas es la de un bosque con estrato arbóreo dividido, al alcanzar el pino mayores tamaños que la encina, que a veces se comporta como una especie del estrato arbustivo del pinar. La colonización de montes bajos de encinas por pinos carrascos da lugar a masas mixtas donde la diferencia de tamaños no es tan marcada.

Si la humedad ambiental aumenta, pueden aparecer otras frondosas. En situaciones muy térmicas y sobre sustratos ácidos aparece el alcornoque, como ocurre en algunas zonas de Cataluña, Castellón y Valencia, y en las sierras litorales de Andalucía oriental. Sobre suelos básicos son más frecuentes las masas mixtas de pino carrasco y quejigo, en las que no suele faltar la encina: no obstante, no ocupan grandes extensiones, ya que marcan el límite de supervivencia del pino. El contacto entre estas especies se produce en barrancos, umbrías frescas y proximidades a cursos de agua en zonas de montañas.

– Pino carrasco en mezcla con coníferas:

Es habitual la presencia de cupresáceas en los pinares de carrasco. Muy localizados en la sierra de Cartagena, aparecen masas mixtas de muy reducidas densidades de pino carrasco y *Tetraclinis articulata*, aunque esta última especie ha estado desfavorecida por talas, descuajes repetidos y, últimamente, incendios. Las demás cupresáceas que se mezclan en España con el pino carrasco pertenecen al género *Juniperus*. Las más frecuentes son el enebro de miera (*Juniperus oxycedrus*) y la sabina mora (*Juniperus phoenicea*); puntualmente en determinadas comarcas del interior, especialmente en el valle del Ebro, aparece también la sabina albar (*Juniperus thurifera*). La marcada heliofilia de estos *Juniperus* hace que sean elementos que ocupan claros de pinar y que no aparezcan en el sotobosque más que en situaciones transicionales, donde el pino ha invadido sabinares o enebrales que permanecen dominados bajo los pinos.

El pino carrasco se mezcla con todos los pinos ibéricos a excepción de *Pinus uncinata*. Con el pino piñonero (*Pinus pinea*) forma bosques mixtos en bastantes localidades de su área de distribución, frecuentemente en situaciones de codominancia. Las afinidades climáticas de ambos pinos coinciden en gran parte, y son factores edáficos los que impiden que el contacto sea más habitual. En Cataluña, aunque puntuales, son frecuentes sustratos geológicos ácidos, que permiten la existencia de este tipo de masas mixtas. También en Biar (Alicante), en rañas ácidas del valle del Júcar (Cuenca y Albacete) y puntualmente en Andalucía se producen contactos entre estas dos especies.

El contacto del pino carrasco y el pino rodeno (*Pinus pinaster*) suele marcar transiciones desde zonas más secas y térmicas, en las que domina el carrasco, a otras más frías y húmedas en donde domina el rodeno. Como en el caso del piñonero, la naturaleza de los sustratos condiciona la posibilidad de esta mezcla. Las masas mixtas suelen aparecer sobre sustratos ácidos, frecuentemente areniscas triásicas, aunque las procedencias de *Pinus pinaster* que habitan sobre sustratos calizos suelen mezclarse con el carrasco, como ocurre en el Macizo del Caroçh (Valencia), en Cazorla y en las sierras béticas orientales.

Las masas mixtas de pino carrasco y pino salgareño (*Pinus nigra* ssp. *salmannii*) aparecen en zonas de transición climática desde climas mediterráneos basales a climas de montaña mediterráneos continentales. Las aptencias calizas de las dos especies influyen en

que este contacto sea habitual, aunque suele darse únicamente en una estrecha franja de media montaña. La codominancia es poco frecuente, siendo más habitual la presencia de pino carrasco subordinado a pino salgareño en las áreas más térmicas de éste, o la aparición esporádica de pies y rodales de pino salgareño en las zonas más frescas y frías de los pinares de carrasco, como ocurre en las tierras altas de La Alcarria y serranía de Cuenca. En el Sistema Bético el contacto es más frecuente, al aparecer procedencias más termófilas y xerófilas de pino salgareño.

El contacto de pino carrasco con pino silvestre (*Pinus sylvestris*) es muy esporádico y raro en la Península Ibérica. Este tipo de masas pueden observarse en el Pirineo y Prepirineo catalán, Maestrazgo y Puertos de Beceite. Estas mezclas ocupan pequeñas extensiones, en áreas situadas entre territorios de climas contrastados y en las que a su vez las condiciones ambientales entre un año y otro pueden ser muy distintas, por lo que las especies que germinan y sobreviven en sus primeros estadios de desarrollo cambian en cortos períodos de tiempo.

Estructura del estrato arbóreo

La estructura del bosque viene determinada por la altura, densidad y forma de los árboles. Las calidades de estación más favorables, con mayor precipitación y suelos más profundos y ricos en nutrientes, originan pinares con árboles adultos que superan los 20 m, de buenos crecimientos y fustes rectos. Los pinares de este tipo son escasos, tanto porque las condiciones ambientales del territorio donde vive el pino carrasco no suelen permitir estas estructuras, como porque la alteración de las cubiertas hace difícil que los pinares consigan alcanzar estos grados de evolución. Podemos encontrar este tipo de pinares densos, con doseles cerrados y árboles de crecimientos rápidos y rectos en determinadas zonas de Cataluña y en la sierra de Cazorla.

La estructura más frecuente es la de un bosque semi-abierto, con abundantes claros que permiten que el subyuelo reciba siempre buena iluminación. La altura de los árboles adultos oscila entre 10-15 m. Los árboles se ramifican cerca de la base, ya que apenas existe poda natural, y presentan copas largas y piramidales, con fustes algo torcidos. Existe contacto entre los arbustos del sotobosque y las copas de los árboles, lo que origina masas de aspecto denso e impenetrable. El grado de apertura del dosel y la densidad del arbolado depende de muchas circunstancias, pero resulta determinante la calidad edáfica y el clima. En ambientes secos, con suelos muy pedregosos y con pendientes pronunciadas, aparecen los pinares más abiertos, con árboles de menor tamaño y formas más achaparradas, siendo más densos en ambientes más húmedos o mejores suelos.



En las arenas litorales, expuestas a fuertes vientos, el pino suele adoptar formas rastreras. En la foto, pinar de Es Trenc, Mallorca. (Foto: P. M. Díaz-Fernández.)

Un caso extremo de estructura abierta es la de individuos dispersos, con predominio de espacios desprovistos de cobertura arbórea. Esta estructura puede deberse a la destrucción repetida de viejos pinares, dependiendo su continuidad de si las condiciones ambientales permiten la recuperación de la cubierta vegetal o no; pero otras veces son las condiciones del medio las que no permiten estructuras más complejas. Es el caso de pinares sobre suelos de calizas kálcificadas (estratos de calizas que se encuentran fragmentadas hasta nivel de grava) muy frecuentes en el área del pino carrasco, o en paisajes kársticos, taludes o acantilados rocosos.

Los pinares litorales, expuestos a la acción desecante de los vientos salinos marinos, presentan estructuras peculiares. El suelo en estas situaciones suele además ser muy pobre, al desarrollarse sobre arenas o rocas. Los pinos no alcanzan entonces porte arbóreo y tienen formas rastreras que crecen preferentemente a sotavento.

Composición y estructura de los cortejos

En general, los cortejos de pino carrasco se caracterizan por estar formados por plantas mediterráneas de carácter heliófilo, adaptadas a soportar una intensa sequía estival. La estructura y composición específica vienen determinadas por diversos factores, que al interactuar entre ellos multiplican los aspectos que pueden presentar los pinares de carrasco: litológicos, topográficos, biogeográficos, dinámicos y climáticos.

Las plantas más frecuentes en los pinares pueden clasificarse atendiendo a criterios fisiológicos según su tipo biológico. Estos grupos responden generalmente a condiciones ambientales particulares, que determinan el predominio de cada tipo.

– Espinosas y arbustos mesófilos

Es un cortejo que marca la transición del pinar de carrasco hacia formaciones más mesófitas, en general hacia cubiertas esclerófilas, marcescentes y de pinares de montaña. Aparecen en pinares de carrasco y masas mixtas de lugares húmedos y fríos. En este grupo podemos encontrar: gayuba, agracejo, majuelo, cornicabra, endrino, rosas silvestres, etc.

– Esclerófilos de talla alta

Aparecen en pinares maduros que se desarrollan bajo climas húmedos y térmicos. En lugares más áridos aparecen sólo en bosques viejos, formando un estrato arbustivo muy dependiente de la protección del pino. Podemos encontrar: madroño, mirto, acebuche, olivillas, lentisco, durillo, *Rhamnus alaternus* o *R. oleoides*. El boj o la coscoja pertenecen morfológicamente a este grupo, pero toleran climas más fríos y aparecen también en pinares maduros del interior de la península.

– Matorrales xerófilos de talla media-alta

Es el cortejo más habitual en los pinares más o menos maduros, de las regiones típicas de carrasco. Está formado por especies con adaptaciones características a la sequía, variando de acuerdo a la litología, clima o geografía. Son frecuentes las cupresáceas arbustivas (enebro de miera, sabinas mora), las genisteas (*Anthyllis cytisoides*, *Calicotome spinosa*, *Cytisus* sp., *Genista* sp., *Spartium junceum*, *Ulex parviflorus*), brezos (principalmente *Erica multiflora*) y jaras. Además suelen aparecer palmito, torvisco, efedras, jazmín, *Buxus balearica*, *Cneorum tricoccon*, *Rhamnus lycioides*, *Ziziphus lotus*...

– Matorrales xerófilos de talla pequeña

Es el cortejo más extendido y común de los pinares de carrasco, principalmente porque las masas que se conservan son jóvenes y están o estuvieron sometidas a fuertes presiones, como pastoreo, extracción de leñas y desbroces. Esto ha conducido a pinares abiertos o pinares con estratos arbustivos muy alterados y rejuvenecidos constantemente. Se trata de un cortejo de carácter colonizador, heliófilo y xerófilo, adaptado a sobrevivir en suelos poco evolucionados y pobres. Dominan las plantas leñosas ralas, resinosas y de hojas lineares. Las labiadas son las más abundantes: romero, salvia, diversas lavandas y tomillos, y varias especies del género *Teucrium*. Entre las cistáceas se encuentran: *Fumana ericoides*, *Helianthemum* spp., *Halimium* spp; así como representantes de otras familias.

– Lianas

Las lianas son más abundantes y diversas en los pinares térmicos, principalmente los de las llanuras costeras y sierras orientadas al mar. Las principales lianas que podemos encontrar son: *Asparagus acutifolius*, *A. albus*, *A. horridus*, *A. stipularis*, *Clematis cirrhosa*, *C. flammula*, *C. vitalba*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera* y en zonas más húmedas *Hedera helix* y madreselvas como *Lonicera implexa* o *Lonicera etrusca*.

– Herbáceas

Las herbáceas poseen en general poco peso en el aspecto de los cortejos de los pinares. Los terófitos y criptófitos tienen escasa importancia, mientras que las herbáceas perennes de biotipo amacollado y las plantas sufruticosas aparecen de forma más constante. En este grupo son habituales: *Artemisia herba-alba*, *Brachypodium* spp., *Bromus rubens*, *Bupleurum* spp., *Carex* spp., *Linum suffruticosum*, *Lithodora fruticosa*, *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*, etc.

DINÁMICA DE LAS COMUNIDADES DE PINO CARRASCO

El pino carrasco es una especie marcadamente colonizadora de terrenos desprovistos de vegetación o cubiertos por formaciones inmaduras. Las características biológicas que favorecen el comportamiento colonizador del pino carrasco son la abundante producción de semillas de pequeño tamaño, provistas de un ala que asegura el alejamiento de la planta progenitora, y la ausencia de dormición que las permite germinar rápidamente en terrenos desnudos a plena luz. El control de la germinación está regulado principalmente por la temperatura: el óptimo es de 15-20° C. Entre 10-15° C se retarda, aunque sin detenerse completamente, y por encima de 25° C resulta inhibida (Catalán, 1991b). Este control térmico evita que la germinación se produzca masivamente en verano tras alguna tormenta y favorece la germinación en primavera.

Las escasas reservas nutritivas de la semilla de carrasco hacen que el período más crítico para la germinación sea la emergencia de la radícula y su enraizamiento, pues la planta debe poder sintetizar antes de agotar las reservas; por esta razón el proceso tiene mayores probabilidades de éxito en suelos sin hojarasca ni cubiertas herbáceas. El factor más importante para el desarrollo posterior de las plántulas es la intensidad lumínica que éstas reciben. Las plántulas muestran resistencia a la sequía desde fases muy tempranas, pero aún así se produce una fuerte mortandad en los dos primeros años (Scarascia Mugnozza, 1980, 86; Acherar *et al.*, 1984). En algunos casos, los individuos jóvenes poseen la capacidad de rebrotar de la base del tallo si la sequía estival llega a secar el ápice principal. La presencia en estas primeras fases de una cubierta de matorral, que se instala a la vez que el pino, protege a la plántula del viento y la excesiva insolación. En pocos años la planta emerge por encima de los matorrales y comienza un período de crecimiento más rápido que la hace dominante en el paisaje.

Las mayores densidades de regenerado se dan en terrenos desnudos próximos a fuentes de semillas abundantes, como es el caso de cultivos abandonados y zonas de pinar quemadas. Las cubiertas de matorral con árboles dispersos presentan la mayor densidad de pinos jóvenes en el entorno de los pies adultos; la presencia de matorrales densos hace que la densidad de pinos jóvenes sea menor en comparación con el regenerado en terrenos desnudos.

La colonización de cultivos abandonados, matorrales, bosques de baja densidad y zonas incendiadas en el último siglo ha hecho aumentar considerablemente la superficie ocupada por la especie en las regiones del norte del Mediterráneo. Sólo en Francia, el abandono rural y cese de cultivos ha conducido a que, en el período 1878 a 1992, se pasara de 36.000 ha a 213.000 ha (Quézel & Barbero, 1992). En España son también abundantes estos pinares originados a partir de la colonización natural de cultivos abandonados.

El desarrollo y envejecimiento de la masa a largo plazo es muy variable según las condiciones del medio en que se encuentre el bosque. Así, en las zonas más húmedas de su área y con buenas condiciones edáficas, el pinar tiende a ser sustituido por bosques de frondosas, siempre y cuando no existan perturbaciones que rejuvenezcan cíclicamente el bos-

que. Los pinares de ambientes más xéricos pueden permanecer durante plazos más largos. No obstante, los individuos viejos de pino carrasco son poco frecuentes, ya que causas naturales y principalmente otras derivadas de la acción humana suelen terminar pronto con la vida de los pinos. Los estudios de dendrocronología no han encontrado largas series en pino carrasco. En Francia se encontraron árboles de algo más de 140 años en 1973, que fueron víctimas de un incendio en 1975; los individuos más viejos conocidos se encontraron en Argelia, con una edad cercana a 340 años.

Cualquier comprensión de la dinámica de los pinares debe considerar el efecto que sobre estos bosques causan las perturbaciones. En el caso de los bosques de pino carrasco, fuegos y acción humana, que interaccionan en numerosas ocasiones, son elementos imprescindibles para explicar su funcionamiento.

EL FUEGO Y LA ACCIÓN HUMANA

Toda la región mediterránea es una zona con alta frecuencia de incendios naturales. La causa principal de estos fuegos es la ocurrencia de numerosas tormentas secas, con aparato eléctrico, durante la época seca estival, cuando hay gran cantidad de restos orgánicos en el interior del bosque que resultan muy combustibles. En los ecosistemas mediterráneos, esta acumulación de materia seca se debe a que la tasa de producción es mayor que la tasa de descomposición. Existe, pues, una componente natural importante en este tema, a la que más recientemente se ha sumado la intervención humana.

Numerosos autores han reconocido al fuego como elemento esencial para entender el paisaje y la dinámica de los ecosistemas mediterráneos (Mooney & Dunn, 1969; Naveh, 1975; Walter, 1975; Pignatti & Pignatti, 1984). Los incendios reiterados constituyen una perturbación periódica con la que las especies mediterráneas han evolucionado y a la que han respondido desarrollando diversas estrategias para adaptarse a ella, bien



Pinar de la Sierra de Quénar (Granada), dos años después de haber sufrido un incendio. (Foto: R. Taplas.)

siendo capaces de sobrevivir al incendio, bien regenerándose tras él, e incluso llegando a precisar de la acción del fuego para reproducirse. La flora de zonas con elevada frecuencia de perturbaciones son ricas en especies adaptadas a ellas; la frecuencia, predictibilidad, magnitud y tipo de suceso han sido con toda probabilidad presiones selectivas en la evolución de estrategias para iniciar, promover, explotar o resistir perturbaciones (White, 1979). En la misma línea, Trabaud (1980) piensa que, en zonas frecuentemente afectadas por los incendios, la adaptación de la flora al clima no es más importante que la adaptación al fuego, ya que éste puede constituir un factor más limitante que las condiciones climáticas.

La incidencia del fuego en los pinares de carrasco

Del total de hectáreas que cada año se queman en nuestro país, los pinares de carrasco siempre suponen un porcentaje importante (aunque muy por debajo de los matorrales y superficie desarbolada), siendo la formación arbórea más afectada. Algunas cifras al respecto se muestran en la Tabla IV. Se observa cómo, en el período de 15 años entre 1969-1983, la superficie de carrasco quemada total fue el 11,8 por 100 (en algunos años, hasta el 20 por 100) del área total quemada en España (Vélez, 1986). El 25 por 100 del área cubierta por *Pinus halepensis* ardió en esos 15 años. Durante 1993, se quemaron en España alrededor de 89.200 ha, con más de 14.200 incendios afectando a más de 33.300 ha de superficie arbolada. De esta última, el 47 por 100 eran pinares de carrasco (el 17,6 por 100 del área total); lo siguieron *P. pinaster* con el 18 por 100 de la superficie arbolada quemada (6.210 ha), y luego alcornoque y encina con casi 6 por 100 cada uno (ICONA, 1994a).

Un dato a tener en cuenta es la importancia de los grandes fuegos (más de 500 ha) en los pinares de carrasco. En el mencionado período de 1969 a 1983, prácticamente todos los años ocurrió uno o más de estos grandes fuegos, que afectaron a superficies variables entre 1.000 y 7.000 ha, destacando el incendio de Ayora (Valencia) en Julio de 1979, en el que ardieron 22.796 ha de pinar.

TABLA IV

Superficies (en hectáreas) incendiadas en España en el período 1969-1983 y en el año 1993

(Vélez, 1986; ICONA, 1994a).

Período	1. Área quemada total	2. Área arbolada quemada	3. Área pino carrasco quemada	3/1 (%)	3/2 (%)	3/SUP. Total Pino (%)
1969-1983	2.426.129 (ha)	1.028.884 (ha)	287.349 (ha)	11,8	27,9	25,0
1993	89.266,7 (ha)	33.388,4 (ha)	15.695,7 (ha)	17,6	47,0	—

1: Área total quemada en España.

2: Área quemada correspondiente a superficie arbolada.

3: Área quemada cubierta por *Pinus halepensis*.

3/1: Porcentaje de superficie de pino carrasco quemada respecto al área incendiada total.

3/2: Porcentaje de superficie de *Pinus halepensis* quemada respecto al área arbolada quemada.

3/SUP. TOTAL PINO: Porcentaje de pino carrasco quemada respecto a la superficie cubierta por el pino en España, según los datos del Primer Inventario Forestal (ICONA, 1979).

Esta alta incidencia del fuego sobre las formaciones de pino carrasco ha llevado a considerarle una especie mucho más inflamable y combustible que el resto de las especies de nuestros bosques. En estudios comparativos realizados en el INIA y en Francia (INRA) (Vélez, 1990) el pino carrasco muestra una inflamabilidad fuerte durante todo el año, den-

tro del mismo grupo que la encina y que el alcornoque. En el mismo sentido, Alexandrian & Rigolot (1992) realizan un estudio para medir la inflamabilidad (propiedad de un material de inflamarse cuando se somete a un calentamiento) y la combustibilidad (propiedad de propagar el fuego) del pino carrasco y compararla con otras especies mediterráneas. Los resultados muestran que las acículas de pino carrasco son fuertemente inflamables, aunque al mismo nivel que las hojas de alcornoque y de encina y que arbustos como brezos y aulagas o herbáceas como *Brachypodium* sp. Los índices de combustibilidad ofrecen una ordenación distinta: la hojarasca más combustible es la del roble pubescente, seguido de *Pinus brutia*, *P. pinaster*, *P. nigra* y *P. uncinata*. El pino carrasco presenta valores inferiores, debido a la forma y tamaño de sus hojas, que forman capas más compactas y menos aireadas y propagan peor el fuego.

Estos resultados se obtienen al considerar en el estudio únicamente hojarasca de la especie estudiada; pero hay que tener en cuenta la combustibilidad de las formaciones completas. En los pinares hay un estrato inferior bien desarrollado, con lo cual existe una capa de combustible continua tanto vertical como horizontalmente. Además, la escasa poda natural del pino hace que haya verticilos de ramas secas conectando el estrato arbustivo con el aéreo. Como consecuencia, la combustibilidad del pinar como formación es mucho más elevada que al considerar al pino aisladamente, y así lo confirma el número de hectáreas de pinar quemadas cada año. Este riesgo se reduce tras intervenciones de limpieza que eliminan restos y madera muerta. El área del carrasco se sitúa, además, en algunas de las zonas con mayor riesgo de incendios naturales debidos a rayos: si a nivel nacional esta causa es el origen del 4 por 100 de los incendios totales, representa el 10 por 100 de los incendios mayores de 500 ha, y con una importancia mucho mayor en algunas regiones (15,8 por 100 en Castilla-La Mancha, 18,3 por 100 en la Comunidad Valenciana, 30 por 100 en Aragón) (ICONA, 1994b).

La mayoría de las especies mediterráneas han desarrollado estrategias que les permitan sobrevivir de un modo u otro a los incendios. El pino carrasco es uno de los mejores ejemplos de esta adaptación, con una estrategia consistente en asegurar la supervivencia de las siguientes generaciones, no la de los individuos. Sus adaptaciones más significativas son:

- Fructificación precoz. Puede hallarse semilla fértil a edades muy tempranas; en regenerados post-incendio en Mallorca se han observado individuos que produjeron semilla a los 6 años, lo que implica que la floración se produjo cuando el pino tenía 4 años (Royo Moraga, 1994).
- Retraso de la diseminación. Las semillas permanecen maduras como mínimo durante un año en el árbol antes de abrirse el cono y dispersarse, de modo que siempre existe una cosecha fértil en las copas de los pinos, proporcionando un número de semillas elevado, dada la gran fructificación de la especie.
- Presencia de conos seróticos. Gran número de piñas permanecen sin abrir en el árbol varios años, garantizando un abundante banco aéreo de semillas maduras y viables. El incendio provoca la apertura de estas piñas, lo que permite la dispersión de la semilla en un suelo mineralizado, propicio para su germinación.

Estas estrategias son efectivas en el caso de que el tiempo transcurrido entre dos fuegos sea menor que el tiempo necesario para que el pino fructifique. Sin embargo, en el Mediterráneo ha constituido una práctica habitual desde hace milenios el quemar cada pocos años los montes para obtener pastos, lo que limita enormemente la recuperación del bosque. El pino es incapaz de responder frente a perturbaciones tan seguidas al no disponer de semilla, su único modo de regeneración, por lo que la vegetación que persistirá estará formada por especies rebrotadoras o, si la perturbación es demasiado intensa, únicamente por herbáceas. De esta manera, en un período de tiempo no muy largo, con repetición del fuego, los pinos cada vez más aislados terminan por desaparecer y, con ellos, la posibilidad de su recuperación en el futuro. La idea de que el fuego favorece automáticamente al pino no es correcta en su generalidad; por el contrario, puede favorecer más a la encina, al alcornoque o a especies de matorral gracias a su capacidad rebrotadora.

Aspecto de una ladera incendiada en la Sierra de Cucalón (Valencia). Una vez retirada la madera, se observan los bancales de los antiguos cultivos que posteriormente habían sido reforestados. (Foto: L. Gil.)



Comportamiento de los pinares tras el incendio

La adaptación al incendio no se debe considerar sólo en especies aisladas sino en el conjunto de la comunidad. Los estudios de regeneración post-incendio realizados en diversas comarcas coinciden en señalar que, en ausencia de nuevas perturbaciones, la comunidad se recupera directa y rápidamente sin pasar por formaciones vegetales intermedias más sencillas, es decir, sin que existan fenómenos de sucesión: Trabaud (1981, 1983) en la Franja mediterránea; Samo Lumbreras (1985) en Sierra Espadán; Mansanet (1982) en Alicante; May (1991, 1992) en Granada; Herranz *et al.* (1991) en Albacete; Martínez Sánchez (1994) en Murcia y Albacete. La recuperación de las zonas quemadas sigue unas pautas propias, distintas a la colonización de un terreno. Tras un incendio, todos los taxones que se hallaban anteriormente aparecen en las parcelas al poco tiempo. Las primeras plantas que aparecen son las que rebrotan de raíz o de cepa, casi inmediatamente después del fuego, seguidas de las que han acumulado en el suelo gran cantidad de semillas y que suelen germinar en el otoño-invierno, tras las primeras lluvias. La riqueza florística de la parcela quemada permanece baja durante los primeros meses, empieza a aumentar desde finales del primer año y alcanza su máximo hacia el segundo o tercer año. Este aumento se debe a un gran número de terófitos y plantas colonizadoras que entran en los primeros tiempos, algunos de ellos ausentes antes del incendio. Algunas de estas plantas desaparecen al ir madurando la comunidad, por lo que la riqueza florística desciende hasta estabilizarse finalmente al quinto o sexto año (Trabaud, 1983; Martínez Sánchez, 1994).

En las primeras etapas son más abundantes las herbáceas, que decrecen a partir del tercer año, cuando empiezan a ser reemplazadas por la vegetación permanente. Las leñosas empiezan a dominar a partir del 4º-5º año. Las plantas que han rebrotado de cepa tienen un fuerte y rápido crecimiento durante los 3-4 primeros años, alcanzando pronto su porte adulto. La estratificación vertical se va logrando con el tiempo. En unos 10-12 años se ha reconstituido el matorral hasta un nivel de desarrollo similar al de antes del incendio; el bosque de pinos se restaura con pleno desarrollo hacia los 25 años. Samo Lumbreras (1985) calcula que el bosque de encinas y/o otras frondosas se recuperaría en otros 50-60 años, con lo que para llegar a este estado se necesitaría cerca de un siglo, tiempo generalmente superior al de recurrencia del incendio.

Los estudios sobre la recuperación florística post-incendio concluyen que la composición de la comunidad no se ve alterada cualitativamente de manera profunda por el fuego, aunque sí pueden alterarse las abundancias relativas de algunas especies, de manera que las más favorecidas por el fuego (jaras, genístas) se hacen más abundantes.

El proceso de recuperación puede verse alterado por diversos factores. En las zonas semiáridas, por ejemplo, se ralentiza y además las gramíneas vivaces (esparto, *Brachypo-*

dium, etc.) pueden llegar a tener más importancia que los caméfitos (Martínez Sánchez, 1994). En condiciones climáticas extremas, la recuperación puede llegar a verse muy limitada (Konstantinidis & Chatziphilippidis, 1994). La composición inicial influye también: si había pocos individuos de especies rebrotadoras, aunque éstos son los primeros en aparecer, no llegarán a dominar (May, 1991). Hay diferencias entre la recuperación en zonas de solana y de umbría: en el valle del río Tus (Herranz *et al.*, 1991), en umbría el matorral se recupera antes, hay más especies rebrotadoras y más cistáceas, mientras que en solana hay mayor regeneración de pino, más especies de semilla y menos jaras y brezos. En la sierra de Na Burguesa (Mallorca), la densidad del regenerado de pino carrasco también es mayor en solanas que en umbrías (Royo Moraga, 1994). El ganado es un factor muy importante, pudiendo llegar a causar la desaparición del pino. May (1992) comparando dos zonas quemadas en Granada, una pastoreada y otra no, observa que en la pastoreada, a pesar de tener una carga débil, la regeneración del pino es nula.

La regeneración del pino tras el fuego puede llegar a ser muy alta. En el Parque Nacional de Cabrera, se calcularon densidades iniciales de regenerado tras incendio de alrededor de 10.000 plantas/ha, siendo actualmente, 40 años después del fuego, de 3.565 árboles vivos por hectárea (Gil *et al.*, en prensa). Royo Moraga (1994) mide en Mallorca, un año después del incendio, una media de 4.940 plántulas/ha, con una parcela en la que mide entre 26.000-28.000 plántulas/ha. Tapias (com. pers.) encuentra en Órjiva (Granada), a los 15 años del incendio, una densidad de regenerado de 40.000 individuos/ha. Respecto a la densidad y estructura de la nueva masa resultante, depende fundamentalmente del tipo de pinar preexistente. Un pinar maduro, con baja densidad, presentaría árboles con las copas bien desarrolladas y con abundante fructificación, lo que permitiría una elevada regeneración en caso de incendio. En cambio, en una masa densa y cerrada la fructificación sería mucho más escasa y la regeneración post-incendio, menor.

Sin embargo, no puede generalizarse que el pinar sea siempre favorecido por el fuego, sino que depende en gran parte de las características del lugar. En las regiones áridas, el



Regenerado natural de pino carrasco en la Sierra de Lájara, 15 años después del incendio. La densidad media del regenerado a esta edad era de 15.000 plántulas/ha, llegando en algunos puntos a las 40.000 plántulas/ha. (Foto: R. Tapias.)

pino tiene una regeneración más difícil por las condiciones secas y la elevada insolación a la que están sometidas las plántulas en su primer estío. En general, los factores que más determinan la supervivencia de las plántulas son las precipitaciones, la competencia interespecífica, las depredaciones, pastoreo, etc. Así, por ejemplo, en Mallorca las principales causas de mortandad de plántulas son el déficit hídrico estival, que es el responsable de la desaparición del 25 por 100 de ellas durante el primer año, y la presencia de cabras que destruyen los brotes apicales.

En definitiva, un incendio no implica la destrucción y desaparición del pinar, salvo que se den conjuntamente otros factores perturbadores. La eliminación del pinar es más probable en zonas de incendios muy frecuentes con pocos años entre ellos, y sobre todo, en ambientes áridos con sequías estivales intensas y prolongadas y si existe presión del ganado en las zonas incendiadas.

3. HISTORIA DE LOS BOSQUES DE PINO CARRASCO

LAS EVIDENCIAS PALEOBOTÁNICAS

Los cambios de vegetación durante el Cuaternario son hoy un campo importante de investigación gracias a la gran cantidad de restos fósiles o subfósiles que se encuentran, en especial desde los últimos 15.000 años. La relación entre la vegetación y la información que guardan estos depósitos está distorsionada por las características del propio material que fosiliza, por los procesos de transporte, sedimentación, conservación diferencial de los restos y por las metodologías de extracción de los restos. Estos procesos seleccionan cuantitativa y cualitativamente el material que finalmente se identifica. Por lo tanto, la «traducción» de la información fósil a términos de vegetación requiere un proceso de interpretación, en el cual se produce una importante parte de la discusión entre los autores.

Los conjuntos de fósiles más comunes y estudiados son los espectros polínicos, o sums de los distintos tipos de granos de polen de una muestra sedimentaria. Los cambios en el contenido polínico de un depósito reflejan los cambios en la vegetación a lo largo del tiempo en que transcurre la deposición, ya que ésta se produce de manera prácticamente constante. Estas características de las secuencias de polen no suelen ser comunes para otros fósiles, y por ello los datos polínicos han sido la base para la elaboración de los principales modelos de evolución de la vegetación. Los macrorestos vegetales aparecen de manera más puntual, pero tienen sus ventajas frente al polen, principalmente una mayor resolución en la determinación de algunos grupos taxonómicos, y su mayor fiabilidad sobre el origen local. Entre los estudios de macrorestos destacan los trabajos especializados en identificación de maderas carbonizadas, cuyo estudio se denomina Antracología. Para comprender mejor el significado que tienen los restos atribuidos a *Pinus halepensis*, es necesario resaltar algunas consideraciones metodológicas que han marcado la interpretación de sus evidencias fósiles.

1. La Palinología

El polen del género *Pinus* es uno de los más frecuentes y abundantes en los sedimentos. Sin embargo, su identificación a nivel específico es poco habitual, lo que hace perder a los datos polínicos mucha de su capacidad indicadora de paleoambientes, especialmente en la región mediterránea, donde conviven muchas especies de pinos que abarcan la mayoría de las situaciones ambientales del territorio. Algunos palinólogos diferencian grupos de tipos polínicos dentro del conjunto *Pinus*; uno de ellos es el tipo *Pinus halepensis*. En cualquier caso, las identificaciones específicas y los criterios seguidos no son aceptadas por todos los palinólogos y se encuentran en fase de discusión.

Uno de los aspectos que marca la interpretación de las curvas polínicas de *Pinus* es que muchos autores consideran que este taxón suele estar sobrerrepresentado en los diagramas y que su presencia y abundancia en los mismos distorsiona la imagen «real» de la vegetación. Este comentario es, a menudo, el único que les sugiere a algunos palinólogos la presencia de polen de pino. Es necesario valorar en qué sentido es cierta esta sobrerrepresentación en los espectros, y si las interpretaciones que atribuyen sistemáticamente un origen «lejano» al polen de pino deben ser siempre aceptadas.

La imagen que un espectro polínico ofrece de la vegetación está distorsionada por una gran cantidad de factores difíciles de disociar: producción y dispersión diferencial de polen, influencia de la circulación atmosférica del aire y de la topografía en las condiciones de deposición, conservación también diferencial en los sedimentos, etc. Para corregir y tener en cuenta estos factores se realizan estudios sobre las relaciones entre la vegetación y su lluvia polínica, de forma que conociendo la vegetación actual y el espectro polínico que genera sea posible extrapolar la vegetación que reflejaría un espectro polínico fósil.

Para el caso de dispersión polínica por el viento, Janssen (1984a) diferencia el contenido polínico de un espectro en cuatro grupos, de acuerdo a la distancia de los taxones productores respecto al punto de sedimentación: deposición local, extralocal o vecinal, regional y extra-regional. La mayoría de los autores han llegado a la conclusión de que los espectros acumulados por el viento tienen carácter mayoritariamente local, siendo el aporte polínico regional muy bajo. Esta pauta general presenta variaciones que siguen unos patrones más o menos constantes. Si la producción polínica de la vegetación local es baja, los aportes regionales y extraregionales aumentan su representación porcentual (Janssen, 1984b; Lutgerink *et al.*, 1989; Ayyad *et al.*, 1992). La lluvia polínica en cumbres de montañas posee un aporte regional de las formaciones de los valles, debido a fenómenos de circulación atmosférica que producen la deposición en las zonas altas (Janssen, 1981; Price & Moore, 1984; Díaz-Fernández, 1994). Los trabajos de relaciones vegetación-lluvia polínica actual también ponen de manifiesto que un grupo de taxones aparecen frecuentemente en los espectros aunque no se encuentren en el entorno local, siempre que se encuentren en los alrededores. Este grupo está formado por especies anemófilas que forman poblaciones muy numerosas; entre los árboles, pertenecen a esta categoría las especies de los géneros *Alnus*, *Olea*, *Pinus* o *Quercus*, por ejemplo (Bottema & Barkoudah, 1979; Janssen, 1984a y b; Lutgerink *et al.*, 1989).

Los taxones anemófilos causan problemas en la interpretación de espectros fósiles, al no ser fácil determinar su origen local o regional. Sin embargo, varios trabajos han cuantificado la dispersión polínica de estos árboles, demostrando que la mayoría del polen recorre trayectorias cortas. Janssen (1984a) encuentra en Minnesota que los porcentajes de polen de pino decaen bruscamente en trayectorias cortas: en 24 metros disminuyen a una quinta parte y en 64 m a una quinceava parte. Anteriormente, Wright (1964) estudió la trayectoria de varias especies y encontró que el 91 por 100 del polen se deposita en recorridos cortos: *Pinus edulis*, 16 m; *Pinus eliottii*, 67 m; valores que se encuadran dentro de los rangos encontrados para otros géneros estudiados, como por ejemplo, *Cedrus*, *Fraxinus* y *Ulmus*. Este autor concluye con algunas observaciones de las que se deduce que el pino es un buen productor y dispersor de polen, pero al mismo nivel que otros árboles anemófilos. Los granos con sacos aéreos como los de los pinos viajan tan lejos como los desprovistos de ellos, ya que los sacos son más útiles para orientar los granos en el fluido del estróbilo femenino que para aumentar la distancia de dispersión, pues en el aire seco los sacos se contraen contra el cuerpo, de modo que tienen poco efecto sobre su flotabilidad en el aire (Doyle & Kane *in* Wright, 1964).

Para Huntley & Birks (1983), porcentajes de polen de pino superiores al 50 por 100 pueden interpretarse derivados de la dominancia local de la especie. Janssen (1984a) encuentra porcentajes entre el 36,2 y 80 por 100 en muestras tomadas en pinares. Estos datos proceden de contextos de vegetación centroeuropea. ¿Podrían extrapolarse para interpretar los espectros polínicos de los pinares mediterráneos de tierras bajas? Los espectros polínicos actuales obtenidos en comunidades forestales de Sierra Morena poseen porcentajes de polen arbóreo en torno al 50 por 100 (Díaz-Fernández, 1994), inferior a los porcentajes hallados en bosques centroeuropeos y de alta montaña. Las diferencias se deben a la mayor diversidad de los cortejos de los bosques mediterráneos, donde son muy abundantes especies de los géneros *Pistacia*, *Arbutus*, *Phillyrea*, *Olea*, *Cistus*, etc., buenos productores de polen, que hacen disminuir la frecuencia relativa del polen arbóreo.

La Tabla V ofrece los porcentajes de *Pinus* y *Quercus* en varios trabajos sobre relaciones vegetación-lluvia polínica obtenidas en pinares de *P. brutia*, *P. halepensis*, *P. pinea* y *P. pinaster*. Se indica también la vegetación local y regional de las zonas donde se tomaron las muestras. Los datos de estos trabajos ponen de manifiesto que los mayores porcentajes de polen de pino aparecen en muestras obtenidas en pinares y llegan a superar el 50 por 100 del espectro. También es posible encontrar varias muestras recogidas en pinares donde el porcentaje de polen de pino es más bajo de lo esperado, por ejemplo, algunas muestras de Siria, Líbano y Córcega, en las que el porcentaje de pino no alcanza el 10 por 100. Si abandonamos el entorno local de los pinares, el polen de pino aparece con bastante

frecuencia pero sus porcentajes decaen bruscamente a valores por lo general inferiores al 10 por 100. En el caso de que la vegetación local tenga baja producción polínica puede hablarse de cierta sobrerrepresentación del pino, sobre todo si existen árboles aislados en entornos vecinales o masas importantes en la región. Resultados similares se han observado en análisis de lluvias polínicas de Doñana (Stevenson, 1985; Stevenson & Moore, 1985); en alcornoques próximos a pinares domina el polen de *Quercus*, mientras que el registro de *Pinus* no supera el 10 por 100.

TABLA V

Porcentajes polínicos de *Pinus* y *Quercus* esclerófilos y vegetación de las zonas de muestreo en pinares mediterráneos y zonas próximas a pinares o pinos aislados.

% POLEN	VEGETACIÓN LOCAL	VEG. VECINAL Y/O REGIONAL	REF.
<i>Pinus</i> : 7,7 <i>Quercus calliprinos</i> : 19,6	Cultivos agrícolas.	En las proximidades hay bosques de pinos, <i>Quercus</i> y cipreses.	1
<i>Pinus</i> : 3,7 <i>Quercus calliprinos</i> : 27,7	Pinar de <i>P. brutia</i> con <i>Q. calliprinos</i> , <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Cistus</i> y <i>Cupressus sempervirens</i> .	En el entorno vecinal los mismos taxones que en el local.	1
<i>Pinus</i> : 4,1 <i>Quercus calliprinos</i> : 63,7	Jaral (<i>Cistus</i> sp.).	En el entorno vecinal y regional hay matorrales con rodales de <i>Pinus brutia</i> , <i>Pistacia palestina</i> y <i>Quercus calliprinos</i> .	1
<i>Pinus</i> : 2,7 <i>Quercus calliprinos</i> : 43,9	Bosque de ribera con <i>Cercis</i> , <i>Platanus</i> , <i>Salix</i> , <i>Acer</i> .	En las laderas hay <i>Quercus calliprinos</i> , <i>Pistacia palestina</i> y pinos a cierta distancia.	1
<i>Pinus</i> : 11,7 <i>Quercus calliprinos</i> : 15,8	Bosque de cipreses.	A corta distancia hay pinos. Vegetación vecinal matorral de <i>Erica</i> , <i>Cistus</i> , <i>Helianthemum</i> , <i>Linaria</i> .	1
<i>Pinus</i> : 59,9 <i>Quercus calliprinos</i> : 25,9	Pinar de <i>P. brutia</i> con sotobosque de <i>Q. calliprinos</i> . Cobertura del pino: 100%, Cobertura de <i>Q. calliprinos</i> : 20%.	El entorno extralocal es similar, formado por pinares con <i>Q. calliprinos</i> y matorrales con <i>Pistacia palestina</i> , <i>Rhamnus palestina</i> , <i>Phillyrea media</i> etc.	1
<i>Pinus</i> : 13,4 <i>Quercus t-ilex</i> : 5,52	Matorral halófilo.	No se indica.	2
<i>Pinus</i> : 67,4 <i>Quercus t-ilex</i> : 12,3	Matorral de palmito y espino negro con pies aislados de pino carrasco.	No se indica.	2
<i>Pinus</i> : 78,5 <i>Quercus t-ilex</i> : 4,3	Pinar de pino carrasco con sotobosque de palmito y espino negro.	No se indica.	2
<i>Pinus</i> : 63,1 <i>Quercus t-ilex</i> : 24,1	Bosque mixto con encina, pino piñonero y pino carrasco.	No se indica.	2
<i>Pinus</i> : 34,3 <i>Quercus t-ilex</i> : 17,3	Alcornocal con pino piñonero y encina.	No se indica.	2
<i>Pinus</i> < 10 <i>Quercus t-ilex</i> > 20	Pinar de <i>P. pinaster</i> .	Las encinas más próximas se señalan a 6 km.	3
<i>Pinus</i> : 22 <i>Quercus t-ilex</i> : 11,95	Rodal de <i>P. pinaster</i> con cobertura superior al 50%.	Matorrales de <i>Erica</i> y <i>Cistus</i> , Robles aislados. Encinares y alcornoques próximos, a menos de 500 m.	4
<i>Pinus</i> : 57 <i>Quercus t-ilex</i> : 5,1	Pinar de <i>Pinus pinaster</i> con <i>Erica australis</i> . Cobertura del pino > 50%; cob. brezo > 50%.	Pinares densos y extensos. Encinares a 2 km.	4
<i>Pinus</i> : < 5 <i>Quercus t-ilex</i> : 26,79	Encinar con <i>Q. faginea</i> , <i>Cistus ladanifer</i> y <i>C. populifolius</i> .	Encinares y matorrales en el entorno. Pinares a 1 km.	4
<i>Pinus</i> : 9,25 <i>Quercus t-ilex</i> : 5,7	Brezal de <i>Erica umbellata</i> y <i>E. australis</i> , que cubren más del 50%, en un claro del pinar con los pinos más cercanos a unos 200 m.	Importantes pinares densos en el entorno, matorrales de brezo con pies dispersos de <i>Q. pyrenaica</i> . Encinares extensos a 4 km.	4

Ref. (áreas de estudio y referencias): 1. Siria y Líbano (Böttema & Barkoudah, 1979); 2. Cataluña (Pérez-Obiols, 1987); 3. Córcega (Reille, 1990); 4. Sierra Morena (Díaz-Fernández, 1994).

En definitiva, los datos de representación polínica son muy similares para cualquier árbol anemófilo que forme masas extensas. *Quercus*, al igual que *Pinus*, alcanza sus mayores porcentajes en muestras tomadas en sus formaciones, se dispersa a largas distancias y su aparición de carácter regional en los espectros polínicos es muy frecuente; en este último caso, al igual que *Pinus*, decae cuantitativamente su representación y se sobrerrepresenta en zonas donde la deposición polínica local es baja. Conociendo estos resultados llaman la atención muchas de las interpretaciones de las curvas de *Pinus* que muestran los diagramas polínicos. Curvas de secuencias del litoral mediterráneo con porcentajes de *Pinus* superiores al 20 por 100 y próximos al 40 por 100, que deben ser la consecuencia de la presencia local o regional de pinares, apenas reciben algún comentario salvo la mera descripción del dato (Yll *et al.*, 1994). Es necesario discutir con mayor profundidad las curvas de *Pinus* de muchos diagramas polínicos de ambientes mediterráneos y admitir la existencia de pinares de carácter natural en el territorio.

2. La Antracología

El análisis de maderas carbonizadas, obtenidas principalmente en contextos arqueológicos, ha proporcionado numerosos datos sobre el pasado de la vegetación. Esta disciplina parte de que la madera usada como leña está sujeta a una menor selección que la destinada a otros fines y por ello los porcentajes de especies en carbones constituyen una aproximación a los porcentajes de plantas en el paisaje (Vernet, 1991).

Una crítica, común tanto a la antracología como a la palinología, se debe al nivel taxonómico de identificación de algunos tipos fósiles y su interpretación. Tanto los restos de polen como de maderas identifican el tipo *Quercus ilex-coccifera* (*Quercus t-ilex*), que puede corresponder tanto a la encina (*Quercus ilex*) como a la coscoja (*Quercus coccifera*). En la mayoría de las interpretaciones se considera este resto como testimonio de antiguos encinares y en pocas ocasiones se considera que puede deberse a la presencia de coscojares. Cuando las curvas de *Pinus*, en caso de polen, o de *P. halepensis* en el caso de maderas se asocian a las de *Quercus t-ilex* se interpretan como la existencia de dos formaciones distintas y con diferente significación ecológica en la región, es decir, bosques esclerófilos y pinares xerófilos. Dado el nivel de identificación de *Quercus t-ilex*, la presencia de éstos restos junto a los de *Pinus* podría también interpretarse como la presencia de pinares de carrasco con sotobosque de coscoja, comunidad muy habitual en todo el Mediterráneo. Por tanto, las variaciones de las curvas de *Pinus* y *Quercus t-ilex* podrían tan sólo indicar variaciones en el cortejo de los pinares y no modificaciones en la distribución y zonación de pinares y encinares. La hipótesis que más adelante se discute de que en el Levante español los bosques esclerófilos son sustituidos por pinares de carrasco a mediados del Holoceno, se basa en unos datos que también pueden interpretarse como que los cortejos del pinar de carrasco varían con el tiempo, unas veces con más coscoja y otras con menos. Optar sistemáticamente por una sola de las interpretaciones implica desechar parte de la objetividad de los datos, creándose modelos de paleovegetación que los mismos datos pueden negar.

LOS PINARES DE *P. HALEPENSIS* DESDE 15.000 BP HASTA LA ÉPOCA HISTÓRICA

La elaboración de una síntesis sobre la evolución de los pinares de carrasco a partir de los datos fósiles disponibles resulta una mera aproximación, debido a la escasez de los trabajos existentes, a su localización en territorios muy concretos y a estar concentrados en períodos de tiempo muy desiguales, dejando grandes vacíos tanto espaciales como temporales sin ningún tipo de información. En la Tabla VI se indica la localización de los yacimientos con restos indificados de *Pinus halepensis* y la cronología de los restos; y en la figura 5 se representan las localidades y el tipo de material al que corresponden. La primera conclusión a la vista de estos datos es que se trata más de una representación de localidades con análisis paleobotánicos que del área antigua del pino carrasco, pues en grandes zonas geográficas faltan estos estudios. La meseta y la mayor parte del valle del Ebro carecen por completo de trabajos donde se identifique la especie de pino. En Andalucía, al margen de los datos de Nerja para el Pleniglacial y Tardiglacial, no existen más trabajos hasta el Calcolítico. Regiones en las que actualmente el pino carrasco posee carácter espontáneo, como Cazorla, Mágina, Segura, Sierras Béticas, Sierra Nevada, Filabres y Alpujarras, no disponen de ningún trabajo en el que se identifiquen las especies de pinos fósiles. El Levante es la zona con mayor número de datos y en él se observa la continuidad de la presencia de pino carrasco desde el Pleniglacial.

TABLA VI
Yacimientos con restos identificados como *P. halepensis*.

Yacimiento (Provincia)	Resto	Cronología	Referencia
1.Cueva de la Caribuela (Gr)	polen	Würm medio (40-34 Ky BP)	Carrión, 1992a
2.Cova Beneito (A)	polen	Munsterense (40-30 Ky BP)	Carrión, 1992b
3.Cueva de Nerja (Ma)	carbón	18.420 ± 530 - 11.930 ± 160 BP	Badal, 1991
4.Les Cendres (A)	carbón	12.650 ± 80 - 4.210 120 ± BP	Badal, 1995; Badal & Roiron, 1995; Badal <i>et al.</i> , 1994; Vernet <i>et al.</i> , 1983
5.Cova Bolomini (A)	carbón	Tardiglaciari (s.d.)	Badal, 1995
6.Cova Fosca (Cs)	polen	9.460 ± 160 - 5.715 ± 80 BP	Yll, 1988
7.El Secans (Te)	polen	Epipaleolítico-Neolítico (s.d.)	López, 1992
8.Botiquería de los Moros (Z)	polen	7.550 ± 200 BP	López, 1992
9.El Pontet (Te)	polen	7.340 ± 70 - 5.450 ± 290 BP	López, 1992
10.Alonso Norte (Te)	polen	Neolítico Inicial (s.d.)	López, 1992
11.Cova de l'Or (A)	carbón	6.630 ± 290 - 5.980 ± 260 BP	Badal, 1995; Badal & Roiron, 1995; Badal <i>et al.</i> , 1994; Vernet <i>et al.</i> , 1983; 1987
12.Cova Recambra (V)	carbón	Neolítico I y II (s.d.)	Vernet <i>et al.</i> , 1983; 1987
13.Cova del Llop (V)	carbón	Neolítico I y II (s.d.)	Vernet <i>et al.</i> , 1983; 1987
14.Cova Ampia (A)	carbón	Neolítico I y II (s.d.)	Vernet <i>et al.</i> , 1983; 1987
15.Can Sadurní (B)	carbón	5.800 ± 160 - 2.920 ± 100 BP	Badal <i>et al.</i> , 1994
16.Can Tintorer (B)	carbón	5.070 ± 100 - 4.310 ± 100 BP	Ros, 1988, 1992
17.CA.L. 81-I (Cs)	polen	¿6.000? 5.300 ± 100 - 4.800 ± 90? BP	Ros, 1988, 1992
18.Sepulcro de El Milano (Mu)	polen acículas	5.320 BP	Parra, 1983
19.Les Jovades (A)	carbón	4.810 ± 60 - 4.660 ± 90 BP	López, 1991; Rivera & Obón, 1991
20.Niuet (A)	carbón	4.680 ± 80 BP	Bernabéu & Badal, 1990, 1992; Badal <i>et al.</i> , 1994
21.La Presa del Esparragal (Mu)	polen	Calcolítico (s.d.)	Bernabéu & Badal, 1990, 1992; Badal <i>et al.</i> , 1994
22.Arroyo Tercero (Mu)	polen	Calcolítico (s.d.)	López, 1991
23.Abrigo de los Carboneros (Mu)	polen	Calcolítico (s.d.)	López, 1991
24.Los Millares (A)	carbón	4.345 ± 85 - 4.160 ± 110 BP	Rodríguez & Vernet, 1991
25.Cerro de la Virgen (Gr)	carbón	4.070 ± 60 - 3.785 ± 55 BP	Rodríguez, 1992
26.El Malagón (Gr)	carbón	3.970 ± 70 - 3.785 ± 85 BP	Rodríguez, 1992
27.Cova del Frare (B)	carbón	3.790 ± 100 - 3.590 ± 90 BP	Ros, 1988, 1992; Ros & Vernet, 1987
28.Fuente Amarga (Gr)	carbón	3.730 ± 100 BP	Rodríguez, 1992
29.Loma de la Balunca (Gr)	carbón	Bronce medio (s.d.)	Rodríguez, 1992
30.Terrera del Reloj (Gr)	carbón	3.540 ± 50 BP	Rodríguez, 1992
31.Panta Farisa (Hu)	carbón	Bronce medio (s.d.)	Ros, 1992
32.Castellón Alto (Gr)	carbón	3.370 ± 100 BP	Rodríguez, 1992
33.Fuente Álamo (Al)	carbón ⁺	Bronce argárico (s.d.)	Stika, 1988
34.La Fonollera (Ge)	carbón	Bronce final (s.d.)	Ros, 1992
35.Solibernal (Le)	carbón	Bronce final (s.d.)	Ros, 1992
36.Ronda la Vieja (Ma)	carbón	Poblado ibérico (s.d.)	Rodríguez <i>et al.</i> , 1992
37.Cabezo Lucero (A)	carbón	Necrópolis ibérica (s.d.)	Grau, 1993
38.Puntal dels Llops (V)	carbón	Poblado ibérico (s.d.)	Dupré, 1988a
39.Puig Castellet (Ge)	carbón	Poblado ibérico (s.d.)	Ros, 1992
40.Illa d'En Reixac (Ge)	carbón	Poblado ibérico (s.d.)	Ros, 1992
41.Neápolis de Ampurias (Ge)	carbón	Ciudad griega (s.d.)	Ros, 1992
42.Necrópolis de Ampurias (Ge)	semillas	Necrópolis griega (s.d.)	Hopf, 1991
43.Sarcófago dels Morts (PM)	madera	siglo V a.C., excavación C. Beni	Prada, com. pers.

Se indica las dataciones absolutas más antiguas y más modernas en que aparece la especie. (s.d.)= falta de datación absoluta; se infiere la cronología a través de la industria, etc., según se manifiesta en los trabajos de referencia. La situación geográfica se muestra en la Fig. 5. ⁺= en este yacimiento la identificación corresponde a *Pinus cf. halepensis*.

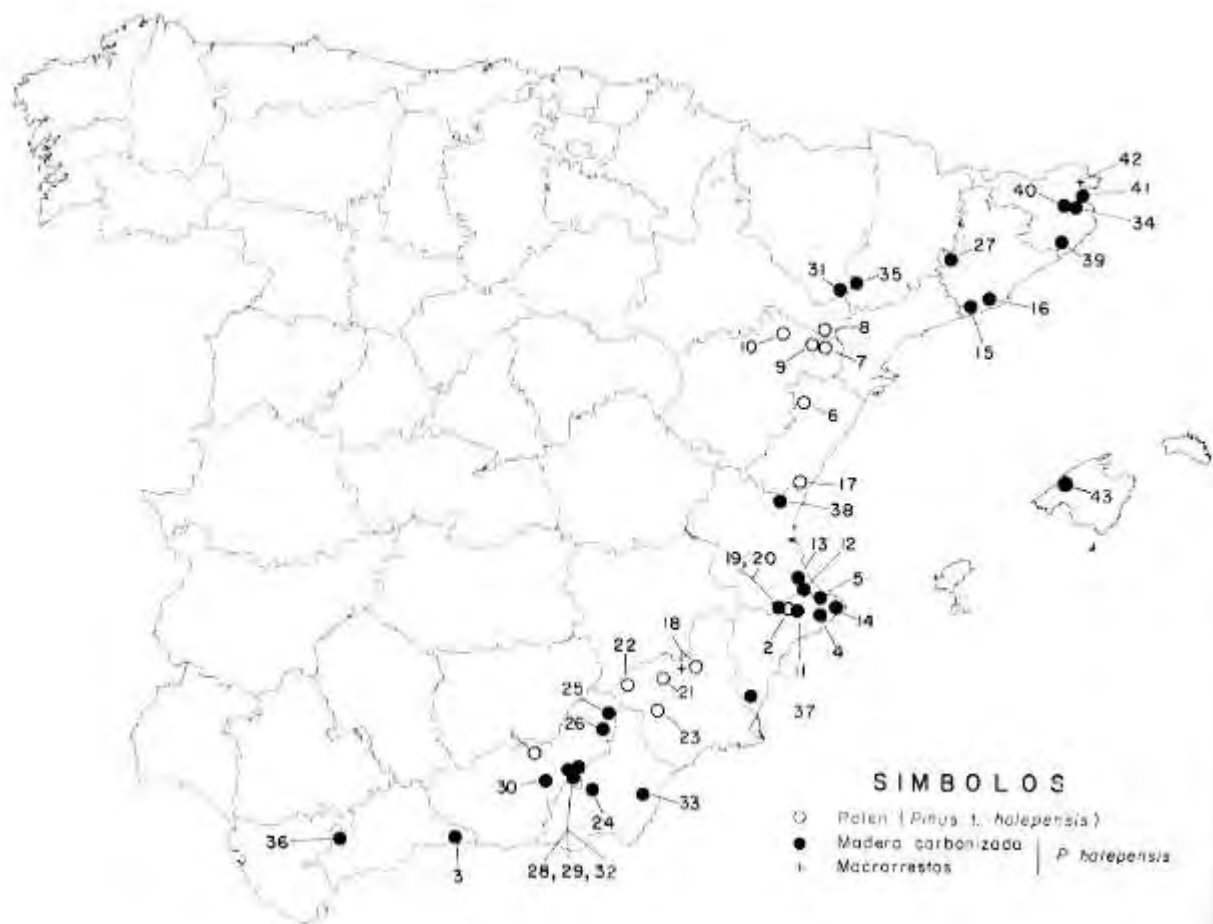


Figura 5. Yacimientos arqueológicos y depósitos sedimentarios españoles con identificación específica de *Pinus halepensis*. (La leyenda correspondiente a los números de cada yacimiento se indica en la tabla VI).

El Tardiglaciario (15.000 - 10.000 BP; Fig. 6-1)

Los cinco mil años entre 15.000 y 10.000 BP se consideran el final de la glaciación. En este período se producen aún dos momentos fríos: Dryas antiguo (15.000-13.000 BP) y Dryas reciente (11.000-10.000 BP), que se reflejan en las secuencias polínicas por un incremento de taxones estépicos y una disminución de los árboles, siendo los pinos los mejor representados. Entre ambos Dryas ocurre un calentamiento conocido como interestadio tardiglaciario, en el que la recuperación de los bosques se pone de manifiesto en la práctica totalidad de las secuencias. En las secuencias ibéricas estos períodos presentan importantes diferencias regionales, debidas principalmente a qué taxones se recuperan en el interestadial, y a cómo se refleja en el paisaje la intensidad de los dos Dryas. Durante todo el Tardiglaciario, los grupos humanos que ocupan la península practican una economía basada en la caza y la recolección.

En la mayoría de los trabajos sobre el Tardiglaciario no se determina la especie de pino, pero en las zonas costeras y sur peninsular, junto a *Pinus* sp. suele encontrarse el mismo cortejo termófilo que el registrado en los trabajos donde sí se identifica pino carrasco. Los pinares xero-termófilos con este tipo de cortejos debieron tener una buena representación en los bosques del Tardiglaciario, junto a poblaciones de pinos continentales (*P. nigra* y *P. sylvestris*), más extendidos que en la actualidad.

En Andalucía, el registro de Padul manifiesta un dominio de *Pinus*, con porcentajes del 40 por 100 al 50 por 100, durante el Dryas antiguo, mientras que los demás árboles no alcanzan el 5 por 100. En el interestadio se produce una importante recuperación del polen de *Quercus t-ilex*. El enfriamiento del Dryas reciente es poco intenso y se refleja con una nueva dominancia de *Pinus*. El análisis antracológico de la cueva de Nerja (Badal, 1991) muestra que, durante el interestadio, en el entorno de la cueva dominaban los pinares de

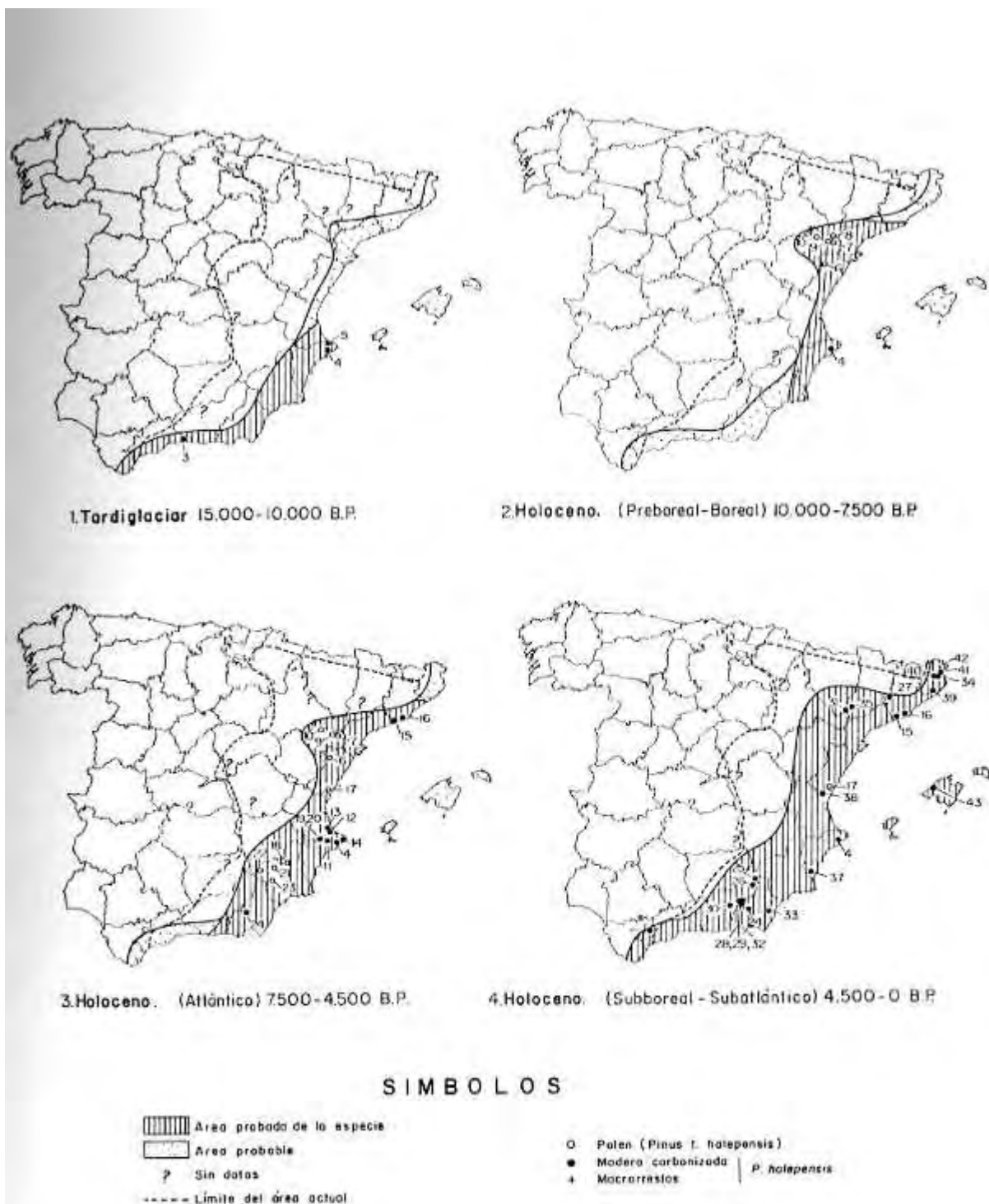


Figura 6. Secuencia de aparición de restos de *Pinus halepensis* desde el Tardiglaciario, e hipótesis sobre la evolución de su área de distribución. (La leyenda correspondiente a los números de cada yacimiento se indica en la tabla VI.)

Pinus nigra, pero con un marcado carácter térmico al encontrarse *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Quercus t-ilex* y arbustos y matorrales típicos de pinares xerófilos y termófilos como *Cistus*, *Cneorum tricoccon*, *Phillyrea* sp. y *Rosmarinus officinalis*.

En el levante, durante el Tardiglaciario se ha identificado *Pinus halepensis* en yacimientos de la provincia de Alicante (Badal & Roiron, 1995), junto con árboles y arbustos termófilos típicos de los actuales bosques de pino carrasco: *Quercus t-ilex*, *Olea europea*,

Erica multiflora o Cistáceas. El resto de registros tardiglaciares de esta zona muestran que los bosques son muy diversos dependiendo de la localidad donde se realicen los análisis (Cacho *et al.*, 1983; Dupré, 1986; 1988a y b; 1995; Uzquiano, 1990; Munuera & Carrión, 1991).

En Cataluña hay bastantes diferencias entre la vegetación del interior, donde se registra una vegetación más mesófila, y la del litoral. Del interior catalán se conocen varias secuencias polínicas que cubren el Tardiglaciario, que muestran que durante el interestadio se extienden los bosques de coníferas (*Pinus* y *Juniperus*) y los bosques caducifolios (Menéndez-Amor & Florschütz, 1962; Pérez-Obiol, 1988; Burjassch, 1990; Pérez-Obiol & Juliá, 1994). En el litoral domina *Pinus*, seguido de *Quercus t-ilex* y *Q. t-caducifolia*, con una presencia constante de taxones termófilos, lo que demuestra que el litoral era más térmico que el interior (Yll, 1992).

El Holoceno (10.000 - 0 BP)

A partir de 10.000 BP se produce la definitiva desaparición de los fríos y secos climas glaciares y comienza el período denominado Holoceno. Las secuencias polínicas muestran el descenso de las herbáceas estépidas y el incremento de los árboles y arbustos. El Holoceno se divide a su vez en varias etapas climáticas (Preboreal, Boreal, Atlántico, Subboreal y Subatlántico) que se corresponden con cambios en la vegetación, aunque con grandes diferencias entre regiones. En la mitad meridional de la península y en el litoral mediterráneo hay importantes matices locales; mientras que en la alta montaña del Sistema Ibérico se mantienen los pinares que dominaban en el Tardiglaciario, en territorios de menor altitud unas veces los pinares se mantienen como formación más extendida, y otras se aprecia la progresión de esclerófilos e incluso de robledales marcescentes supramediterráneos. Uno de los aspectos que más controversia genera en la interpretación de las secuencias fósiles del Holoceno es el papel del hombre. La atribución de los cambios de paisaje a variaciones del clima, del suelo o a cambios de área por migración de los taxones, o en qué medida y desde cuándo el hombre es responsable de las variaciones del paisaje, son temas constantes de discusión.

1. Preboreal-Boreal (10.000-7.500 BP). Epipaleolítico (Fig. 6-2)

Los primeros bosques del Holoceno son muy similares a los del interestadio Tardiglaciario, pero progresivamente se van incorporando elementos más mesófilos y termófilos. Como en el caso del período anterior, hay gran diversidad de tipos de vegetación dependiendo del área geográfica estudiada. Acompañando al cambio ambiental que supone la progresión de los bosques, la industria lítica de los grupos humanos evoluciona hacia el período denominado Epipaleolítico, aunque continúa siendo una cultura de caza y recolección.

Los datos de este período son escasos. Han aparecido restos de pino carrasco en el Maestrazgo, costa alicantina y valle del Ebro. Salvo en estas localidades, el resto de los escasos trabajos que cubren este período no identifican las especies de pino. De nuevo, la aparición de registros de *Pinus* sp. junto con cortejos termófilos permiten entender que los pinares termoxerófilos tuvieron una buena representación en el territorio, y entre ellos se encontrarían algunos bosques de pino carrasco. En Andalucía sólo la secuencia de Padul registra esta fase inicial del Holoceno. En el entorno del valle del Dúrcal los pinares no debieron tener una gran importancia, ya que los tipos polínicos dominantes corresponden a *Quercus t-ilex* y *Q. t-caducifolia*. En Nerja, se mantiene la presencia de *P. halepensis* en los niveles epipaleolíticos y neolíticos (Badal, com. pers.; dato que al no estar publicado no se menciona en las tablas y figuras de este capítulo).

En la costa alicantina aparece carbón identificado como *Pinus halepensis* en el yacimiento de les Cendres, junto con otros taxones de carácter termófilo. El análisis polínico del mismo yacimiento (Dupré, 1995) muestra al pino como el árbol mejor representado, mientras que los tipos polínicos de *Quercus* sp. aparecen sólo puntualmente. Otros yacimientos levantinos muestran bosques diferentes en mayor o menor medida al de Les Cendres. En Cova Bolumini (Alicante) el análisis antracológico de los niveles

atribuidos al inicio del Holoceno (Badal, 1995) identifican *Pinus nigra* acompañado de matorrales termófilos. No se encuentra pino carrasco, a pesar de que sí aparecía en los niveles tardiglaciares del mismo yacimiento. En el Maestrazgo castellanense, el análisis polínico identifica *Pinus halepensis* en los niveles mesolíticos de la Cova Fosca (Yll, 1988) datados desde 9.460 ± 160 BP. Junto al pino carrasco aparecen otros árboles y arbustos termófilos. En el Valle del Ebro, el análisis polínico de varios yacimientos de la transición Epipaleolítico-Neolítico (López, 1992), identifica pino carrasco como árbol dominante.

En Cataluña la mayoría de los datos proceden de las comarcas interiores del norte de la región. Como en el Tardiglaciario y en la actualidad, el bosque inicial del Holoceno de esa zona tiene un carácter mesófilo (Mallarach *et al.*, 1985; Pérez-Obiol 1988, 1994; Burjachs, 1990; Pérez-Obiol & Julià, 1994). Por el contrario, en el litoral meridional los bosques poseían un carácter más xerófilo y termófilo. El análisis polínico de sedimentos lagunares del llano de Barcelona (Riera, 1993), y del delta del Ebro (Yll, 1992), en el inicio del Holoceno, muestran a *Pinus* sp. como árbol dominante, seguido por *Cistus*, *Erica*, *Olea*, *Pistacia*, *Quercus t-ilex*, *Q. suber* y otros taxones termófilos. En este período no se ha identificado a nivel específico *Pinus halepensis* en Cataluña, probablemente porque los análisis antracológicos que podrían dar esta identificación se han realizado únicamente en comarcas húmedas del interior (Ros, 1988). Pero la existencia de poblaciones de pino carrasco, al menos en el litoral catalán, se ve apoyada por los cortejos xero-termófilos que aparecen tanto en el llano de Barcelona como en el delta del Ebro.

2. Atlántico (7.500- 4.500 BP). Neolítico, inicio de la metalurgia (Fig. 6-3)

El Atlántico se considera el período más cálido del presente interglaciario. Estas condiciones favorables se reflejan en la mayoría de las secuencias polínicas. Las relaciones del hombre con su entorno cambian bruscamente en este período con la llegada del Neolítico, que caracteriza todo el Mediterráneo desde hace aproximadamente 7.000 años. Ganadería, agricultura, piedra pulimentada y generalización del uso de la cerámica son las bases de la nueva era. Los nuevos avances permiten un aumento demográfico que, entre otros aspectos, se manifiesta en el incremento de yacimientos arqueológicos de esta época. Hace 5.300 años se inicia el uso de los metales, en primer lugar el cobre, que da nombre al período Calcolítico y que supone el fin del Neolítico (Domergue, 1990).

Los hallazgos de *Pinus halepensis* se incrementan notablemente en este período, también como consecuencia del mayor número de yacimientos con análisis paleobotánicos donde se identifican las especies de pinos. En todos los casos, junto al pino carrasco aparecen plantas termófilas que actualmente forman parte de su cortejo. En el interior de Murcia se identifica, en un mismo yacimiento, polen de pino carrasco y semillas de la misma especie. En las sierras que separan Valencia de Alicante aparece carbón de *Pinus halepensis* en siete yacimientos arqueológicos. Al sur de Castellón, también se identifica polen de *P. halepensis* en una secuencia de sedimentos lagunares próximos a la costa. Polen identificado como *P. halepensis* continúa apareciendo en el valle del Ebro y el Maestrazgo. En Cataluña aparece madera carbonizada de pino carrasco en el litoral meridional. No hay datos que permitan conocer si los pinos carrascos llegaron a las zonas del norte del valle del Ebro o a la meseta sur, límites actuales de las masas naturales de la especie.

Algunos análisis paleobotánicos muestran un cambio radical de paisajes, con una progresiva dominancia de las cubiertas xerófilas, a partir de 6.000 BP en el Levante, y de 4.000 BP en Cataluña. Existe una importante discusión acerca de si estas modificaciones se deben a la acción del hombre o a variaciones climáticas, e incluso acerca de si este cambio existe, ya que no se observa en todos los registros fósiles. Los resultados de yacimientos concretos son difíciles de extrapolar al resto del territorio, ya que suelen diferir bastante entre ellos, y más que apoyar la idea de un cambio global, reflejan la multiplicidad de paisajes de la época.

En Andalucía, las secuencias polínicas que abarcan el Atlántico son escasas y no reflejan ese posible cambio. En Padul no hay variaciones notables a partir de 6.000 BP, tan sólo ligeras oscilaciones en las curvas de polen arbóreo. Esta secuencia termina su registro en

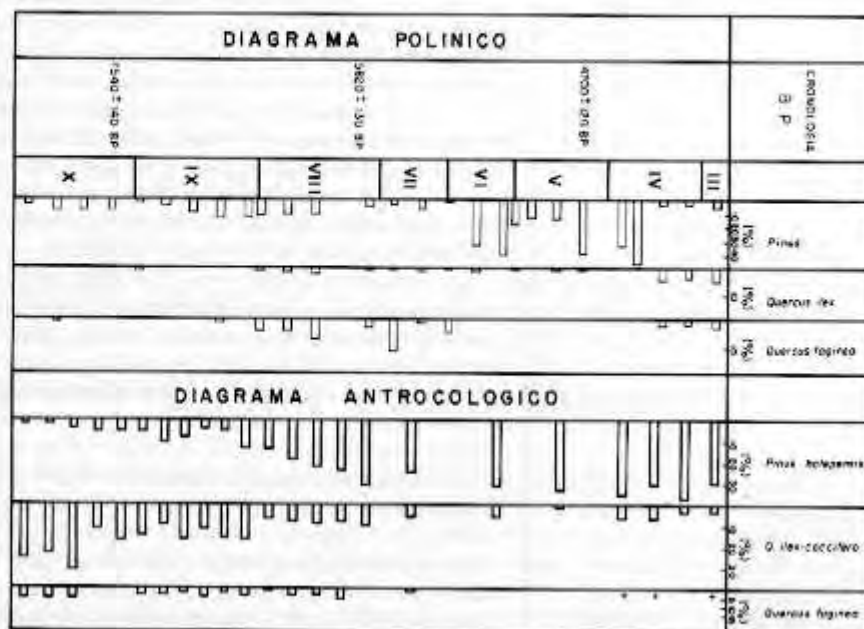
la datación 4450 ± 60 BP, sin que aparezcan indicios claros de antropización como acusados descensos del polen arbóreo o aumento de matorrales.

En Levante, algunos trabajos indican un cambio de paisaje a partir de 6.000 BP. Los análisis antracológicos de les Cendres y la cueva de l'Or (Vernet *et al.*, 1983, 1987; Badal *et al.*, 1994; Badal, 1995; Badal & Roiron, 1995) muestran la sustitución de la leña de encina y/o coscoja, que domina hasta esa fecha, por la de pino carrasco. Ambos yacimientos son la base para argumentar que el pinar de carrasco se expande en la región debido a la acción humana, que destruye el original bosque esclerófilo. No obstante, algunos detalles contradicen esta interpretación. En les Cendres, junto al descenso de leña de encina y/o coscoja y el aumento de leña de pino carrasco, llama la atención la escasa o nula variación de la leña de algunas especies de matorral y el descenso de la leña de lentisco y jaras, además de un aumento de fresno. En la Cova de l'Or se aprecia, junto a la caída de encina o coscoja y el aumento de pino carrasco, un aumento de la leña de quejigo, un descenso de brezos y jaras y ninguna variación en las cantidades de leña de acebuche y fresno. Resulta paradójica que una degradación del encinar que provoca el aumento del pino, reduzca al mismo tiempo los matorrales xerófilos y permita un aumento de robledales y fresnedas. Los análisis polínicos de los mismos yacimientos ofrecen resultados muy distintos. Tanto en les Cendres como en la cueva de l'Or (Dupré, 1986; 1988a y b, 1995), en el inicio del Atlántico no se aprecia la dominancia de la encina. En todo el período, el polen arbóreo está dominado por *Pinus*. La figura 7 muestra las curvas de *Pinus* y *Quercus* de los análisis polínicos y antracológicos de Les Cendres, en donde puede apreciarse esta contradicción de resultados.

Badal & Roiron (1995) argumentan que, en general, después de cuatrocientos o quinientos años de ocupación de un asentamiento, se observa en los diagramas antracológicos la sustitución de la leña de encina y/o coscoja por la de pino carrasco, y que tal hecho demuestra el origen antrópico del pinar. Sin embargo, esta generalización no la cumplen todos los diagramas antracológicos, como por ejemplo el yacimiento de Niuet (Alicante), en el que en los tres niveles analizados del Neolítico medio domina *Quercus t-ilex*, aumentando en los niveles superiores (Bernabéu & Badal, 1990, 1992).

Tampoco se observa la sustitución de *Quercus* por *Pinus* en la secuencia polínica valenciana del canal de Navarres, donde el pino domina en los espectros desde 15.000 BP, y sólo a partir de 5.000 BP las frondosas cobran mayor importancia en el paisaje (Dupré, com. pers.), es decir, se produce una evolución de la vegetación contraria a la propuesta por los

Figura 7. Comparación entre la variación cuantitativa de los restos de *Pinus* y *Quercus* según los análisis antracológicos y polínicos de Les Cendres, a partir de Badal (1995) y Dupré (1995). Se aprecia que los resultados de las dos disciplinas de trabajo no concuerdan plenamente.



antracólogos. Otros resultados de Levante tampoco apoyan la idea del cambio de paisajes (Menéndez-Amor & Florschütz, 1961a y b; Parra, 1983; Yll, 1988; Viñals *et al.*, 1993; Dupré, 1986, 1988a y b, 1995; Dupré *et al.*, 1994).

En Cataluña, la transformación del paisaje se pone de manifiesto en algunos análisis antracológicos, si bien se produce más tardíamente que en Levante, a 4.000 BP. Este cambio se interpreta como consecuencia de la presión antrópica (Ros, 1988, 1992). En el interior de Cataluña el robledal caducifolio se sustituye por bosques esclerófilos de encina, mientras que el litoral meridional seguiría las mismas pautas que Levante. Los datos polínicos también en este caso entran en contradicción con los resultados antracológicos. En la síntesis paleoecológica del Neolítico del litoral catalán (Burjachs & Ros, 1991), los análisis polínicos apenas ofrecen variaciones en la evolución del registro de *Pinus* y *Quercus*, dominando ligeramente las frecuencias de *Pinus*.

En el llano de Barcelona (Riera, 1993; Riera & Esteban-Amat, 1994) no se aprecian transformaciones del paisaje durante el Atlántico. El análisis polínico de cuatro secuencias de sedimentos naturales muestra la coexistencia de pinares y bosques esclerófilos con otras formaciones forestales más mesófilas. Entre 7.000 y 3.000 BP se define una fase para la vegetación poco marcada por la influencia del hombre, en la que no hay cambios cualitativos ni cuantitativos en los bosques. Las dataciones de la base de las secuencias polínicas del delta del Ebro (Yll, 1992) permiten afirmar que en dos secuencias se registra la primera parte del Atlántico, sin que se reflejen cambios drásticos en la vegetación. En estas secuencias, el pino es el árbol mejor representado (50-80 por 100), mientras que el polen de *Quercus* no alcanza el 10 por 100.

En Baleares, tanto en Menorca (Yll, 1992) como en Mallorca (Burjachs *et al.*, 1994), los análisis polínicos muestran un brusco cambio de paisaje a mediados del Atlántico, disminuyendo los bosques caducifolios y extendiéndose las comunidades esclero-xerófilas. En Menorca, desde la datación de 7.685 ± 75 , hasta la de 6.290 ± 80 BP dominan los porcentajes de *Pinus* seguido de *Corylus* y *Juniperus*. A partir de 6.290 ± 80 BP hay un descenso de pino, que pasa a codominar junto a *Olea*; se produce un acusado descenso de *Corylus* y un aumento de arbustos mediterráneos como *Erica* y *Phillyrea*. En Mallorca, desde 7.060 ± 110 domina el polen de *Juniperus* seguido de *Pinus*, *Quercus* t-caducifolio y *Q. t-ilex*. Posteriormente a la datación de 6.270 ± 70 , *Pinus* pasa a ser el tipo polínico dominante, disminuye el registro de *Juniperus* y aumenta el de *Olea*. Estos cambios pueden atribuirse a una variación del clima o a la acción humana. La hipótesis de transformación antrópica se puede sostener al coincidir, en líneas generales, el cambio de paisaje con la fecha de ocupación estable de las islas por pobladores neolíticos a partir de 7.000 BP (Yll, 1992).

En definitiva, la comparación de los trabajos comentados pone en evidencia la dificultad de realizar modelos de paleovegetación concluyentes partiendo de un única disciplina de estudio. La ausencia de datos en muchos territorios, la falta de identificación específica de los pinos en la mayoría de los casos y la particularidad de cada registro, condicionan aún los intentos de síntesis paleoecológicas. La conclusión clara es que el paisaje del Mediterráneo durante el Atlántico es muy distinto entre las localidades estudiadas y que el actual mosaico de formaciones vegetales existía también en esta época. Los pinares xerófilos y termófilos fueron una de las formaciones más extendidas, junto a los también frecuentes bosques esclerófilos. La acción humana no se refleja en todas las secuencias, incluso en los casos en que parece existir, es muchas veces una hipótesis propuesta por los autores al interpretar los resultados de sus trabajos. Es difícil admitir, por muy desarrollada que estuviera la tecnología del Neolítico, el hombre fuera capaz de eliminar los encinares y bosques de frondosas de la mitad del territorio peninsular, tarea ésta que requiere una inversión enorme de energía, y que sólo se logra con el arranque de las matas y raíces.

Otros autores explican el cambio de especies en el Mediterráneo como consecuencia de variaciones climáticas. El estudio de la variación de diversos parámetros astronómicos relacionados con la órbita de la Tierra encuentra que, a partir de 6.000 BP, se inicia un deterioro climático con un progresivo enfriamiento global (Berger & Tricot, 1986). Los enfriamientos a nivel mundial suelen estar acompañados en el Mediterráneo de un aumento de la aridez. Estos cambios climáticos podrían también explicar la progresión de cubiertas

xéricas como los bosques esclerófilos y los pinares observada en bastantes secuencias del Mediterráneo a partir de esa fecha.



Pinares de la Sierra de Ricote, en Murcia.
(Foto: S. Martín.)

3. *Subboreal (4500-2500 BP), Calcolítico, Edad del Bronce y Edad del Hierro (Fig. 6-4) y Subatlántico (2500-0 BP), época Histórica*

El paso del Atlántico al Subboreal se interpreta clásicamente como una regresión de los climas húmedos y un aumento de la aridez. Las condiciones vuelven a ser menos xéricas a partir de 2.500 BP, en el período Subatlántico, y se mantienen sin grandes cambios hasta la actualidad. Las comunidades vegetales de carácter mediterráneo están muy extendidas desde el inicio de este período, coincidiendo prácticamente con los límites actuales de este tipo de ecosistemas. La evolución tecnológica, social y cultural es muy rápida y la presión del hombre sobre su medio se va incrementando a lo largo del tiempo. El Neolítico termina cuando se inicia el uso de los metales, en primer lugar el cobre (Calcolítico) aproximadamente en 5.300 BP, después el bronce (4.300 BP) y por último el hierro (2.800/2.600 BP) (Domergue, 1990). La edad del Hierro en la península se inicia con el contacto de los pueblos del litoral mediterráneo y de Andalucía con comerciantes griegos y fenicios, quienes son los primeros en dejar referencias escritas sobre la península.

En este período se encuentran la mayor cantidad de restos de pino carrasco, también como consecuencia de la mayor cantidad de yacimientos estudiados desde el punto de vista paleobotánico. En Andalucía se ha encontrado madera de *Pinus halepensis* en Granada interior (Hoya de Baza y Guadix), en la Serranía de Ronda y en Almería. Polen de pino carrasco y otros macrorrestos como hojas y semillas han sido localizados en el interior de Murcia. Aparecen restos de pino carrasco en las tres provincias valencianas, en Baleares, en toda Cataluña y en Huesca. Siguen sin existir datos sobre la meseta y tramos altos del valle del Ebro (Álava, La Rioja y Navarra) que ofrezcan respuestas a la cuestión de en qué momento se extiende la especie por estos territorios.

La intensidad de la presión antrópica durante el Subboreal está sujeta a la misma discusión existente para el Atlántico. Muchos autores opinan que la presencia de pino carrasco es una consecuencia de la destrucción antrópica de anteriores bosques esclerófilos. En determinados diagramas polínicos aparecen cambios que se atribuyen a una deforestación de carácter antrópico. Pero no todos los autores admiten que el hombre modificase de forma global todo el territorio, sino que estas actuaciones podrían ser selectivas y limitadas al entorno de los asentamientos. Por ejemplo, en el análisis polínico del yacimiento calcolítico de la Ereta del Pedregal, en Valencia (Dupré, 1988a y b, 1995), hay un dominio del

polen de *Pinus* frente a *Quercus* en todo el diagrama, con caída de *Quercus* brusca y menor de *Pinus*. Se interpreta el cambio como consecuencia de la deforestación del valle, que estaría ocupado por las frondosas y que se eliminarían para dedicarlo al cultivo, mientras que en las laderas, ocupadas por los pinares, la actuación sería menor.

En la interpretación de los datos del período ibérico y, sobre todo, a partir de la romanización, existe un acuerdo más generalizado sobre la globalidad de la antropización. Este acuerdo se debe a que, a partir de esta época, el incremento del registro de plantas cultivadas, el aumento del matorral y el descenso de árboles son hechos comunes en los registros fósiles, si bien con excepciones y matices. En la secuencia de Casablanca, costa sur de Castellón (Parra, 1983), la caída del polen arbóreo ocurre cuando aparece la curva continua de *Juglans*. Este registro de nogal está documentado en muchas secuencias correspondientes a la romanización. La secuencia de Torreblanca (Dupré *et al.*, 1994) muestra, a partir de 2.600 BP un descenso de *Pinus* y la progresión de *Pistacia* y *Vitis*. En Alendia, Mallorca, (Burjachs *et al.*, 1994), a partir de 2.440 BP aumenta o se inicia la curva continua de *Erica*, *Pistacia*, cereal y *Vitis* y desciende el porcentaje de *Alnus*, *Corylus*, *Fagus* y *Quercus* t-caducifolió. En la costa de Barcelona (Riera, 1993; Riera & Esteban-Amat, 1994), hasta el 1.500/1.300 BP los cambios son locales y reversibles; fundamentalmente se refleja un ligero descenso de los caducifolios y un aumento de los esclerófilos. A partir de esa fecha comienza una fase de clara e intensa deforestación, con descenso del polen arbóreo y aumento del registro de cenizas de incendio y de plantas indicadoras de cultivo como *Cannabis*. Esta antropización es aún más marcada desde 850/950 BP.

La deforestación en época romana y sobre todo en la Edad Media ha sido evidenciada no sólo por datos paleobotánicos, sino también por la progresión de los deltas de varios ríos, debido al incremento de la erosión de las cuencas. En la desembocadura del Turia se registra el aumento de la sedimentación en época romana y, tras un período en el que cesan los aportes masivos de sedimentos, se reanuda e intensifica en la Edad Media (Carmona, 1995; Carmona *et al.*, 1994). La progresión deltaica de los ríos Llobregat y Besòs se dispara en época medieval (Riera & Esteban-Amat, 1994). Pero el dato más ilustrativo es el de la formación del delta del Ebro (Montserrat Martí, 1992): en época romana Ampostas era puerto de mar y hoy se encuentra a 27 km del extremo del delta.

EL PINO CARRASCO EN LA EPOCA HISTÓRICA

La cubierta vegetal europea y, en particular, la de la región mediterránea, se ha desarrollado bajo una intensa acción del hombre. Autores como Moreno (1992), opinan que la cubierta vegetal actual de un lugar se ha de considerar no como un dato «natural», sino como una manufactura. El pino carrasco, concretamente, habita un territorio ocupado desde hace miles de años por civilizaciones muy desarrolladas demográficamente y tecnológicamente. La realidad actual de sus masas es consecuencia de la interacción entre la dinámica natural de la especie y el uso que el hombre ha hecho de ella y del territorio en que habita.

La influencia que cada período histórico tiene en el paisaje está determinada, entre otras cosas, por sus características demográficas, culturales y tecnológicas. En definitiva, hay que tener en cuenta la valoración de los recursos naturales en cada época y en qué medida cambia la necesidad de su explotación a lo largo del tiempo. La revisión de los testimonios históricos sobre la vegetación ibérica es un campo de investigación inagotable desde las pretensiones del presente trabajo. Pretendemos remarcar la idea de la importancia del enfoque histórico, definir cuáles han sido los principales usos de la especie a lo largo de la historia y qué acontecimientos han determinado la modificación del territorio donde habita el pino carrasco.

El pino carrasco en la Antigüedad

En el primer milenio AC se inician los contactos de las culturas del bronce peninsulares con comerciantes del Mediterráneo oriental: fenicios, que fundan sus colonias en la costa andaluza, y griegos, que comercian con los pueblos del Levante y Cataluña. Griegos y fenicios introducen el uso del Hierro en las costas mediterráneas y suroccidenta-

les de la península, dando origen a culturas autóctonas con gran influencia oriental. Del siglo VIII al VI AC se desarrolla la cultura de Tartessos en el suroeste e, inmediatamente después, la cultura Ibérica en la mitad oriental y sur de la península. Los cartagineses, antigua colonia fenicia en Túnez, tienen intensas relaciones con la Península desde el siglo V AC. En el 237 AC, Amílcar Barca asienta definitivamente el poder cartaginés en Iberia movido, entre otras razones, por el deseo de controlar las minas y puertos del sureste. El creciente poder económico de Cartago supone una amenaza para Roma, que decide la destrucción de Cartago y la conquista de Hispania, que se inicia en el 218 AC y termina en el 19 AC.

Las primeras fuentes escritas sobre la península se deben a descripciones de escritores griegos y fenicios, a veces recogidas en obras posteriores por autores latinos. A partir de la dominación romana aumentan los textos que nos describen el paisaje peninsular y dan cuenta del uso de los pinos. La arqueología sigue aportando numerosos datos que complementan y enriquecen la información de las fuentes literarias.

En el siglo VII AC los navegantes rodios dieron a Ibiza y Formentera el nombre de *Pityoussai* o *Pityusa*, vocablo derivado de *pitys* (pino) y que tiene el significado de «islas de los pinos». Geógrafos e historiadores antiguos comentan a menudo que el nombre griego se debe a la abundancia de los pinos, como Diodoro (V, 16) «*el pino nombra a la isla de Pityusa por la multitud de pinos que en ella habitan*» (Cubero, 1994).

Una de las primeras descripciones de los pinares del litoral ibérico se encuentra en la **Oda marítima** de Avieno. La obra, un poema para uso de navegantes que describe la costa mediterránea desde Marsella a Cádiz, fue escrita en el siglo IV de nuestra era a partir de descripciones de autores griegos y púnicos y de tradiciones orales de marineros, que se remontan desde el siglo VI al II AC (Mangas & Plácido, 1994). Avieno comenta, al referirse a una zona de la costa andaluza identificada con el cabo almeriense de la Punta del Sabinar, si bien otros autores la sitúan en Almuñécar (Alonso García, 1996): «*Después, un grandioso peñasco se levanta y penetra en el profundo mar: el pino, abundante en otro tiempo, hizo que se llamara, en lengua griega, con su nombre*» (cabo *Pityusa*). Las palabras de Avieno son también las primeras que relatan el proceso histórico de la desaparición de pinares ibéricos en el período de casi 800 años que median entre las primeras fuentes orales que describen la costa y el texto escrito del autor latino.

Los pinos han sido especies muy utilizadas por el hombre a lo largo de la historia. Una característica común de su aprovechamiento es que es necesario la muerte del árbol para obtener la mayoría de los productos que proporcionan: madera, pez o carbón.

Las fuentes escritas que más detalles ofrecen sobre el uso de los pinares en la antigüedad son las obras de Teofrasto (Díaz-Regañón, 1988) y de Plinio el Viejo (André, 1962). Teofrasto, sucesor de Aristóteles al frente del Liceo de Atenas entre el siglo IV y III AC, es autor de la **Historia de la Plantas** (HP), en las que recoge las características, distribución, usos y manejo de más de 500 especies vegetales. Plinio el Viejo nació en el siglo I en el norte de Italia y conoció la Hispania tarraconense; entre otras muchas obras escribe la **Historia Natural** (HN), en la que recoge la información de autores anteriores y añade observaciones propias.

Es complicado identificar las especies actuales a partir de los nombres que utilizan los autores clásicos. Los atributos utilizados para describir cada tipo son muy generales y pueden ser compartidos por varias especies; dan idea más de unas características valoradas para un determinado uso que de un concepto de especie en términos actualistas. También, como el mismo Plinio comenta, los nombres cambian de unas regiones a otras y los autores no están de acuerdo con la denominación de cada especie. En definitiva, es difícil saber cuando estos autores están hablando de lo que hoy llamamos *Pinus halepensis*.

Teofrasto utilizó los nombres *Pitys* y *Peuke* para referirse a los pinos; el primero parece ser una denominación general para todo el género, mientras que *Peuke* se tiende a utilizar para designar pinos que crecen en montañas y producen abundante pez y resina, aunque también se emplea para referirse al pino piñonero (*peuke konophoros* y *peuke hémeros*).

Plinio se refirió a las distintas especies de pinos y de otras resinosas con numerosos términos; a veces es difícil saber si se trata de sinónimos o está dando un único nombre a lo que para nosotros hoy serían varias especies. Este autor recoge el empleo de la raíz *pin-* en *pinus*, que designa exclusivamente al pino piñonero, y en *pinaster*. Este último nombre presenta el sufijo *-aster*, de carácter despectivo e indicador de falsedad, posiblemente para contraponer estos «pinos falsos» al «verdadero» *pinus* que produce piñones comestibles; *pinaster* podría designar a pinos que compartiesen el territorio con el piñonero y por tanto fuese necesaria su distinción, por lo que puede referirse tanto al pino carrasco como al negral. Además, Plinio alude al *pinaster* como un piñonero salvaje, menos alto, ramoso desde la mitad y que vive en llanuras, lo que apoya más una posible identificación con el actual *P. halepensis*.

Al margen de estas dificultades para determinar las especies de pino, los principales productos aprovechados son la madera, la resina y sus derivados.

La madera. El libro V de la **Historia de las Plantas** de Teofrasto está dedicado al uso de la madera. Los pinos tienen un claro protagonismo en este libro, y de ellos se destacan sus buenas características para su empleo en la construcción de casas, como vigas transversales, y su especial uso en la construcción naval para la fabricación de remos, vergas y mástiles. Plinio recoge las mismas indicaciones del uso de la madera de los pinos que hacía Teofrasto.

El consumo de madera debido a la construcción naval en la antigüedad debió ser enorme, como señalaron Teofrasto y Plinio. Los pinos eran fundamentales para llevar a buen puerto la empresa de la construcción de naves. La madera en mayor medida usada en la construcción naval era la de pino carrasco, como muestra el análisis de las maderas de casi una veintena de barcos romanos (Rival, 1991). Las causas de este empleo mayoritario, a pesar de ser una madera de calidad inferior a la de otros árboles son, en primer lugar, sus fustes curvos, que no son necesariamente un carácter desechable, pues piezas curvas y sinuosas pueden obtenerse fácilmente tallando troncos tortuosos, y así, árboles con determinadas curvaturas eran especialmente valorados. Además, la proximidad de los bosques de carrasco a los astilleros facilitaban la construcción de barcos.

Las resinas y la pez. Uno de los productos de los pinos más intensamente utilizados desde la antigüedad ha sido la resina y sus derivados. Las resinas vegetales se han obtenido de diversas especies, pero las de los pinos son, en cantidad y posibilidad de aplicaciones, mucho más importantes. Se tienen evidencias arqueológicas del uso de resina de pino desde el Paleolítico (Cattani, 1994). Los derivados de este producto han tenido multitud de aplicaciones y su uso ha continuado hasta tiempos recientes, cuando han sido desplazados por los derivados de la hulla y el petróleo. Un gran número de autores antiguos (Teofrasto, Plinio, Columela, Estrabón, Cicerón, Herodoto, Dioscórides, Marcellus, Oríbase, etc.) mencionan la multiplicidad de tipos y de aplicaciones de la resina, llegando a diferenciar hasta 31 palabras distintas para nombrar diferentes clases de resinas y derivados (André, 1964).

Desde la antigüedad, estos productos se obtienen bien mediante resinación, bien mediante la destilación de la madera. Teofrasto describe la técnica de resinación y, de su descripción, puede interpretarse que esta práctica termina con la muerte del árbol al cabo de unos años, tras haber realizado unas tres extracciones (HP, IX, 2,7) (Díaz-Regañón, 1988). La destilación de la resina permite obtener la trementina o aguarrás, y como residuo de la misma, la colofonia. Ambos productos se fabricaban en época romana para su uso directo como disolvente, barniz, combustible, pegamentos, o como materias primas para la elaboración de muchos otros tipos de productos (André, 1964). El gaditano Columela (Holgado, 1988) describe en su tratado de agricultura (siglo I DC) más de veinte aplicaciones de la pez y la resina, tanto en uso directo o como componentes de diversas recetas para uso veterinario.

De la destilación de las leñas y residuos enteados de los pinos se obtenía uno de los productos de mayor uso en la antigüedad, la pez, breá o alquitrán. La pez fue el impermeabilizante universal; se empleó para calafatear los barcos a fin de sellar las juntas de las maderas y protegerlas frente al agua, y para impermeabilizar barricas, vasijas, ánforas, pellejos,

y en general cualquier objeto que lo necesitase. Los abundantes hallazgos arqueológicos de ánforas antiguas, como las recuperadas en el yacimiento submarino de Torre la Sal, Castellón (Wagner, 1979), corroboran la importancia del revestimiento en el transporte de productos como vinos y salazones. La necesidad de resina hizo que los pinares fueran en muchos momentos y en muchos lugares tan valorados como fuente de obtención de pez como por la propia madera.

Teofrasto describe la forma de extraer la pez de la madera, una técnica que se ha mantenido con pocas variaciones hasta el siglo XIX, cuando aparecen los hornos de destilación. (HP IX, 3, 1,2,3): *«Ésta es la manera que tienen de hacer la pez mediante la combustión. Cuando ya han dispuesto un espacio llano, a manera de era, con una inclinación que debe ser suave para que la pez fluya al medio, parten los troncos y colocan los trozos en la misma forma que colocan los suyos los carboneros, pero sin dejar, como estos, una bufarda. ... Dispuesta así la pila y cubriéndola con ramaje, echan tierra encima hasta tapanla completamente, de manera que en modo alguno se vea el refulgor del fuego, porque, si sucede esto, la pez se malogra. Se pega fuego en el lugar donde se abrió un paso y, luego, rellenando también esta parte con leña y amontonando tierra, vigilan subidos en una escala y miran aquella partes por donde ven salir el humo y echan constantemente tierra para que, en manera alguna, asome el fuego. Se prepara un conducto para la pez a través del montón para que pueda fluir a un pocillo situado a una distancia de quince codos, y, al tacto, se note que la pez, al fluir se enfria.»* (Díaz-Regañón, 1988).

En diversas fuentes escritas se pone de manifiesto la explotación de pez en España. Plinio destaca la mala calidad de la resina de Hispania para ser mezclada con el vino (Schulten & Maluquer de Motes, 1987) (HN XVI, 25, 127): *«La pez de las tinajas de guardar el vino que más se aprecia en Italia es la del bruto: se hace de resina de «picea»; en cambio se aprecia muy poco la pez que se obtiene en Hispania de los «pinastris», debido a que su resina es amarga, reseca y de fuerte olor.»* Sin embargo el médico Dioscórides resalta la buena calidad de la pez balear para uso medicinal, como recoge Andrés Laguna (1555): *«La resina de picea y Abeto, en valor sobrepujan à todas las otras; por que son olorosas, y se parecen en su olor al encienso, vienen las más excelentes de Pitysa, illa vezina à España».* Es obligado atribuir las resinas ibicencas al pino carrasco, única especie de pino espontánea en el archipiélago. Las evidencias arqueológicas dan fe de la existencia de comercio de este producto desde el territorio hispano al resto del imperio, como demuestra el cargamento de la nave hallada en Punta de Algas (Murcia), que transportaba ánforas llenas de pez (Mas, 1971).

La leña y el carbón. La leña y el carbón vegetal han sido los combustibles por excelencia desde la antigüedad, sólo desplazados por combustibles fósiles a partir del siglo XIX. Cada especie o grupo de especies produce un carbón con unas características muy concretas, siendo el carbón un conjunto de productos muy variados. El procedente de pino tiene sus propias características, valoradas ya en el mundo antiguo. Teofrasto afirma que los carbones más apreciados son los de encinas, robles y madroños, pero que el carbón de pino es también usado en las minas de plata. En otro capítulo de su libro V afirma que es el carbón más usado por los herreros (HP V, 9, 2): *«Los herreros buscan también el carbón de Peuke con preferencia al de roble. No es tan fuerte, pero responde mejor al soplo del fuelle porque tarda más en desvanecerse. La llama de esta madera es más viva.»* (Díaz-Regañón, 1988). La razón de esta preferencia puede deberse al contenido en sustancias volátiles derivadas de la resina que permanecen en el carbón de los pinos (Xérica, 1868).

El ejemplo de la minería antigua en el sureste

La explotación de los minerales del subsuelo ibérico fue uno de los principales atractivos para los distintos pueblos que comerciaron o invadieron la península. Ya desde épocas anteriores a cualquier comercio hay testimonios arqueológicos de actividad metalúrgica en la península: existían explotaciones mineras de plomo, cobre y plata en Tarragona, y especialmente en Murcia y Almería, durante la Edad del Bronce (Domergue, 1987, 1990). Anteriormente, se había utilizado cobre, pero principalmente para uso doméstico y comer-

cio local. Es a partir del contacto con los pueblos del Mediterráneo oriental, que introducen el hierro, cuando la minería se define como actividad industrial y se inicia el comercio de metales a gran escala. Distintas leyendas y documentos griegos y fenicios ponen de manifiesto el comercio de metales con Tartessos aún antes del establecimiento de colonias estables (Luzón, 1970; Domergue, 1990). En fuentes escritas queda de manifiesto este impulso a la minería, como por ejemplo recoge Diodoro: «Mucho más tarde los iberos comprendieron las ventajas de la plata y pusieron en explotación minas de importancia» (Meana & Piñero, 1992). Las minas del sureste fueron una de las razones del asentamiento y el dominio cartaginés en Iberia; y posteriormente los romanos mantuvieron una intensa y duradera explotación en diversas zonas peninsulares.

Aunque hubo minería en otras regiones donde habita el pino carrasco, como Tarragona o Baleares, el caso de la explotación de las sierras de Murcia y Almería es un buen ejemplo del impacto de las culturas antiguas en el paisaje. Ya se ha mencionado la extracción de plomo, cobre y plata en esta comarca durante la Edad del Bronce. Las minas de Murcia, principalmente las de Cartagena, La Unión y Mazarrón, fueron explotadas por los cartagineses desde el siglo I AC (Domergue, 1987), y los mismos yacimientos siguieron en actividad durante el período romano, como testimonian Plinio y Diodoro (Luzón, 1970). De esta época se conocen hasta 30 zonas mineras en el sureste: en Almería había minas de plomo en la Sierra de Gádor, Sierra Almagrera y en la costa norte; en Murcia se distribuyen por toda la costa, destacando las de Cartagena y La Unión, Mazarrón, Coto Fortuna, El Charcón, Pedreras Viejas, Cabezo Rujado, La Atalaya, Cabezo Ventura y La Gucha (Domergue, 1987, 1990).

El paisaje minero es descrito como un lugar inhóspito y árido, debido probablemente a la deforestación de la zona y a los montones de tierra removida; Polibio (XXXIII, 67) habla de «montes áridos y estériles». Sobre las dimensiones de las minas, basta indicar que sólo las de la Sierra de Cartagena presentan hoy día restos de minas y de fundiciones de época romana dispersos en una superficie de 14,8 km de largo y 6 km de ancho. Otro dato que nos ayuda a cuantificar la minería de la región es el volumen de escorias que se conservan; aún hoy quedan toneladas de tierra removida y de escorias de fundición. Es imposible conocer la cifra exacta, pues las escorias de las fundiciones romanas se han venido explotando desde el siglo XVI y sobre todo en el XIX. Sólo en el año 1848, se reciclaron 1.102.481 toneladas en 35 acúmulos de escorias, y estos escoriales se explotaron a igual ritmo desde 1841 hasta finales de los años 50 (Domergue, 1987). Por último, el número de obreros nos da idea de la magnitud de la minería romana. Polibio a través de Estrabón cifra en 40.000 personas el número de trabajadores en las minas de Cartagena (Estrabón 3, 2, 10).



La actividad minera en el sureste español, mantenida durante siglos, transformó profundamente el paisaje.
(Foto: P. M. Díaz-Fernández.)

La necesidad de madera para las minas debió ejercer una intensa presión sobre los bosques de la región. Aunque no se ha realizado un estudio general de identificación de las maderas, en algunos casos se han realizado determinaciones aisladas. Las maderas utilizadas mayoritariamente son de pino y encina. La descripción de una de las minas que hace Beltrán (1944) sirve para comprender el papel que tuvo la madera del pino: «*La mina La Fortuna tenía pozos de extracción que alcanzaban a veces 6 metros de diámetro, llegándose a trabajar en ella en una profundidad de 300 metros. La técnica consistía en atravesar las rocas blandas por medio de perforaciones, sosteniendo luego las paredes que podían derrumbarse fácilmente con masas enormes de madera de pino, que produjeron con el paso del tiempo, como en el caso de Mazarrón, la ruina forestal de la comarca.*» La cantidad de madera para entibaciones y vigas se multiplica enormemente si tenemos en cuenta que la madera se pudre en el ambiente húmedo y caluroso de la mina y, por tanto, hay que renovarla constantemente, como señala Luzón (1970), quien también describe que la inconsistencia del terreno obligaba a forrar las paredes con madera antes de colocar las vigas. Entre los utensilios recuperados de las minas destacan numerosas herramientas construidas entera o parcialmente con madera de pino: escaleras talladas en troncos macizos, espuertas, poleas, norias, ejes y vigas (Beltrán, 1944; Luzón 1970; Domergue, 1987, 1990). Si la madera de pino fue intensamente utilizada, no lo fue menos la pez. Los cubos que se usaban para sacar el agua de galerías inundadas y para transportar el agua para los trabajadores estaban contruidos de esparto y estaban revestidos de una capa de pez para impermeabilizarlos. Algunos de estos sacos se conservan en la actualidad y todavía mantienen la capa de pez. Se ha descrito también el uso de teas y antorchas para la iluminación de las galerías (Blázquez, 1970; Domergue 1987, 1990).

La extracción de mineral consumió madera y otros productos forestales, pero no fue menos el consumo debido a los trabajos posteriores: trituración, lavado y, sobre todo, la fundición del metal. La leña y el carbón necesarios para fundir el mineral debió ser un recurso clave para la minería. Como dato ilustrativo, en el siglo XIX se necesitaron más de 6.000 toneladas de carbón de encina, unos 25 millones de árboles, para fundir 20 millones de escorias de las minas romanas de Riotinto (Luzón, 1970). Una vez fundido el metal, el transporte de éste precisaba del mantenimiento de una flota comercial, que igualmente debió necesitar enormes cantidades de madera para las reparaciones de los navíos y enormes cantidades de pez para su calafateado. El puerto de Cartagena fue el más importante de Roma en el occidente del Mediterráneo durante la época republicana (Meana & Piñero, 1992). Además de Cartagena, existían otros puertos en la región como Portman (*Portus Magnus*), Escombreras y Mazarrón (Beltrán, 1944), a través de los cuales se enviaba a Roma y otros puntos del Mediterráneo la plata y el plomo de las minas del sureste, además de otros productos.

La minería del sureste entra en crisis a partir del siglo I DC y decae en el III, si bien se mantiene en ligera explotación hasta las invasiones bárbaras, cuando se abandona definitivamente (Domergue, 1990). En total, desde la explotación cartaginesa del siglo I AC hasta el cierre a inicios del siglo V, transcurren 600 años de minería. Si bien la producción de mineral es difícil de evaluar, se tiene certeza de que la plata y el plomo de las minas del sureste abastecieron en un importante porcentaje a todo el mundo romano. Aparecen lingotes de plomo sellados en Cartagena en gran parte del Mediterráneo: Marruecos, Argelia, Túnez, Sicilia y península Itálica (Blázquez, 1970). La cantidad de madera, de leñas carbón y pez que se consumió en la minería, en la fundición de los metales, en el mantenimiento de la flota comercial y en el consumo doméstico de la población es incalculable. Hoy día, los bosques y los pinares son elementos anecdóticos en el paisaje del sureste y en el litoral del mediterráneo, siendo la razón principal la intensa explotación a que se sometieron desde la antigüedad.

El pino carrasco en la Edad Media

El imperio romano se desmorona a principios del siglo V y, tras algunos años de incertidumbre, se impone en toda la península el poder visigodo. Existen pocas fuentes históricas que hagan referencia a los pinares mediterráneos en esta época, pero el descenso de la producción económica permite entender que, en general, los bosques y matorrales debieron experimentar un período de recuperación. Algunos datos sedimentológicos confirman esta recuperación de los bosques, inferido por la ausencia de inundaciones en época visigoda. El fuerte acúmulo de sedimentos en la desembocadura del Turia, iniciado en época

romana, se frena con la caída del imperio y se reanuda en la Edad Media (Carmona, 1995). La formación de la Albufera valenciana ocurre en dos fases: en las inundaciones de época romana y, posteriormente, las de época islámico-medieval, sin evidencia de aportes durante la dominación visigoda (Sanjaume & Carmona, 1995).

A principios del siglo VIII, se produce la entrada de los musulmanes en la península. Bajo su dominio se produce una nueva transformación de paisajes, debida a cambios notables en la agricultura. La llegada de nuevas especies de cultivo, muchas de ellas de regadío, determina un paisaje agrario andalusí compuesto por un mosaico de vegas cultivadas, montes y una ganadería de autoabastecimiento. Este modelo perdurará en el sur y sureste hasta la recolonización cristiana, que impondrá un paisaje basado en el cereal de secano y la ganadería extensiva productora de lana dedicada a la exportación a los mercados europeos (García Latorre & García Latorre, 1996a).

Durante la Edad Media, el papel de los pinares mediterráneos, entre ellos los bosques de pino carrasco, puede conocerse a través de las descripciones del paisaje de la época y considerando el uso y valoración de los productos obtenidos de los pinares. Tanto las fuentes musulmanas como cristianas de la Edad Media dan cuenta de un paisaje humanizado, pero el bosque aún mantenía pujanza en bastantes regiones. Las fuentes musulmanas que describen las comarcas del sureste: Lorca, Murcia, Chinchilla, Elche, Hellín, Cehegín y Caravaca en los siglos XI a XIV (Prados *et al.*, 1991) apenas hacen mención a los bosques. Esta falta de referencias puede deberse a su escasa relevancia en el paisaje, que seguiría deforestado desde la minería romana, sobre todo en las comarcas costeras, señalando una muy difícil recuperación por la aridez del clima mediterráneo más seco. En Lorca, por ejemplo, Al-Qazwini alude en el siglo XIII a la frecuencia de las inundaciones que podrían ser debidas a la deforestación: «*La tierra de Lorca es regada por un río que actúa como el Nilo, que se desborda e inunda las tierras. Cuando se produce la decrecida, entonces se puede sembrar*».

Al pasar el reino murciano a manos cristianas tenemos nuevos testimonios de su paisaje. Las referencias a Lorca, Caravaca, Moratalla, Murcia y Cartagena en el Libro de la Montería de Alfonso XI, escrito en el siglo XIV, mencionan la abundancia de especies de caza de ambientes forestales: osos y, fundamentalmente, jabalíes, pero las referencias a los pinares son escasas (Gutiérrez de la Vega, 1877). Se alude en concreto a un pinar en Yeste: «*Et la otra en el Pinar Feroso de Yeste*»; en la comarca hoy se encuentran bosques de pino carrasco, sin que existan motivos para afirmar que en la época del texto la especie no estuviera presente. En la tierra de Murcia se menciona el topónimo «el Pinacar», que corresponde al actual San Pedro del Pinatar.

Muchos de los pinares descritos en la documentación medieval hoy han desaparecido o están extremadamente menguados. En las sierras de La Mancha los pinares de carrasco tuvieron una mayor importancia en el pasado. En un documento de 1366 se otorga a los vecinos de Villamayor de Santiago «el Pinar de la Sierra Julamenna» (Sáez, 1953). Hoy día, en el municipio de Villamayor de Santiago no existe ningún pinar y sus montes están formados por matorral y monte bajo de encina. Apenas 100 años después de la conquista de Toledo por Alfonso VIII, en el acuerdo de 10 de diciembre de 1267 sobre los límites de los términos entre la diócesis de Segovia y la Orden de Santiago se alude a los pinares de Colmenar de Oreja: «*Et mandamos que non aya ly deffesa ninguna, / e si es fecha que non vala, sacada la del Pinarejo de Colmenar que es antigua... Et mandamos que las heredades de los de Belmont que son en el Pinarejo del Colmenar, que las vendan segunt que las apreciaren homes buenos...*» (Redondo, 1992); entre Belmonte de Tajo y Colmenar de Oreja aún persiste una masa de *Pinus halepensis*, conocida como el pinar de La Encienda, que ardió en 1994.

En la Baja Edad Media se incrementan las referencias que muestran los primeros síntomas del agotamiento de recursos forestales. Por un lado, la recolonización cristiana acelera la deforestación del paisaje por los distintos usos que dan al territorio, principalmente ganadería y agricultura del cereal frente al regadío andalusí. Estos cambios se manifiestan especialmente en el sureste. El trigo se convierte en el cultivo básico de Murcia y los terrenos antes ocupados por los musulmanes se convierten en nuevos puntos de destino de las cañadas trashumantes. Desde comienzos del XIV el principal motor de la economía murciana es la ganadería. A finales del siglo XV, el ganado extremeño entra masivamente en Murcia (Prados *et al.*, 1991).

No sólo agricultura y ganadería inciden en los pinares mediterráneos. La extracción de madera para la construcción naval y de edificios fue intensa. La minería musulmana debió tener una repercusión similar a la romana en las comarcas donde se desarrolló. Los musulmanes retoman la minería del plomo y la plata en Murcia y extraen y transforman mineral de hierro, entre otros lugares en Almería, Castellón y Granada (Lirola, 1993). La extracción de leñas y carbón son responsables de la deforestación de determinadas comarcas. Por ejemplo, el corte abusivo de los pinares de la Sierra de Carrascoy conduce a su ruina y en el siglo XV el concejo impone severas multas para frenar la tala sistemática de la que carboneros y leñadores eran responsables (Prados *et al.*, 1991).



Valle de Valldigna, Valencia. La gran densidad de población del levante español ha transformado profundamente el paisaje. Los fondos de valle con suelos profundos hoy son cultivos agrícolas, mientras que en las laderas de las sierras sólo hay pedregales y matorrales rulos a causa del fuego, pastoreo y explotación de leñas. (Foto: L. Gil).

La extracción de pez para las mismas aplicaciones descritas en época romana sigue siendo otra de las actuaciones más frecuentes en los pinares. Para los musulmanes, las principales zonas productoras de pez son las sierras de Cuenca; Tortosa y Cazorla (Lirola, 1993). En estas sierras se encuentran importantes masas de *Pinus pinaster*, *P. nigra* y *P. halepensis*, de las que puede obtenerse pez y resina. Tras la conquista cristiana, la explotación de la pez sigue siendo una de las actividades más frecuentes en los pinares.

En 1259 Jaime I confirma el derecho del monasterio de Benifazá para construir hornos de pez y en 1272 otorga a Morella la exclusiva de la explotación de la pez en su término (Gual Camarena, 1976). El mismo monarca autoriza en 1335 la exportación de madera, pez, tea y resina de la isla de Ibiza: «... fusta, pega, thea y Reyna, de les quals la dita illa en res nos millora... » (Escandell, 1994). En el siglo XIV, el artículo que más se exportaba desde Mallorca a Venecia era, junto a la sal ibicenca, la pega extraída de la resina de los pinares mallorquines, que también se vendía a otras zonas como demuestra el envío de 160 espuelas de pez a Lisboa en 1337 (Sevillano Colóm, 1968). Como resto de aquella actividad, hoy permanece el topónimo «Paguera» en la isla.

Podemos hacernos una idea cuantitativa de la importancia de la producción de pez en la documentación del puerto de Castellón, transcrita por López Elum (1973). Los datos se refieren a las salidas de «cosas vedadas» correspondientes a los años 1412 a 1418 y 1422. De 330 registros de operaciones, en 321 se comercia con pez o alquitrán (una mezcla de pez y sebo usada en el calafateado de los barcos), lo que supone más del 97 por 100 de las operaciones comerciales. En los 8 años registrados, salen de Castellón más de 250 toneladas de pez y más de 32 toneladas de alquitrán. El destino de los productos es fundamentalmente Barcelona, que importa el 88 por 100 de la pez que sale de Castellón, pero también Tarragona, Blanes (Gerona), San Feliu de Guixols (Gerona), Narbona y Colliure (Francia) y Génova (Italia). Los cuadernos no hacen referencia ni al origen de la pez ni a las especies productoras, pero es lógico pensar que las masas de *Pinus pinaster* y *P. halepensis* de las

sierras próximas fueron las principales abastecedoras del puerto de Castellón. No hay razón para pensar que las cantidades de los productos mencionados experimentasen cambios sustanciales antes y después de las fechas de esta documentación, lo que nos permite entender una intensa presión sobre los pinares.

La paulatina extinción de recursos forestales, cada vez más restringidos a los sistemas montañosos, se comienza a reflejar en la documentación bajo-medieval: Alfonso X firma en Valladolid, en 1258, una de las primeras leyes que castiga a quien pusiera fuego a los montes, bajo pena de echar al incendiario dentro del fuego. Alfonso XI en el Ordenamiento de Alcalá de 1325 prohíbe la venta de terrenos comunales, tradicionalmente fuente de leñas, y dehesas boyales de los concejos. En las Cortes de Valladolid del 30 de octubre de 1351, Pedro I se queja de que los terrenos de su reino se convierten en yermos por la extracción de madera y que ésta no la puede encontrar sino muy cara para su empleo en atarazanas y navíos (Sáez, 1956). La riqueza forestal se va reduciendo a pequeños montes en áreas marginales de las comarcas llanas y a bosques de mayor extensión en las sierras. Tanto unos como otros irán perdiendo madurez, diversidad y extensión con el paso del tiempo.

El ejemplo de la construcción naval andalusí

La construcción naval fue otra de las actividades de mayor repercusión en los bosques de la mitad oriental de la península durante la Edad Media. El comercio en el Mediterráneo estuvo muy desarrollada en la Alta Edad Media bajo control musulmán. Este comercio necesitó una importante flota comercial y militar para mantener la hegemonía de las rutas y el control de los puertos. Madera y pez para el calafateado de los navíos salieron de los pinares. El caso del poder naval andalusí está bien documentado en la obra de Lirola (1993), de donde se ha extraído la información sobre el tema. El comercio con Oriente en época musulmana es muy intenso y alcanza su cénit en el siglo X, durante el califato Omeya en Al-Andalus. Para hacerse una idea, el mármol necesario para la construcción de la ciudad de Medina Azahara, en el 936, viene por vía marítima desde Almería, Bizancio, Roma y Túnez. Además de la flota comercial, de la que no existen datos sobre su volumen, hay que sumar las embarcaciones militares (sólo en el puerto de Almería se llegaron a concentrar 300 barcos de guerra, más un número desconocido de pequeñas embarcaciones auxiliares) y las embarcaciones artesanales dedicadas a la pesca.

Las fuentes históricas señalan que, durante los siglos VII al XI, las principales comarcas productoras de madera y pez para la construcción naval fueron la Sierra de Cuenca, las Sierras de Segura y Cazorla, las Sierras Béticas de Cádiz, Málaga y Granada, las islas Baleares y los puertos de Beceite. Para determinadas piezas como mástiles y arboladura de velas se eligieron fustes grandes y rectos de los montes de Beceite. Al-Idrisi comenta de estos pinos: «La madera de pino que hay en los montes de esta ciudad (Tortosa) es roja, de superficie limpia, resinosa, que no se altera con la rapidez, ni la polilla le ataca como a otras». Sobre la madera de estos pinos comenta: «...que no tiene igual en longitud y grosor y de la que se construyen los mástiles...». Posiblemente estas maderas fueran de *Pinus sylvestris* y *P. nigra* así como de los individuos de buena calidad de *P. halepensis*. Pero en todas estas zonas mencionadas también habita el pino carrasco, y debió ser una de las especies más utilizadas, teniendo en cuenta que el modelo de barcos construido por los musulmanes imita los modelos navales romanos, fabricados fundamentalmente con pino carrasco (Rival, 1991). En Baleares no hay duda que los barcos se construyeron necesariamente con esta especie, y las fuentes árabes ensalzan la calidad de estos pinos, por ejemplo Al Himyari: «En Ibiza había 10 puertos y en su suelo crecían pinos de excelente madera para construir y pertrechar los navíos». Se cortan pinos carrascos de Mallorca e Ibiza para los astilleros de las islas y para exportarlos a los astilleros de Almería, Túnez, Trípoli y El Cairo, entre otros destinos.

También los puertos necesitan madera y pez para reparaciones y recalafateados, convirtiéndose así en importantes centros de consumo de los productos de los pinares costeros. Son numerosos los puertos islámicos, algunos de ellos con astilleros, que se situaban en las cercanías del área del pino carrasco y que, por tanto, debieron consumir sus recursos forestales. Los más importantes fueron Almería y Tortosa, pero se encontraban otros a lo largo de toda el litoral mediterráneo, incluso en Baleares. Una referencia interesante es

el comentario de Al-Himyari, que menciona la existencia de pinos entre la vegetación del puerto de Cádiz.

El poder andalusí en el Mediterráneo comenzará su declive en el siglo XI, en la época de Almanzor. Más tarde, Aragón acometerá su empresa marítima en el Mediterráneo, y de nuevo los pinares proveerán madera y pez necesarias para mantener a flote hombres y mercancías.



La intensa actividad marítima desarrollada por los árabes influyó en la cubierta vegetal de los terrenos costeros.
(Foto: L. Gil.)

La Edad Moderna

Durante los siglos XVI y XVII la población se encuentra ya firmemente establecida; ha terminado la Reconquista y la recolonización de nuevas tierras prácticamente ha acabado. Incluso las comarcas que anteriormente estuvieron más despobladas por ser terreno fronterizo llevan algunos siglos con una población estable y una explotación continuada. Esta época marca el momento en que los recursos naturales empiezan a ser escasos y, por tanto, necesitados de protección. Los pueblos comienzan a sentir la falta de leña y los efectos de la destrucción de los montes. Esto se refleja en las ordenanzas que las villas y ciudades establecen encaminadas a regular el uso y la conservación del bosque frente a los excesos de la población en roturaciones, quemas, talas, etc.

Las denominadas **Relaciones topográficas de los pueblos de España**, encargadas por Felipe II entre 1575 y 1578, muestran un patrón de distribución del bosque ya similar al actual a través de las preguntas referidas a los montes. En las llanuras la falta de leña era ya preocupante, los montes estaban muy disminuidos y la principal actividad de los habitantes era la agricultura. Los pueblos que manifestaban ser abundantes en bosques eran los de zonas montañosas, con menos agricultura, más importancia de la ganadería y explotaciones madereras, especialmente aquellos de las comarcas que aún hoy tienen las masas boscosas más importantes (Serranía de Cuenca, Sierra de Segura).

Las respuestas a las **Relaciones** (Zarco Cuevas, 1927; Soler García, 1970; Cebrián & Cano, 1992) son un valioso instrumento para aproximarse a la distribución de los pinares. En ellas encontramos los primeros registros documentales de su nombre popular en tierras de la Corona de Castilla. Así, como pino carrasco o carrasqueño se le menciona explícitamente en Segura de la Sierra, Benatae y Orcera (Jaén), Hellín y Yeste (Albacete), Sax y Villena (Alicante), Yecla (Murcia), Villanueva de la Jara (Cuenca), Almonacid de Zorita y Yebra (Guadalajara). Llama la atención la comparación con la realidad actual de alguno de estos pueblos. Así, Yebra, hoy intensamente deforestada, respondía en 1575: «es tierra abundosa de leña y montuosa de encinares, pinares y carrasqueños»; aún en 1752, en el

Catastro de Ensenada figuraban: «Montes: uno destinado para la cría de matas de encina. Otro para las de pino carrasco, «La Pinada», con 520 fanegas». Esta «Pinada» no llegaría a 1859, cuando se realiza la Clasificación de Montes Públicos.

La respuesta de Almonacid de Zorita: «son la mayor parte de los dichos edificios de yeso, y de madera de pino carrasco, que se trae ordinariamente del monte de la Buxeda, término de esta villa», nos señala otra de las consecuencias de la acción humana sobre el monte, como es la simplificación de la cubierta. El citado monte de la Bujeda, que en esa época presenta pino carrasco, aparece en la Clasificación de 1859 formado por encina, como especie dominante, y roble como subordinada (Gil, 1995). Esto debe interpretarse como un bosque mixto del que se eliminó la conífera, bien por un trato de favor hacia las frondosas, bien por la mayor resistencia de éstas ante las agresiones (capacidad de rebrote), o por ambas razones a un tiempo. Algo similar ocurrió en algunos pueblos del sur de Cuenca, donde en 1575 se mencionan pinos y encinares, y que en la actualidad sólo conservan, con suerte, el encinar.

En la mayor parte de las respuestas no se especifica que sea pino carrasco, pero la vegetación actual nos permite suponerlo con bastante confianza. Es el caso de pueblos de la provincia de Albacete, tanto de la ribera del Júcar (Alcalá del Júcar, Jorquera, Villa de Ves) como de las sierras meridionales (Letur de Segura, Liétor), o de la provincia de Murcia (Jumilla, Cieza). En otras ocasiones, pinares que se mencionan en el siglo XVI han desaparecido totalmente y ni siquiera quedan restos en la comarca. Es el caso del pinar del Común de Uclés (Cuenca), que mencionan todos los pueblos de la zona como zona de abastecimiento. El momento de la desaparición de este pinar es justamente en esos años: «*es tierra muy falta de leña ... si no es a comprar no hay de donde traer ni proveerse de leña los vecinos de esta villa, porque el pinar que llaman del Común de Uclés de donde se provea de cepas, romeros y otras fustas se han acabado ya de todo punto, y no hay otra cosa cerca que poder traer*» (respuesta de Torrubia del Campo) (Zarco Cuevas, 1927). Dadas las condiciones del lugar y la existencia de masas de pino carrasco en zonas relativamente cercanas (pinar de la Encomienda en Colmenar de Oreja, Sierra de San Sebastián, cercanías de Pozorrubio), es bastante probable que se tratara de esta especie.

La repetida mención de pinares en esta zona de Cuenca y Guadalajara muestra que la especie estuvo más extendida que hoy en día. Se mencionan pinares en numerosos pueblos en los que hoy no hay restos de la especie: además del de Uclés, existían en Barajas de Melo, Belinchón, Leganiel, Puebla de Almenara y Villamayor de Santiago. También en la parte sur de Cuenca: Castillo de Garcimuñoz, Iniesta y Villaescusa de Haro, si bien en algunos de estos podría referirse al pino negral o al piñonero. En la provincia de Guadalajara, aparte del ejemplo comentado de Yebra, en Almoguera y Pastrana también se encuentran referencias a masas de pinar.

También en el Sureste más árido hay referencias históricas a la existencia de pinares, principalmente a lo largo del valle del Almanzora, y descendiendo por la costa hasta el Cabo de Gata, situado enfrente del que los griegos llamaron cabo Pityusa. En 1511, un individuo solicitó autorización al Ayuntamiento de Vera (en el Bajo Almanzora, Almería) para cortar árboles en el pinar de Sanpétar, llevarlos a la playa, y exportarlos. Ello nos permite afirmar que la falta de formaciones arboladas en este sector no se debe únicamente a cuestiones climáticas, sino que la explotación antrópica las hizo desaparecer de zonas donde existían (García Latorre & García Latorre, 1996b).

Normalmente los pueblos solían disponer en sus territorios de alguna dehesa vedada, que se reservaba a los animales y a las necesidades de madera para construcción o piezas agrícolas. Sin embargo, los hurtos y cortas ilegales debían ser frecuentes, como indican las repetidas ordenanzas que las villas promulgan al respecto, en las que se reglamenta dónde y qué no se puede cortar y las multas por hacerlo. Estos documentos ponen de manifiesto que el monte era algo apreciado y necesario de conservar. Así, por ejemplo, la villa de Chinchilla toma conciencia de que, a finales del siglo XV, «*los montes de la dicha çibdad e sus termynos estan e son mucho estroydos, asy por fuegos como por cortas e talas que en ellos son fechos, de lo qual se a seguido e siguen mucho daño a los vezinos e moradores de la çibdad*». Ante esta situación, se imponen diversas prohibiciones y castigos: «*que ningún vezino ny barrano no sea osado de cortar pino verde alguno en termyno desta dicha çibdad para fazer carbon, en pena de sesenta maravedís*» (Bejarano & Molina, 1989).

Pero las ordenanzas también nos indican el distinto valor que se concedía a las distintas especies, pues en los lugares donde crecían tanto frondosas como coníferas, la corta de encinas o robles generalmente estaba más penada que la de pinos. En las ordenanzas de la Villa de Ves (Albacete) encontramos muestras de tal proceder. En el caso de los montes públicos, se ordena *«que ningún vecino ni forastero sea osado de cortar los montes ni pinares de esta Villa... de cada un pie de monte pardo caia e yncurra en pena de seiscientos maravedíes, y de cada pie de pino, cien maravedíes»*, mientras que las penas son mucho mayores en el caso de montes de particulares: *«quinientos maravedíes del pino, y mil de la carrasca»* (Almendros Toledo, 1989). Esto nos permite deducir que debió producirse una mayor presión sobre los montes públicos y, además, que el pino resultó el más perjudicado, pues se unían las menores multas a su menor capacidad de regeneración.

La desaparición de los montes, aparte del importante consumo de leña y de hechos como los repetidos fuegos de los pastores, fue debida principalmente al aumento de las roturaciones agrícolas. A partir de finales del siglo XVI, se produjo en España una importante crisis agrícola, ante la que el Estado, siempre deficitario, aumentó considerablemente los impuestos a los campesinos para mantener sus ingresos, por lo que éstos se vieron obligados a ampliar sus labrantíos para poder hacer frente a la presión fiscal y mantenerse ellos mismos. En las respuestas a las Relaciones de Felipe II, gran parte de los pueblos mencionan rompimientos: *«... todo está arado y arrompido de muchos años atrás...»* (Las Mesas); *«antiguamente era abundosa de leña, y que al presente antes tiene falta de las dichas leñas, a causa de las labranzas y del proveimiento que han tenido los vecinos»* (Villanueva de la Jara).



Cultivos y algarrobos en el seno del pinar, en la llanura de Campos, al sur de Mallorca. (Foto: L. Gil.)

En la Sierra de Filabres, desde finales del siglo XVI y hasta mediados del XVIII, la superficie dedicada al cultivo creció un 118 por 100, mientras que en la cuenca del río Adra, en ese mismo período, el crecimiento fue del 308 por 100 (García Latorre & García Latorre, 1996a). Si bien en este caso el principal hecho desencadenante fue el cambio de modelo de explotación, tras la expulsión de los moriscos y el paso a manos de castellanos de grandes superficies, la consecuencia sobre los montes fue la misma o más grave, al actuar en una zona cuyas características climáticas la hacen mucho más frágil.

La preocupación y las quejas de los vecinos por la situación de los montes llegó a las Cortes por medio de los procuradores. Por ejemplo, en las cortes de Madrid en 1573 se habla de la falta de leña en Andalucía y el reino de Toledo *«donde ya no se halla ni puede quemar sino sarmientos y paja, y también quón necesario sea el prevenir y proveer al remedio de ello»*. Los reyes no fueron ajenos a esta inquietud y promulgaron diversas órdenes al respecto. Por ejemplo, en 1518, Doña Juana y Don Carlos ordenan la realización de plantíos: *«... yo la Reyna mandé que luego diputásedes personas entre vosotros... que viesen*

por vista de ojos en qué parte de los términos desas cibdades, villas et lugares se podrían poner y plantar algunos montes y con el menor dapno y perjuizio que se pudiere de las labranças; et donde oviese mejor dispuçion se plantasen montes y pinares, et que en los lugares donde no oviese dispuçion pare ello se plantasen salzes y álamos y árboles... Et agora Nos somos informados que en algunas desas dichas cibdades, villas et lugares no se a fecho ni cumplido lo suso dicho, y que de cada día se talan y destruyen los dichos montes y que no se ponen de nuevo otros algunos...»

En la época de los últimos Austrias, Felipe IV confirma la instrucción de Toribio Pérez Bustamante, superintendente de fábricas, montes y plantíos, por la que se ordena nuevas plantaciones: *«En los primeros (montes particulares), los dueños cuidarán de su aumento y conservación como mejor les pareciere. En los segundos (montes de los concejos)...que planten lo que deban, según ordenanza del pueblo, ... que siembren bellotas, piñones, etcétera, juntándose el concejo un día para sólo este fin... En los terceros, o sea, montes de S.M., se continuarán los plantíos por obligación de cada año, y nadie cortará sin licencia del superintendente, que tengan viveros...»* (Bauer, 1990).

A la vista de la reiteración de este tipo de órdenes, parece que estos desvelos reales no tuvieron mucho reflejo en el pueblo, y los montes siguieron su camino de destrucción. En las Ordenanzas de los pueblos, reguladoras de prácticamente todos los aspectos de la vida municipal, no aparecen referencias a la realización de plantaciones o al cuidado de montes nuevos, a pesar de las órdenes reales. En las respuestas a las Relaciones ordenadas por Felipe II, sólo se encuentran un par de plantíos nuevos; en Quintanar del Rey: *«otra dehesilla nueva pinar, que por mandado de S.M. se hace y plantan de pinar, y es de poca cantidad»*, y en la Roda: *«ay otro monte nuevo que dizen el Pinar en el quel ay plantados muchos pinos nuevos y se hacen muy buenos»*. Ignoramos el destino de estas plantaciones, pero ninguno de estos dos montes nuevos figura en la Clasificación de 1859. De todas maneras, no es probable que estas pequeñas actuaciones implicasen la introducción de algo ajeno al paisaje local, sino que la semilla se obtendría de los pinos y pinares comarcales.

El siglo XVIII

Durante este siglo comienza a crearse en España una Administración única y centralizada. En el campo forestal, el acontecimiento más importante de esta época es la primacía que se concedió a la creación de una gran flota comercial y militar y los poderes otorgados a la Marina, que controló gran parte de los bosques, interviniendo aún en los particulares. La construcción naval ya había sido importante en los siglos anteriores, pero las diferentes guerras y catástrofes naturales habían reducido grandemente la flota y a principios del XVIII se promueve la idea de recuperar el poderío naval perdido (Aranda y Antón, 1990). Esta política tuvo grandes repercusiones especialmente en los montes de robles (Díaz-Fernández *et al.*, 1995), y en los de los pinos más codiciados (silvestre, salgareño), pero indudablemente afectó también a los de pino carrasco.

Las ordenanzas y leyes más importantes de este siglo se refieren principalmente a plantíos y a la administración de los montes, tanto los dependientes de Marina como los otros. En 1716, Felipe V ordena que se planten pinos, carrascos, álamos y otros árboles, según la calidad de las tierras, en los montes baldíos, concejiles y particulares. Pero el año más importante en lo que a legislación forestal se refiere es 1748, en el que se promulgan dos importantes ordenanzas. La primera, para la *conservación y aumento de los montes de Marina*, establecía que todos los bosques a menos de 25 leguas (138 km) de las costas o ríos navegables, quedasen a cargo de los intendentes de Marina. Se ordenaban visitas generales de los montes, con las relaciones de los árboles que existían; además, se establecían normas para plantar después de las talas. Los montes de Segura y de Tortosa pasaron a ser de propiedad estatal. En los montes particulares, la Marina tenía derecho a comprar la madera, quedando los frutos, leñas y hojas a disposición del propietario. La otra ley de este año se refiere a los montes del interior del reino, que no estaban bajo la jurisdicción de la Marina. Se encaminaba directamente a la realización de plantíos y al cuidado y conservación de los montes. Los pueblos tenían que plantar, cuidar sus montes, hacer semilleros y viveros. Pero hubo tales reticencias e incumplimientos de esta ley que en 1762 se promulgó una nueva que reforzaba la vigilancia en los montes.

Centrándonos en lo referente al pino carrasco, en esta época aparece como un árbol escasamente apreciado para la construcción naval, dados sus malos portes y escasos crecimientos. Así lo reflejan algunos comentarios: en un documento de 1777 conservado en el Archivo de Simancas, al tratar sobre los Montes de Segura se expone que se crían cuatro especies de pino: «*Los terceros (por el pino carrasco) son inútiles por pequeños y ramudos desde el pie*» (Bauer, 1980). Podemos suponer, sin embargo, que esto era debido a una explotación anterior que se había llevado los mejores y dejado los defectuosos y curvados, originando masas de baja densidad con pinos ramificados desde abajo, o a un empobrecimiento de los suelos. Como vimos anteriormente, ya había sido utilizado en épocas más antiguas. También en las zonas donde era la única especie de pino presente, se seguía utilizando: «*además, ahora en los dos últimos años se ha cortado muchos miles de pinos, álamos y encinas para los reales servicios, con el pretexto de haber de servir para el puerto de Cartagena, practicándolo aún sin noticia de sus propios dueños y satisfaciendo a éstos con una tercera parte de su precio*» (en una carta de la ciudad de Palma de Mallorca al Marqués de la Ensenada, en 1753).

En el siglo XVIII, existían en la costa mediterránea los siguientes grandes astilleros: Málaga, Cartagena, Alicante, Valencia, Tarragona, Tortosa, Barcelona, Badalona, Arenys, San Feliu de Guixols, Mataró, Masnóy, Palamós, Vallgorguina, Tordera, Ibiza y Mahón (Bauer, 1980). Estos ejercían sin duda una fuerte presión sobre los bosques más cercanos, ya que, aunque no se utilizase el pino carrasco para las grandes piezas, sí servía para el forro de las naves, además de para obtener brea, alquitrán y carbón. Los hornos de alquitrán, brea y betún eran numerosos: «*En cuanto a las fabricas de Betunes hay en los referidos montes algunas para el consumo de los de la Tierra, y sin contar las de Tortosa y de las cercanías de Barcelona, hay las de Valdecabo, Youla Spuña, los Montes de la Alcarria, y serranía y en los lugares Beteta, la Pobeda, Peralejos, Zaorejas, las Majadas y otros muchos*» (según un manuscrito del Marqués de la Victoria, en 1740). También se señala en el Mapa de Espelius de las provincias de Marina del Departamento de Cádiz de 1765, una fábrica de betunes en Castril (Granada), zona con montes dominados por pino carrasco (Gómez Cruz, 1991). El aprovechamiento de estos productos daba también lugar a abusos y fraudes, que se recogen en una ordenanza de 1751: «*Por lo que mira a la fabrica de Pez y Alquitrán; que se ha permitido a los vecinos de Tortosa en lo pasado: Quiero que igualmente se les permita en lo venidero; zelando, que con este motivo no se trocen, ni desmochen los Pinos, que la codicia de los Betuneros intenta secar, para tener abundancia de Raygambres y arboles secos de que hacer sus fabricas.*»

Las ordenanzas de Marina para el aumento de los montes tuvieron efectos muchas veces contrarios a los que se buscaban, sobre todo por el descontento de los vecinos. Podemos suponer que los desacuerdos más graves surgieron en zonas como la Sierra de Segura, donde todos los montes eran comunales y constituían la principal fuente de riqueza del pueblo. La carta de la ciudad de Palma al Marqués de la Ensenada, arriba mencionada, también refleja el disgusto de la población. En la descripción del Reyno de Valencia, Cavanilles (1795-97) cuenta que los labradores quieren aumentar las tierras de cultivo pero que las órdenes de Marina son un obstáculo: «*... en estos montes se redoblan los obstáculos á la industria rural, se procura entibiar el laudable ardor de los colonos, y se ve una especie de guerra declarada á la porción mas útil del Estado, que son los labradores. Con pretexto de criar árboles para la marina real se acotan términos inmensos, muchas veces inútiles para el fin que se intenta*». Hay noticias de incendios, muertes de guardas, robo de maderas, etc. El mismo Cavanilles narra cómo se prohíbe a los vecinos el pasto y el cultivo en las tierras con pinos o coscojas, las multas y licencias que han de pagar por sacar leña, y los abusos que se cometen.

Las visitas de montes que realizaba la Marina nos permiten conocer la importancia relativa del pino carrasco en algunas zonas, pues la precisión de las cifras consignadas es discutible. Por ejemplo, en 1785, en el partido de Segura de la Sierra, se cuentan 19.101.891 pinos carrascos en un total de 264.485.053 árboles (el 7 por 100). En las subdelegaciones de Marina de Maralba, Estepona, Marbella y el partido de Málaga, a mediados de siglo el 13 por 100 de los árboles en pie eran carrascos (38 por 100 pinaster, 17 por 100 encinas, 15 por 100 quejigos, 14 por 100 alcornoques). En Mallorca, el pino carrasco suponía las dos terceras partes del número de árboles (la mayoría en montes particulares), correspondiendo la otra tercera a encina y un pequeño porcentaje de álamos, olmos, chopos, nogales, robles y castaños (Bauer, 1980).

Estas visitas también nos informan de las plantaciones que los pueblos efectuaban siguiendo las ordenanzas. Tanto en los datos que ofrece Gómez Cruz (1991) para el Departamento de Marina de Cádiz, como en los referentes al de Cartagena recogidos por Lahora y García (1996), la mayor parte de los árboles plantados correspondía a álamos blancos y álamos negros (olmos); también se mencionaban viveros de encina, robles, castaños y nogales. De acuerdo a esta documentación, los pueblos no realizaban plantaciones con pino carrasco ni, en general, con otras especies de pino (exceptuando el piñonero, que sí se vio favorecido en algunas comarcas). En un documento conservado en el Archivo de Simancas se justifica esta ausencia, a la vez que nos ofrece un panorama de montes cubiertos de extensos pinares: «*Los Pinos son tan abundantes en los Montes interiores de Este Reyno, que no puede temerse se acaben, por mucho que se consuman con solo evitar los incendios, y por esta razón, solo quando los Plantios esten ya poblados de Arboles mas útiles se sembrarán de Piñones algunos montes que ay inmediatos ala Marina hasta conseguir que todo llegue aponerse en igual estado...*» (citado por Lahora y García, 1996).

El éxito de las plantaciones debió ser desigual. Cavanilles dice que en Cati (Castellón) se hicieron durante 10 años seguidos plantaciones de bellotas que no dieron lugar a un sólo árbol. A mediados del siguiente siglo, Madoz (1848-50) también refleja el escaso éxito de un plantío de olmos en Albacete «... no hallándose ya en algunos puntos, llenos antes de animación y vida, ni siquiera señales de las antiguas plantaciones: á una tala, ha seguido otra tala, a un incendio otro incendio... de 9,000 pies que se plantaron a las orillas del canal, cuando con tanto calor se promovían todas las obras onejas a aquel grandioso proyecto, solo ha quedado un número reducidísimo, á larga distancia unos de otros, y aun estos desaparecerán en breve, si se sigue el fatal sistema, de que nos lamentamos». La obligación de plantar sin recibir ayudas por ello, sino, por el contrario, obligados a sufragar los gastos y amenazados por multas y prohibiciones, hizo que los pueblos mostrasen desinterés hacia estas plantaciones, y que incluso algunas fuesen destruidas.

A pesar de que, en general, *P. halepensis* era una especie poco valorada, en las comarcas en que no existían otras especies recibía trato de protección; así, por ejemplo, se permite la fábrica de carbón de cepas y monte bajo a los vecinos de Alhama, Murcia, pero con prohibición absoluta de hacer carbón de pino (Ordenanzas de Montes del 21 de Junio de 1785).

En las últimas décadas del siglo, las corrientes ilustradas, con su afán de progreso y avance de la ciencia, marcaron el pensamiento de la época. Los intelectuales de finales del XVIII tomaron el estado de la agricultura y los montes como una de sus principales preocupaciones. Las Reales Sociedades de Amigos del País realizan trabajos en este sentido: publicaciones periódicas para difundir los nuevos conocimientos agrícolas, memorias descriptivas de diversas regiones, se fomentan repoblaciones y se dan premios a particulares por plantaciones, principalmente en riberas para prevenir daños de inundaciones, con fresnos, álamos blancos, olmos, chopos, sauces, etc. Sin embargo, los ilustrados perseguían eminentemente una ciencia útil y práctica, con conocimientos que permitiesen aumentar el rendimiento del campo. Así, Cavanilles, en sus *Observaciones sobre la Historia Natural del Reyno de Valencia*, se lamenta especialmente del terreno desierto e improductivo; a pesar de las quejas que en muchos párrafos hace sobre quemas, talas y poco cuidado de los montes, no tiene reparos en propugnar la desaparición de los pinos y la vegetación silvestre para dar paso a árboles cultivados, pese a que la calidad de la vegetación no permita entender unas condiciones muy aptas: «(en Villamarchante) *Quedan sin cultivo dos quintas partes, de las quales hay una montuosa, y otra bastante llana cubierta de romeros, pinos y maleza. Aquí debieran plantarse viñas, higueras y algarrobos, con que aumentarían los frutos de la población*», o en Pinet: «*es lástima que no se reduzcan á cultivo las lomas contiguas, cubiertas hoy día de humildes pinos y malezas*». De todos modos, los pinares eran necesarios como fuente de leña para los pueblos, por lo que también propugna que en cierta parte del término se conserve el monte.

El paisaje español en este siglo refleja el grado de influencia humana sobre el territorio, que ya era importante los siglos anteriores. Tras el paréntesis de la guerra de Sucesión, se da en España un importante aumento de población, que conlleva mayor presión sobre los recursos. El incremento de la agricultura es paralelo al demográfico; Asso (1798) encuentra en Aragón que la superficie dedicada al cultivo de cereal ha aumentado respecto a la centuria anterior, así como la cosechas de aceite, seda, lana, barrilla, etc. Estas mayo-

res producciones se deben fundamentalmente a la roturación de nuevos terrenos, no a mejoras técnicas. El aumento de rompimientos es una constante: en respuesta al escrito de Palma de Mallorca mencionado más arriba, el empleado de Marina informaba que si los precios eran bajos era porque había mucha madera debido a las roturaciones que hacían los particulares. En Valencia, Cavanilles también señala roturaciones de pinares, muchas veces para abandonarlas a los pocos años, ya que éstas se realizaban en las tierras más marginales que quedaban: «...piden licencia para reducir á cultivo parte de ellos; luego hacen un roce general de árboles y arbustos convirtiéndolos en cenizas; aran despues la tierra, cogen granos por algunos años, y muy pronto la abandonan, resultando de allí la destruccion del monte sin aumento del cultivo».

La falta de recursos, especialmente de leñas y carbones es bien patente: Martínez de Mazas (1794) se queja de que en los pueblos que rodean Jaén «para hacer una carga de leña de lentisco, ó de cornicabra tiene que andar tres leguas un pobre leñador». Las respuestas de Fuentealbilla (Albacete) a Tomás López en 1786, muestran tanto el aumento de roturas como la falta de combustible: «...con el aparente beneficio de la labor, se han desmontado y desgajado los montes llanos, habiéndose dejado la población sin socorro de leña...» (Almendros Toledo, 1989).

Las quemas por parte de los pastores y la necesidad de leña y carbón son otras amenazas para la conservación del monte: «Los pastores las mas veces para lograr mejores pastos, y algunas por malicia, quemaban y destruian en una noche los vegetales». «Al recorrer los montes (de Crevillente) los vi por lo común desarbolados, y supe que 20 años antes estaban cubiertos de pinos, especialmente en las cercanías de la ermita de San Cayetano se han ido cortando para madera y leña, mas nunca se ha pensado en replantarlos» (Cavanilles, 1795-97).

También en el reino de Aragón se eliminaron numerosos montes para ser carboneados: «La sierra de Alcubierre... estuvo muy poblada de pinares, y carrascales, que suministraban abundante materia para carbon, pero hace algunos años, que los cortex hechos inconsiderablemente han disminuido en gran parte aquellos bosques». «El partido de Daroca... estuvo en otro tiempo muy bien provisto de carrascales, pinares, y montes de leña: mas estos se hallan hoy en día muy deteriorados y amenazando su última ruina, por la impericia de los carboneros, por el excesivo consumo de carbon, que se hace en Zaragoza» (Asso, 1798).

Frente a estos hechos negativos, hay pocos datos de que el carrasco fuese especialmente utilizado para algo; únicamente Cavanilles comenta que en Biar injertan pino piñonero sobre carrasco: «Como los piñones rinden mucho útil, los de Biar multiplican el pino de comer injertando los silvestres de este modo.» (sólo distingue el pino de comer, o piñonero, frente al resto, que denomina silvestres).

Todos estos factores hacen que a finales de siglo los bosques de carrasco, especialmente aquellos de las zonas más pobladas, se encuentren en precaria situación. Un oficial de Marina escribe al comenzar el siglo XIX: «Los bosques de pino carrasco... no medran por la poda continua que en toda estación se hace de ellos para surtir de leña los hornos de los lugares y las fábricas de loza, ladrillo y carbón. Esta poda por sí sola basta para que nunca lleguen a tomar la corpulencia los árboles, ... No obstante, sobre su poca magnitud y mala figura tienen esta clase de árboles declarada una continua guerra, no sólo por los vecinos ambiciosos de ocupar en propiedad y con otros frutos los terrenos, sino también por los supuestos peritos, que suelen intervenir en los reconocimientos de terrenos que se han de romper...» (La Croix, 1801).

Desamortizaciones y repoblaciones: los siglos XIX y XX

El siglo XIX es un siglo contradictorio desde el punto de vista forestal. Por una parte, marca la desaparición de grandes superficies arboladas vendidas en los procesos desamortizadores; pero, por otro lado, en este siglo nace una auténtica Administración Forestal con un cuerpo técnico específico, se establecen leyes reguladoras y se realizan las primeras repoblaciones de importancia. Algunos trabajos se han centrado en el análisis de las repercusiones sobre los montes de los acontecimientos de este siglo: entre otros, Bauer (1980, 1990), Dupré (1983), Gordo & Gil (1990).

A finales del XVIII los bosques habían experimentado una fuerte disminución, debido principalmente al aumento de población, a la política de la Marina, y a las necesidades de leña para minas y herrerías. Las descripciones de los pueblos que ofrece el Diccionario de Madoz (1848-1850) muestran un paisaje muy antropizado, especialmente en las regiones más favorables climática y topográficamente a la agricultura. El comentario que se hace del pueblo de Albayda (Valencia) es generalizable al paisaje de gran parte del Levante más cercano al litoral: «Desde este punto hasta el término de Ayelo de Malferit que sale el Serragrossa del partido y aun en todo lo que se dilata por el mismo, sus faldas y vertientes ofrecen una perspectiva hermosa con las plantaciones continuas de viñedos, moreras, algarrobos é higueras, y en los sitios más encumbrados pinos, encinas, carrascales, romeros y yerbas medicinales y de pasto.»

Es decir, las partes bajas y gran parte de las laderas estaban dedicadas a la agricultura y los bosques relegados a las zonas sin interés para el cultivo. En las comarcas interiores, menos productivas y peor comunicadas, se conservaba mayor superficie de monte. Pero los bosques que aún quedaban estaban sometidos a una intensa presión por parte de la población campesina, sobre todo para la explotación de sus leñas y carbones, la utilización agrícola o ganadera, o amenazados por los incendios intencionados. En Andalucía oriental el nuevo auge de la minería tuvo nefastas consecuencias para la cubierta vegetal: «Los boliches y fábrica de fundición de alcoholes han apurado las leñas, y no han quedado más que algunas alamedas en el río» (en Adra). «El combustible del monte alto y bajo ha desaparecido casi enteramente, por el consumo en las minas y fábricas.» (en la sierra de Gádor) (Madoz).

Desde principios de siglo algunos pensadores tomaron conciencia de la mala situación y, al mismo tiempo, de la importancia de los montes para el país. Pero durante la primera mitad del siglo XIX las ideas que prevalecen no van a favorecer la conservación del bosque. Los liberales propugnan la propiedad individual, libre y absoluta. El monte es visto como un negocio del que hay que obtener el máximo beneficio posible, y que en las manos muertas en que mayoritariamente estaba (Iglesia, Estado, Ayuntamientos) no rinde provecho, por lo que se propone su paso a manos privadas. Las Cortes de Cádiz (1812) ofrecen la primera oportunidad de poner en práctica estas ideas: se anuló la intervención del Estado en los montes particulares, y se estableció el reparto de los terrenos realengos y de propios a vecinos que estuvieran en determinadas circunstancias. Esta ordenanza es anulada en 1814, pero sirvió para que más adelante se aprobaran los repartos hechos arbitrariamente o autorizados durante la guerra de la Independencia (Bauer, 1990).

A partir de entonces los montes públicos se ven como una forma de aliviar los problemas económicos del Estado, y desde las filas liberales y, con más restricciones, también desde las conservadoras, se propugnó su venta. Paso a paso las ideas liberales se van imponiendo. En 1833 cesa la intervención de la Marina Real sobre los bosques; la administración de los montes realengos y la tutela de los comunes pasan a una recién creada Dirección General de Montes, en el Ministerio de Fomento, mientras que los propietarios particulares quedan totalmente libres de cualquier intervención estatal en los suyos. En 1837 comienza la venta de los bienes pertenecientes a la Iglesia (desamortización de Mendizábal), y en 1855 se promulga la ley de Madoz, que inicia el proceso desamortizador más importante.

Esta ley puso en venta todos los montes públicos excepto los que el Gobierno creyera oportuno conservar. Tras ciertas vicisitudes, en un primer momento quedan exceptuados de venta los abetares, pinsapares, pinares, enebrales, sabinares, hayedos, castañares, avellanares, abedulares, alisedas, acebedas, robledales, rebollares, quejigares y piornales, siendo enajenable cualquier otro tipo de monte. En 1856 se suspende el decreto desamortizador al llegar los moderados al poder, pero se vuelve a poner en marcha en 1858 al cambiar de nuevo el gobierno. Ante los abusos del ministerio de Hacienda, que frecuentemente vendía montes no permitidos, el ministerio de Fomento realizó en 1859 una Clasificación General de los Montes públicos (ICONA, 1990), con una relación de los montes exceptuados y enajenables en cada provincia.

Los sectores más radicales no se dieron por satisfechos ante esta clasificación tan restrictiva, y en 1862 se declaran enajenables todos los montes menores de 100 ha, y los mayores que no fueran de roble, haya o pino. Se realiza un Catálogo de los montes públicos



Efecto de pisoteo en el pinar de Es Trenc (Mallorca). La reciente presión del turismo afecta negativamente a un ecosistema frágil, como es el pinar sobre dunas.
(Foto: L. Gil).

exceptuados de la venta, en el que se hace patente el triunfo del proceso desamortizador: se ponen en venta 5 millones y medio de ha, un 61 por 100 más que en 1859. A partir de 1868, Hacienda, aún no satisfecha, logró autorización para vender montes exceptuados, reservando sólo los de «grande y reconocida importancia». Fueron vendidos así algunos grandes pinares, hayedos y robledales.

Las consecuencias del paso a manos particulares fueron, en gran parte de los casos, la tala y roturación del bosque para recuperar la inversión realizada. Extensas superficies quedaron desarboladas. Como reflejaba el **Informe de la Junta de Montes** en 1859 (Mangas Navas, 1990): «...*Los montes que fueron vendidos a los particulares con motivo de la ley de 1855, han tenido la misma suerte que los desamortizados en otras épocas: unos han sido descuajados, otros talados, ninguno mejorado...*»

La suerte sufrida por los pinares de carrasco en la desamortización no fue tan desastrosa como la de alcornocales y encinares, al estar, en principio, exceptuados de venta. No obstante, no se vieron libres de ventas fraudulentas. Un ejemplo es el ocurrido en Sierra

España, según se relata en 1891 en la *Revista de Montes*: «El proceder del Ministerio de Hacienda, que se desentiende de las disposiciones emanadas de Fomento, es incalificable, pues sigue vendiendo terrenos de las cuencas sometidas a la repoblación, y muchos de éstos probablemente habrán de ser adquiridos con graves perjuicios para el Estado. Verdad es que hasta ha enajenado superficies de montes públicos exceptuados de la desamortización, aun después de practicada la rectificación del Catálogo.» (Anónimo, 1891). El terreno elegido para comenzar las obras (Huerta de España) se situaba en un monte público «cuya venta se verificó a pesar de estar exceptuado de ella, y hubo que esperar a que se anulara y a que la Diputación lo entregase al Distrito, como se hizo a mediados de Junio último».

En la tabla VII se muestra la superficie de monte público de pino carrasco exceptuado de desamortización en 1859 y en 1901, en aquellas provincias en que se distingue la especie de pino. La superficie que en 1859 se declaró enajenable en esas mismas provincias fueron 32.438 ha, menos de un 7 por 100 del total de pinar público. Aunque en conjunto la superficie se mantiene casi constante, cada provincia en particular sufre variaciones importantes. En algunos casos, como en Málaga, el descenso se debe a errores de identificación de la especie que luego se corrigen. En otros, como Zaragoza, la disminución se debe principalmente a la destrucción del monte, como indica el dato de que algunos antiguos pinares figuren más tarde como matorrales. Esta tendencia continuó, como indica de manera clara la comparación de las 103.982 ha, sólo de monte público, catalogadas en 1901 con las 30.000 ha de pinar natural actuales (Ortuño y Ceballos, 1977).

Pero, si bien la mayor parte de los pinares de propiedad pública se conservaron, la población seguía actuando sobre ellos del mismo modo que durante la primera mitad del siglo: roturaciones, pastoreo, quemas, etc. Determinadas circunstancias locales pudieron actuar invirtiendo la tendencia general; por ejemplo, en Cataluña el pino tuvo una época de expansión tras el ataque de la filoxera. Esta enfermedad provocó la desaparición de numerosos viñedos, algunos de los cuales fueron replantados con alcornoque o con pino piñonero, pero otros quedaron totalmente abandonados permitiendo la expansión natural del pino carrasco (Nicolás Isasa, 1993).

TABLA VII

Número de montes y de hectáreas cubiertas por *Pinus halepensis* exceptuados de desamortización en los Catálogos de 1859 y de 1901, para las provincias de Albacete, Baleares, Cuenca, Jaén, Málaga, Valencia y Zaragoza
(ICONA, 1990, 1993)

Provincia	1859		1901	
	N.º montes	N.º de ha	N.º montes	N.º de ha
Albacete	35	44.080	32	91.027
Baleares	6	2.911	0	0
Cuenca	8	1.441	2	6.687
Jaén	24	17.790	25	21.162
Málaga	19	91.913	9	14.530
Valencia	87	111.067	98	205.940
Zaragoza	65	173.082	65	103.982
TOTAL	238	439.373	231	443.328

Paralelamente a los programas desamortizadores, durante toda la segunda mitad del siglo XIX, los primeros forestales plantean la mala situación de los bosques españoles y la necesidad de su conservación o, muchas veces, de su restauración. En los años siguientes a la tala masiva de los montes vendidos, la frecuencia y gravedad de inundaciones, y la acentuación de los procesos erosivos, principalmente en las zonas más secas del país, concienciaron al país de que era necesario emprender la repoblación de las cabeceras de los

rios. Desde diversas posiciones se aboga por la restauración de la cubierta forestal como medio más efectivo de detener estas catástrofes: «*Volvamos un momento atrás la vista y comparemos los efectos de la vegetación, con los que ejercen los diferentes sistemas de defensa imaginados hasta el día. El objeto de éstos, como el de la vegetación, es oponerse á los daños de los torrentes. Pero cuán débiles aparecen todos nuestros diques al lado de estos grandes medios de que dispone la naturaleza... Allí aparece toda la superioridad en la naturaleza y la nada en nuestros pobres artificios... Quiero dejar entrever que para combatir los torrentes hay alguna cosa mejor que amontonar á grandes gastos muros y terraplenes.*» (Ruiz Amado, 1866).

D. José de Zulueta, Director del Canal de Urgel, se lamentaba del descenso del caudal de dicho canal de riego: «*La causa de esta merma es sabida y el remedio igualmente. Lo que antes eran bosques seculares son hoy calvicies bochornosas; lo que antes eran laderas de suave pendiente son hoy acantilados y torrenteras de año en año más profundas. Urge repoblar el monte, encespedar laderas, matar el empuje de los torrentes...*» (en Ferrer & Reig, 1905).

Estas situaciones llevaron a promulgar en 1877 la Ley para la Mejora y Repoblación de los Montes Públicos exceptuados de la desamortización. A partir de 1888 se crean Comisiones de Repoblación para las Cuencas Hidrográficas más afectadas por inundaciones y fenómenos torrenciales; las primeras fueron las de los ríos Júcar, Segura y Lozoya. En 1901 se crean 10 divisiones Hidrológico-Forestales que cubren la práctica totalidad del territorio nacional. En esta época es cuando se realizan los primeros trabajos en los que se usa ampliamente el pino carrasco: repoblación de Sierra Espuña, pinar de Tendilla en Guadalupe, fijación de dunas (Guardamar, Albufera, Golfo de Rosas). Son las primeras actuaciones que lleva a cabo el Estado, desarrollando un marco legal, con fondos del Presupuesto, expropiaciones de terrenos, etc.

Entramos, pues, en el siglo XX con la puesta en marcha de normativas para repoblar y mantener la riqueza forestal del país. En 1934 se realiza un informe para crear una economía forestal nacional basada en la posesión de un fuerte Patrimonio forestal del Estado. A este respecto se promulga la ley del 9 de octubre de 1935, cuyo objeto era «*restaurar, conservar e incrementar el patrimonio forestal del Estado*», y que asignaba fondos para realizar «*repoblaciones con especies de turno corto -regeneración y restauración de montes de suelo empobrecido y las repoblaciones que revistan interés social, siempre que sean de especies de turno corto*». Existía el objetivo de repoblar 7 millones de ha en 50 años. La guerra civil interrumpe el desarrollo de este programa, y es a partir de 1940 cuando finalmente se acomete la tarea, mediante el Plan General de Reforestación de Ximénez Embún y Ceballos, aprobado en 1939, que preveía la repoblación de 6 millones de ha en 100 años.

Este plan ha sido comúnmente criticado y vapuleado, no sólo por sus planteamientos forestales sino por las connotaciones políticas y sociales que llevó consigo su desarrollo en plena dictadura. No es esta la ocasión de analizar su necesidad y sus métodos, sino de ver cómo afectó en lo referente al pino carrasco. Para un estudio detallado de los objetivos, ejecución, programación, previsiones, estadísticas, etc., del plan, puede consultarse la obra de Abelló (1988). Esta autora ofrece las cifras de superficie repoblada en el período 1940-1980, obtenidas a partir de las Memorias anuales de Actividades de la Dirección General de Montes (hasta 1971) y del ICONA (a partir de esa fecha). En este período, se repoblaron un total de 2.925.183 ha, de las cuales 452.839 correspondieron a *Pinus halepensis*. Estas cifras se distribuyen, obviamente, de manera desigual entre las distintas provincias. La región con mayor superficie de carrasco repoblada fue Levante, seguida de Andalucía. Fue la especie más usada en Albacete, Castellón, Valencia, Alicante, Murcia, Almería, Málaga y Granada. Superficies importantes se implantaron también en Zaragoza y Teruel. En la tabla VIII se muestra el número de hectáreas repobladas en cada provincia en el mencionado período. Además de la utilización primordial del pino carrasco en sus comarcas naturales, se extendió también a zonas del interior. En la tabla podemos observar que se introdujo en Logroño, Palencia, Salamanca, Soria, Valladolid, Ciudad Real, Toledo, Cáceres, Córdoba, Sevilla y Cádiz, si bien en alguna de éstas con carácter casi anecdótico.

Para finalizar, analizaremos una de las más emblemáticas repoblaciones en que se utilizó de manera importante el pino carrasco, viendo el resultado de la misma con el paso del tiempo: la repoblación de Sierra Espuña.

TABLA VIII

Superficie repoblada con *P. halepensis* en cada provincia en el período 1940-1980.

Región	Provincia	Sup. (ha)	Región	Provincia	Sup. (ha)	
Pirenaica	Huesca	5.172,5	Castilla-La Mancha	Madrid	1.962	
	Lérida	5.186		Albacete	11.168	
	Gerona	3.048		Ciudad Real	472	
Catalana	Barcelona	194	Castilla-La Mancha	Guadalajara	4.751	
	Tarragona	6.797		Cuenca	7.154	
Aragón-Rioja	Zaragoza	23.953	Castilla-La Mancha	Toledo	782	
	Teruel	16.563		Extremadura	Cáceres	20
	Logroño	3.503		Andalucía	Almería	18.364
Castilla-León	Palencia	2.287	Jaén		14.297	
	Salamanca	3	Córdoba		1.357	
	Soria	74	Sevilla		212	
	Valladolid	6.913	Cádiz		1.164	
Levante	Castellón	7.910	Andalucía		Málaga	17.230
	Valencia	28.869		Granada	18.352	
	Alicante	13.830		Baleares	Baleares	166
	Murcia	25.770				

Incluye únicamente las realizadas por el Patrimonio Forestal y por ICONA. No están incluidos los datos de las repoblaciones realizadas por los Distritos Forestales (Abelló, 1988).

Repoblaciones en Sierra Espuña

Las vegas de la cuenca del Segura constituían una comarca que se veía afectada de manera repetida por inundaciones, provocadas en su mayor parte por su afluente Guadalentín. Este río había causado más de 70 catástrofes desde 1258, aproximadamente una cada 10 años. Especialmente graves fueron las de los años 1879 y 1884, que hicieron tomar la decisión de restaurar la cubierta arbórea en la cabecera del río, así como realizar algunos trabajos de corrección de barrancos para evitar este tipo de sucesos. A este fin, se creó la Comisión de Repoblación de la cuenca del río Segura en 1889, de la que formaron parte los Ingenieros de Montes Musso, Madariaga y Codornú. Estos, tras los estudios preliminares, decidieron centrar los trabajos en Sierra Espuña. Concretamente, se actuó en su vertiente meridional, en montes públicos situados en los términos de Alhama y Totana, comenzando los trabajos a mediados de 1891.

Las descripciones de la zona antes de empezar los trabajos muestran un paisaje totalmente deforestado: «Hállase esta sierra desnuda de arbolado, por más que en ella radican varios montes públicos, que en otros tiempos debían ser hermosos pinares, pero que hoy no son otra cosa que grandes calveros, separados por alguno que otro golpe de pinos carrascos, torcidos y nudosos, y, por lo tanto, completamente inmaderables.» (Olázabal, 1894). En la Cuenca de Alquerías: «... En la parte superior quedaban como misera descendencia del hermoso pinar que sustentó hasta el año 1868, pinatos esparcidos a gran distancia unos de otros, tortuosos, revejidos...» (Codornú, 1898a). «... en los crestones calizos de las divisorias, en los sitios escarpados y pedregosos, entre los escuetos riscos, hallé brotes de encinas recomidos por el ganado, reviejos, y cuya longitud no pasaba de veinte a treinta centímetros.» (Codornú, 1898b).

Los propios responsables de los trabajos, principalmente Ricardo Codornú, narraron periódicamente las tareas realizadas, en una serie de artículos en la «Revista de Montes», que nos muestran las dificultades y la falta de medios con que se encontraron y, a la vez,

el entusiasmo y voluntad con que se realizó la restauración. Estos artículos constituyen una crónica detallada de los materiales y métodos utilizados. Las especies con las que se repuebla son, preferentemente, pino carrasco («la única de que había ejemplares arbóreos al empezar los trabajos de esta Comisión», según Codorniu, 1898b), en las solanas y umbrías inferiores, bien sólo o mezclado con encina; *P. pinaster* para los suelos arcillosos y *P. nigra* para los calizos. Se plantaron también pinos silvestres, piñoneros, pinsapos, nogales, almeceas. *Quercus ilex* se usó en los sitios más accidentados y por encima de los 1.000 m; *Q. faginea* únicamente en los enclaves más frescos. En las riberas y barrancos se plantaron fresnos, chopos, sauces y olmos. El método más común fue la plantación a raíz desnuda, con planta producida en el vivero del Valle (a 4 km de Murcia) y transportada a lomos de caballería. El origen de la semilla es conocido para algunos años: para los pinos, de Caravaca (laricio y rodeno) y Cehegín (carrasco); se trajo pino silvestre de procedencia alemana, y las bellotas de encina provenían de Almadén. Estos datos, sin embargo, no son extensibles a todo el período de repoblación.



Aspecto actual del barranco del río Espuña, zona donde se inició la repoblación de Sierra Espuña, a finales del siglo XIX. (Foto: P. M. Díaz-Fernández.)

Los trabajos continuaron durante 12 años, y se repoblaron unas 8.000 ha. Además, se realizaron obras de corrección de barrancos y pendientes (diques, muretes). Los resultados de estos trabajos sobre la regulación de los arroyos empezaron pronto a hacerse evidentes. En 1923 se produjo un temporal de lluvias torrenciales, tras el que se pudieron comparar los barrancos protegidos con aquellos en que no se había actuado: en el barranco del Berro (aún sin protección), el agua caída se evacuó en 3 horas, con los arrastres y daños habituales; mientras que en el barranco de Enmedio y en el del río Espuña (donde se efectuaron los trabajos de repoblación) el agua corrió con tranquilidad durante 36 horas, sin causar ningún daño en las vegas de Totana y Alhama (Ortuño & Peña, 1979).

Actualmente, los bosques de Sierra Espuña son un oasis verde en un entorno tremendamente deforestado. Los árboles de la primera repoblación se cortaron prácticamente en su totalidad, y lo que observamos es la descendencia que se ha instalado por regeneración natural. El aspecto de la masa es el de un pinar cerrado con abundante repoblado, y donde aparecen otras especies arbóreas. El pino carrasco ocupa las zonas más bajas y se mezcla con *P. pinaster* a partir de cierta cota, preferentemente en las umbrías; en la cabecera del río Espuña una población de laricio muestra una buena pujanza y aún se observan pies dispersos de pino silvestre y pinsapo, que sobreviven gracias al ambiente nemoral que les ofrece el resto de la masa. En los fondos de valle los pinos superan los 15 metros y pueden alcanzar los 20, mientras que en las zonas altas de las laderas la altura del arbolado sólo ronda los 10 metros. En estas cotas más elevadas el carrasco muestra copas retorcidas debido a la rotura de ramas ocasionadas por las nevadas ocasionales, mientras que estos daños no son tan fuertes en el laricio o el negral. Bajo el dosel de los pinos podemos encont-

trar un estrato discontinuo formado por rodales y pies dispersos de encina y, en las zonas más frescas algunos bosquetes de quejigo, siempre subordinados al pinar. A pesar de la frecuente presencia de encina es palpable como ésta no llega en ningún caso a superar a las coníferas. De los olmos que hace unos años abundaban en el fondo de los barrancos hoy sólo quedan rebrotes nuevos, ya que la grafiosis acabó con prácticamente todos los árboles. En las riberas también aparecen algunos fresnos (*Fraxinus excelsior*).



Detalle de la masa de *Pinus halepensis* que hoy cubre Sierra Espuña.
(Foto: P. M. Díaz-Fernández.)

El sotobosque del pinar presenta una gran diversidad en especies arbustivas. Cuando el dosel es más cerrado, en las zonas de mejores suelos, aparecen especies exigentes, como coscoja, durillo, olivillas, madroño, lentisco, cornicabra, arce de Montpellier, etc. En las zonas de peor suelo y con un dosel más abierto, abundan especies heliófilas como romero, jaras, jaguarzos, genisteas, tomillos, enebros, etc. La fauna es otro capítulo que necesitaría una extensa descripción; el arruí, introducido en 1970, mantiene una singular población de gran interés cinegético. Entre las aves, destacan las águilas reales, calzadas y culebreras, mientras que el bosque ofrece cobijo a numerosos passeriformes. Sierra Espuña fue declarada Reserva Nacional de Caza en 1973, y es Parque Regional desde 1978 en una superficie cercana a las 10.000 ha, constituyendo un lugar privilegiado dentro de la región murciana. Lo que a finales del siglo pasado era una sierra deforestada que provocaba graves inundaciones, es hoy un enclave natural que atrae a gran número de visitantes; todo gracias a una repoblación con pinos y a la sensibilidad y tesón de quienes la emprendieron.

PARTE 2.^a
LAS REGIONES
DE
PROCEDENCIA
DE PINUS
HALEPENSIS EN
ESPAÑA

1. CONCEPTO DE REGIÓN DE PROCEDENCIA

La región de procedencia, para una especie, subespecie o variedad, se define como «el territorio o conjunto de territorios sometidos a condiciones ecológicas prácticamente uniformes y en los que hay poblaciones que presentan características fenotípicas o genotípicas análogas» (O.M. 21-1-89; B.O.E. n.º 33 del 8-2-89). Supone, en principio, una restricción en el espacio a la hora de recoger y comercializar el material forestal de reproducción; es también la primera identificación de la semilla de cara a su certificación.

Este concepto requiere una serie de condiciones básicas para permitir y facilitar su aplicación práctica (Barner, 1975):

1. El número de regiones no debe ser muy elevado, ya que un número excesivo complicaría la utilización de las mismas.
2. Las regiones deben ser suficientemente grandes para garantizar la recogida de material reproductor en cantidades significativas para la práctica forestal.
3. Las fronteras deben ser fácilmente reconocibles en el terreno para permitir la rápida y segura identificación por el usuario, aunque ello suponga una cierta pérdida de rigor en su delimitación.
4. Las poblaciones de cada región deben ser potencialmente intercrucables, lo que aseguraría una constitución genética similar. Además, estas poblaciones deberían estar aisladas reproductivamente de las de otras regiones.
5. Las regiones deben poder modificarse a medida que aumente la información disponible sobre ellas.

La presente obra se inscribe dentro de la serie de publicaciones sobre las regiones de procedencia de las principales especies forestales españolas, que ICONA inició en 1991 con la obra **Regiones de procedencia de *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*** (Catalán, 1991a). Hasta el momento han aparecido las correspondientes a *Quercus suber* (Díaz-Fernández *et al.*, 1995a), *Quercus robur*, *Q. petraea* y *Q. humilis* (Díaz-Fernández *et al.*, 1995b), *Fagus sylvatica* (Agúndez *et al.*, 1995), *Pinus canariensis* (Climent *et al.*, 1996) y *Quercus ilex* (Jiménez *et al.*, 1996). Respecto a *Pinus halepensis*, una primera aproximación a la delimitación de procedencias fue la división en regiones naturales del área de la especie (Roldán & Gil, 1990), coincidente en gran parte con las regiones que ahora presentamos.

2. METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN

La delimitación de las regiones de procedencia para *Pinus halepensis* está basada, al igual que para el resto de especies españolas ya publicadas, en la variación de los caracteres ambientales de los territorios en que habita. Esto presupone una correlación entre variación ecológica y genética, correspondencia que se ve apoyada por resultados que confirman la relación entre determinados caracteres y gradientes climáticos y geográficos en *Pinus nigra* y *P. sylvestris* (Vidakovic, 1974; Przybylski *et al.*, 1976; Wright, 1976). La genética de poblaciones de especies forestales es una disciplina reciente en España, y los estudios sobre el pino carrasco ofrecen todavía pocos datos. No obstante, los trabajos sobre otras especies fuera de España muestran la existencia de diferencias genéticas entre poblaciones alejadas geográficamente y que se desarrollan en ambientes distintos. Los estudios genéticos que actualmente se están realizando permitirán la confrontación entre sus resultados finales y la delimitación de regiones basada en parámetros ecológicos, corroborando o corrigiendo esta última.

Los mecanismos que pueden determinar los tipos y la amplitud de la variación genética entre poblaciones, y que han sido las pautas seguidas para la delimitación de las procedencias son, de forma resumida, los siguientes:

- Aislamiento geográfico que, bien por mecanismos de deriva genética o por especialización a las condiciones ambientales de cada localidad, da lugar a diferencias genéticas entre poblaciones separadas espacialmente.
- Adaptación a los factores selectivos de origen climático que pueden diferenciarse en dos grupos; (1) aquellos que afectan al ritmo vegetativo: fotoperíodo, factores que regulan el inicio y fin de la brotación, inicio y fin de la floración y de la fructificación, etc.; (2) valores extremos del clima: duración e intensidad del invierno, frecuencia e intensidad de heladas tempranas y/o tardías, frecuencia, duración e intensidad de las sequías, etc.
- Adaptación a los factores selectivos de origen edáfico y geomorfológico: presencia de caliza activa, salinidad, hidromorfía, textura, pendientes y exposiciones, capacidad de evolución edáfica, etc.
- Acción antropógena, que se manifiesta por actuaciones como pastoreo, talas, incendios, podas, etc., y que pueden conducir al aislamiento de determinadas poblaciones y posteriormente a su diferenciación.

Sobre estas bases, las etapas seguidas en la delimitación de las regiones han sido:

1. Distribución de la especie: tomada a partir del Mapa Forestal de España (Ceballos, 1966). Para esta especie se ha estimado conveniente seguir esta fuente a pesar de su antigüedad, ya que esta misma característica la otorga una mayor fiabilidad respecto a la diferenciación entre masas naturales y masas repobladas; esta cartografía se realizó en un momento muy cercano a la reforestación. En cambio, en el Mapa Forestal dirigido por Ruiz de la Torre (1990-1992) esta distinción es más difícil, al presentar aspectos semejantes las masas naturales y las artificiales, que en muchas ocasiones se encuentran rejuvenecidas y asilvestradas después de perturbaciones, principalmente incendios.
2. Superposición del mapa de distribución de la especie a escala 1:1.000.000 con diversos mapas temáticos:
 - Clasificación fitoclimática de Allué Andrade (1990).
 - Mapa geológico de España de García-Loygorri (1980).
 - Mapa de suelos de la CEE (Tavernier, 1985).
3. Elaboración de una primera delimitación de procedencias basada en la anterior superposición de mapas.
4. Revisión de las fronteras entre regiones para su fácil identificación tanto en el campo como en su descripción, y corrección final de la delimitación de procedencias.

En definitiva, se ha realizado una división ecogeográfica del área de distribución del pino carrasco. Un antecedente en la división ecológica del área del pino carrasco son las Regiones Naturales de *Pinus halepensis* de Gandullo *et al.*, (1972). Esta división se realizó atendiendo al análisis multivariante de distintas variables recogidas en 131 localidades de la especie. Las diferencias entre esta división y la realizada para la delimitación de procedencias se deben a los distintos criterios seguidos y a las fuentes consultadas. Así, se considera el aislamiento geográfico como un criterio suficiente para segregar regiones, lo que permite diferenciar grupos que quedarían unidos atendiendo únicamente a la variación de diversos parámetros ecológicos. Es el caso de la diferenciación de las masas del noreste de Gerona o de las masas de la cuenca del Tajo, poblaciones que quedan aisladas geográficamente del resto de las poblaciones españolas de pino carrasco. La

clasificación de Gandullo se basó en dos variables climáticas: precipitación media mensual (y por suma, precipitación media anual) y temperatura media mensual, mientras que para las regiones que se han diferenciado en este trabajo se ha utilizado la clasificación fitoclimática de Allué (1990), que maneja un abanico más amplio de variables climáticas. Por ejemplo, las regiones litorales han podido diferenciarse claramente de las del interior, lo que no ocurría en la división de Gandullo, que no tuvo en cuenta parámetros climáticos como las temperaturas mínimas y la distribución y duración de los períodos de helada.

La variabilidad todavía apreciable dentro de cada región se recoge mediante la definición de subregiones. Se trata de diferencias ecológicas que se manifiestan gradualmente a lo largo de un amplio territorio, cambios climáticos principalmente, por lo que resulta imposible encontrar un límite físico preciso que sirva de frontera. La ausencia de discontinuidades entre estas subregiones provoca que la frontera sea un tanto arbitraria y se deba a motivos prácticos de fácil identificación.

Finalmente, las regiones de procedencia del pino carrasco definidas en España han sido las siguientes:

1. Alta Cataluña.
2. Cataluña litoral.
3. Cataluña interior.
4. Bardenas-Ribagorza.
5. Ibérico aragonés.
6. Monegros-Depresión del Ebro.
7. Alcarria.
8. La Mancha.
9. Maestrazgo-Los Serranos.
10. Levante interior.
11. Litoral levantino.
12. Pitiusas.
13. Sudeste.
14. Bética septentrional.
 - 14a. Norte.
 - 14b. Centro.
 - 14c. Sur.
15. Bética meridional.
16. Cazorra.
17. Sur.
18. Mallorca y Menorca.
 - 18a. Mallorca y Cabrera.
 - 18b. Menorca.

En la tabla IX se muestra un resumen de las principales características de cada región de procedencia, indicando el tipo o tipos de clima y los suelos más abundantes.

TABLA IX

Características ambientales de cada región de procedencia de *Pinus halepensis*

Región	Fitoclima	Geología	Suelos (F.A.O. 1989)
1. Alta Cataluña	Nemoromediterráneo submediterráneo. Mediterráneo subnemocoral.	Margas, calizas, arcillas. Puntualmente materiales ácidos.	Cambisol calcárico. Regosol calcárico. Luvisol háplico.
2. Cataluña litoral	Mediterráneo subnemocoral.	Calizas y dolomías. Puntualmente granitos.	Regosol calcárico. Cambisol calcárico.
3. Cataluña interior	Nemoromediterráneo genuino. Nemocoral subestepario.	Margas, calizas y dolomías. Areniscas, cuarcitas, granitos.	Cambisol calcárico.
4. Bardenas-Ribagorza	Nemoromediterráneo genuino. Nemocoral subestepario.	Calizas, margas, calizas margosas.	Cambisol calcárico.
5. Ibérico Aragonés	Nemoromediterráneo genuino.	Calizas y pudingas calizas.	Cambisol calcárico. Calcisol calcárico.
6. Monegros-Depresión del Ebro	Mediterráneo genuino.	Margas y arcillas.	Regosol calcárico. Calcisol háplico. Cambisol calcárico.
7. Alcarria	Nemoromediterráneo genuino.	Calizas, dolomías, margas, yesos.	Cambisol calcárico.
8. La Mancha	Mediterráneo subnemocoral. Nemoromediterráneo genuino.	Calizas, margas, dolomías, conglomerados.	Cambisol calcárico.
9. Maestrazgo-Los Serranos	Nemoromediterráneo genuino. Mediterráneo genuino.	Calizas, dolomías, areniscas.	Calcisol háplico.
10. Levante interior	Mediterráneo genuino. Nemoromediterráneo genuino.	Calizas, margas, arcillas, calcarenitas.	Calcisol háplico.
11. Litoral levantino	Mediterráneo genuino.	Calizas. Areniscas triásicas (rodos).	Cambisol calcárico.
12. Pitiusas	Mediterráneo subsahariano.	Calizas, dolomías, margas, arcillas, areniscas.	Cambisol calcárico.
13. Sudeste	Mediterráneo subsahariano. Mediterráneo genuino.	Calizas, margas, dolomías, yesos, Pizarras, esquistos, cuarcitas.	Cambisol calcárico.
14. Bética septentrional	Mediterráneo genuino.	Calizas, dolomías, calcarenitas.	Cambisol calcárico. Calcisol háplico.
15. Bética Meridional	Mediterráneo genuino. Mediterráneo subnemocoral.	Calizas, dolomías, conglomerados, mármoles y esquistos.	Cambisol calcárico.
16. Cazorla	Mediterráneo genuino. Nemoromediterráneo genuino.	Margas, calizas y dolomías.	Calcisol háplico. Luvisol háplico.
17. Sur	Mediterráneo genuino. Nemoromediterráneo genuino.	Calizas, dolomías, esquistos y mármoles.	Regosol calcárico.
18. Mallorca y Menorca	Mediterráneo genuino. Mediterráneo subsahariano.	Calizas, margas, dolomías. Arcillas y conglomerados. Esquistos y pizarras.	Cambisol calcárico. Cambisol eútrico.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS REGIONES DE PROCEDENCIA

1. Alta Cataluña

Esta región agrupa las masas gerundenses situadas en las comarcas del Ampurdán y del Gironés. Está bien definida geográficamente por la barrera que supone la presencia, al sur de la ciudad de Gerona, de importantes sustratos silíceos: zona granítica de Santa Coloma de Farnés, Montseny y sustratos paleozoicos, en los que el carrasco cede su dominancia frente a especies acidófilas o calcífugas y su presencia espontánea no pasa de individuos aislados y algún pequeño rodal.

Las masas de pinar aparecen a baja altitud: entre 0 y 200 m, alcanzando puntualmente los 400 m.

La geología de la región la forman mayoritariamente sedimentos terciarios y cuaternarios procedentes de la erosión de los montes Albers, situados al norte de la región, y las sierras de litología paleozoica del sur de Gerona. Litológicamente es una zona donde predominan los materiales calizos del Terciario y Cuaternario (arenas, arcillas, margas y calizas), en ocasiones muy mezcladas con sedimentos silíceos de origen granítico o de rocas sedimentarias ácidas, principalmente cuarcitas. Los suelos desarrollados sobre estos sustratos son en su mayoría del grupo de los cambisoles. La presencia de carbonatos es muy común, aunque los horizontes superiores están frecuentemente descarbonatados. En general la caliza activa superficial varía entre 9 y 33 por 100.

Climáticamente, es una zona caracterizada por inviernos suaves y veranos cálidos, rasgo más acentuado en la zona próxima al litoral, mientras que en las masas más interiores puede bajar más, pero siempre sin período de helada segura, aunque sí de helada probable. Las medias anuales se sitúan alrededor de los 15° C. Las precipitaciones varían entre 500-700 mm/año; hacia la costa son algo menores y el período seco estival es algo más largo (hasta tres meses, mientras que en el interior no supera 1,25 meses).

En las dunas y en los acantilados, el pinar tiene carácter de vegetación permanente y estable que no puede evolucionar a otro tipo de cubierta por la pobreza del medio. Suele estar formado por árboles pequeños y achaparrados debido a los fuertes vientos que soporan. Se acompañan de arbustos esclerófilos y heliófilos (tomillos, brezos, cistáceas, romero, etc.) y de flora especializada de acantilados o arenales, según la situación. En dunas ya fijadas la formación puede llegar a ser más densa y albergar un sotobosque de especies más exigentes (lentiscos, olivillas, etc.).

En las zonas interiores, sobre suelos normales, el pino carrasco se encuentra en distintas situaciones ambientales. Aparece, con distinto grado de dominancia, mezclado en bosques de otras especies: encinares, robledales, alcornoques y pinares de pino piñonero. En las laderas más secas y pedregosas es la especie arbórea dominante, así como en los sitios que han sufrido o sufren repetidas perturbaciones. Los pinares más o menos puros pueden presentar aspectos distintos según la antigüedad de la masa, su situación y su tratamiento. Los bosques jóvenes, procedentes de colonizaciones recientes, o los que se encuentran en los suelos más pobres, son masas abiertas que se acompañan de un matorral heliófilo muy xerófilo (genisteas, brezos, jaras, labiadas, gramíneas perennes...). Los pinares antiguos situados en enclaves favorables que permiten su evolución presentan un estrato arbóreo alto (20 m), más o menos denso, bajo el que se desarrolla un sotobosque también alto, formado por arbustos esclerófilos de hoja lustrosa (lentisco, olivilla, espino, coscoja, madre-selva, hiedra, durillo, aligustre...); en las zonas más húmedas pueden entrar arbustos caducifolios como majuelos, endrinos, etc.

BIBLIOGRAFÍA: Esteve, 1956; Gandullo *et al.*, 1972; Folch, 1981; Costa *et al.*, 1986; Polo & Masip, 1987; Bolòs, 1987.

2. Cataluña litoral

Incluye las masas catalanas próximas a la costa, desde la desembocadura del río Tordera hasta la frontera entre Tarragona y Castellón. Se sitúa en las provincias de Barcelona y Tarragona, abarcando también un trozo del sur de Gerona, ocupando las tierras bajas próximas al litoral, sin adentrarse en las montañas, hasta los 300-400 m.

Los sustratos de la región son principalmente calcáreos, del Secundario (en su mayoría cretácicos, pero también triásicos y jurásicos), y sedimentos del Terciario y Cuaternario. Los materiales son generalmente calizas, a veces dolomías; pueden aparecer fragmentos de cuarcitas y de areniscas silíceas mezcladas con las calizas. Existen algunos afloramientos de granitos y esquistos primarios dispersos en el territorio, que originan arenas silíceas. Hay granitos travertinizados, por lo que algunas arenas de cuarzo poseen pH básicos. Los suelos pertenecen al grupo de los cambisoles o regosoles con presencia de carbonatos, y más o menos descarbonatados.

Zona climáticamente definida por la influencia marina, que determina la existencia de inviernos suaves, sin heladas seguras, sólo esporádicas, y contrastes térmicos amortiguados por el mar. Precipitaciones variables entre 450-800 mm/año, con veranos secos; los máximos se dan en primavera y otoño.

El ambiente térmico del litoral influye en las características florísticas y estructurales de estos pinares, diferenciándoles de los situados en el interior, sobre todo por la mayor abundancia de palmitos, algarrobos y acebuches. Son bosques de 15-20 m, con un subvuelo de palmitos, coscojas, lentiscos, espino negro y lianas. En zonas con suelos de mayor capacidad de retención de agua pueden aparecer algarrobos, acebuches y encinas que aparecen de forma dispersa o en rodales. Son frecuentes masas jóvenes, densas y cerradas, originadas tras incendios; llevan un cortejo heliófilo invasor y colonizador, de aproximadamente un metro de altura.

BIBLIOGRAFÍA: Gandullo *et al.*, 1972; Losa Quintana, 1975; Folch, 1979, 1981; Costa *et al.*, 1986; Bolòs, 1987.

3. Cataluña interior

Comprende las masas más interiores de Cataluña, en las Cordilleras costeras catalanas fundamentalmente. Los límites vienen dados por los ríos Noguera-Pallaresa y Segre hasta el Ebro, al oeste; por el sur, el Ebro hasta Mora la Nueva. A partir de ahí contacta con la región 2 (Cataluña litoral), hasta las estribaciones del Montseny. Desde este macizo la frontera sigue por el río Guerrí hasta el Ter. Al norte, el pino carrasco se detiene ante las sierras prepirenaicas.

Los pinares de carrasco aparecen sobre sustratos calizos, fundamentalmente sedimentos terciarios. En la zona más externa de las sierras existen terrenos secundarios (principalmente triásicos). Los materiales son calizas, margas y, a veces, dolomías. De forma puntual afloran materiales ácidos: granitos, pizarras, cuarcitas y areniscas silíceas. Los suelos corresponden al grupo de los cambisoles, sobre todo calcáricos, con un contenido en caliza activa variable entre 10 y 40 por 100, salvo en las zonas de suelos lavados o de suelos silíceos.

Climáticamente se caracteriza por ser una zona con inviernos más duros que las precedencias litorales, con período de helada segura. Los veranos son secos, aunque en el norte de la región son más húmedos y la precipitación global también es algo mayor. Por otro lado, la zona de la ribera del Ebro es mucho más seca (no supera los 400 mm/año) y más cálida, especialmente los veranos. En esta región encontramos la mayor parte de la superficie catalana de pinar de carrasco, así como las masas más extensas.

Se mezcla con un número muy alto de especies forestales. El pino carrasco es un componente arbóreo común en encinares, alcornoques, y en los quejigares y pinares de montaña (*P. nigra*, incluso *P. sylvestris*) más xerótermos. Los tipos de pinar más frecuente son bosques jóvenes y aclarados, con doseles que no cierran completamente el vuelo del bosque y tamaños que raramente superan los 15 m de altura. El estrato arbustivo está dominado por arbustos heliófilos colonizadores. El pinar maduro, por el contrario, es un bosque con un estrato arbóreo de 20-25 m, que presenta un sotobosque bien desarrollado, de 3-4 m, formado por arbustos esclerófilos. En la composición florística faltan o pierden dominancia, respecto a las regiones anteriores, las especies más termófilas como el algarrobo o el palmito; en cambio, se incorporan otras más resistentes a las condiciones más continentales.

BIBLIOGRAFÍA: Jordán de Urriés, 1954; Bolòs, 1960, 1983; Bolòs & Bolòs, 1950; Folch, 1979, 1981; Cardona, 1980; Molero, 1984; Nuet *et al.*, 1991.

4. Bárdenas-Ribagorza

Agrupar los pinares de carrasco de las sierras entre el Ebro y los Pirineos; Montejurra, Puente la Reina, sur de Ajoiz e Izco y entre el río Irati y el Arreta. Al norte aparece otro grupo de masas en las Bárdenas Reales y comarca de Cinco Villas. Al oeste de Huesca, aparece otro núcleo en torno a los ríos Cinca y Esera. Existen pies dispersos de pino carrasco en la Sierra de Guara (Montserrat i Martí, 1986). La masa más occidental, remontando el Ebro, se encuentra en Álava, junto a Labraza y se trata del pinar de las Dueñas. Los rodales de esta región son los más marginales de la cuenca del Ebro, ascienden hacia el norte hasta las primeras estribaciones del prepirineo entre 400-800 m de altitud, limitadas por la aparición de climas más fríos.

Los sustratos dominantes son sedimentos terciarios típicos de las cuencas fluviales. Las litologías más frecuentes son margas, arcillas, calcarenitas, calizas y conglomerados, sobre los que se desarrollan suelos calcimórficos carbonatados y bastante básicos (pH actual superficial: 8,0-8,1).

Las condiciones climáticas son marcadamente continentales, con fuertes contrastes diarios y estacionales. En general, la aridez es menor que en la zona central del valle del Ebro, aunque en la parte occidental de la región los veranos son muy secos, al actuar las sierras septentrionales como barreras para los vientos húmedos del Cantábrico. Las masas orientales, sin embargo, gozan de un clima algo más húmedo y con mayores precipitaciones estivales. El factor que limita la extensión del pino en esta región son las bajas temperaturas invernales y las frecuentes e intensas heladas, por lo que siempre aparece en ubicaciones especialmente termófilas: exposiciones sur, cerros soleados y situaciones protegidas de los vientos cierzos.

P. halepensis remonta el Ebro formando pequeños enclaves en cerros y escarpes erosionados, que coloniza sin problemas. Su extensión antigua se ha visto muy reducida por



Pinar de Pauls (Tarragona).
(Foto: S. Martín.)

la acción humana. Debió alternar en el territorio con encinares en llanos y zonas de suelos profundos, y con quejigares en hondonadas, barrancos y umbrías frescas. Hoy los cultivos han desplazado las cubiertas forestales de los llanos, mientras que las laderas y cerros no aprovechables agrícolamente han quedado convertidas, por el sobrepastoreo y extracción de leñas, en matorrales, pequeños pinares y algún que otro bosque de encinas achaparradas o dispersas.

La flora del pinar se compone principalmente de plantas heliófilas como romero, enebro de miera, tomillos, jaguarzos (*Helianthemum* sp.), *Salvia lavandulifolia*, *Cistus albidus*, etc; sólo en los bosques más maduros con árboles grandes y doseles densos y cerrados se crea un ambiente más fresco que permite la entrada de plantas más umbrófilas. En general, se observa un empobrecimiento en el cortejo al avanzar hacia el Norte.

BIBLIOGRAFÍA: Bolòs, 1987; Aramburu, 1989; Montserrat Recoder, 1992.

5. Ibérico Aragonés

Se incluyen las masas de la zona meridional del Valle del Ebro: continuación de la Cordillera Catalana (Tarragona) al sur del Ebro, que se extiende por el S. Ibérico aragonés y el Maestrazgo Norte (al Norte de Morella), limitando al norte con el desierto de Calanda. Aparecen masas en las comarcas situadas al sur de Andorra, norte de Sant Just, Valle del Guadalupe y Guadalopillo y NE de la sierra de Montenegro. En el oeste de la región aparece otro grupo de masas en el valle del Jiloca, desde Calatayud a Calamocha y otro conjunto de masas dispersas en la sierra de la Virgen y Cariñena. Suelen aparecer en un rango de altitudes comprendido entre 200 y 600 m.

Geológicamente se trata de materiales calizos terciarios y también algunos secundarios en las sierras. Suelos calizos (entre 5-35 por 100 de carbonatos), incluidos en el grupo de los cambisoles o calcisoles calcáricos en los casos más secos. Fuertemente básicos (8.0-8.1). En las zonas más lluviosas, mayor descarbonatación.

La aridez del clima no es tan manifiesta como en la cubeta central del Ebro, aunque sigue tratándose de zonas continentales. En general, es una zona con veranos secos y cálidos e inviernos fríos, con heladas seguras. Hacia el Ebro las temperaturas son mayores y la cuantía de las precipitaciones disminuye, aunque el riesgo de heladas e inversiones térmicas permanece. Las precipitaciones máximas se dan en primavera y otoño, aunque en verano hay un aporte importante debido a las tormentas.

El pino carrasco forma el dosel arbóreo del matorral termófilo de coscoja que aparece en zonas protegidas de inversiones térmicas y heladas prolongadas: solanas, valles que dificultan el estancamiento de masas de aire frío, etc. En la comarca de Daroca existe una banda entre los 400 y 600 m de altitud en los valles fluviales medios (Huerva y otros) que posibilita la existencia de flora termófila.

Las masas más abundantes se encuentran al este de la región, en la zona catalana; son estructuralmente similares a las de la región 3 (Cataluña interior).

BIBLIOGRAFÍA: Montserrat Recoder, 1990; Villar, 1990; Ferrer Plou, 1993.

6. Monegros-Depresión del Ebro

Pinares del valle del Ebro, desde Tudela a Mequinenza. Incluye las masas de las Bardenas Reales, Montes de Zuera, Monegros, y alrededores del embalse de Mequinenza al norte del Ebro, y al sur, en la Sierra de Vizcuerno, desierto de Calanda, Sierra de Arcos, sur de Zaragoza y Llanos de Plasencia. El pino evita la cubeta inferior del valle por las heladas provocadas por inversiones térmicas, y prefiere las sierras, cerros elevados y valles resguardados, que bordean las cubetas, a partir de los 300-350 m.

La litología de la región está formada mayoritariamente por sedimentos terciarios y cuaternarios: margas, arcillas y yesos, que se mezclan en distintos grados de proporción. La

escasa precipitación provoca que no exista descarbonatación de horizontes y que los porcentajes de carbonatos activos sean bastante elevados, hasta del 50 por 100. Además, son materiales ricos en sales, que se acumulan en zonas llanas, dando lugar a suelos salinos de gran extensión. La formación de suelos en este territorio se encuentra muy limitada, al predominar estos materiales blandos, fácilmente erosionables. Los suelos suelen corresponder a cambisoles calcáricos, calcisoles háplicos y regosoles calcáricos. Los suelos más habituales, sin embargo, son menos evolucionados, con amplio predominio de los litosoles.

La climatología induce también condiciones muy estresantes para la vegetación. Los veranos son muy cálidos y sobre todo muy secos, contrastando con los fríos y largos inviernos, con frecuentes heladas que pueden prolongarse durante 7-8 meses. El fenómeno de inversión térmica es habitual la mayor parte del año. La oscilación térmica estacional alcanza en ocasiones los 60° C. La precipitación anual en el centro de la depresión es inferior a 400 mm/año, con un período seco que puede durar hasta 6 meses. En la periferia de la región la precipitación es algo superior, alcanzando entre 400-500 mm/año; sólo en zonas puntuales se superan los 500 mm/año.

La situación general de las masas de la región es bastante mala por el trato histórico que han recibido y por las dificultades ambientales que encuentra su recuperación natural. Las diferencias provocadas por los cambios de altitud, exposición, disponibilidad hídrica, etc., permiten distinguir varios tipos de pinar. En las menores altitudes, contactando con la vegetación esteparia del fondo de valle, se forman masas transicionales mixtas, de pino y sabina albar con otros arbustos habituales de los sabinares albares del Ebro. Al alejarse del fondo del valle aparecen arbustos más termófilos en el sotobosque. Las zonas más orientales de la región presentan características netamente levantinas, que se aprecian en la aparición de plantas como el lentisco o el brezo de Levante.

En la margen derecha del Ebro, desde Zaragoza a Belchite el clima es algo menos seco, y el pinar lleva coscoja en abundancia, además de *Carex humilis*. Sobre yesos los pinares presentan cortejos gipsófilos, destacando *Ononis tridentata* y sabinas albares y moras.

Los mejores pinares se encuentran en la zona noroeste de la región. En las situaciones más maduras, el sotobosque es bastante evolucionado, siendo abundantes las matas bien desarrolladas de coscoja, espinos, enebro de miera, y en las zonas más húmedas un tapiz de gayuba. En las zonas más húmedas de la región, como las umbrías de la sierra de Alcuabierre, encontramos bosques mixtos de encina y pino, que pueden estar salpicados con algunos quejigos, madroños y labiérnago.

BIBLIOGRAFÍA: Font Quer, 1933; Braun-Blanquet & Bolòs, 1957; Bolòs, 1960, 1987; Montserrat Recoder, 1966; Villar, 1990.

7. Alcarria

Comprende un conjunto de pinares situado principalmente a lo largo del Tajo, entre Huertapelayo y Almoquera (embalses de Entrepeñas y Buendía). Otros núcleos menores se encuentran en el valle del Guadiela en Cuenca, el pinar de Romanones en Guadalajara y el pinar de la Encomienda Mayor de Castilla en Madrid, con pinos sueltos que llegan hasta los cerros de Ontígola. Se sitúan a altitudes elevadas por lo general, entre 600 y 1000 m.

Ocupan terrenos principalmente del Mesozoico y sedimentos más modernos asociados a los ríos. La litología está formada principalmente por calizas y dolomías, aunque ocasionalmente aparecen masas sobre margas, margas yesíferas o yesos, como ocurre en el pinar de la Encomienda (Madrid) o en Valdeconcha (Guadalajara). Los suelos pertenecen al grupo de los cambisoles calcáricos, con pH básico (7,5-8,3) y un contenido en carbonatos entre el 7 y el 25 por 100.

La altitud del territorio, así como su posición en el interior de la Meseta, determinan un clima de tipo continental. Las precipitaciones no son elevadas (entre 400-600 mm/año), con un período de sequía estival de 3 meses de duración. Hay meses de helada segura, aunque el número varía según la localidad, exposición, etc.

Estas masas constituyen la máxima penetración de la especie hacia el interior de las mesetas. Algunos autores niegan el carácter espontáneo del pino en la región, y afirman que las masas actuales son consecuencia de la naturalización de la especie a partir de antiguas repoblaciones, si bien en ningún caso se aportan datos que apoyen esta interpretación. La naturalidad de estas masas viene avalada por las estaciones ecológicas que ocupa y por datos históricos.

Respecto a estructura y composición, las masas de carrasco pueden estar dominadas por el pino o llevar encina como acompañante. Los bosques más maduros presentan un estrato arbustivo de coscoja, aunque lo más habitual es un cortejo heliófilo de matorrales colonizadores como espliego, romerina, romero, tomillos, etc. Su localización en la meseta y la continentalidad del clima hacen que los cortejos carezcan de especies mediterráneas costeras, y que sólo aparezcan aquellas capaces de soportar los contrastes térmicos estacionales. En cierta medida recuerdan a los pinares del valle del Ebro, pero carecen de las plantas típicas aragonesas. En Ocentejo (Guadalajara) llega a mezclarse con *Pinus nigra*.

BIBLIOGRAFÍA: Castel, 1883; Caballero, 1948; Izco, 1972, 1984; Costa, 1974; Peinado & Martínez Parras, 1987.

8. La Mancha

Las principales masas están en las comarcas centro-occidentales de Cuenca y Norte de Albacete: valle del Júcar, Sierra de Almenara y Sierra de la Villa. El rango de altitudes donde aparece la especie en esta región oscila entre 500 y 800 m.

La principal diferencia que esta región presenta respecto a las levantinas adyacentes es la mayor continentalización del clima: inviernos más fríos, con medias de enero alrededor de 4° C y heladas seguras; veranos muy secos (período de sequía de 4-5 meses) y cálidos. Precipitaciones totales escasas (400-500 mm).

Los sustratos sobre los que se asientan datan del Cretácico y del Paleógeno; son principalmente areniscas, conglomerados, margas, calizas y dolomías. En ocasiones, el pinar se desarrolla sobre rocas ácidas, concretamente sobre rañas (cantos rodados incluidos en una matriz limoso-arcillosa). Los perfiles muestreados corresponden a suelos básicos (pH > 8-8,1), con contenido en caliza activa del 20-25 por 100, y se encuadran en el grupo de los cambisoles calcáricos.

Los pinares manchegos se encuentran dentro del grupo de los pinares más continentales de la península, lo que se manifiesta por la pérdida de las especies acompañantes más térmicas y de distribución típicamente levantina. En contrapartida aparecen en estos pinares taxones típicos de la meseta, adaptados al ambiente regional. La mayoría del cortejo está formado por especies heliófilas habituales en los matorrales manchegos: coscoja, romero, aliaga, enebro de miera, torvisco, gayuba, sabina mora, jaras, espino negro. Frecuentemente se encuentra en masas mixtas con encinas.

Cuando ocupan sustratos ácidos (rañas), como ocurre en parte de la ribera del Júcar, se mezcla con pino piñonero y entran también otras plantas acidófilas. En las cotas más altas de la distribución aparece *P. pinaster*.

BIBLIOGRAFÍA: Peinado & Martínez Parras, 1987; Herranz, 1990.

9. Maestrazgo-Los Serranos

Se incluyen en esta región las masas no litorales de la provincia de Castellón, de los valles del Turia en su tramo valenciano y del Cabriel, y de las sierras del norte de Valencia: Utiel, Negrete, Mira, etc. Se trata de comarcas de relieve abrupto y complicado, que induce contrastes territoriales muy marcados entre comarcas relativamente próximas. El rango de altitudes en que se sitúan va desde los 400 a los 1.000 m, con máximo en 1.400 m.

P. halepensis se asienta principalmente sobre terrenos secundarios, típicos del Sistema Ibérico: calizas, dolomías y areniscas tanto silíceas como calcáreas. Aparece sobre rode-

nos, principalmente en las sierras de Espadán, Mira y Talayuela. Los suelos mayoritarios son carbonatados, pertenecientes al grupo de los calcisoles háplicos. En ocasiones los horizontes superiores presentan distintos grados de descarbonatación, en función del régimen de precipitaciones y de efectos paleoclimáticos. Los perfiles muestreados en la zona ofrecen pH superficiales entre 7,9 y 8,2, y un porcentaje de carbonatos activos entre el 10 por 100 y el 30 por 100.

Climáticamente puede definirse un gradiente este-oeste, desde situaciones más influenciadas por el Mediterráneo (especialmente a partir del embalse del Generalísimo) a situaciones marcadamente continentales. Los inviernos son fríos, con periodo de helada segura, aunque más suaves hacia el este, donde se suavizan los contrastes térmicos. Las precipitaciones oscilan entre 400 y 650 mm/año, con máximos equinociales y veranos muy secos.

El pino carrasco es más abundante en la parte oriental de la región. Hacia occidente aparece sólo en enclaves favorables, de forma dispersa, mientras que en el este forma grandes y extensas masas continuas. Se le halla en diversas situaciones: en encinares, coscojares o sabinares moros. Lo más frecuente, sin embargo, es que sea la especie arbórea dominante sobre un estrato arbustivo bajo y ralo: salviares, romerales, aulagares, brezal-romerales o jaral brezales. Cuando crece sobre sustratos silíceos (rodenos) las especies constituyentes del matorral cambian y aparecen taxones neutros o acidófilos. El cortejo también varía según la proximidad al mar, altitud, etc. Las zonas más altas y las más secas son más pobres en especies respecto a las zonas más cercanas a la costa, debido fundamentalmente a la desaparición de las especies termófilas.

En la actualidad se observa una rápida colonización de antiguas zonas de cultivo por el pinar, así como procesos de rejuvenecimiento de pinares como consecuencia de la gran extensión y elevado número de incendios forestales que se producen en la región.

BIBLIOGRAFÍA: Mateo, 1983; Peinado & Martínez Parras, 1985; Samo Lumbreiras, 1985; Costa, 1987.



Masa de pino carrasco en Navalón, Valencia (Levante interior). Detalle de ejemplares de buen porte.
(Foto: L. Gil.)

10. Levante interior

Agrupar los pinares de las estribaciones meridionales del Sistema Ibérico valenciano y de las estribaciones orientales de las cordilleras Béticas alicantinas: sierras de Martes, Mala Cara, Dos aguas, Valle del Cabriel desde el embalse de Contreras, sierras de la Cebolla, Boquerón, Palomera, sierra Grossa, de la Solana, Biscoy, Maigmó, dels Plans, Aitana, Serrellóns, Aixortá, etc. No se incluye la zona litoral. Las masas se sitúan principalmente entre las cotas de 400 y 900 m.

Ocupan sustratos secundarios y terciarios (calizas, margas, margocalizas, arenas, calcarenitas, arcillas). En algunas zonas pueden existir fenómenos de karstificación. Los suelos más evolucionados pertenecen al grupo de los calcisoles. El contenido en carbonatos es muy variable, pero en general es bastante alto, entre el 15 y 60 por 100.

Se desarrollan bajo un clima mediterráneo típico, con precipitaciones normalmente superiores a 400 mm/año, aunque se hacen más escasas hacia el sur, llegando a ser inferiores a 350 mm en el Maigmó. Aun así, no llega a ser una región tan árida como las sierras béticas adyacentes. En las sierras, la topografía origina diferencias importantes entre las vertientes que reciben vientos húmedos del mar y las que no. Los veranos son calurosos y secos y los inviernos cálidos, algo más fríos al ascender en altitud.

P. halepensis forma extensas masas en las sierras, mayoritariamente como especie dominante. En algunas ocasiones se mezcla con encina. El pinar suele llevar un estrato arbustivo que recubre casi totalmente el suelo, compuesto por brezos, genisteas, aliagas, enebro, lentisco, jaras y labiadas: tomillos, cantuesos, espliegos. Las situaciones más maduras llevan un cosejor-lentiscar alto y denso, especialmente en umbrias, donde pueden incorporarse madroños, durillos, hiedras y otras lianas.

BIBLIOGRAFÍA: Rigual, 1954, 1984; Mansanet, 1982; Costa, 1987; Torre, 1988; Ballester & Stübing, 1990.

11. Litoral levantino

Región constituida por los pinares de la franja litoral castellanense y valenciana, hasta Altea: sierra de les Santes, desierto de la Palmas, comarca de Sagunto, Játiva, Alcira, la Albufera y la costa y sierra del cabo de la Nao y punta de Denia; desde el nivel del mar hasta 600-800 m de altitud.

El pino carrasco ocupa principalmente terrenos calizos del Cretácico, y sedimentos más modernos. Existe también una representación no desdeñable de pinares sobre rodenos y sobre arenales costeros. Los suelos pertenecen al grupo de los cambisoles, carbonatados o no, según la naturaleza del sustrato que los origina. El pH edáfico varía con el tipo de sustrato o el lavado de los perfiles superficiales.

La influencia marina en el clima es la característica que mejor define esta región. Determina unas temperaturas suaves en invierno (media del mes más frío $>9,5^{\circ}\text{C}$), con veranos cálidos y secos. Las heladas son esporádicas. Las precipitaciones varían entre 450-700 mm/año, aunque existe un importante aporte de agua, producto de la condensación de rocíos y nieblas marinas.

Pueden distinguirse claramente dos tipos de pinares en la región: pinares sobre dunas litorales y pinares interiores. Los primeros forman las llamadas «matas», una formación densa, de talla media (hasta 5 m), que puede ser muy cerrada, constituida por arbustos como olivilla, lentisco, cosejoja, palmitos, brezo, enebro de miera, lianas, etc. En depresiones donde el freático está más próximo a la superficie aparecen plantas como el mirto y espárragos. Este matorral se desarrolla bajo un dosel de pino carrasco no muy alto, de 5 a 10 metros aproximadamente. Esta comunidad ocupa las zonas estabilizadas de la duna, detrás

de las cubiertas pioneras en la instalación. Se ven favorecidos por la humedad de los vientos marinos. Estos pinares son las cubiertas más maduras que llegan a desarrollarse sobre estas arenas.

En el resto del territorio, el pino desempeña diferentes papeles. Puede ser cubierta permanente en gran parte de la región, en zonas de fuertes pendientes, suelos pobres, etc., o puede ser un elemento con carácter secundario, por su capacidad de colonización de terrenos de cultivo o zonas sobrepastoreadas en el pasado. Los pinares jóvenes originados tras los incendios son muy comunes. Es también una especie frecuente en encinares de la zona, con los que forma habitualmente bosques mixtos. Los pinares maduros presentan un estrato arbóreo alto, recubriendo un sotobosque de 2-3 m. Faltan o son más escasos los matorrales más exigentes en humedad presentes en la zona interior septentrional valenciana. Sobre rodenos, el pino carrasco se mezcla con *Pinus pinaster*.

BIBLIOGRAFÍA: Bolòs, 1979; Rigual, 1984; Costa, 1987; Costa & Mansanet, 1980; Costa *et al.*, 1982; Costa *et al.*, 1986; Montero & Quesal, 1990.

12. Pitiusas

Engloba las masas de Ibiza y Formentera. Los pinares se reparten por todo el territorio, desde el litoral hasta las máximas alturas (475 m en Ibiza y 200 m en Formentera). Se trata de una región bastante uniforme tanto climática como geológicamente; Ibiza es algo más variada por su relieve más accidentado.

Los sustratos son en su totalidad materiales sedimentarios de naturaleza calcárea, del Secundario y del Mioceno: calizas, dolomías, margas, arcillas, areniscas, conglomerados. Los suelos que se forman a partir de esta litología pertenecen al grupo de los cambisoles calcáricos. Los fenómenos erosivos son habituales en muchas zonas de las islas. De las características climáticas destaca la acusada aridez de los veranos. Son las islas más secas del archipiélago balear, con un período seco que puede superar los seis meses. Las precipitaciones están alrededor de 400 mm, con máximos en otoño y en invierno. En primavera las precipitaciones son escasas, por lo que la época seca comienza muy pronto; la consecuencia es la vegetación acusadamente xerófila de las islas. Los inviernos son cálidos y prácticamente libres de heladas.

El pino carrasco aparece en las maquias típicas de estas islas. La ocupación humana desde la prehistoria en una zona tan pequeña ha modificado la cubierta vegetal, y las formaciones que hoy aparecen se derivan directa o indirectamente de la acción antrópica. No existen bosques maduros y la composición florística y estructuras originales son totalmente desconocidas. En la actualidad, los pinares y matorrales ocupan los terrenos no aptos para el cultivo.

Los cortejos del pinar pitiusco presentan como diferencia frente al resto de las islas, la abundancia y dominancia de la sabina mora (*Juniperus phoenicea*). En Ibiza también aparece coscoja, ausente en Formentera. Además, forman parte del sotobosque: lentisco, espino negro, *Cneorum tricoccon*, torvisco, enebro de miera, etc., que forman un estrato de hasta dos metros de altura, muy denso y enmarañado. Faltan, o son muy raros, elementos típicos habituales en los pinares mallorquines y menorquines, pero a su vez aparecen plantas iberolevantineas ausentes en estos últimos.

BIBLIOGRAFÍA: Bolòs & Molinier, 1969; Costa *et al.*, 1986; Rivas-Martínez & Costa, 1987; Rivas-Martínez *et al.*, 1992.

13. Sudeste

Incluye el litoral mediterráneo desde Benidorm hasta Almería: Sierra de Crevillente y Abanilla, Carrascoy, Almenara, Almagro y extremo oriental de Filabres. Se trata de las comarcas áridas del Sudeste peninsular, caracterizadas por precipitaciones inferiores a 350 mm y abundancia de suelos esqueléticos por una secular erosión. Algunas zonas de la región

presentan tal aridez que impide incluso la presencia del pino, el cual no aparece en las zonas bajas del territorio y puede estar ligado sólo a sierras o zonas donde la topografía favorezca la acumulación de humedad.

La litología de la región es variable: predominan los materiales carbonatados del Mesozoico y Terciario (margas, calizas, dolomías, molasas, arcillas, yesos), pero aparecen también afloramientos de sustratos silíceos (filitas, pizarras, esquistos y cuarcitas). El clima de la región condiciona la dominancia de suelos de poco a medianamente evolucionados, de gran fragilidad, que presentan fenómenos erosivos a la menor perturbación. Escaso lavado de sales y carbonatos en los sedimentos superiores, por lo que el contenido de caliza activa suele ser siempre alto; en los perfiles muestreados, este valor oscila entre el 40 y 60 por 100.

La climatología, y concretamente los bajos valores de precipitación, es lo que caracteriza esta región. En general, recibe menos de 350 mm anuales; este valor sólo es superior en las zonas más altas de las sierras. El verano es muy seco, con un período de aridez que puede prolongarse durante 5-7 meses, y es seguido de un otoño donde las lluvias, a menudo torrenciales, se concentran en pocos días. Las temperaturas medias señalan que es una región muy térmica, con inviernos cálidos y libres de heladas.

Un rasgo característico de masas de esta región es la presencia en sus cortejos de arbustos y demás plantas endémicas de la zona, lo que les diferencia florísticamente de los pinares del resto de la península: *Ziziphus lotus*, *Withania frutescens*, *Periploca laevigata*, etc. Junto a estas aparecen también las típicas de los bosques de pino carrasco: lentisco, sabina mora, espino negro. Puntualmente, como en la Sierra de Cartagena, el pino carrasco se mezcla con el araar (*Tetraclinis articulata*), en formaciones mixtas que probablemente estuvieron más extendidas en el pasado. Las zonas más húmedas de la región presentan coscojas, palmitos, lentiscos, espárragos trigueros y lianas. En algún pinar alicantino puede aún llegar el brezo de levante *Erica multiflora* y el tojo *Ulex parviflorus*.

El pino carrasco ha sido muy utilizado en esta región en trabajos de reforestación y recuperación de cuencas con distintos grados de éxito, desde excelentes resultados hasta rotundos fracasos debidos a diversos motivos. Entre ellos, se encuentra la inexistencia de suelo y el rigor del estío, pero no debe descartarse el uso de procedencias inadecuadas, no adaptadas a la peculiar aridez de la región.

BIBLIOGRAFÍA: Esteve, 1954; Losa & Rivas Goday, 1968; Rigual, 1984; Costa *et al.*, 1986; Alcaraz Ariza & Peinado, 1987; Alcaraz Ariza & Garre, 1987; Valle & Mota, 1990; Ruiz de la Torre, 1990; García Latorre & García Latorre, 1996b.



Las procedencias del sureste español presentan graves problemas de erosión. (Foto: L. Gil.)

14. Bética septentrional

Esta región agrupa las masas de las serranías béticas septentrionales, al sur de la ciudad de Albacete: Calar del Mundo, Alcaraz, sierras murcianas, este de Jaén, Norte de Granada.

La geología está formada por materiales mesozoicos en las sierras, y sedimentos terciarios rellenando los valles. Se trata mayoritariamente de materiales carbonatados: calizas, margas, dolomías, conglomerados, carníolas. Existen algunos enclaves de pizarra sobre materiales ácidos, principalmente en rañas asociadas a valles fluviales en la provincia de Albacete. Frecuentemente los suelos que ocupan son esqueléticos y poco evolucionados por la aridez del clima, aunque en las zonas en que la precipitación es algo mayor existen suelos más evolucionados. Salvo en el caso de desarrollarse sobre rañas, suelen ser bastante básicos, con pH superficiales entre 7,6-8,5 y un contenido en caliza activa superficial del 15 al 40 por 100 en los perfiles muestreados. Se clasifican en el grupo de los cambisoles calcáricos y calcisoles háplicos.

Climáticamente es una región térmica, con veranos calurosos e inviernos templados, únicamente más frescos en las zonas altas de las montañas. Las heladas se dan únicamente de manera esporádica. Los veranos son secos, aunque pueden producirse tormentas orográficas. La distribución suele ser de máximas invernales, desplazadas al otoño en las comarcas orientales. La cuantía de las precipitaciones es bastante variable, pero en general van desde los 300 a los 550 mm/año.

El pino carrasco ocupa diversos ambientes, encontrándose como colonizador de suelos deforestados o como cubierta permanente en situaciones de alta xericidad. Las formaciones forestales mixtas en las que interviene el carrasco son abundantes: sabinares, enebrales y encinares. Son muy habituales los bosques mixtos de encina y pino producidos por la colonización de los claros de encinar en encinares alterados, al haber menguado la presión de pastores y leñadores. El grado de mezcla en estas situaciones mixtas es muy variable, desde pinos aislados en encinares a pinares con alguna encina, pasando por situaciones de codominancia. Sobre suelos ácidos puede mezclarse también con pino piñonero.

El sotobosque de los pinares es variable, dependiendo de la calidad del sitio y de la densidad del dosel arbóreo. Cuando hay suelo y el bosque es aún cerrado y más o menos denso, se desarrolla un subvuelo alto de árboles y arbustos esclerófilo compuesto principalmente por cornicabras, coscojas, enebros, durillos y, en los sitios más frescos, ruscos, gayubas, torviscos y especies lianoides. Los bosques aclarados, jóvenes, y sobre suelos esqueléticos y pobres tienen cortejos ralos abiertos de pequeña talla formados por matorrales heliófilos (romerales, jarales, tomillares).

Debido a la extensión y variabilidad ambiental de la región se han diferenciado 3 subregiones:

14a. Norte

Agrupa los territorios al norte del río Segura, que la separa de las otras subregiones: sierras de Monte Aragón, Sahúco, de los Búhos, Huerta, Pinilla, Gavilanes, Cegarrón, Salinas, Carehe, de la Pila, etc. En esta zona los pinares de carrasco se encuentran mayoritariamente entre los 600 y 1.200 m

El rasgo que la caracteriza es una aridez algo más acentuada respecto a las otras subregiones, especialmente hacia el este, al aproximarse a las regiones del sudeste árido. Las precipitaciones oscilan entre menos de 300 mm y algo más de 400, aunque puntualmente pueden alcanzarse los 500 mm anuales (en zonas más altas o con exposiciones favorables). Inviernos templados con medias del mes más frío entre 3,5 y 8. Veranos secos y calurosos.

El pino aparece mezclado con encinas y, sobre rañas ácidas, con piñoneros. Los cortejos son asimilables a lo expuesto para la región en general.

14b. Centro

Es la subregión con mayor altitud; en algunas sierras como la Sagra, Revolcadores y Taibilla se superan los 2.000 m. Estas altitudes provocan que la región sea algo menos seca que las comarcas bajas de alrededor, con precipitaciones entre 350 y 500 mm/año, variando también en función de exposiciones locales.

El pinar aparece desde los terrenos basales (400-600 m) hasta más de 1000 m. Por encima de esta altitud puede aparecer mezclado puntualmente con masas de *P. pinaster* o de *P. nigra* (según el sustrato), alcanzando hasta los 1200 m.

14c. Sur

Agrupar los pinares de las sierras murcianas y almerienses interiores: Ricote, Quipar, Ponce, Espuña, La Tercia, del Gigante, la Zarza, María y Orce. Las masas se sitúan entre 600 y 1.200 m. Limita al este con la región 13 (Sudeste). Esta posición la hace también bastante árida, aunque con diferencias inducidas por la altitud y exposición; las precipitaciones anuales varían entre 350 y 550 mm, con máximos equinocciales. Temperaturas suaves en invierno con heladas esporádicas y veranos calurosos y secos.

Estos pinares son similares a las del resto de la región; pinos con coscojas, romerales, tomillares, espartales, con la particularidad de que son más abundantes las especies xerófilas.

BIBLIOGRAFÍA: Losa & Rivas Goday, 1968; Rivas Goday & Rivas-Martínez, 1969; Alcaraz Ariza, 1984; Alcaraz Ariza & Peinado, 1987; Herranz, 1990; Valle & Gómez Mercado, 1990; Herranz *et al.*, 1991; Sánchez Gómez & Alcaraz Ariza, 1993.

15. Bética Meridional

Incluye los pinares de la Sierra de la Pandera, Alta Coloma, Sierra Mágina y valle del Guadiana Menor hasta Jaén y Hoya de Guadix en Granada, así como de los márgenes de la Hoya de Baza, vertiente norte de la Sierra de Baza, Sierra de las Estancias y vertiente norte de la Sierra de los Filabres, y las masas entre Huéscar y el límite con la provincia de Jaén.

Los pinares se asientan sobre materiales predominantemente calcáreos, mesozoicos en las sierras (calizas, margas yesosas, dolomías y algunos mármoles y esquistos en Filabres) y sedimentos terciarios y cuaternarios (margas, arcillas) rellenando las zonas bajas. Los suelos, muy básicos, se incluyen en el grupo de los cambisoles calcáricos, con altos contenidos en carbonatos (hasta 50 por 100) y a veces en yesos.

El factor climático más influyente es la cuantía y distribución de la precipitación. Además de las inducidas por el relieve, orientación, altitud, etc., existen diferencias en sentido este-oeste. Hacia occidente, en Sierra Mágina y en el valle del Guadiana Menor, aún hay cierta influencia de borrascas atlánticas que dejan algunas lluvias. Este fenómeno es más esporádico en las comarcas orientales, más secas y más influidas por los vientos de levante, que dejan lluvias de forma mucho más irregular y sobre todo con un régimen muy diferente, concentrando las precipitaciones en pocos días y en intervalos de tiempo muy cortos. En cuanto a las temperaturas, esta es una región bastante térmica, con temperatura media anual entre 13-15° C e inviernos templados o no muy fríos (medias del mes más frío entre 3 y 7° C).

El pino aparece desde la base de las montañas (alrededor de 600 m) hasta los 1100-1200 m, llegando en Sierra Mágina hasta los 1400 m. Este territorio se reparte entre encinares y pinares, ocupando éstos las zonas más secas y de peores suelos, así como colonizando antiguos territorios de encinar destruidos por el hombre; son frecuentes las situaciones de mezcla de ambos árboles, tanto por ecología como por dinámica. En las cotas altas de las montañas se mezclan pino carrasco y laricio, y más raramente, con *P. pinaster*.

Las descripciones antiguas y los actuales restos de masas espontáneas indican que el carrasco formó pinares extensos y en ocasiones bastante tupidos, especialmente en el oeste de la región. Al este, sin embargo, la mayor aridez favorece estructuras más abiertas, tipo estepa de romeros y tomillos con arbolado disperso. Especies constantes en el sotobosque del pinar son la coscoja, el enebro de miera, romero, salvias, lavandas, aulagas, tomillos, cornicabra, lentisco, jaras, espinos negro, esparto, sabina mora, etc.

BIBLIOGRAFÍA: Cuatrecasas, 1929; Gómez-Mercado & Valle, 1988; Valle & Gómez-Mercado, 1990.



En la procedencia de Cazorla se encuentran pinares de carrasco con buenos portes y crecimientos.
(Foto: S. Martín.)

16. Cazorla

Engloba los pinares de carrasco de la Sierra de Cazorla: valle del Guadalquivir y macizo comprendido en la revuelta del río, del Guadalimar y del Carrizas. El pino ocupa las partes basales de las sierras, entre 500-800 m de media, aunque hay representaciones más altas (hasta 1.200 m).

Se asientan sobre terrenos mesozoicos, fundamentalmente calizas y dolomías. El relieve es abrupto, con fuertes pendientes y en ocasiones fenómenos de karstificación (dolinas, lapiazes...). Los suelos pertenecen al grupo de los calcisoles y luvisoles háplicos. En algunos sitios la presencia de dolomías o el lavado induce que los carbonatos activos estén ausentes o bloqueados.

El rasgo que más diferencia esta región de las circundantes es el constituir un núcleo de altas precipitaciones, originadas por los vientos húmedos atlánticos que penetran por el valle del Guadalquivir y descargan al chocar contra el macizo montañoso. Así, existen unas precipitaciones superiores a 700 mm/año, aunque no por ello deja de existir una sequía esti-

val típica de los climas mediterráneos. Las temperaturas varían de acuerdo con la altitud; la media anual en la base del macizo, zona preferente de los carrascos, es de 15 a 17° C, con inviernos frescos, especialmente en las zonas más altas.

El paisaje de estas sierras está caracterizado por los pinares. Además del carrasco, que ocupa las zonas bajas, hay *P. pinaster* en los sustratos descarbonatados, y *P. nigra* en las cotas más altas. Con ambas especies puede formar puntualmente masas mixtas. El pino carrasco forma buenas masas, las de mejor calidad de la Península. El estrato arbóreo es alto, acompañado de un cortejo formado por coscoja, *Juniperus oxycedrus*, *J. communis*, labiérnago, torvisco, lentisco. En los enclaves con mayores precipitaciones aparecen madroños, quejigo, durillo, boj, rusco, cornicabra y encinas.

BIBLIOGRAFÍA: Fernández Galiano & Heywood, 1960; Heywood, 1961; Martínez-Parras & Peinado, 1987; Gómez Mercado & Valle, 1988, 1990; Pajarón, 1988; Pajarón & Escudero, 1993.

17. Sur

Se incluyen en esta región las masas naturales de *P. halepensis* de las provincias de Málaga y parte de Granada: Serranía de Ronda, Sierras Bermeja, de Tolox, Tejada, Almirajara, sierras litorales, valle del Guadalhorce. Sierra de Lújar, valle del Guadalfeo, Lecrín; masas dispersas por sierras menores y otros valles. El pino carrasco aparece en la base de las montañas, desde las proximidades del mar hasta los 700-800 m en Sierra Almirajara, y subiendo hasta los 1.400 m en algunas solanas de Sierra Nevada.

Se asientan sobre terrenos secundarios del complejo bético, fundamentalmente sobre calizas, dolomías y materiales metamórficos como mármoles o esquistos; en ocasiones, sobre conglomerados y terrenos de aluvión. Los suelos varían dependiendo del sustrato original, ya que sobre calizas dolomíticas el suelo es casi neutro (pH = 7,2-7,3), pero en otras situaciones son bastante básicos (pH = 8,5). Mayoritariamente pertenecen al grupo de los regosoles. A veces aparecen sobre sustratos kakiritizados (fragmentados hasta nivel de grava por la presión de materiales adyacentes), muy disgregables pero de difícil evolución edáfica y con escasa capacidad de retención de agua.

Las condiciones climáticas que soporta son temperaturas suaves en invierno, especialmente en las zonas cercanas al litoral, donde la media del mes más frío es superior a 9,5°C; un poco más fresco hacia el interior y en las zonas más altas de la sierra. Sólo se producen heladas esporádicamente. Los veranos son muy cálidos y con una aridez muy acentuada (hasta 4 ó 5 meses de período seco). Los valores de precipitación oscilan entre 500-650 mm/año, aunque pueden sobrepasar los 1.000 mm en las partes altas de la Serranía de Ronda.

En esta región el pino carrasco ha sido muy usado en reforestaciones, pero las masas que se pueden considerar espontáneas, recogidas en el mapa de Ceballos & Vicioso (1933) son escasas, dispersas y pequeñas, aunque en sitios determinados son localmente abundantes. Se encuentran tanto restos de antiguas masas más extensas, como zonas en las que el carrasco está colonizando matorrales y terrenos de cultivo abandonados.

Cuando los sustratos lo permiten, *P. halepensis* contacta y se mezcla con *P. pinea*, sobre arenas, y con *P. pinaster* en las cotas más altas. También aparece en sabinares de *Juniperus phoenicea*. El estrato arbustivo del pinar es variable: puede ser un matorral bajo y claro (tomillares y espartales), o puede ser más alto y denso, rico en especies termófilas: coscoja, palmito, algarrobo, acebuche, romero, torvisco, mirto, etc.

BIBLIOGRAFÍA: Ceballos & Vicioso, 1933; Laza, 1945; Ruiz de la Torre, 1971; López Guadalupe & Esteve, 1978; Pérez-Sanz *et al.*, 1987; Nieto & Cabezudo, 1988; Nieto *et al.*, 1991.

Pinares en la Sierra de Almijara, incluidos en la región de procedencia 17 (Sur).
(Foto: S. Martín.)



18. Mallorca y Menorca

En esta región se incluyen los pinares de las islas mayores de Baleares, Mallorca (incluyendo Cabrera) y Menorca. Biogeográficamente se distingue de las Pitiusas por la menor influencia levantino-ibérica y la mayor presencia de elementos florísticos tirrénicos. Por su situación más septentrional que Ibiza y Formentera, son menos cálidas y más lluviosas. Dado el aislamiento geográfico que impone la condición insular, se han diferenciado dos subregiones:

18a. Mallorca y Cabrera

Incluye los pinares de la isla de Mallorca y los de la isla de Cabrera. Mallorca es la isla más grande y variada del archipiélago balear. Los pinos crecen entre los 0 y 700 m de altitud, puntualmente los hay más altos en la sierra. Cabrera posee una reducida extensión, a pesar de lo cual el pinar es un elemento característico de su paisaje vegetal.

Geológicamente pueden diferenciarse dos grandes zonas en Mallorca: al norte, la Sierra, constituida por materiales calizos del Mesozoico, principalmente calizas, margas y dolomías. La llanura centro-meridional es predominante sedimentaria, con arcillas y conglomerados mioceno-cuaternarios: arcillas, conglomerados. En la isla de Cabrera el pinar se asienta sobre calcoarenitas y sustratos margo-calcáreos. También existen pinares sobre arenas costeras e interiores. Los suelos, excepto los arenosos, se incluyen en el grupo de los cambisoles calcáricos.

Las condiciones climáticas son variables. La precipitación depende de la altitud, con máximas en otoño e invierno. En las comarcas del sur de Mallorca y en Cabrera, la aridez aumenta considerablemente. Las máximas en otoño e invierno determinan que los períodos secos sean tempranos y largos. Los inviernos son templados, algo más fríos que en Ibiza y Formentera, especialmente en el norte de Mallorca.

El pino está presente en numerosos tipos de cubiertas vegetales y en diversas condiciones ambientales. En las dunas se mezcla con sabina mora, fijando las arenas, acompañados de arbustos esclerófilos. En terrenos interiores forma bosques de densidad variable, según la situación, con maquías de lentisco en el sotobosque, acebuches, algarrobos, palmito, etc. Los pinares más húmedos llevan madroño, encina y algunas lianas. Los matorrales heliófilos de labiadas y cistáceas llevan pinos dispersos, que tienden a reconvertir estas comunidades en bosques. Es un acompañante habitual de todos los encinares de la isla.

Los pinares de la zona sur de Mallorca y Cabrera representan la comunidad forestal más madura que se desarrolla. Llegan a tener altas densidades y cortejos de lentisco y brezo. En el sur de Mallorca aún persisten grandes extensiones de pinar relativamente bien conservados, aunque con subvuelos muy alterados por pastoreo y rozas periódicas de matorral.

18b. Menorca

Caracteriza a la isla de Menorca la acusada aridez, a pesar de su posición septentrional y de un ombroclima húmedo. Esto es debido a la escasa precipitación primaveral, que provoca sequía ya en Junio y unos veranos muy secos y áridos; también influye la constancia de los vientos del norte, que soplan durante la mitad del año ejerciendo una importante acción desecante. Como consecuencia de estos factores, la vegetación es más xerófila de lo que cabría esperar dadas las precipitaciones que se registran. Localmente se dan fenómenos kársticos que acentúan aún más estas características. Las temperaturas son altas en verano, con inviernos suaves.

Geológicamente destacan los sustratos ácidos que aparecen en el norte de la isla (esquistos, pizarras y arenas silíceas), siendo casi el único caso en Baleares. Esto origina la presencia de una flora exclusiva de la isla, aportando mucho a la personalidad diferencial de esta isla frente a las otras como p. ej. *Erica scoparia*, *Genista linifolia*, *Myrtus communis*.

La alteración del bosque ha hecho que hoy los pinares sean poco densos con un subvuelo bajo y heliófilo de brollas de romero y brezo, pobres florísticamente frente a las mallorquinas.

BIBLIOGRAFÍA: Bolòs & Molinier, 1958, 1969; Bolòs *et al.*, 1970, 1976; Costa *et al.*, 1986; Rivas-Martínez & Costa, 1987; Rivas-Martínez *et al.*, 1992; Royo Moraga, 1994; Gil *et al.*, en prensa.

4. USO DE LAS REGIONES DE PROCEDENCIA

La capacidad del pino carrasco para sobrevivir en terrenos muy pobres y su gran resistencia a la sequía son características que hacen de esta especie una elección adecuada para los trabajos de reforestación que se realicen en nuestro país, especialmente cuando se necesite crear rápidamente una cubierta protectora capaz de generar altura y diferenciar estratos, en situaciones demasiado secas para otras especies.

En las plantaciones que se están llevando a cabo actualmente al amparo del programa de forestación de tierras agrícolas, el pino carrasco es la conífera más utilizada, y la especie más usada después de la encina y el alcornoque (Tabla X). Esto, a pesar de que en el Real Decreto que regula estas actuaciones se le considera como una especie productora, error que supone menos ayudas que para las consideradas protectoras (frondosas, abetos, y algunos arbustos). Sin embargo, en las regiones más áridas donde es difícil introducir con éxito otras especies, las plantaciones de pino carrasco tienen un carácter eminentemente protector, ya que no puede esperarse de ellas ninguna productividad.

El interés que posee la especie la ha hecho objeto, en los últimos años, de diversos programas para el estudio de su variabilidad, entre los que destaca el establecimiento de ensayos de procedencias; estas plantaciones son necesarias para fijar con precisión los patrones de variación del pino carrasco. Sin embargo, la obtención de resultados requieren plazos largos, todavía no cumplidos en las plantaciones españolas. En su ausencia, sólo cabe reflexionar sobre la variación ecológica detectada y sus implicaciones en la elección de la fuente de semilla, cuyo reflejo es la presente división en regiones de procedencia.

TABLA X
Superficies repobladas (ha) en algunas Comunidades Autónomas
durante 1993 y 1994.

	Frondosas	Coníferas	<i>Q. ilex</i>	<i>Q. suber</i>	<i>Pinus halepensis</i>	Total repobl.
Andalucía	40.667,31	7.072,69	20.971,73	10.231,28	5.157,42	47.740,00
Aragón	2.765,58	2.747,91	1.989,83	0,00	2.094,57	5.513,49
Asturias	2.017,86	569,14	0,00	0,00	0,00	2.587,00
Cantabria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Castilla-La Mancha	2.001,00	5.030,00	1.152,00	145,00	3.331,00	7.031,00
Extremadura	38.524,89	1.069,03	23.366,38	14.009,34	0,00	39.593,92
Madrid	1.311,50	953,18	970,50	134,09	655,05	2.264,68
Murcia	1.227,01	293,35	195,76	0,00	290,05	1.520,36
La Rioja	486,33	291,67	238,07	0,00	214,31	778,00
Comunidad Valenciana	4.716,00	1.291,00	2.974,00	0,00	1.291,00	6.007,00
TOTAL	93.717,48	19.317,97	51.858,27	24.519,71	13.033,40	113.035,45

Datos no disponibles para Baleares, Canarias, Castilla y León, Cataluña, Galicia, Navarra y País Vasco (Santos, 1995).

MATERIAL A UTILIZAR

Para facilitar una máxima correlación entre la fuente de semilla y los lugares de plantación, se ha efectuado una parcelación prolija del área ibérica de distribución de *Pinus halepensis*. Pero la fragmentación resultante no ha sido caprichosa, sino debida a la diversidad de las condiciones en que habita, como se deduce de su presencia en muy diferentes ambientes. Con ello, se ha pretendido asegurar el éxito futuro de las plantaciones al utilizar fuentes de semilla identificadas.

La identificación de la fuente de semilla con pinares espontáneos, o con repoblaciones antiguas y plenamente integradas, constituye una garantía de éxito. Son numerosas las repoblaciones realizadas en las que se desconoce el origen del material utilizado. En el caso de repoblaciones recientes, se ignora su adaptación a las oscilaciones del clima, pues en las últimas décadas los inviernos han sido poco rigurosos. La pertenencia de un pinar al Catálogo de Montes de Utilidad Pública, por el contrario, constituye una referencia que avala la adaptación de la fuente de semilla a la región a la que pertenece.

La variabilidad del lote de semillas constituye otra premisa a conocer. Piñas y piñones pueden proceder de árboles no idóneos (pinos de mal porte y muy ramificados, que forman grandes copas productoras de abundantes cosechas de fácil recogida). Esta situación puede generar selecciones negativas cuando el material se consigue a destajo; grandes cantidades de piña pueden proceder de sólo unos pocos individuos. Sus efectos son aún peores cuando la cantidad de piña recolectada no es importante. Al proceder la semilla de pocos árboles, puede dar lugar a plantaciones con elevada endogamia, en la que todos los árboles están emparentados. La semilla podrá ser ofertada a un precio económico, pero a costa de reducir la variabilidad y la calidad.

Actualmente se trabaja en la selección y caracterización de rodales selectos. En general, son tramos elegidos dentro de los mejores pinares del conjunto de la procedencia por su vigor, aspecto fenotípico y facilidad de recolección de la semilla. En un futuro deberán constituir la principal fuente de semilla.

Por otra parte, la Red de Huertos Semilleros de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, cuenta con dos huertos clonales de pino carrasco, uno en el Centro Nacio-

nal de Mejora Genética Forestal de Alaquás (Valencia), y otro en «El Serranillo» (Guadalajara). Ambos huertos se iniciaron a mediados de los años 80, estando el primero en plena producción. Son plantaciones de clones seleccionados por su valor fenotípico y en los que se ha pretendido maximizar la variabilidad, por la inexistencia de parentesco. Ambos son huertos en los que se han incorporado individuos de tres procedencias contiguas, pretendiendo producir variedades sintéticas de amplio uso: Litoral levantino, Levante interior y Maestrazgo-Los Serranos en el huerto de Alaquás, y Alcarria, Ibérico aragonés y Maestrazgo-Los Serranos en «El Serranillo». Otras autonomías como la Comunidad Valenciana o la Diputación General de Aragón poseen programas específicos dedicados al pino carrasco. La semilla de los huertos semilleros tiene un uso más restringido; no territorialmente, pues está destinada a ser empleada dentro del ámbito de su extensa área geográfica, sino por la bondad del terreno. Para que la calidad genética que se les supone a las semillas de dichos huertos se pueda expresar, se debe emplear en terrenos con cierta profundidad y fertilidad y a las densidades adecuadas.



Injerto de púa para la instalación del huerto semillero de Alaquás, Valencia.
(Foto: L. Gil.)

ELECCIÓN DE PROCEDENCIAS

La ya señalada ausencia de resultados en las plantaciones peninsulares es un factor que limita la generalización de los obtenidos fuera de España. Se dispone de información del comportamiento de 8 orígenes de 5 de las regiones de procedencia, diez años después de la plantación, en cinco parcelas comparativas con *P. brutia* y *P. eldarica*, establecidas en Italia (Eccher *et al.*, 1987). Los orígenes españoles presentan unos comportamientos medios-bajos frente a los obtenidos por las procedencias orientales de *P. halepensis* y *P. brutia*. La representación de orígenes en los ensayos es muy desigual; además, están situados en estaciones con pluviometrías superiores a los 650 mm anuales, y parece existir una interacción procedencia x sitio, todo lo cual impide efectuar recomendaciones concretas. Como conclusión, los autores confirman la utilidad de una elección cuidadosa de las procedencias, en las que se tenga en cuenta a la vez su ecología y las características del lugar de plantación. Por ejemplo, en una de las plantaciones situada en las proximidades de Roma, que reúne 25 procedencias de *P. halepensis* y 4 de *P. brutia*, Sierra María obtiene el peor resultado, con 4,61 m de altura, mientras que el mejor es una procedencia griega con 8,17 m; la primera de las españolas es Tarrasa con 6,01 m (un 30 por 100 más que María, pero un 36 por 100 menor que la primera), situándose en el duodécimo lugar.

En otro ensayo comparativo de las mismas especies y un menor número de procedencias, establecido en Nuevo México, a 1.158 m de altitud, con precipitaciones entre 200 y 250 mm y pH= 7,8, el mejor comportamiento lo proporciona, con marcadas diferencias, *P. eldarica* (100 por 100 de supervivencia y alturas entre 5,6 y 6,1 m, según procedencias).

Pero en el pino carrasco, dos (Cehegín y María) de los tres orígenes españoles presentes son los que tienen mejores supervivencias al quinto año: 98 por 100 y 94 por 100, la tercera es una tunecina con el 82 por 100; en cuanto a los crecimientos, las diferencias son menos marcadas: 3,3 m de María, 3,7 m de Cehegín y Guadalmedina, frente a 4,0 m de la mejor (Fischer *et al.*, 1986).

Por el contrario, un ensayo en el sur de Francia con 12 poblaciones de *P. halepensis*, 4 de ellas españolas, y 12 de *P. brutia*, muestra a los 10 años que tres de ellas son las que poseen los mejores crecimientos, a la par que se pueden caracterizar como resistentes al frío y a la sequía (Bariteau, 1992). Las poblaciones de Soportújar y Serra fueron descritas en los ensayos de Italia (Eccher *et al.*, 1987) como sensibles a la sequía; en cambio en el ensayo francés son las que mejor responden a este factor. La de Cehegín resulta ser la de mejor crecimiento, poco sensible al frío y a la sequía (Bariteau, 1992).

Todos estos resultados permiten entender la existencia de interacciones entre las procedencias y el sitio de instalación, lo que dificulta el establecimiento de generalizaciones de acuerdo a estos resultados, en particular por la dificultad de homologar algunos de los lugares de ensayo con zonas potenciales del pino carrasco en España.

La utilización de semilla local, caso de existir, y procedente de un elevado número de árboles, es lo más recomendable, dado el ya comentado carácter protector del pino carrasco y si éste es el fin perseguido. Tal medida aúna la garantía de una adaptación aceptable y es una medida de conservación de las razas y variedades locales. Si existe una procedencia indígena de buenas características se debe evitar el uso de otras fuentes de semilla, pues de introducirse terminarían por cruzarse, con consecuencias irreversibles desde el punto de vista genético.



Vista del huerto semillero de *Pinus halepensis* en Alaquás (Valencia), a los 7 años del comienzo de su instalación.
(Foto: L. Gil.)

El uso del origen local se debe respetar, en particular en aquellas regiones en las que la especie está representada por poblaciones de pequeño tamaño, aisladas unas de otras o que presentan rasgos singulares de adaptación. Es el caso de los pinares que viven en ambientes límites para la especie, como condiciones de continentalidad o de prolongada aridez, y que caracteriza a las regiones de procedencia 4 (Bárdenas-Ribagorza), 6 (Monegros-Depresión del Ebro), 7 (Alcarria) y 13 (Sudeste). Son regiones que muestran una distribución dispersa y son poseedoras de adaptaciones a estas situaciones extremas. En ellas es posible encontrar montes del Catálogo de U.P. en los que puede asumirse una identidad genética aceptable, al no existir en su entorno introducciones desconocidas.

Si se busca la consecución de masas productoras, la fuente deben ser rodales de alta calidad y clima similar entre la zona a repoblar y la región de procedencia. Comentada ya

la plasticidad de la especie, el factor climático que más debe influir en la elección de la procedencia es su carácter térmico; de manera que debe evitarse la introducción de semilla de masas litorales en cualquier región continental, máxime cuando se disponen de procedencias en las que la adaptación al frío está contrastada.

Con el fin de facilitar la elección de semilla, en la tabla XI se indican las procedencias recomendadas para cada territorio, en caso de no poder utilizar la local. Cuando se indica una región, siempre debe entenderse que el traslado es posible entre zonas geográficamente próximas y ambientalmente similares. En dicha tabla se observa claramente cómo existen procedencias de amplio uso, que pueden resultar adecuadas para varias regiones además de la local, mientras que otras, por el contrario, tienen una utilización más restringida. Los resultados de los ensayos de procedencia y de los estudios genéticos determinarán más claramente en qué categoría se sitúa cada una de las regiones, permitiendo marcar unas pautas más precisas sobre el uso de la variabilidad geográfica en los trabajos forestales.

Como final, cabe concluir remarcando la importancia de la elección de la semilla, algo claramente reconocido en el mundo agronómico incluso por el profano, pues sus efectos se observan en el mismo año, tienen una inmediata equivalencia económica y son sencillos de comparar. La experiencia del técnico en la decisión es reconocida desde antiguo, pues como señala Paladio (I, VI):

«Bene eligi serenda non possunt, nisi hoc officium prius electus assimat».

(No pueden seleccionarse bien las semillas, si no se ha seleccionado previamente al que haga esta labor).

TABLA XI

Recomendaciones sobre movimientos interregionales de semilla en territorios próximos a las fronteras.

Región de implantación	Procedencias recomendadas
1. Alta Cataluña	-
2. Cataluña litoral	3, 5
3. Cataluña interior	5
4. Bardenas-Ribagorza	3, 6
5. Ibérico Aragonés	3, 6
6. Monegros-Depresión del Ebro	-
7. Alcarria	8
8. La Mancha	7
9. Maestrazgo-Los Serranos	10
10. Levante interior	9, 14a,
11. Litoral levantino	9, 10
12. Pitiusas	-
13. Sudeste	-
14a. Bética Septentrional Norte	14b, 14c
14b. Bética Septentrional Centro	14a, 14c, 15
14c. Bética Septentrional Sur	14a, 14b, 15
15. Bética Meridional	14b, 14c
16. Cazorla	14b, 15
17. Sur	-
18a. Mallorca y Cabrera	-
18b. Menorca	-

(-) indica únicamente origen local.

- Abelló, M.A. (1988). *Historia y evolución de las repoblaciones forestales en España*. Colección Tesis Doctorales, nº 126/88. Editorial de la Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 749 pp.
- Acherar, M.; Lepart, J. & Debussche, M. (1984). La colonisation des friches par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Miller) en Languedoc méditerranéen. *Acta Oecologica (Oecol. Plant)*, 5 (19-2): 179-189.
- Agostini, R. & Sanfilippo, E. (1970). Ricerche storiche, fitosociologiche e dendrometriche sulla pineta naturale di Pino d'Aleppo a Porto Pino (Sardegna Sud-Occidentale). *Ann. Acc. Ist. Sc. For.* XIX: 177-208.
- Agúndez, D.; Martín, S.; Miguel, J. de; Galera, R.M.; Jiménez, M.P. & Díaz-Fernández, P.M. (1995). *Las regiones de procedencia de Fagus sylvatica L. en España*. ICONA. Madrid, 51 pp. + mapas.
- Alcaraz Ariza, F.J. (1984). *Flora y vegetación del NE de Murcia*. Universidad de Murcia. Murcia, 406 pp.
- Alcaraz Ariza, F.J. & Garre, M. (1987). Vegetación de las montañas del sector Murciano. *Lazarro*, 7: 473-485.
- Alcaraz Ariza, F.J. & Peinado, M. (1987). El Sudeste Ibérico semiárido. En: Peinado Lorca, M. & Rivas-Martínez, S. (ed.). *La vegetación de España*. Serv. Publ. Univ. Alcalá de Henares. Madrid, 544 pp.
- Alexandrian, D. & Rigolot, E. (1992). Sensibilité du pin d'Alep à l'incendie. *Forêt méditerranéenne*, XIII (3): 185-198.
- Allué Andrade, J.L. (1990). *Atlas Fitoclimático de España*. I.N.I.A. Madrid, 223 pp.
- Aimendros Toledo, J.M. (1989). *Ordenanzas municipales de la Ribera del Júcar. Villa de Ves (1589) y Jorquera (1721)*. Instituto de Estudios Albacetenses de la Excm. Diputación de Albacete- CSIC-Confederación Española de Centros de Estudios Locales. Albacete, 150 pp.
- Alonso García, J. (1996). *Desciframiento de la lengua ibérico-tartésica*. Fundación Tartessos. Barcelona, 410 pp.
- André, J. (1962). *Plinie l'Ancien. Histoire naturelle. Livre XVI*. Les Belles Lettres. Paris, 198 pp.
- André, J. (1964). La résine et la poix dans l'antiquité technique et terminologie. *Antiquité Classique*, 33: 86-97.
- Anónimo (1891). Repoblaciones en la Cuenca del Segura. Proyecto de repoblación en la cuenca alta del río España. *Revista de Montes*, Tomo XV; 329-334.
- Aramburu, A. (coord.) (1989). *Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Gobierno Vasco. Vitoria, 361 pp.
- Aranda y Antón, G. (1990). *Los bosques flotantes. Historia de un roble del siglo XVIII*. ICONA. Madrid, 231 pp.
- Asso, I. de; (1798). *Historia de la Economía política de Aragón*. (edición de 1983). Guara Editorial. Zaragoza, 487 pp.
- Ayyad, S.M.; Moore, P.D. & Zahran, M.A. (1992). Modern pollen rain studies of the Nile Delta, Egypt. *New Phytol.*, 121: 663-675.
- Badal, E. (1991). La vegetación durante el Paleolítico Superior en el País Valenciano y Andalucía. Resultados antracológicos. En: *Arqueología medioambiental a través de los macrorrestos vegetales*. Asociación Cultura Viva (C.S.I.C.). Aula de Ecología del Ayuntamiento de Madrid. Madrid.
- Badal, E. (1995). La vegetación carbonizada. Resultados antracológicos del País Valenciano: 217-226. En: *El Cuaternario del País Valenciano*. Asociación española para el estudio del Cuaternario. Departamento de Geografía de la Universitat de València. Valencia, 262 pp.
- Badal, E. & Roiron, P. (1995). La prehistoria de la vegetación en la Península Ibérica. *Saguntum*, 28: 29-48. Homenaje al Profesor Dr. Miquel Tarradell i Mateu. Universitat de València.

- Badal, E.; Bernabeu, J. & Vernet, J.L. (1994). Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7.000-4000 BP) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Veget. Hist. Archaeobot.*, 3: 155-166.
- Ballester, G. & Stübing, G. (1990). *La Sierra del Carrascal de Alcoy. Flora y Vegetación*. Col. Cuadernos de la Naturaleza. 1. Caja de Ahorros Provincial de Alicante. Fondo Editorial. Alicante, 92 pp.
- Barbero, M. & Quézel, P. (1976). Les groupements forestiers de Grèce Centro-Méridionale. *Ecologia mediterranea*, 7: 1-86.
- Barbero, M.; Chalabi, N.; Nahal, I. & Quézel, P. (1976). Les formations à conifères méditerranéennes en Syrie littorale. *Ecologia mediterranea*, 2: 87-99.
- Bariteau, M. (1992). Variabilité géographique et adaptation aux contraintes du milieu méditerranéen des pins de la section *halepensis*: résultats (provisoires) d'un essai en plantations comparatives en France. *Ann. Sci. For.*, 49: 261-276.
- Barner, H. (1975). Identification of sources for procurement of forest reproductive materials. *Report of F.A.O.-DANIDA training course of forest seed collection and handling*. Vol. 2. F.A.O.-Roma.
- Bauer, E. (1980). *Los montes de España en la historia*. Ministerio de Agricultura. Madrid, 610 pp.
- Bauer, E. (1990). Memoria histórica de la legislación de los montes en España hasta finales del siglo XIX. *Ecología*, Fuera de Serie n° 1: 95-111.
- Bejarano, A. & Molina, A.L. (1989). *Las ordenanzas municipales de Chinchilla en el siglo XV*. Academia Alfonso X El Sabio-Universidad de Murcia. Murcia, 265 pp.
- Bellot, F. (1978). *El tapiz vegetal de la Península Ibérica*. H. Blume Ediciones. Madrid, 423 pp.
- Beltrán, A. (1944). Las minas romanas de la región de Cartagena según los datos de la Colección de su Museo. *Memorias de los Museos Arqueológicos Provinciales*, 5: 201-209.
- Berger, A. & Tricot, C. (1986). Global climatic changes and astronomical theory of palaeoclimates: 111-129. En: Cazenave, A. (ed.). *Earth Rotation: Solved and Unsolved Problems*. D. Reidel Publishing Company.
- Bernabéu, J. & Badal, E. (1990). Imagen de la vegetación y utilización económica del bosque en los asentamientos neolíticos de Jovades y Niuét (Alicante). *Bull. Soc. bot. Fr.*, 139, *Actual. bot.* (2/3/4): 697-714.
- Bernabéu, J. & Badal, E. (1992). A view of vegetation and economic exploitation of the forest in the Late Neolithic sites of Les Jovades and Niuét (Alicante, Spain). *Archivo de Prehistoria levantina*, 20: 143-166. Homenaje a D. Enrique Pla. Diputación de Valencia.
- Blázquez, J.M. (1970). Fuentes literarias griegas y romanas referentes a las explotaciones mineras de la Hispania romana: 117-150. *I Coloquio Internacional sobre Historia de la Minería*. Cátedra de San Isidoro, León.
- Bolòs, O. de (1960). La transición entre la Depresión del Ebro y los Pirineos en el aspecto geobotánico. *Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 18: 99-254.
- Bolòs, O. de (1962). *El paisaje vegetal barcelonés*. Facultad de Filosofía y Letras, Cátedra Ciudad de Barcelona. Barcelona.
- Bolòs, O. de (1979). De vegetatione valentina. III. *Bull. Inst. Catalana Hist. Nat. Sec. Bot.*, 44: 65-76.
- Bolòs, O. de (1983). *La vegetació del Montseny*. Barcelona.
- Bolòs, O. de (1987). Cataluña y la Depresión del Ebro. En: Peinado Lorca, M. & Rivas-Martínez, S. (ed.). *La vegetación de España*. Serv. Publ. Univ. Alcalá de Henares. Madrid, 544 pp.
- Bolòs, A. de & Bolòs, O. de (1950). *Vegetación de las comarcas barcelonesas*. Barcelona.
- Bolòs, O. de & Molinier, R. (1958). Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. *Collect. Bot.*, V (III): 699-865.
- Bolòs, O. de & Molinier, R. (1969). Vue d'ensemble de la végétation des îles Baléares. *Vegetation*, XVII: 251-270.

- Bolòs, O.; Molinier, R. & Montserrat, P. (1970). Observations phytosociologiques dans l'île de Minorque. *Acta Geobot. Barcinon.*, 5: 5-150.d
- Bolòs, O. de; Bonner, A.; Orell, J.; Perdigó, M.T.; Camarasa, J.M.; Cardona, M.A.; Masalles, R.M.; Terrades, J.; Velasco, E. & Vigo, J. (1976). Impresions sobre la vegetació de l'illa de Cabrera. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 7: 105-137.
- Bottema, S. & Barkoudah, Y. (1979). Modern pollen precipitation in Syria and Lebanon and its relation to vegetation. *Pollen et Spores*, 21 (4): 427-480.
- Braun-Blanquet, J. & Bolòs, O. de (1957). *Las comunidades vegetales de la Depresión del Ebro y su dinamismo*. (edición en castellano de 1987). Delegación de Medio Ambiente, Ayuntamiento de Zaragoza. Zaragoza, 278 pp.
- Burjachs, F. (1990). Evolució de la vegetació i paleoclimatologia des fa mes de 85.000 anys a la regió d'Olot. Anàlisi polínica del Pla de l'Estany (Sant Joan les Fonts, la Garrotxa). *Vitrina*, 5: 39-46.
- Burjachs, F. & Ros, M.T. (1991). Paleoambient de l'època neolítica en el N.E. de la Península Ibèrica. *Actas IX Coloquio Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà* (en prensa).
- Burjachs, F.; Pérez-Obiol, R.; Roure, J.M. & Julià, R. (1994). Dinàmica de la vegetació durant el Holocè en la isla de Mallorca. *Trabajos de palinología básica y aplicada. X Simposio de Palinología (A.P.L.E.)*. Universitat de València. València: 199-210.
- Caballero, A. (1948). Apuntes para una flòrula de la Serranía de Cuenca. *Anales Jard. Bot. Madrid*, &(2): 503-547.
- Cacho, C.; Fumanal, M.P.; López, P. & López, N. (1983). Contribution du Tossal de la Roca à la chronostratigraphie du Paléolithique supérieur final dans la région de Valence. *Rivista di scienze preistoriche*, 38 (1-2): 69-90.
- Calamassi, R. (1986). Caractérisation de quelques provenances de *Pinus halepensis* Mill. sur la base de la structure anatomique et morphologique des aiguilles. *Ann. Sci. For.*, 43 (3): 281-298.
- Calamassi, R.; Falusi, M. & Tocci, A. (1984). Effets de la température de germination et de la stratification sur la germination des semences de *Pinus halepensis* Mill. *Silvae Genetica*, 33(4-5): 133-139.
- Cardona, M.A. (1980). Funcionalisme i ecologia d'algunes comunitats vegetals barcelonines. *Arx. Secc. Ciènc. I.E.C.*, LIX. Barcelona.
- Carmona, P. (1995). Niveles morfogénicos cuaternarios en los sistemas fluviales de la depresión valenciana: 97-104. En: *El Cuaternario del País Valenciano*. Asociación española para el estudio del Cuaternario. Departament de Geografia de la Universitat de València. València, 262 pp.
- Carmona, P.; Dupré, M. & Belluomini, G. (1994). Coastal changes in the gulf of Valencia (Spain) during the subatlantic period. *Quaternaire*, 5 (2): 49-57.
- Carrión, J.S. (1991). Desarrollo de vegetaciones mediterráneas durante el Pleistoceno Superior en el Sureste ibérico. Nuevos datos polínicos. *Anales de Biología Vegetal*, 6: 109-131.
- Carrión, J.S. (1992a). A palaeoecological study in the western Mediterranean area. The Upper Pleistocene pollen record from Cova Beneito (Alicante, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 92: 1-14.
- Carrión, J.S. (1992b). Late Quaternary pollen sequence from Carhuela Cave, southeastern Spain. *Review of Palaeobotany and Palinology*, 71: 37-77.
- Castel, C. (1883). Montes en la provincia de Guadalajara. *Revista de Montes*, 7 (151-155): 194-196; 216-225; 285-293; 301-307.
- Catalán, G. (dir) (1991a). *Regiones de procedencia de Pinus sylvestris L. y Pinus nigra Arn. subsp. salzmannii (Dunal) Franco en España*. ICONA. Madrid, 31 pp + mapas.
- Catalán, G. (1991b). *Semillas de árboles y arbustos forestales*. ICONA, Colección Técnica. Madrid, 392 pp.
- Catalán, G. (1993). Importancia de la semilla en la repoblación forestal en terrenos agrícolas. *Montes*, 33:77-83.

- Cattani, L. (1994). Estudio polínico sobre resinas fósiles de la edad paleolítica: 175-187. *Trabajos de palinología básica y aplicada, X Simposio de Palinología (A.P.L.E.)*. Universitat de Valencia. Valencia.
- Cavanilles, A.J. (1795-1797). *Observaciones sobre la Historia Natural del Reyno de Valencia*. Imprenta Real, Madrid. (2 tomos).
- Ceballos, L. (dir.) (1966). *Mapa Forestal de España*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Ceballos, L. & Vicioso, C. (1933). *Estudio sobre la Vegetación y la Flora Forestal de la provincia de Málaga*. I.F.I.E. Madrid, 285 pp.
- Cebrián, A. & Cano, J. (1992). *Relaciones topográficas de los pueblos del Reino de Murcia*. Universidad de Murcia. Murcia, 396 pp.
- Climent, J.M.; Gil, L. & Tuero, M. de (1996). *Las regiones de procedencia de Pinus canariensis Chr.Sm. ex DC.* ICONA. Madrid, 49 pp. + mapas.
- Codornú, R. (1898a). La Sierra de Espuña y su repoblación forestal. El pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.). V. *Revista de Montes*, Tomo XXII: 29-33.
- Codornú, R. (1898b). La Sierra de Espuña y su repoblación forestal. Encinas, quejigos, pinsapos y olmos. *Revista de Montes*, Tomo XXII: 233-236.
- Conkle, M.T.; Schiller, G. & Grunwald, C. (1988). Electrophoretic analysis of diversity and phylogeny of *Pinus brutia* and closely related taxa. *Systematic Botany*, 13 (3): 411-424.
- Costa, M. (1974). Estudio fitosociológico de los matorrales de la provincia de Madrid. *Anal. Inst. Bot. Cavailles*, 31(1): 225-315.
- Costa, M. (1987). El país valenciano. En: Peinado Lorca, M. & Rivas-Martínez, S. (ed.). *La vegetación de España*. Serv. Publ. Univ. Alcalá de Henares. Madrid, 544 pp.
- Costa, M. & Mansanet, J. (1980). Los ecosistemas dunares levantinos: La dehesa de la Albufera de Valencia. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 37(2): 277-299.
- Costa, M.; Peris, J.B. & Figuerola, R. (1982). Sobre los carrascales termomediterráneos valencianos. *Lazaroa*, 4: 37-52.
- Costa, M.; Peris, J.B. & Stubing, G. (1986). *Ecosistemas vegetales del litoral mediterráneo español*. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente. MOPU. Madrid, 270 pp.
- Cuatrecasas, J. (1929). Estudio de la flora y vegetación del Macizo de Mágina. *Trab. del Museo de Ciencias Naturales*, volumen XII. Barcelona.
- Cubero, C. (1994). Los recursos vegetales y su aprovechamiento en Hispania según los textos clásicos. *Pyrenae*, 25: 117-121.
- Díaz-Fernández, P.M. (1994). Relations between modern pollen rain and mediterranean vegetation in Sierra Madrona (Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 82: 113-125.
- Díaz-Fernández, P.M.; Jiménez, M. P.; Catalán, G.; Martín, S. & Gil, L. (1995a). *Regiones de procedencia de Quercus suber L.* ICONA. Madrid, 49 pp + mapas.
- Díaz-Fernández, P.M.; Jiménez, M.P.; Martín, S.; Tuero, M. de & Gil, L. (1995b). *Regiones de procedencia de Quercus robur L., Quercus petraea (Matt.) Liebl. y Quercus humilis Miller.* ICONA. Madrid, 87 pp.+ mapas.
- Díaz-Regañón, J.M. (1988). *Teofrasto. Historia de las Plantas*. Editorial Gredos. Madrid, 531 pp.
- Domergue, C. (1987). *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Tomo II. Publications de la Casa de Velázquez. Serie Archeologie, VII. Madrid.
- Domergue, C. (1990). *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*. Colección de l'école française de Rome - 127. École Française de Rome. Roma, 625 pp.
- Dupré, M. (1983). Los montes: su estado y política en la cuenca del Júcar. Papel hidrológico-forestal. *Cuad. de Geogr.*, 32-33: 265-290.
- Dupré, M. (1986). Contribution de l'analyse pollinique a la connaissance du paléoenvironnement en Espagne. *L'Antropologie*, 90 (3): 589-591.

- Dupré, M. (1988a). *Palinología y Paleoambiente, Nuevos datos españoles*. Servicio de investigación prehistórica. Serie de trabajos varios, n° 84. Diputación provincial de Valencia. Valencia, 159 pp.
- Dupré, M. (1988b). Apports de la palynologie à la connaissance du paléoenvironnement végétal holocène de la région de Valence (Espagne). *Actes X symposium APLF, Bourdeaux, 28 sep.-2 oct. 1987. Inst. fr. Pondichéry, trav. sec. sci. thec.*, 25: 55-63.
- Dupré, M. (1995). Cambios paleoambientales en el territorio valenciano. La Palinología: 205-216. En: *El Cuaternario del País Valenciano*. Asociación española para el estudio del Cuaternario. Departament de Geografia de la Universitat de València. Valencia, 262 pp.
- Dupré, M.; Pérez-Obiol, R. & Roure, J.M. (1994). Análisis polínico del sondeo TU de la turbera de Torreblanca (Castellón, España): 165-174. *Trabajos de palinología básica y aplicada. X Simposio de Palinología (A.P.L.E.)*. Universitat de Valencia. Valencia.
- Eccher, A.; Fusaro, E. & Pelleri, F. (1987). Risultats d' l' experimentation italiana sur les principales provenances de pins de la section *halepensis* dix ans après la plantation. *Forêt méditerranéenne*, IX (1): 5-14.
- Escandel, L. (1994). *Ibiza y Formentera en la Corona de Aragón (Siglos XIII-XVIII)*. Tomo I. Ed. El Tall. Palma de Mallorca, 396 pp.
- Esteve, F. (1954). Descripción de las comunidades con *Gymnosporia europaea* Webb y *Periploca laevigata* Ait., en el semiárido de la costa de Murcia. *Anales Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 12 (2): 265-291.
- Esteve, F. (1956). Reseña de una excursión botánica al Alto Ampurdán. Vegetación de la Sierra de Roda y Plana de Castelló (prov. de Gerona). *Anales Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 14: 555-596.
- Falusi, M.; Calamasi, R. & Tocci, A. (1984). Resistenza al freddo in *Pinus halepensis* Mill., *Pinus brutia* Ten. e *Pinus eldarica* Medw. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, Serie B, 91: 111-133.
- FAO-UNESCO (1989). Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. Informe sobre recursos mundiales de suelos, n° 60. Versión española. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 142 pp.
- Fernández Galiano, E. & Heywood, V.H. (1960). *Catálogo de las plantas de la provincia de Jaén (Mitad oriental)*. Estudios Giennenses. Jaén.
- Ferrer, J. de, & Reig, J. (1905). *Reseña de los trabajos realizados por la División Hidrológico-forestal de la Cuenca inferior del Ebro y Pirineos Orientales en 1902, 1903 y 1904*. Imp. Sol & Benet. Lérida, 166 pp.
- Ferrer Plou, J. (1993). *Flora y vegetación de las Sierras de Herrera, Cucalón y Fonfría*. Naturaleza en Aragón, 4. Gobierno de Aragón. Zaragoza, 333 pp.
- Ferreras, C. & Arozena, M.E. (1987). *Guía Física de España. 2: Los bosques*. Alianza Editorial. Madrid, 389 pp.
- Fischer, J.T.; Neumann, R.W. & Mexal, J.G. (1986). Performance of *Pinus halepensis/brutia* Group pines in Southern New Mexico. *Forest Ecology and Management*, 16: 403-410.
- Folch, R. (1979). La vegetació del migjorn català: de la riera d'Alfaia al riu Ebre. *Butll. Inst. Catalana Hist. Nat.*, Sec. Bot., 44: 17-51.
- Folch, R. (1981). *La vegetació dels Països catalans*. Ed. Ketres. Barcelona, 513 pp.
- Font Quer, P. (1933). Observacions botàniques, IX. Sobre la vegetació dels Monegros. *Butll. Inst. Catal. H. Nat.*, 33: 373-375.
- Francini, E. (1958). Ecologia comparata di *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinaster* Sol. e *Pinus pinea* L. sulla base del comportamento del gametofito femminile. *Accademia Italiana di Scienze Forestali. Annali*, Vol. Settimo: 107-172 + figuras.
- Gandullo, J.M.; Nicolás, A.; Sánchez-Palomares, O. & Moro, J. (1972). *Ecología de los pinares españoles. III. Pinus halepensis Mill.* Ministerio de Agricultura, I.N.I.A. Madrid, 307 pp.
- García Latorre, J. & García Latorre, J. (1996a). Transformaciones económicas y pérdida de biodiversidad. Una perspectiva de larga duración. *XII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Tomo Extraordinario. 125 Aniversario de la RSEHN*: 351-354.
- García Latorre, J. & García Latorre, J. (1996b). Los pinares invisibles del Sureste árido español. Ecología e historia de unos ecosistemas ignorados. *XII Bienal de la Real Socie-*

- dad Española de Historia Natural. Tomo Extraordinario. 125 Aniversario de la RSEHN*; 361-363.
- García-Loygorri, A. (dir.) (1980). *Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Escala 1: 1.000.000. I.G.M.E. Madrid.
- Gil, L. (1995). Reseña geográfico-histórica de los bosques de Castilla-La Mancha. En: *Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995) (Castilla-La Mancha)*. MAPA-ICONA, Madrid.
- Gil, L.; Díaz-Fernández, P.M. & Prada, M.A. (en prensa). Vegetación. En: Ruiz de la Torre, J. (dir.). *Mapa Forestal de España. Hoja 10-8: Cabrera*. ICONA, Madrid.
- Giordano, G. (1960). Osservazione su alcune provenienze italiane di *Pinus halepensis*. *Publicazione Centro Sperimen. Agric. For.*, V: 13-43.
- Gómez Cruz, M. (1991). *Atlas Histórico-Forestal de Andalucía, Siglo XVIII*. Monográfica Tierras del Sur. Universidad de Granada-Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Granada, 71 pp.
- Gómez-Mercado, F. & Valle, F. (1988). *Mapa de vegetación de la Sierra de Baza*. Universidad de Granada. Granada, 237 pp. + 1 mapa.
- Gómez-Mercado, F. & Valle, F. (1990). Notas fitosociológicas sobre las comunidades arbóreas de las Sierras de Cazorla y Segura. *Acta Botánica Malacitana*, 15: 239-246.
- Gómez Sanz, V. (1990). *Revisión de la ecología del Pinus halepensis Mill.* Trabajo Fin de Carrera. Universidad Politécnica de Madrid-E.T.S.I. Montes, Madrid, 76 pp.+ anexos.
- Gordo, J. & Gil, L. (1990). Los bosques españoles y el Catálogo de Montes de Utilidad Pública. *Ecología*, Fuera de Serie nº 1: 113-127.
- Grau, E. (1993). Annexe IV. Antracoanálisis de la necrópolis ibérica de Cabezo Lucero (Guardamar del Segura - Alicante): 329-331. En: Aranegui, C.; Jodín, A.; Llobregat, E.; Rouillard, P. & Uroz, J. *La necrópolis ibérica de Cabezo Lucero (Guardamar del Segura, Alicante)*. Colección de la Casa de Velázquez, 41. École des Hautes Études Hispaniques-Casa de Velázquez. Instituto de Cultura Juan Gil-Albert-Diputación Provincial de Alicante. Madrid-Alicante.
- Gual Camarena, M. (1976). *Vocabulario del comercio medieval*. Ed. El Albir. Barcelona, 531 pp.
- Gutiérrez de la Vega, J. (1877). *Libro de la Montería, de Alfonso XI*. Edición de 1976. Ed. Velázquez, Madrid.
- Herranz, J.M. (1990). Vegetación. En: Ruiz de la Torre, J. (dir.) *Mapa Forestal de España: Hoja 6-8 (Albacete)*. ICONA. M.A.P.A., Madrid.
- Herranz, J.M.; de las Heras-Ibáñez, J. & Martínez-Sánchez, J.J. (1991). Efecto de la orientación sobre la recuperación de la vegetación natural tras el fuego en el valle del río Tus (Yeste, Albacete). *Ecología*, 5: 11-123.
- Heywood, V.H. (1961). The flora of the Sierra de Cazorla, S.E. Spain. I. *Feddes Repert.*, 64: 28-73.
- Holgado, A. (1988). *Lucio Junio Moderato Columela. De los trabajos del campo*. M.A.P.A. Madrid, 339 pp.
- Hopf, M. (1991). South and Southwest Europe: 241-277. En: Van Zeist, Wasylikowa & Behre (eds.) *Progress in Old World Palaeoethnobotany*. Balkema, Rotterdam.
- Huguet del Villar, E. (1916). Las estepas de España y su vegetación. En: Huguet del Villar (ed.) *Archivo Geográfico de la Península Ibérica*. Barcelona, 256 pp.
- Huguet del Villar, E. (1925). Avance geobotánico sobre la pretendida estepa central de España. *Ibérica*, nº 576, 577, 579 y 580.
- Huguet del Villar, E. (1929). *Geobotánica*. Ed. Labor. Barcelona, 339 pp.
- Huguet del Villar, E. (1937). *Los suelos de la Península Luso-Ibérica*. Madrid.
- Huntley, B. & Birks, H.J.B. (1983). *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0 - 13.000 BP years ago*. Cambridge University Press. Cambridge.
- ICONA. (1979). *Las coníferas en el primer inventario forestal nacional*. Ministerio de Agricultura, ICONA, Madrid, 174 pp.

- ICONA. (1990). *Clasificación General de los Montes Públicos, 1859*. (edición facsímil). M.A.P.A. Madrid.
- ICONA. (1993). *Catálogo de los Montes y demás terrenos forestales exceptuados de la desamortización por razones de utilidad pública. 1901*. (edición facsímil). M.A.P.A. Madrid.
- ICONA. (1994a). *Los incendios forestales en España durante 1993*. ICONA, M.A.P.A. Madrid, 76 pp.
- ICONA. (1994b). *Los incendios forestales en España. Decenio 1983-1992. Resumen informativo*. ICONA, M.A.P.A. Madrid, 43 pp.
- Izco, J. (1972). Coscojares, romerales y tomillares de la provincia de Madrid. *Anales Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 29: 69-108.
- Izco, J. (1984). *Madrid Verde*. M.A.P.A.-Comunidad de Madrid, 517 pp.
- Janssen, C.R. (1981). Contemporary pollen assemblages from the Vosges (France). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 33: 183-313.
- Janssen, C.R. (1984a). Modern pollen assemblages and vegetation in the myrtle lake peatland, Minnesota. *Ecological Monographs*, 54 (2): 213-252.
- Janssen, C.R. (1984b). Quelques aspects concernant les assemblages polliniques régionaux et locaux dans les Vosges. *Revue de Paléobiologie*, Vol special: 97-102.
- Jiménez, M.P.; Díaz-Fernández, P.M.; Iglesias, S.; Tuero, M. de & Gil, L. (1996). *Las regiones de procedencia de Quercus ilex L. en España*. ICONA, Madrid, 93 pp. + mapas.
- Jordán de Urriés, S. (1954). *Mapa Forestal de la Provincia de Lérida*. Inst. For. Inv. Exp. Madrid.
- Kasaplilgil, B. (1978). Past and present pines of Turkey. *Phytologia*, 40 (2): 99-199.
- Klaus, W. (1989). Mediterranean pines and their history. *Pl. Syst. Evol.* 162: 133-163.
- Konstantinidis, P. & Chatziphilippidis, G. (1994). Natural regeneration of a mediterranean Aleppo pine ecosystem after fire. Proceedings of IUFRO Meeting on Mountain Silviculture. 27th September-1st October 1993. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, Fuera de Serie, 3: 343-347.
- La Croix, J. de (1801). *Memoria premiada que contiene la indicación de los montes del Reyno de Valencia. Clase, calidad, uso y abundancia o escasez de sus maderas. Ríos y carreteras que facilitan su extracción. Causas de la decadencia de los bosques de este Reyno, medios de evitarla y de asegurar su permanencia*. Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia. Valencia.
- Laguna, A. (1555). *Pedacio Dioscórides, Anazarbeo, acerca de la materia médica tradicional y de los venenos mortíferos*. Amberes. Ed. facsímil (1991). Consejería de Agricultura y Cooperación de la C.A. Madrid.
- Lahora, A. & García, P.J. (1996). Panorama forestal del extremo oriental de Andalucía a mediados del siglo XVIII. Las visitas de montes de 1748. En: Sánchez Picón, A. (ed.). *Historia y medio ambiente en el territorio almeriense*. Universidad de Almería. Almería, 369 pp.
- Laza, M. (1945). Estudios sobre la flora y la vegetación de las Sierras Tejeda y Almijara. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, VI(II): 217-370.
- Le Houreou, N. (1980). L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. *Forêts méditerranéennes*, II (1): 31-34.
- Little, E.L. Jr. & Critchfield, W.B. (1969). *Subdivisions of the genus Pinus (Pines)*. USDA, Forest Service, Misc. Pub.No. 1144: 51 pp.
- Lirola, J. (1993). *El poder naval de Al-Andalus en la época del Califato Omeya*. Universidad de Granada, Instituto de Estudios Almerienses. Granada, 498 pp.
- Loisel, R. (1971). Séries de végétation propes en Provence aux massifs des Maures et de l'Esterel. *Bull. Soc. Bot. France*, 118: 203-236.
- López, P. (1991). Estudios palinológicos: 218-237. En: López, P. (ed.). *El cambio cultural del IV al II milenios a. C en la comarca noroeste de Murcia*. Vol I. CSIC. Madrid, 416 pp.

- López, P. (1992). Pollen analyses from archaeological sites in Lower Aragón: 129-138. En: Burkhard Frenzel (Hrsg.), *Evaluation of land surfaces cleared from forests by prehistoric man in Early Neolithic times and the time of migrating Germanic tribes*. Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Mainz. European Science Foundation. Strasbourg.
- López Elum, P. (1973). *Coses vedades en Castellón desde 1412 a 1418 y 1422*. Anubar Ediciones, Valencia, 93 pp.
- López Guadalupe, M. & Esteve, F. (1978). Estudio fitosociológico y florístico de la Sierra de Lújar (segunda parte). *Trab. Dep. Bot. Granada*, 5: 95-124.
- Losa, T.M. & Rivas Goday, S. (1968). Estudio florístico y geobotánico de la provincia de Almería. Primera parte. *Arch. Inst. Aclim.*, 13(1): 5-111.
- Losa Quintana, J.M. (1975). Aspectos de la vegetación del Coll de Burriac (Cabrera de Mataró-Barcelona). *Anales Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 32 (2): 503-519.
- LUCDEME (1986-1993). *Mapa de Suelos. Escala 1: 100.000*. M.A.P.A.-ICONA, Universidad de Murcia, Universidad de Granada, Universidad de Sevilla y C.S.I.C.
- Lutgerink, R.H.P.; Swertz, Ch.A. & Janssen, C.R. (1989) Regional pollen assemblages versus landscape regions in the monts du Forez, Massif Central, France. *Pollen et Spores*, 31 (1-2): 45-60.
- Luzón, J.M. (1970). Instrumentos mineros de la España antigua: 221-258. En: *I Coloquio Internacional sobre Historia de la Minería*. Cátedra de San Isidoro. León.
- Madoz, P. (1848-1850). *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*. 16 tomos.
- Mallarach, J.M.; Pérez-Obiol, R. & Roure, J.M. (1985). Aportaciones al conocimiento del clima y la vegetación durante el cuaternario reciente, en el N.E. de la Península Ibérica. *Actas I Reunión del Cuaternario Ibérico*. Madrid: 201-206.
- Mangas, J. & Plácido, D. (1994). *Avieno. Oda marítima. Descriptio orbis Terrae phaenomena*. Historia 2 000. Madrid, 393 pp.
- Mangas Navas, J.M. (1990). Consideraciones previas. En: ICONA. *Clasificación general de los montes públicos. 1859*. (ed. facsímil). ICONA. Madrid.
- Mansanet, C.M. (1982). *Contribución al estudio de la vegetación tras el incendio forestal en algunas comarcas de la provincia de Alicante. Aproximación a la problemática de los incendios forestales en esta provincia*. Memoria de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Valencia. Valencia.
- Martínez de Mazas, J. (1794). *Retrato al natural de Ciudad y término de Jaén*. (edición de 1978). Biblioteca de Historia Hispánica. Ed. El Albir. Barcelona.
- Martínez Parras, J.M. & Peinado, M. (1987). Andalucía oriental. En: Peinado Lorca, M. & Rivas-Martínez, S. (ed.), *La vegetación de España*. Serv. Publ. Univ. Alcalá de Henares. Madrid, 544 pp.
- Martínez Parras, J.M.; Peinado, M. & Alcaraz, F. (1985). Sobre la vegetación termófila de la cuenca mediterránea de Granada y sus áreas limítrofes. *Lazaroa*, 8: 251-268.
- Martínez Sánchez, J.J. (1994). *Dinámica de la vegetación post-incendio en la provincia de Albacete y zonas limítrofes de la provincia de Murcia (Sureste de España)*. Tesis doctoral. Facultad de Biología, Universidad de Murcia. Murcia, 523 pp.
- Mas, J. (1971). La nave romana de Punta de Algas. *Noticiario Arqueológico Hispánico*, XIII-XIV (1969-1970).
- Mateo, G. (1983). Estudio sobre la flora y vegetación de las Sierras de Mira y Tafayuelas. *Monografías*, 31. ICONA-M.A.P.A. Madrid, 290 pp.
- May, T. (1991). Observaciones y reflexiones sobre el comportamiento tras fuego de algunas especies de la zona mediterránea de Andalucía oriental. *Ecología*, 5: 125-134.
- May, T. (1992). On the influence of goat-grazing on post-fire regeneration of mediterranean matorral and *P. halepensis* in southern Spain. *Arch. für Nat.-Lands.*, 32: 45-57.
- Meana, M.J. & Piñero, F. (1992). *Estrabón. Geografía. Libros III-IV*. Editorial Gredos, Madrid, 218 pp.

- Menéndez-Amor, J. & Florschütz, F. (1961a). La concordancia entre la composición de la vegetación durante la segunda mitad del Holoceno en la costa de Levante (Castellón de la Plana) y en la costa W. de Mallorca. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 59: 97-100.
- Menéndez-Amor, J. & Florschütz, F. (1961b). Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación en España durante el Cuaternario. *Estudios Geológicos*, 27: 83-99.
- Menéndez-Amor, J. & Florschütz, F. (1962). Análisis polínico de sedimentos tardiglaciares en la Cueva del Tol (Moyá, Barcelona). *Estudios Geológicos*, 28: 93-95.
- Menéndez-Amor, J. & Florschütz, F. (1964). Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 m boring in southern Spain. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 62: 251-255.
- Mirov, N.T. (1967). *The genus Pinus*. The Ronald Press Company, New York.
- Molero, J. (1984). Contribució al coneixement fitocenològic dels Catalànids central (Serra de Prades i Montsant). *Bull. Inst. Catalana Hist. Nat., Sec. Bot.*, 51: 139-160.
- Monje, L. (1988). *La vegetación de Castilla-La Mancha*. Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Toledo, 480 pp.
- Montero, J.L. & Qüeral, I. (1990). *Estudio ambiental para la repoblación del Desierto de Las Palmas*. Publicaciones del Excmo. Ayto. de Castellón de la Plana. Castellón, 126 pp.
- Montserrat Martí, J.M. (1986). *Flora y vegetación de la Sierra de Guara*. Naturaleza en Aragón, 1. Diputación Provincial de Aragón. Zaragoza, 334 pp.
- Montserrat Martí, J.M. (1992). *Evolució glaciària i postglaciària del clima i la vegetació en la vertiente sur del Pirineo: Estudio palinológico*. Tesis doctoral. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología, núm. 6. CSIC. Zaragoza, 147 pp.
- Montserrat Recoder, P. (1966). Vegetació de la Cuenca del Ebro. *Pub. Centr. Pir. Biol. Exp.*, 1(5). Jaca.
- Montserrat Recoder, P. (1990). Vegetació. En: Ruiz de la Torre, J. (dir.) *Mapa Forestal de España: Hoja 7-5 (Daroca)*. ICONA. M.A.P.A., Madrid.
- Montserrat Recoder, P. (1992). Vegetació. En: Ruiz de la Torre, J. (dir.) *Mapa Forestal de España: Hoja 8-3 (Huesca)*. ICONA. M.A.P.A., Madrid.
- Mooney, H.A. & Dunn, E. L. (1969). Convergent evolution of mediterranean climate evergreen sclerophyll shrubs. *Evolution*, 24: 292-303.
- Moreno, D. (1992). Història i arqueologia dels recursos medioambientals. *Recerques*, 26: 33-44.
- Munuera, M. & Carrion, J.S. (1991). Palinología de un depósito arqueológico en el sureste ibérico semiárido: (Mazarrón, Murcia). *Cuaternario y Geomorfología*, 5: 107-118.
- Nahal, I. (1962). Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Ann. de l'École Nationale des Eaux et Forêts*, XIX (4): 475-686.
- Naveh, Z. (1975). The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetation*, 29: 199-208.
- Nicolás, A. (1954). *Suelos españoles del pino carrasco*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, n° 70. Madrid, 319 pp.
- Nicolás Isasa, J.J. (1993). Reseña geográfica-histórica de los bosques de Cataluña. *Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995)*. ICONA. Madrid.
- Nieto, J.M. & Cabezudo, B. (1988). Series de vegetació climatòfils de las Sierras de Tejeda y Almajara. *Acta Botanica Malacitana*, 13: 229-266.
- Nieto, J.M.; Pérez La Torre, A. & Cabezudo, B. (1991). Biogeografía y series de vegetació de la provincia de Málaga (España). *Acta Botanica Malacitana*, 16 (2): 417-436.
- Nuet, J.; Panareda, J.M. & Romo, A.M. (1991). *Vegetació de Catalunya*. Eumo Editorial. Vic, 153 pp.
- Olázabal, S. de (1894). La repoblación de la Sierra de Espuña. *Revista de Montes*, Tomo XVIII: 146-151.

- Ortuño, F. & Ceballos, A. (1977). *Los bosques españoles*. INCAFO. Madrid.
- Ortuño, F. & Peña, J. de la, (1979). *Reservas y Cotos Nacionales de Caza. 4: Región Mediterránea*. Colección Naturaleza Española, 5. INCAFO. Madrid, 255 pp.
- Ozenda, P. (1975). Sur les étages de végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen. *Documents de cartographie écologique*, XVI: 1-32.
- Pajarón, S. (1988). *Estudio fitográfico del Barranco del río Madera*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Biología. Madrid, 444 pp.
- Pajarón, S. & Escudero, A. (1993). *Guía botánica de las Sierras de Cazorla, Segura y Alcazar*. Ed. Pirámide. Madrid, 327 pp.
- Palamarev, E. (1989). Paleobotanical evidences of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora. *Pl. Syst. Evol.*, 162: 93-107.
- Panetsos, K.P. (1981). Monograph of *Pinus halepensis* (Mill.) and *Pinus brutia* (Ten.). *Ann. For.* 9(2): 39-77.
- Pardos Mínguez, M. (1994). *Estudio de la fenología de injertos de Pinus halepensis en un huerto semillero*. Trabajo Fin de Carrera. E.T.S.I. Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- Pardos Mínguez, M.; Climent, J.M.; Gil, L. & Pardos, J.A. (1995). Fenología de *Pinus halepensis* Mill. en un huerto semillero clonal. *IV Congreso luso-español de Fisiología Vegetal. Estoril, 3-6 Outubro 1995 (Resúmenes)*.
- Parra, I. (1983). Análisis polínico del sondaje CA.L. 81-I. (Casablanca-Almenara, Prov. Castellón). *Actas del IV Simposio de Palinología Española*: 433-445. Barcelona.
- Peinado, M. & Martínez Parras, J.M. (1985). *El paisaje vegetal de Castilla-La Mancha*. Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Toledo, 230 pp.
- Peinado, M. & Martínez Parras, J.M. (1987). Castilla-La Mancha. En: Peinado Lorca, M. & Rivas-Martínez, S. (ed.). *La vegetación de España*. Serv. Publ. Univ. Alcalá de Henares. Madrid, 544 pp.
- Pérez-Obiol, R. (1987). *Evolució del paisatge vegetal quaternari a les zones d'Olot i Sils*. Tesis Doctoral. Univ. Autònoma de Barcelona, 309 pp.
- Pérez-Obiol, R. (1988). Histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation de la région volcanique d'Olot (N.E. Péninsule Ibérique). *Pollen et Spores*, 30 (2): 189-202.
- Pérez-Obiol, R. (1994). Análisis polínicos de sedimentos lacustres y de suelos de ocupación de la Draga (Banyoles, Pla de l'Estany). *Trabajos de palinología básica y aplicada. X Simposio de Palinología (A.P.L.E.)*. Universitat de Valencia. Valencia: 277-284.
- Pérez-Obiol, R. & Julià, R. (1994). Climatic Change on the Iberian Peninsula Recorded in a 30,000-Yr. Pollen Record from Lake Banyoles. *Quaternary Research*, 41: 91-98.
- Pérez-Sanz, S., Nieto, J.M. & Cabezudo, B. (1987). Contribución al conocimiento florístico de la Sierra de Mijas (Málaga, España). *Acta Bot. Malacitana*, 12.
- Pignatti, E. & Pignatti, S. (1984). Sekundäre Vegetation und floristische Vielfalt im Mittelmeerranum. *Phytocoenologia*, 12: 351-358.
- Porcel, B. (1996). *Mediterráneo. Tumultos del oleaje*. Ed. Planeta. Barcelona, 455 pp.
- Polo, L. & Masip, R. (1987). Aproximación al conocimiento de la vegetación del Macizo de Montgrí (Ampurdán, NE de la Península Ibérica). *Ecología*, 1: 121-132.
- Pons, A. & Reille, M. (1986). Nouvelles recherches pollenanalytiques a Padul (Granada): La fin du dernier glaciaire et l'Holocène: 405-220. En: López-Vera, F. (ed.). *Quaternary climate in western mediterranean*. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, 563 pp.
- Pons, A. & Reille, M. (1988). The Holocene and upper pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66: 243-263.
- Prados, L.; Molina, E. & Álvarez, C. (1991). Las transformaciones del paisaje agrario en época histórica: Estudio de las fuentes documentales., 275-313. En: López García, P.

- (De.) *El cambio cultural del IV al II milenios a.C. en la comarca Noroeste de Murcia*. Vol. I. C.S.I.C. Madrid, 416 pp.
- Price, M.D.R. & Moore, P.D. (1984). Pollen dispersion in the hills of Wales: a pollen shed hypothesis. *Pollen et Spores*, 26 (1): 127-136.
- Przybylski, T.; Giertych, M. & Bialobok, S. (1976). Genetics of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.). *Annales Forestales*, 7(3): 1-105.
- Quézel, P. (1986). Les pins du groupe «Halepensis». Ecologie, Végétation, Ecophysiologie. *Options méditerranéennes*, CIHEAM-86/1. Séminaire 1985. Tunis.
- Quézel, P. & Barbero, M. (1992). Le pin d'Alep et les espèces voisines: répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, 13 (3): 158-170.
- Quézel, P.; Barbero, M. & Benabid, A. (1987). Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Haut Atlas Oriental (Maroc). *Ecologia Mediterranea*, XIII(1/2): 107-117.
- Redondo, M.I. (1992). *Villarejo de Salvanes: una historia viva*. Cuétara, Madrid, 683 pp.
- Regato, P.; Elena, R. & Sánchez Palomares, O. (1991). Estudio autoecológico comparativo de *Pinus nigra* Arn. subespecie *salzmannii* de la Península Ibérica y otras subespecies de la región circummediterránea. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, 0: 49-60.
- Regato, P.; Gamisans, J. & Gruber, M. (1995). A syntaxonomical study of *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* forest in the Iberian peninsula. *Phytocoenologia*, 25 (4): 561-578.
- Reille, M. (1990). *Leçons de Palynologie et d'analyse pollinique*. Editions du CNRS, Paris, 206 pp.
- Reille, M. (1992). New pollen-analytical researches in Corsica: the problem of *Quercus ilex* L. and *Erica arborea* L., the origin of *Pinus halepensis* Miller forests. *New Phytol.*, 122: 359-378.
- Riera, S. (1993). Changements de la composition forestiere dans la plaine de Barcelone pendant l'Holocène (Littoral Méditerranéen de la Península Iberique). *Palynosciences*, 2: 133-146.
- Riera, S. & Esteban-Amat, A. (1994). Vegetation history and human activity during the last 6.000 years on the central Catalan coast (northeastern Iberian Peninsula). *Veget. Hist. Archaeobot.*, 3: 7-23.
- Rigual, A. (1954). Datos para el estudio de la flora y vegetación en la provincia de Alicante. Plantas de Sierra Bernia. *Anales del Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 12 (2): 253-264.
- Rigual, A. (1984). *Flora y vegetación de la provincia de Alicante (El paisaje vegetal alicantino)*. Instituto de Estudios Juan Gil-Albert, Diputación Provincial de Alicante. Alicante, 451 pp.
- Rival, M. (1991). *La Charpenterie Navale Romaine*. Editions de C.N.R.S. Paris, 330 pp.
- Rivas Goday, S. & Rivas Martínez, S. (1969). Matorrales y tomillares de la Península Ibérica comprendidos en la clase *Ononido-Rosmarinetea* Br-BI 1947. *Anales Inst. Bot. A. J. Cavanilles*, 25: 5-197.
- Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. Serie Técnica, ICONA-M.A.P.A. Madrid, 268 pp.
- Rivas-Martínez, S. & Costa, M. (1987). España insular, I: Las Baleares. En: Peinado Lorca, M. & Rivas-Martínez, S. (ed.). *La vegetación de España*. Serv. Publ. Univ. Alcalá de Henares. Madrid, 544 pp.
- Rivas-Martínez, S.; Costa, M.; Soriano, P.; Pérez, R.; Llorens, L. & Roselló, J.A. (1992). Datos sobre el paisaje vegetal de Mallorca e Ibiza (Islas Baleares, España). VII Excursión Internacional de Fitosociología. *Itinera Geobot.*, 6: 5-98.
- Rivera, D. & Obón, C. (1991). Macrorrestos vegetales de los yacimientos de la comarca noroeste en los inicios de la Edad de los Metales: 239-246. En: López, P. (ed.). *El cambio cultural del IV al II milenios a. C en la comarca noroeste de Murcia*. Vol I. CSIC. Madrid, 416

- Rodríguez Ariza, M.O. (1992). Human-plant relationships during the Copper and Bronze Ages in the Baza and Guadix basins (Granada, Spain). *Bull. Soc. bot. Fr.*, 139, *Actual. bot.* (2/3/4): 451-464.
- Rodríguez Ariza, M.O. & Vernet, J.L. (1991). Premiers résultats paléocologiques de l'établissement chalcolithique de Los Millares (Santa Fé de Mondújar, Almería, Espagne) D'après l'analyse anthracologique de l'établissement. En: Waldren: W.H.; Ensenyal, J.A. & Kennard, R.C. (de.). *IInd Deya Conference of Prehistory*, 1-13, BAR International Series, Vol. 1.
- Rodríguez Ariza, M.O.; Aguayo, P. & Moreno, F. (1992). The environment in the Ronda Basin (Málaga, Spain) during recent prehistory based on an anthracological study of Old Ronda. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 139, *Actual. bot.* (2/3/4): 715-725.
- Roldán, M. & Gil, L. (1990). Regiones naturales de *Pinus halepensis* Mill. *X Jornadas de Fitosociología. Cartografía Vegetal*. Granada, 19-21 Septiembre 1990.
- Roldán, M.; Catalán, G.; Gil, L. & Pardos, J.A. (1992). Flowering and fructification in a clonal seed orchard of *Pinus halepensis* Mill. *AFOCEL-IUFRO Workshop: Production de variétés génétiques améliorées pour les essences forestières*, Bordeaux.
- Ros, M.T. (1988). L'aplicació de l'anàlisi antracològica a l'arqueologia catalana. *Cota Zero*, 4: 51-60.
- Ros, M.T. (1992). Les apports de l'anthracologie à l'étude du paléoenvironnement végétal en Catalogne (Espagne). *Bull. Soc. bot. Fr.*, 139, *Actual. bot.* (2/3/4): 483-493.
- Ros, M.T. & Vernet, J.L. (1987). L'environnement végétal de l'homme du néolithique à l'âge du bronze dans le nord-est de la Catalogne: analyse anthracologique de la Cova del Frare. *Premières Communautés Paysannes en Méditerranée occidentale. Colloque International du CNRS, Montpellier*, 1983. Paris: 125-129.
- Royo Moraga, A. (1994). *Estudio de la regeneración natural tras un incendio forestal de Pinus halepensis* Mill. en «Sa Serra de Na Burguesa», Mallorca (Balears). Trabajo Fin de Carrera. Universidad Politécnica de Madrid-E.T.S.I. Montes. 128 pp. + anexos.
- Ruiz Amado, H. (1866). *Estudios Forestales. Los montes en sus relaciones con las necesidades de los pueblos*. Tarragona.
- Ruiz de la Torre, J. (1971). Los montes: Estudio forestal de Sierra Nevada. En: Ferrer, M. (ed.). *Sierra Nevada*. Ed. Anel. Granada.
- Ruiz de la Torre, J. (1990). *Mapa Forestal de España. Hoja 7-11 (Garrucha)*. ICONA.
- Ruiz de la Torre, J. (dir.) (1990-1992). *Mapa Forestal de España*. ICONA. Madrid.
- Ruiz de la Torre, J. & Ceballos, L. (1979). *Arboles y arbustos*. E.T.S.I. Montes. Madrid, 353 pp.
- Sáez, E. (1953). *Los Fueros de Sepúlveda*. Edición crítica y apéndice documental. Segovia.
- Sáez, E. (1956). *Colección Diplomática de Sepúlveda. I (1076-1454)*. Segovia.
- Samo Lumbreras, A. J. (1985). *Regeneración natural de montes quemados en la Sierra de Espadán (Castellón)*. INIA. Madrid, 190 pp.
- Sánchez Gómez, P. & Alcaraz Ariza, F. (1993). *Flora, vegetación y paisaje vegetal de las Sierras de Segura orientales*. Instituto de Estudios Albacetenses de la Excma. Diputación de Albacete. Albacete, 459 pp.
- Sanjaume, E. & Carmona, P. (1995). L'Albufera de València: rasgos geomorfológicos y evolución cuaternaria: 155-161. En: *El Cuaternario del País Valenciano*. Asociación española para el estudio del Cuaternario. Departament de Geografia de la Universitat de València. Valencia, 262 pp.
- Santos, M.P. (1995). De la roturación forestal a la forestación agrícola. *Ecosistemas*, 14: 32-39.
- Scarascia Mugnozza, G. (1980). Osservazioni sullo stress idrico in semenzali di Pino d'Alpe. *Montanaro d'Italia. Monti e Boschi*, 31(2): 73-76.
- Scarascia Mugnozza, G. (1986). Recherches sur l'écophysiologie de *Pinus halepensis* Mill. *Options méditerranéennes*, CIHEAM, 1: 89-97.

- Schiller, G. & Grunwald, C. (1987). Resin monoterpenes in range-wide provenance trials of *Pinus halepensis* Mill. in Israel. *Silvae Genetica*, 36 (3-4): 109-114.
- Schiller, G.; Conkle, M.T. & Grunwald, C. (1986). Local differentiation among Mediterranean populations of Aleppo pine in their isoenzymes. *Silvae Genetica*, 35 (1): 11-19.
- Schulten, A. & Maluquer de Motes, J. (1987). *Hispania antigua según Pomponio Mela, Plinio el Viejo y Claudio Ptolomeo. Fontes Hispaniae Antiquae*. Fascículo VII. Instituto de Arqueología y Prehistoria. Barcelona, 218 pp.
- Sevillano Colóm, F. (1968). De Venecia a Flandes (Vía Mallorca y Portugal). *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana*, XXXIII: 1-33.
- Serre, F. (1976a). Les rapports de la croissance et du climat chez le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). *Oecol. Plant.*, 11 (2): 143-171.
- Serre, F. (1976b). Les rapports de la croissance et du climat chez le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). II. L'allongement des pousses et des aiguilles, et le climat. Discussion générale. *Oecol. Plant.*, 11 (3): 201-224.
- Soler García, J.M. (1970). *La Relación de Villena de 1575*. Instituto de Estudios Alicantinos. Diputación Provincial de Alicante. Alicante, 610 pp.
- Spencer, D.J. (1985). Dry country pines: Provenance evaluation of the *Pinus halepensis*-*P. brutia* complex in the semi-arid region of South-east Australia. *Australian For. Research*, vol. 15 (3): 263-279.
- Stevenson, A.C. (1985). Studies in the vegetational history of S.W. Spain. I. Modern pollen rain in the Doñana National Park, Huelva. *Journal of Biogeography*, 12: 243-268.
- Stevenson, A.C. & Moore, P.D. (1985). Surface pollen and short core studies in Mediterranean heathland in southern Spain. *Ecologia Mediterranea*, 11 (1): 129-133.
- Stika, H.P. (1988). Botanische untersuchungen in der Bronzezeitlichen Höhensiedlung Fuente Alamo. *Madriider Mitteilungen*, 29: 21-76.
- Suc, J.P. (1984). Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature*, 307: 429-432.
- Suc, J.P. (1986). Flores néogènes de méditerranée occidentale. Climat et Paléogéographie. *Bull. Centres Rech. Explor-Prod. Elf-Aquitanie*, 10 (2): 477-488.
- Tavernier, R. (coordinador) (1985). *Soil Map of the European Communities*. Commission of the European Communities. Bruselas, 124 pp. + 5 planos.
- Torre, A. de la (1988). *Flora, vegetación y suelos de la Sierra del Maimó (Alicante)*. Publicaciones de la Caja de Ahorros Provincial de Alicante. Alicante, 248 pp.
- Trabaud, L. (1980). *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des garrigues du Bas-Languedoc*. Thèse d'Etat. Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 228 pp.
- Trabaud, L. (1981). L'évolution d'une garrigue de Chêne Kermès soumise à des feux contrôlés. In: *Recherches expérimentales sur un système écologique complexe: la garrigue de Quercus coccifera L.* CEPE Montpellier: 151-214.
- Trabaud, L. (1983). Recovery of *Pinus halepensis* Mill. woodlands after wildfire. *Freiburger waldschutz Abhandlungen*, 4: 192-210.
- Uzquiano, P. (1990). Analyse anthracologique du Tossal de la Roca (Paléolithique Supérieur Final-Epipaléolithique, province d'Alicante, Espagne. *Ist. Europaeen Conference on wood and archeology*. PACT, 22:209-217.
- Valle, F. & Gómez-Mercado, F. (1990). Vegetación. En: Ruiz de la Torre, J. (dir.). *Mapa Forestal de España. Hoja 6-10: Baza*. ICONA, Madrid.
- Valle, F. & Mota, J. F. (1990). Vegetación. En: Ruiz de la Torre, J. (dir.). *Mapa Forestal de España. Hoja 6-11: Almería*. ICONA, Madrid.
- Van der Burgh, J. (1973). Hölzer der Niederrheinischen Braunkohlenformation usw. Nebst einer systematisch-anatomischen Bearbeitung der Gattung *Pinus* L. *Rev. Palaeobotan. Palynol.* 15: 73-275.

- Vélez, R. (1986). Fire prevention in Aleppo pine forests. *Options méditerranéennes, CIHEAM*, 86/1: 167-178.
- Vélez, R. (1990). Algunas observaciones para una selvicultura preventiva de incendios forestales. *Ecología*, Fuera de Serie nº 1: 561-571.
- Vernet, J.L. (1991). L'anthracologie, données actuelles, problèmes. En: *Arqueologia medioambiental a través de los macrorrestos vegetales*. Asociación Cultura Viva (C.S.I.C.), Aula de Ecología del Ayuntamiento de Madrid. Madrid.
- Vernet, J.L.; Badal, E. & Grau, E. (1983). La végétation néolithique du sud-est de l'Espagne (Valencia, Alicante) d'après l'analyse antracologique. *C.R. Acad. Sc. Paris, t-296. Série III-48*: 669-672.
- Vernet, J.L.; Badal, E. & Grau, E. (1987). L'environnement végétal de l'homme au Néolithique dans le sud-est de l'Espagne (Valence, Alicante): Première synthèse d'après l'analyse antracologique. *Premières Communautés Paysannes en Méditerranée occidentale, Colloque International du CNRS, Montpellier*, 1983. Paris: 131-136.
- Vidaković, M. (1974). Genetics of European black pine (*Pinus nigra* Arn.). *Annales Forestales*, 6(3): 1-86.
- Villar, L. (1990). Vegetación. En: Ruiz de la Torre, J. (dir.) *Mapa Forestal de España: Hoja 7-4 (Zaragoza)*. ICONA. M.A.P.A., Madrid.
- Vifals, M.J.; Belluomini, G.; Fumanal, M.P.; Dupré, M.; Usera, J.; Mestres, J. & Manfra, L. (1993). Rasgos paleoambientales holocenos en la bahía de Xàbia (Alicante). *Estudios sobre Cuaternario*: 107-104.
- Wagner, J. (1979). El yacimiento submarino de Torre de la Sal, Cabanes (Castellón). *Cuaderno de Arqueología Castellonense*, 5: 305-399.
- Walter, H. (1975). Besonderheiten des Stoffkreislaufes einiger terrestrischer Ökosysteme. *Flora*, 164: 169-183.
- Weinstein, A. (1989a). Phenology of *Pinus halepensis* at two sites in Israel. *Forest Ecology and Management*, 26: 305-309.
- Weinstein, A. (1989b). Geographic variation and phenology of *Pinus halepensis*, *P. brutia* and *P. eldarica* in Israel. *Forest Ecology and Management*, 27: 99-108.
- Weinstein, A. (1989c). Provenance evaluation of *Pinus halepensis*, *P. brutia* and *P. eldarica* in Israel. *Forest Ecology and Management*, 26: 215-225.
- White, P.S. (1979). Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. *The Botanical Review*, Vol. 45, 3: 229-299.
- Wright, W. (1964). *Mejoramiento genético de los árboles forestales*. FAO: Estudios de silvicultura y productos forestales. Roma, 436 pp.
- Wright, J.W. (1976). *Introduction to Forest Genetics*. Academic Press, Inc. New York, 463 pp.
- Xérica, R. (1868). La teoría y la práctica de la resinación. *Revista Forestal, Económica y Agrícola*, Tomo I: 129-135; 206-222; 292-305; 372-382; 451-464; 501-513; 592-611; 672-688.
- Yll, E.I. (1988). Análisis de polen y palinograma. En: Olària, (ed.), *Cova Fosca. Un asentamiento mesoneolítico de cazadores y pastores en la serranía del Alto Maestrazgo*. Monografies de Prehistoria i Arqueologia Castellonques. Diputació de Castellón. Castellón de la Plana, 424 pp.
- Yll, E.I. (1992). *Estudi de l'evolució de la vegetació i el clima durant el Tardiglacial i el Postglacial a partir d'anàlisis políniques del Delta de l'Ebre i de Menorca*. Tesis doctoral. Universidad Autònoma de Barcelona, 212 pp.
- Yll, E.I.; Roure, J.M.; Pantaleón-Cano, J. & Pérez-Obiol, R. (1994). Análisis polínico de una secuencia holocénica en Roquetas de Mar (Almería): 189-198. *Trabajos de palinología básica y aplicada. X Simposio de Palinología (A.P.L.E.)*. Universitat de Valencia. Valencia.
- Zarco Cuevas, J. (1927). *Relaciones de pueblos del Obispado de Cuenca*. Edición de 1983 por Pérez Ramírez, D. Excmo. Diputación Provincial de Cuenca. Cuenca, 685 pp.

Para facilitar el uso de las procedencias, principalmente como fuentes de semilla, se ofrece la cartografía de las masas de cada región tomada del Mapa Forestal de Ceballos (1966). Junto a la cartografía se ha realizado una ficha que recoge de forma sintética los principales datos ecológicos de cada región. La información de las fichas se estructura de la siguiente manera:

1. **LOCALIZACIÓN:** Se indican los límites de las regiones, la situación de las principales masas y los valores máximos de longitud y latitud entre los que se encuentran las masas.

2. **ALTITUD:** Se dan los rangos medios de altitud en que aparecen las masas; entre paréntesis se indican los valores extremos.

3. **CLIMA:**

3.1. Estación meteorológica de referencia: se ha elegido una estación meteorológica de referencia para cada región, situada en la proximidad de las masas y con el clima representativo de la procedencia. Se recoge su altitud y el número de años en que se basan los datos de la estación, así como los valores medios de cada mes para la precipitación y temperatura. Los datos mensuales se han tomado de Elías & Ruíz (1977). Con la información de esta estación se ha elaborado un climodiagrama de Gausson-Walter y un diagrama bioclimático (Montero de Burgos & González Rebollar, 1983). Este último se ha realizado con una hipótesis general para todas las regiones ($CR=60$, $W=30$ por 100), tratando de buscar condiciones intermedias entre aquellos pinares localizados en las mejores situaciones, sobre suelos con cierta capacidad de retención de agua, y aquellos que se encuentran en suelos pobres, generalmente en pendientes pronunciadas con niveles importantes de escorrentía.

3.2. Caracterización fitoclimática. Se ha efectuado basándose en el método desarrollado por Allué (1990). Se ofrecen dos aproximaciones:

– Subtipo fitoclimático: Se indican los valores dominantes en la región de procedencia. Su descripción precisa se da en la obra citada.

– Rango de los factores climáticos en que se basa la clasificación de Allué, y que tienen más transcendencia para la vida de las especies vegetales:

k: Cociente de dividir el área del gráfico de Gausson en que $2t > p$ entre la que $2t < p$.

a: Lapso de tiempo, medido en meses, en que la curva de las medias mensuales, t , se sitúa por encima de la curva de precipitaciones mensuales, p , en una representación ombrotérmica.

p: Precipitación anual total.

pe: Precipitación mensual estival mínima.

hs: Número de meses de helada segura (media de las mínimas <0).

\bar{t}_f : Temperatura media mensual más baja.

\bar{T} : Temperatura media anual.

\bar{t}_c : Temperatura media mensual más alta.

\bar{T}_m : Temperatura media de las mínimas en el mes de media más baja (t_f).

T_m : Temperatura mínima absoluta del intervalo de años utilizado.

\overline{osc} : Media anual de la oscilación diaria.

\bar{T}_M : Temperatura media de las máximas en el mes de media más alta (t_c).

T_M : Temperatura máxima absoluta del intervalo de años utilizado.

hp: Número de meses de helada probable (meses en que las mínimas absolutas <0 , siendo la media de las mínimas >0).

Estos rangos se basan en un número limitado de estaciones, por lo que su validez es únicamente orientativa.

4. **GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:** La información se ha extraído del Mapa Geológico de España (García-Loygorri, 1985), completada con datos de otras obras. Se indica el sustrato geológico donde se asientan las masas de pinar, no la litología dominante en la región.

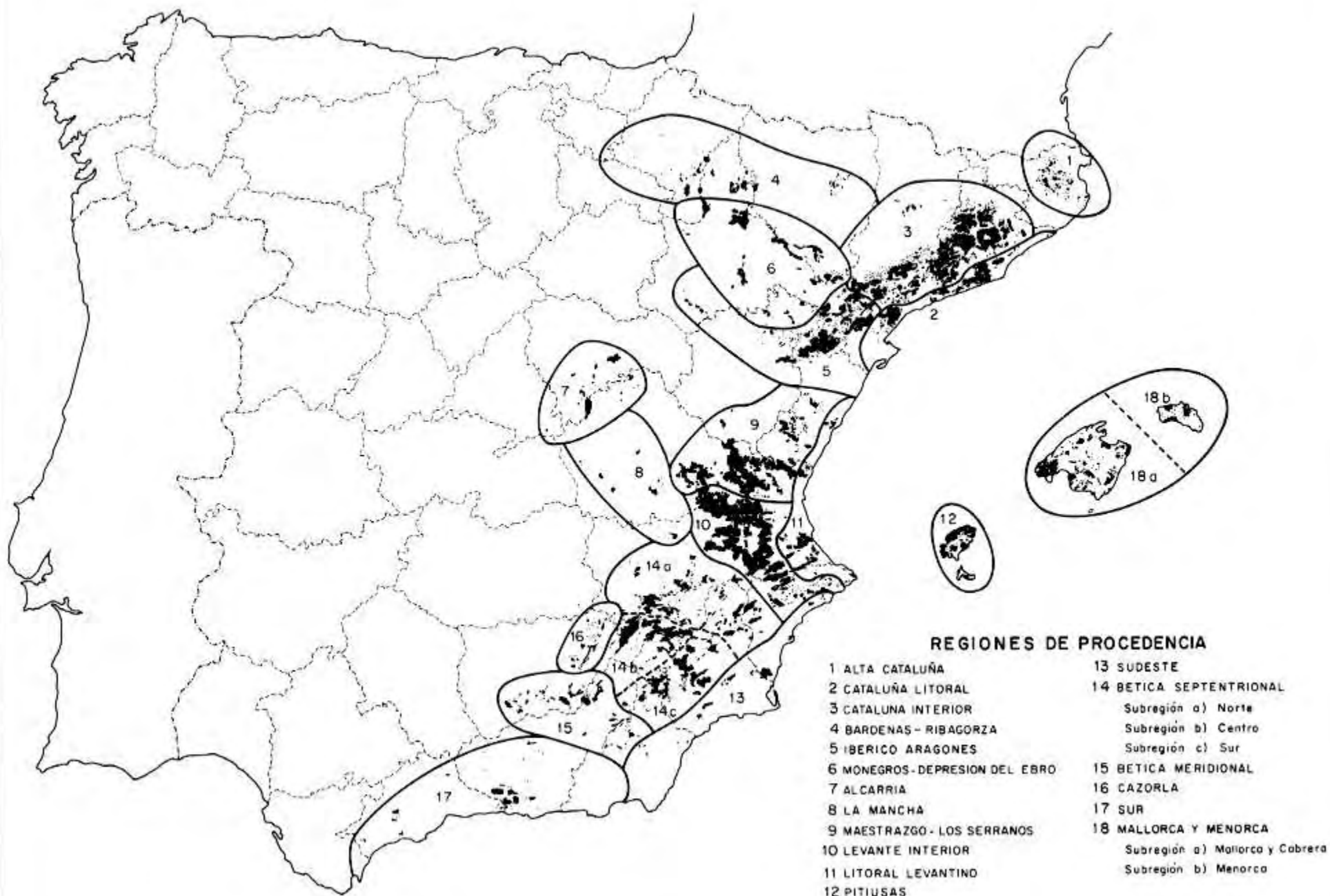
5. **SUELOS:** Se ofrece una tabla, confeccionada a partir de la obra de Gandullo (1972), en la que se señalan los tipos de suelo más frecuentes y sus características: perfil, profundidad (en centímetros), permeabilidad (medida por el cociente entre el porcentaje de arcilla en la tierra fina, y el porcentaje de tierra fina en el suelo), textura, pH superficial y porcentaje de caliza activa superficial (CAS). Cuando la presencia de dolomías hace suponer que el efecto de la caliza está bloqueado, éste último porcentaje aparece entre interrogaciones. La terminología se ha adaptado a la clasificación de suelos de la FAO (1989). La información general se ha tomado a partir del Mapa de Suelos de la CEE (Tavernier, 1985), que sigue la clasificación anterior (FAO, 1985).

6. **VEGETACIÓN:** Se comentan brevemente los principales rasgos de la estructura y composición florística de los pinares de la procedencia en cuestión.

7. **SERIES DE VEGETACIÓN.** Se indica cualquier tipo de peculiaridad que pueda tener importancia para el uso de la procedencia.

FUENTES UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DE LAS FICHAS:

- Allué Andrade, J.L. (1990). *Atlas Fitoclimático de España*. INIA. Madrid, 233 pp.
- Ceballos, L. (dir.) (1966). *Mapa forestal de España*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Elías, F. & Ruiz Beltrán, L. (1977). *Agroclimatología de España*. Cuadernos INIA. Madrid.
- Gandullo, J.M. (dir.) (1972). *Ecología de los pinares españoles. III. Pinus halepensis Mill.* I.N.I.A.-M.A.P.A. Madrid, 307 pp.
- García-Loygorri, A. (dir.) (1980). *Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Escala 1:1.000.000. IGME. Madrid.
- Montero de Burgos, J.L. & González Rebollar, J.L. (1983). *Diagramas bioclimáticos*. ICONA. Madrid.
- Tavernier, R. (coordinador) (1985). *Soil Map of the European Communities*. Commission of the E. C. Bruselas, 124 pp. + 5 planos.



Regiones de procedencia de *Pinus halepensis* Mill.

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 1. ALTA CATALUÑA.

1. LOCALIZACIÓN: Provincia de Gerona.

Longitud: 2° 37' E — 3° 14' E

Latitud: 41° 52' N — 42° 21' N

2. ALTITUD: 0-200 (400) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Gerona (Ge).

Altitud: 70 m.

Años: 36

CLIMODIAGRAMA

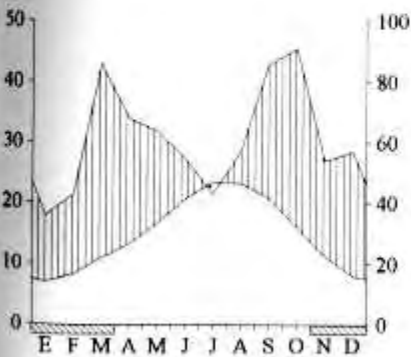
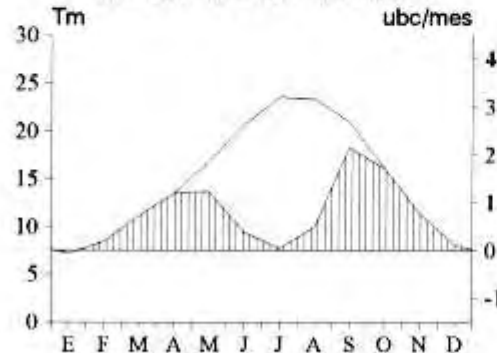


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 18,18 IBR= 8,90 IBS= -
IBF= -0,08 IBL= 8,90 ISS= 9,28



	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	36	43	86	68	64	55	43	57	86	91	54	57	740
tm (°C)	7,1	8,4	11,1	13,4	16,8	20,7	23,5	23,3	20,9	16	11,3	8,0	15,0

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Nemoromediterráneo sumediterráneo VI(IV), tendiendo a mediterráneo subnival IV(VI), en la costa.

— Factores climáticos:
(Basados en 4 estaciones)

	k	a	p	pe	bs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,29	2,75	740	43	0	10,0	16,2	23,6	6,3	-6	11,5	29,7	40	5
Mín.	0,01	0,50	506	15	0	7,1	15	23,3	1,5	-11,6	7,1	26,9	33	2

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Sedimentos terciarios (eocenos) y cuaternarios, con litofacies de calizas que en terrenos cuaternarios pueden mezclarse con cantos rodados de naturaleza ácida. Puntualmente aparecen sobre granitos o terrenos primarios silíceos.

5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C	22-46	Baja a Media	Franca a Franca bastante limosa-arcillosa	7,6-7,9	10,17-32,91
Regosol calcárico	A; C	19-20	Media a Alta	Franca bastante arenosa	7,0-7,4	9,12-17,97
Luvisol háplico	A; Bt; C	27	Muy alta	Franca bastante arenosa	6,4	0

(Número de perfiles muestreados: 5)

6. VEGETACIÓN:

En las zonas litorales *P. halepensis* aparece en acantilados y dunas, en formaciones abiertas, acompañado de arbustos heliófilos y flora especializada (rupícola y psammófila). En las dunas ya fijadas el bosque puede ser más denso, especialmente el subvuelo que lleva lentisco, labiérnago, coscoja, acebuche, etc. En las zonas interiores el pino puede mezclarse con encinas, robles, alcornoques o pinos piñoneros; es la especie dominante en laderas secas o zonas recientemente perturbadas. Los pinares más maduros llevan un sotobosque denso de arbustos esclerófilos de hoja lustrosa (durillo, coscoja, acebuche, lentisco, espinos, labiérnago), mientras que los más aclarados se acompañan de matorral heliófilo y xerófilo (brezos, jaras, genisteas, labiadas, etc.).

3° E

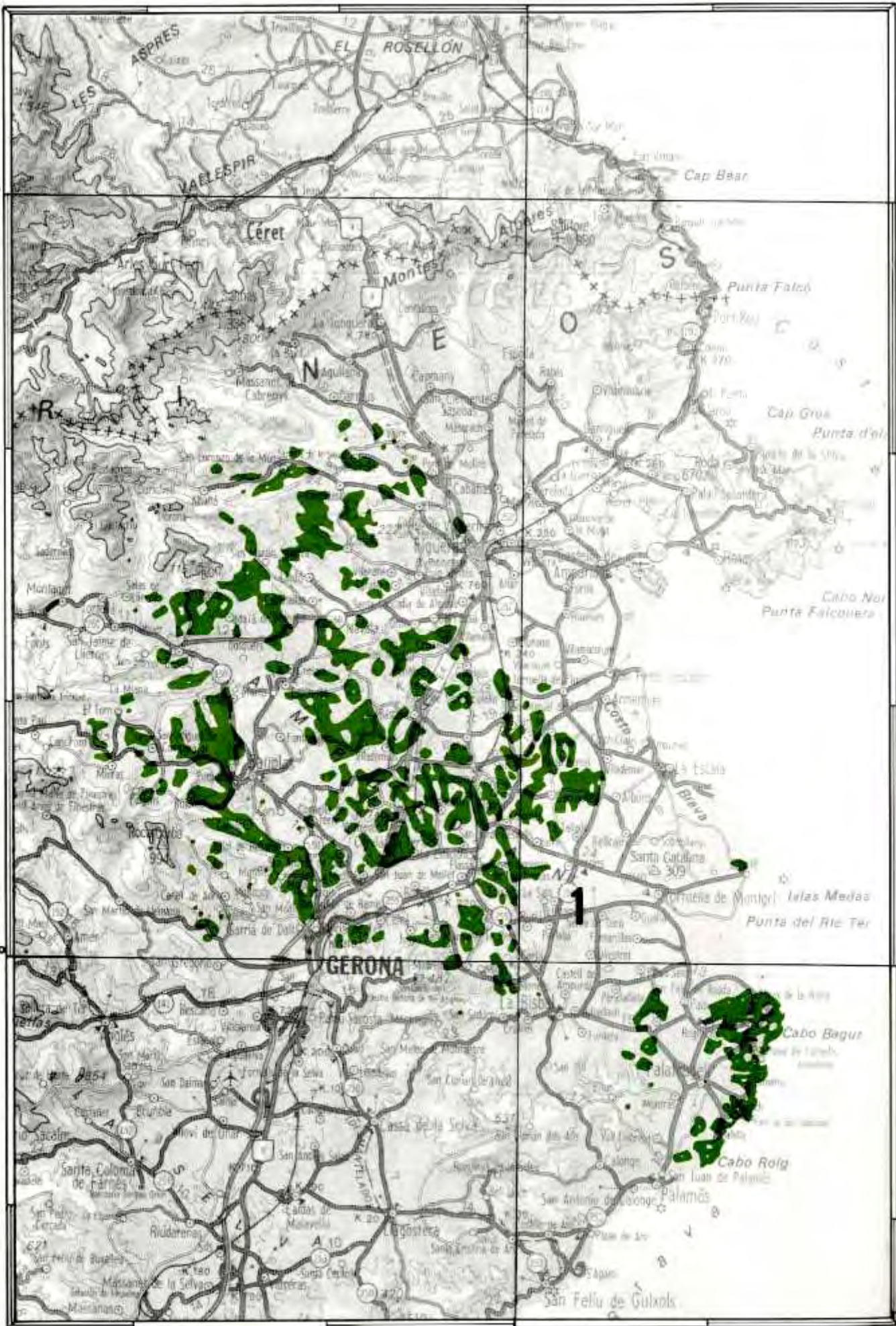
30'

30'

42°

42°

3°



Escala 1:400.000

4000 m 0 10 20 30 40 50 Km

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 2. CATALUÑA LITORAL.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Barcelona, Tarragona y algunas masas en Gerona.

Longitud: 0° 21' E — 2° 49' E

Latitud: 41° 25' N — 41° 45' N

2. ALTITUD: 0-300 (400) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Tarragona (T).

Altitud: 20 m.

Años: 27

CLIMODIAGRAMA

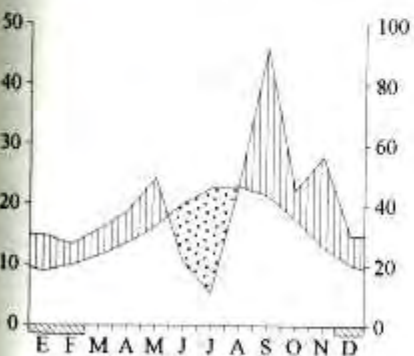
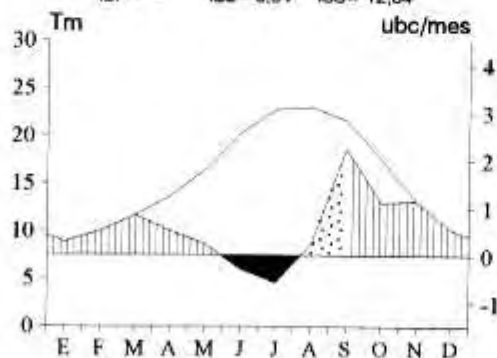


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 19,98 IBR= 7,64 IBS= -0,86
IBF= - IBL= 5,54 ISS= 12,34



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	30	27	32	38	49	21	11	47	92	45	56	30	478
tm (°C)	8,9	10,0	11,7	13,7	16,5	20,3	22,9	23,1	21,7	17,7	13,2	10,2	15,8

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo subnival IV(VI).

— Factores climáticos:

(Basados en 8 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	te	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,30	4,5	744	30	2	9,4	18,7	25,2	5,3	-6	12,1	30,8	38,9	5
Mín.	0,01	1	455	11	0	5,1	12,6	21,1	-0,4	-15	7,1	26,2	34,6	3

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Terrenos secundarios (triásicos y cretácicos) y mayoritariamente del Oligoceno y del Cuaternario, formados por calizas y en ocasiones dolomías. Puntualmente sobre granitos o terrenos paleozoicos.

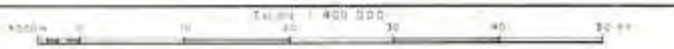
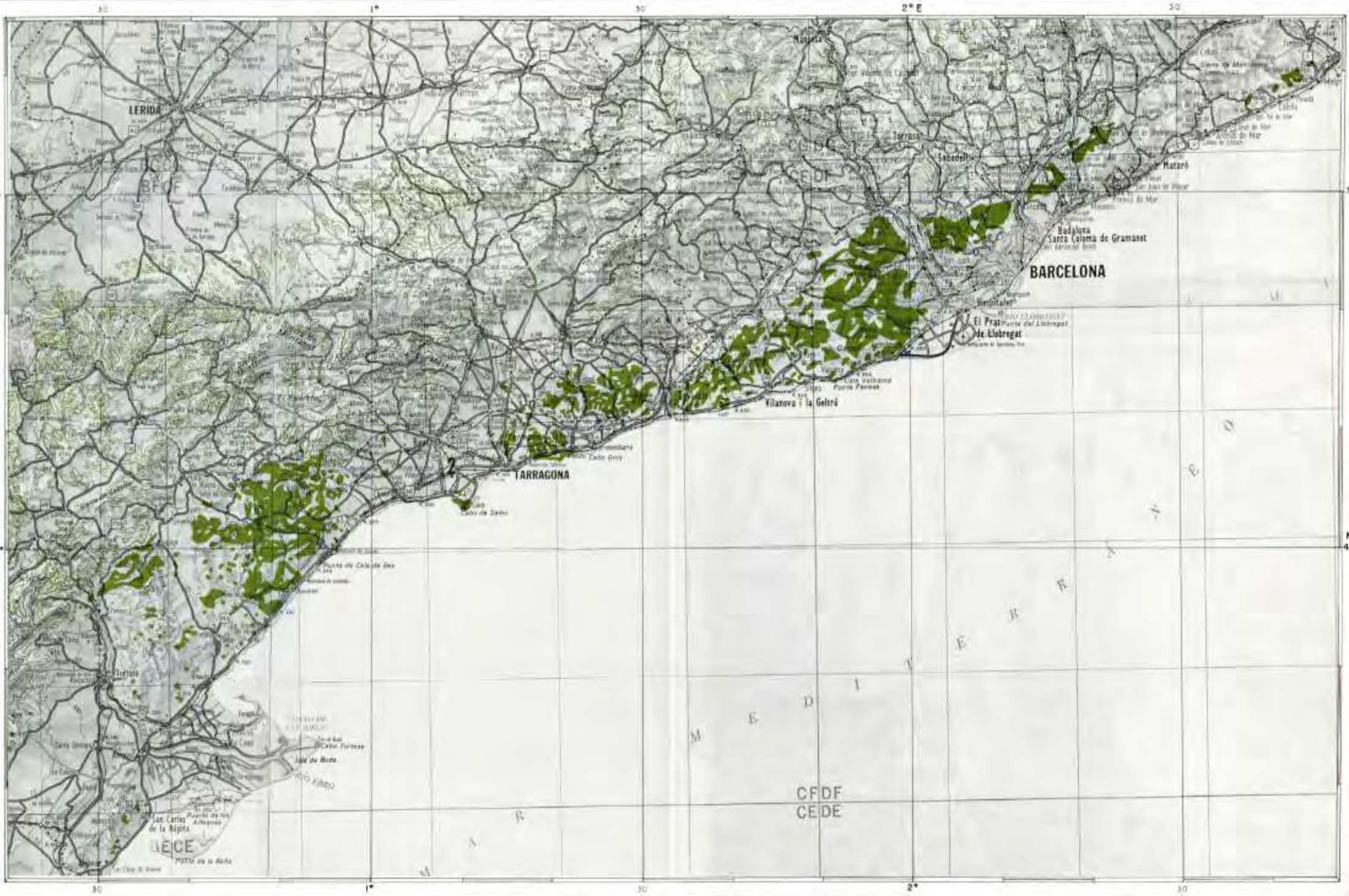
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Regosol calcárico	A; C	18-45	Baja a Media	Franca bastante limosa	7,9-8,2	18,68-44,72
Cambisol calcárico	A; Bw; C	51-70	Baja a Media	Franca bastante limosa	6,9-8,0	40,60?-13,89

(Número de perfiles muestreados: 5)

6. VEGETACIÓN:

Pinares en dunas y en terrenos interiores; florísticamente determinados por el ambiente térmico del litoral. Los restos maduros son escasos, presentando entonces un estrato arbóreo de 15-20 m, con subvuelo de palmito, coscoja, lentisco, espino negro, trepadoras, etc. Cuando el suelo tiene más profundidad puede haber encinas, algarrobos y acebuches. La situación más frecuente es encontrar masas jóvenes de regeneración post-incendio, densas y cerradas, con cortejos heliófilos. En sustratos descarbonatados se mezcla con *P. pinea* y, si hay suficiente humedad, con alcornoque.



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 3. CATALUÑA INTERIOR.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Barcelona, Tarragona, Lérida, Gerona y Zaragoza.

Longitud: 0° 20' E — 2° 30' E

Latitud: 41° 10' N — 42° 05' N

2. ALTITUD: 400-600 (800) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Riudabella (T).

Altitud: 550 m.

Años: 17

CLIMODIAGRAMA

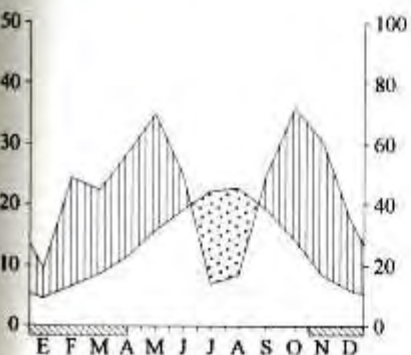
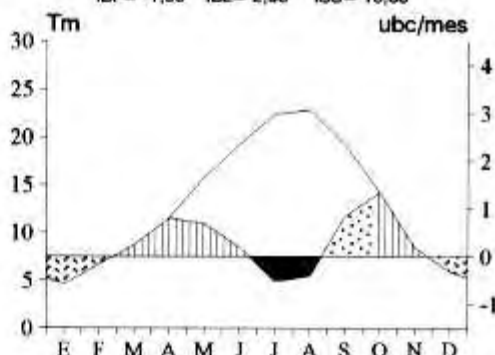


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 14,94 IBR= 4,26 IBS= -0,90
IBF= -1,06 IBL= 2,96 ISS= 10,68



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	19	49	45	57	70	50	14	17	50	72	61	35	539
tm (°C)	4,6	6,7	8,7	11,5	15,8	19,2	22,4	22,8	19,2	14,2	8,4	5,9	13,3

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Nemoromediterráneo genuino VI(IV), en la mayor parte de la región; nemoral substepario VI(VII) al norte de la región. En las zonas más próximas al valle del Ebro llega a ser mediterráneo genuino IV₁ y IV₂.

— Factores climáticos:
(Basados en 8 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,18	2,50	800	55	3	5,4	14,7	24,3	1,2	-5,6	13,1	32,3	41,5	6
Mín.	0,00	0,00	539	14	0	3,1	11,4	21,0	-2,9	-18	8,6	25,4	32,7	4

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Materiales triásicos, aunque principalmente el pinar ocupa terrenos paleógenos (Eoceno-Oligoceno), con litofacies de margas, calizas y algunas dolomías. Aparecen algunos materiales silíceos (areniscas, cuarcitas, granitos) de forma puntual.

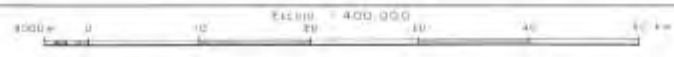
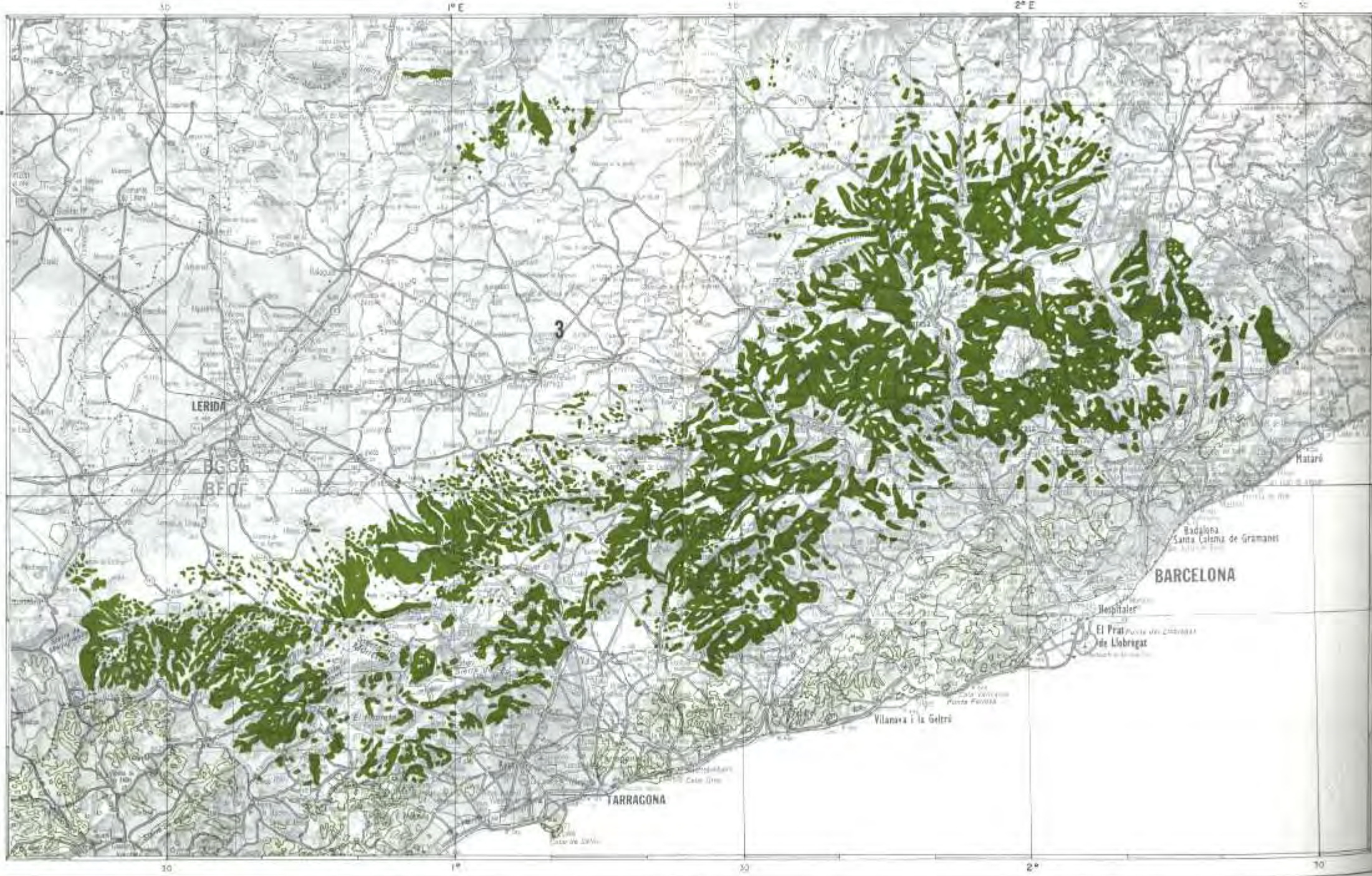
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C	33-74	Muy baja a alta	Desde Franca bastante limosa a Franca arenosa	6,4-8,1	0-34,81

(Número de perfiles muestreados: 12)

6. VEGETACIÓN:

En los pinares más evolucionados el estrato arbóreo puede superar los 20 m, con un sotobosque de 3-4 m, formado por arbustos esclerófilos: *Juniperus communis*, *J. oxycedrus*, pino piñonero, encina, quejigo, coscoja, madroño, labiérnago, lentisco, boj, zarzaparrilla, hiedra, madreselva, etc. Los que están sometidos a explotación o son aún jóvenes no alcanzan tanta altura y son más abiertos; se acompañan de un cortejo de arbustos heliófilos (*Ulex parviflorus*, *Erica multiflora*, *Cistus* spp., *Daphne gnidium*, labiadas, etc.).



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 4. BARDENAS-RIBAGORZA.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Zaragoza, Huesca, Navarra y Lérida.

Longitud: 2° 10' W — 0° 40' E

Latitud: 41° 50' N — 42° 42' N

2. ALTITUD: 400-600 (800) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: La Oliva (Na).

Altitud: 342 m.

Años: 33

CLIMODIAGRAMA

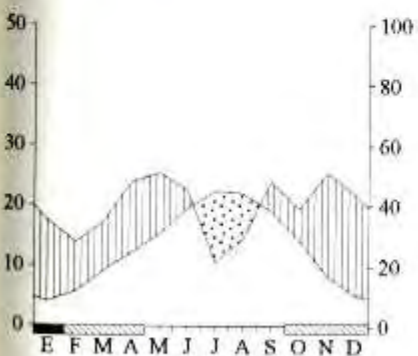
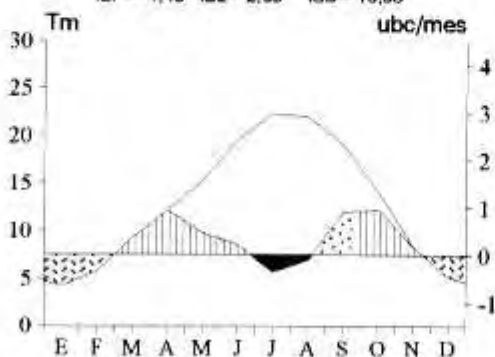


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 15,0 IBR= 4,02 IBS= -0,45
IBF= -1,46 IBL= 2,86 ISS= 10,98



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	35	28	35	48	51	45	21	29	48	39	51	44	474
tm (°C)	-4,2	5,8	9,3	12,2	15,3	19,6	22,4	22,0	19,1	14,2	8,4	5,2	13,2

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Nemoromediterráneo genuino VI(IV), y VI(IV), hacia el este de la región; hacia occidente predomina el nemoral substepario VI(VII).

— Factores climáticos:
(Basados en 8 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	$\bar{t}f$	\bar{T}	$\bar{t}c$	$\bar{T}m$	Tm	\bar{osc}	$\bar{T}M$	TM	hp
Máx.	0,28	3	859	53	4	6,3	14,4	24,6	0,9	-10	14,9	34,2	45	6
Mín.	0	0	420	16	0	2,6	11,9	21,9	-4,4	-20,2	11,4	29,8	38,1	4

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Calizas, margas y calizas margosas terciarias (Paleógeno-Mioceno) y cuaternarias.

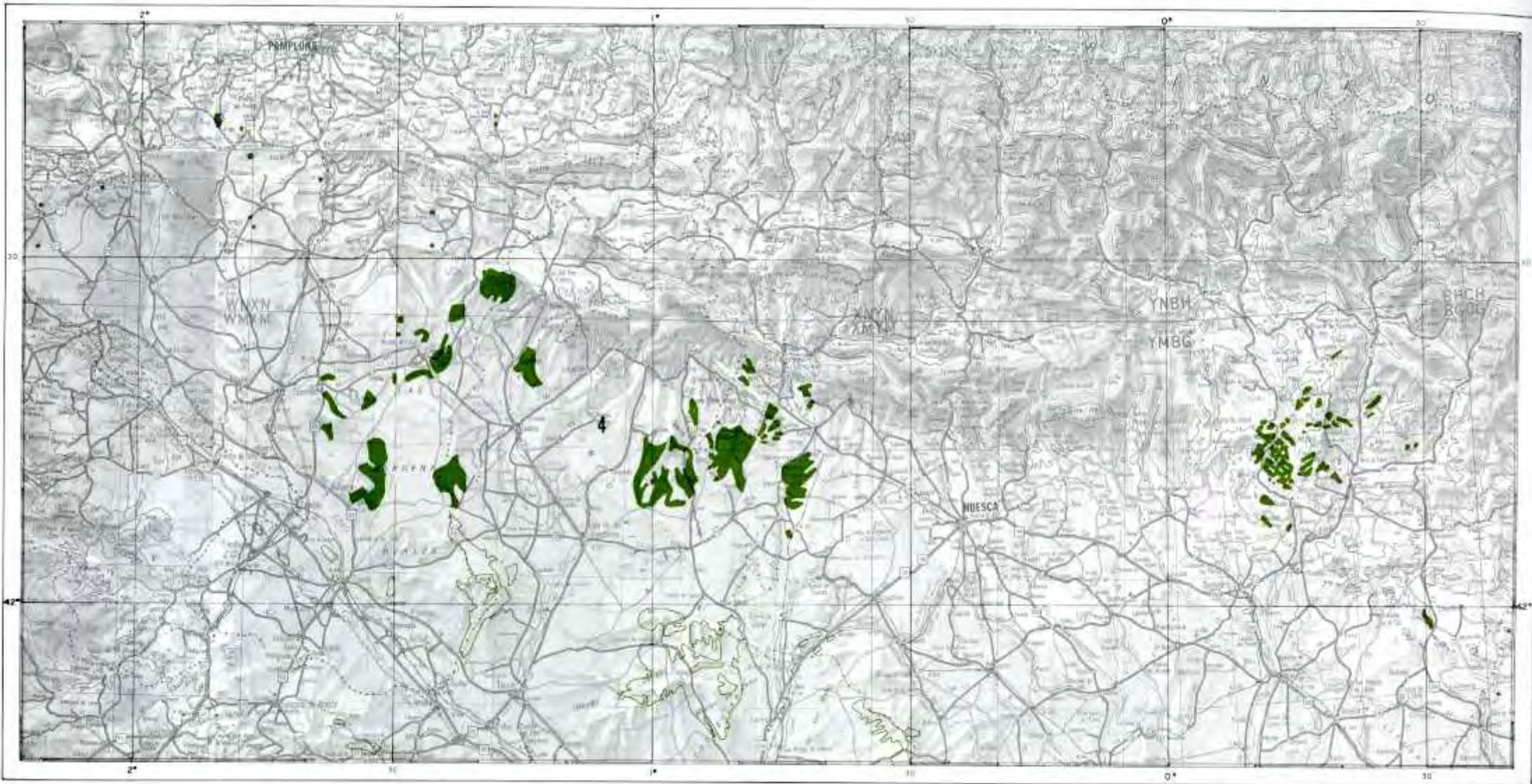
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C	40	Baja a Media	Franca bastante limosa	8,0-8,1	22,52-25,59

(Número de perfiles muestreados: 2)

6. VEGETACIÓN:

P. halepensis aparece en enclaves con microclimas favorables, acompañado de especies termófilas (*Thymelaea tinctoria*, *Globularia alypum*). El cortejo se compone principalmente de plantas heliófilas (romero, enebro de miera, tomillos, jaguarzos, salvas, jaras), haciéndose más pobre hacia el norte. En los pinares más maduros se crea un ambiente más fresco que permite la entrada de plantas umbrófilas.



400 000
METERS

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 5. IBÉRICO ARAGONÉS.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Zaragoza, Teruel, Tarragona y Castellón.

Longitud: 1° 55' W — 0° 35' E

Latitud: 40° 44' N — 41° 30' N

2. ALTITUD: 200-600 (800) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Calanda (Te).

Altitud: 466 m.

Años: 15

CLIMODIAGRAMA

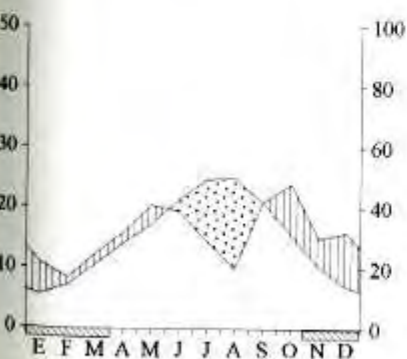
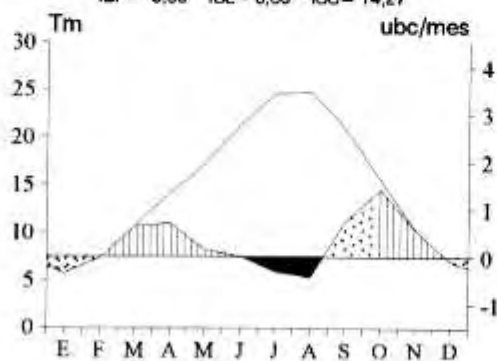


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 18,52 IBR= 4,24 IBS= -0,71
IBF= -0,50 IBL= 3,09 ISS= 14,27



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	22	17	25	32	41	39	29	20	42	48	30	32	377
tm (°C)	5,7	7,3	10,7	14,2	17,3	21,4	24,7	24,9	21,0	15,6	10,3	7,0	15,0

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Nemoromediterráneo genuino VI(IV), y, en menor medida, VI(IV)₂ en la zona más próxima al mar.

— Factores climáticos:
(Basados en 5 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	if	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	1,09	5,75	493	23	2	8,3	17,0	27,5	4,4	-8,0	14,2	32,4	44,5	6
Mín.	0,12	2,00	367	17	0	3,7	12,2	21,8	-1,3	-22,4	8,0	29,1	38,2	3

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Principalmente sedimentos del Mioceno; en menor medida materiales más antiguos, del Mesozoico (Cretácico) y del Oligoceno. Litofacies de calizas y pudingas calizas.

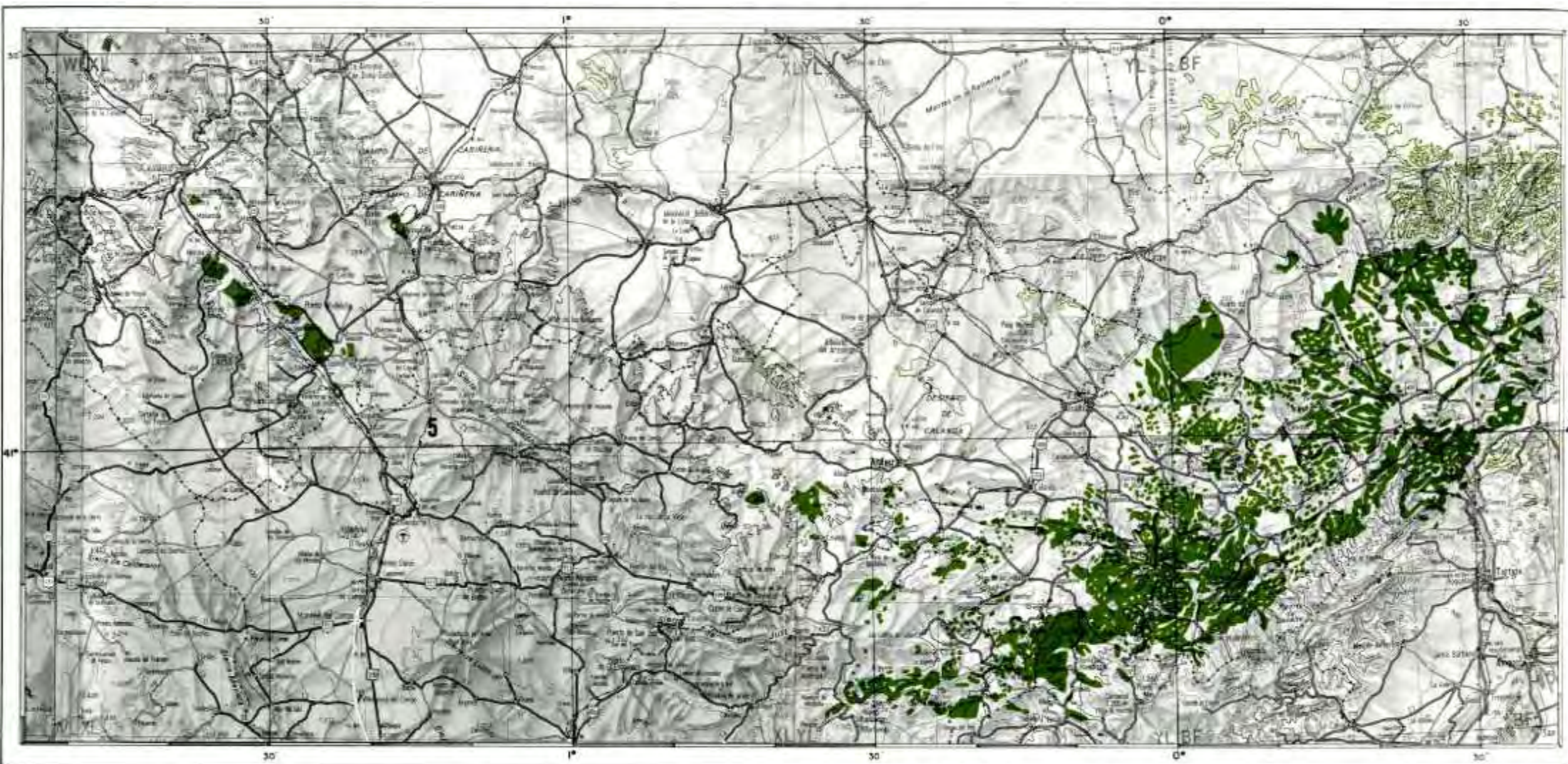
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bt; C	57	Baja	Franca algo arcillosa	8,0	34,86
Calcisol calcárico	A; Bwk; C A; Btk; C	17-90	Baja a Media	De Franca limosa a Franca arenoso-arcillosa	8,0-8,1	4,94-36,29

(Número de perfiles muestreados: 8)

6. VEGETACIÓN:

Los pinares de esta región aparecen en solanas y valles protegidos de las inversiones térmicas; suelen tener un aspecto joven e inmaduro. En el subvuelo llevan un matorral termófilo de coscoja con romero, gayuba, cornicabra, lentisco, *Cistus clusii*, *Ephedra fragilis*, *Rhus coriaria*, *Globularia alypum*, *Thymelaea hirsuta*, etc. Se mezclan con encina, enebro, sabina mora y en algunos sitios con *P. nigra*.



Escala 1:400 000

A horizontal scale bar with markings at 0, 20, 40, 60, and 80 kilometers. The text 'Escala 1:400 000' is positioned above the bar.

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 6. MONEGROS-DEPRESIÓN DEL EBRO.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Navarra, Huesca, Zaragoza y Teruel.

Longitud: 1° 40' W — 0° 25' E

Latitud: 41° 00' N — 42° 05' N

2. ALTITUD: 300-600 (800) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Pallaruelos de Monegros (Hu).

Altitud: 356 m.

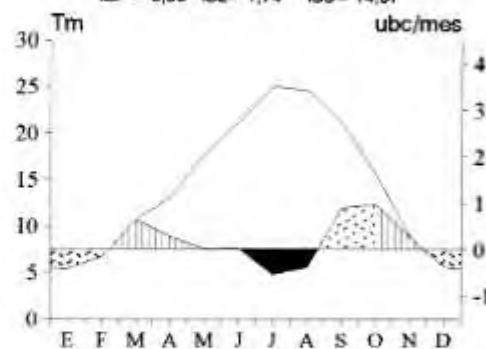
Años: 13

CLIMODIAGRAMA



DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 18,1 IBR= 3,13 IBS= -0,91
IBF= -0,96 IBL= 1,74 ISS= 14,97



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	28	39	34	33	40	48	21	25	59	53	48	30	458
tm (°C)	5,4	6,7	10,7	13,1	17,8	21,2	25,0	24,6	21,1	15,6	8,9	5,6	14,7

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino (IV₁ en la zona central, IV₂ y IV₃ en los bordes de la región).

— Factores climáticos:
(Basados en 7 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	te	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	1,21	4,0	458	21	0	7,1	14,8	25,4	3,1	-8,0	13,7	33,2	44,0	8
Mín.	0,26	2,5	340	12	0	5,0	13,1	20,4	1,0	-20,1	10,1	27,6	39,2	5

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Terrenos formados por sedimentos miocénicos y cuaternarios, predominando los materiales margosos y arcillosos. Presencia de yesos.

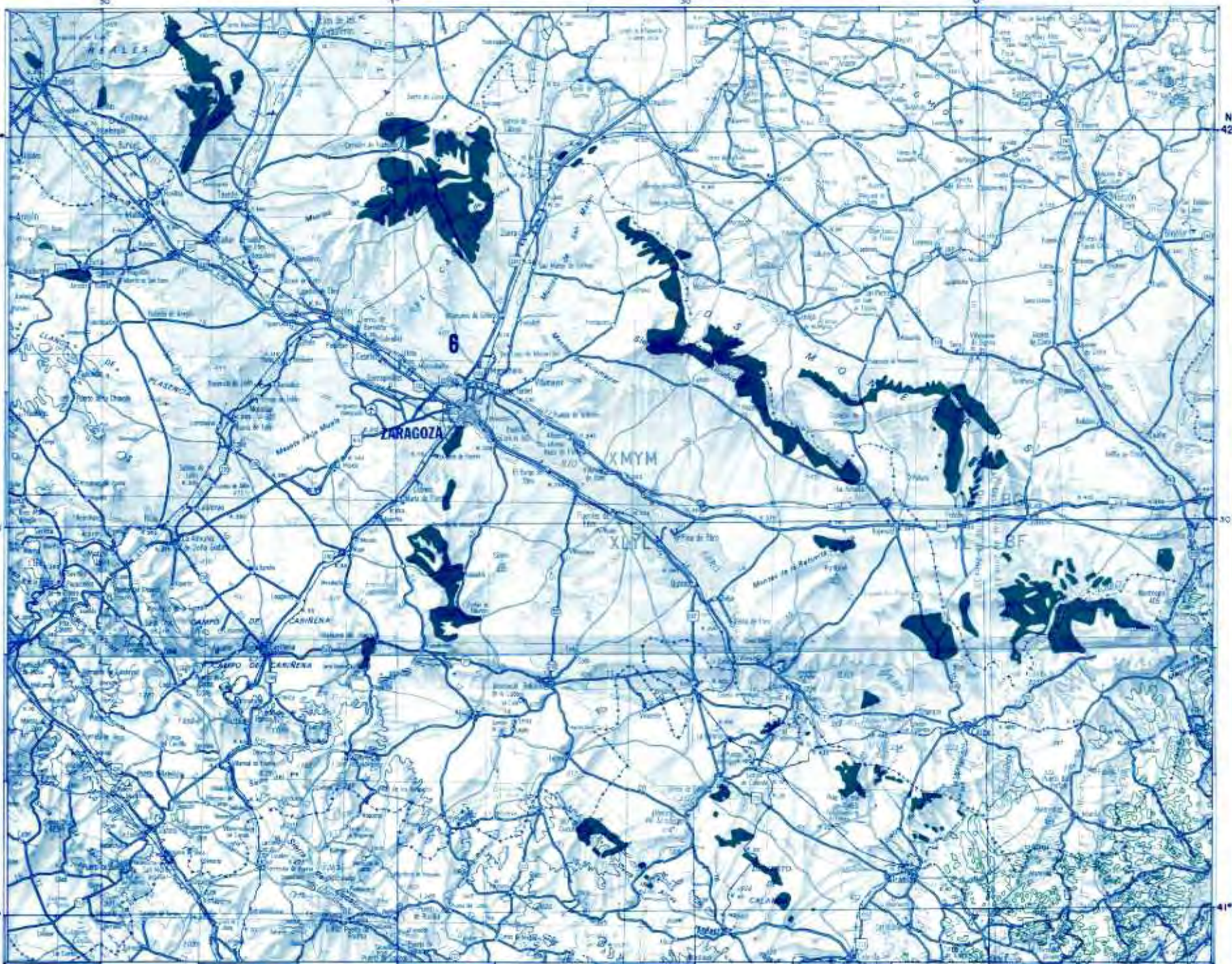
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Regosol calcárico	A; A/C	15-18	Baja	Franca algo arcillosa	8,1-8,2	28,32-43,70
Calcisol háptico	A; Bwk; C	15-65	Muy baja a Media	De Franca a Franca bastante limosa	7,9-8,4	13,37-51,84
Cambisol calcárico	A; Bw; C	12-29	Muy baja a Baja	Franca bastante limosa-arcillosa	7,7-8,2	30,05-32,77

(Número de perfiles muestreados: 11)

6. VEGETACIÓN:

En la parte central del valle, masas mixtas de pino carrasco y sabina albar. En cotas más altas pinares con coscoja, aladierno, romero, sabina mora, *Ephedra major*, etc. Hacia el este la transición a los pinares mediterráneos se manifiesta en la presencia de lentisco, *Erica multiflora*, *Globularia alypum*, etc. Los bosques más maduros llevan un sotobosque bien formado de coscoja, lentisco, *Rhamnus alaternus*, *R. lycioides*, *Ephedra major*, *Thymelaea tinctoria*, *Juniperus oxycedrus*. En las zonas menos áridas (umbrías de Alcubierre) aparecen encinas, algún quejigo, madroño y un tapiz de gayuba.



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 7. ALCARRIA.

LOCALIZACIÓN: Provincias de Guadalajara, Cuenca y Madrid.

Longitud: 3° 15' W — 2° 13' W

Latitud: 40° 05' N — 40° 48' N

ALTITUD: 600-1.000 m.

CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Bolarque (Pno.) (Gu).

Altitud: 650 m.

Años: 33

CLIMODIAGRAMA

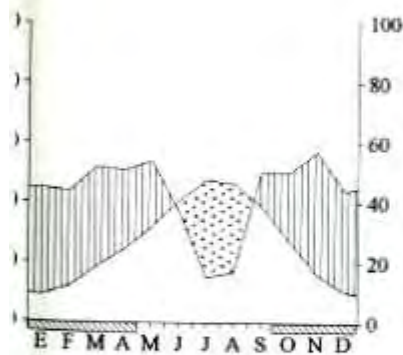
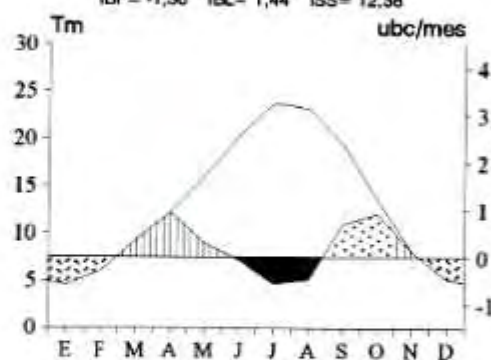


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 15,66 IBR= 3,32 IBS= -1,07
IBF= -1,36 IBL= 1,44 ISS= 12,38



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
(mm)	45	44	52	51	54	37	15	17	50	50	57	44	516
n (°C)	4,5	6,0	9,3	12,2	16,0	20,3	23,8	23,2	19,4	13,6	8,1	5,2	13,5

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Nemoromediterráneo genuino VI(IV),

— Factores climáticos:
(Basados en 4 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	\bar{t}_f	\bar{T}	\bar{t}_c	\bar{T}_m	Tm	\bar{osc}	\bar{T}_M	TM	bp
Máx.	0,42	3,64	628	15	2	5,3	14,3	25,1	0,6	-12	15,4	34,8	43,6	8
Mín.	0,11	2,25	447	8	0	4,4	13,3	23,8	-1,4	-14	10,9	31,0	40,0	6

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Materiales calizos secundarios (del Jurásico y Cretácico) y sedimentos terciarios asociados a los ríos: calizas, dolomías, a veces sobre margas o margas con mayor o menor porcentaje de yesos.

5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C	15-38	Media	De Franca a Franca algo arcillosa	7,5-8,3	7,19-27,35

(Número de perfiles muestreados: 6)

6. VEGETACIÓN:

El pino carrasco puede formar masas mixtas con encinas. En condiciones óptimas se acompañan de un estrato subarbóreo de coscojar y arbustos resistentes a los contrastes térmicos (*Rhamnus lycioides*, cornicabra, jazmín silvestre, torvisco, efedras, *Rubia peregrina*), aunque lo más frecuente es que se encuentren más o menos aclarados y presenten un cortejo de especies heliófilas: romero, tomillos, espliegos, salvias, *Cistus clusii*, etc.

3° W

30'

GUADALAJARA

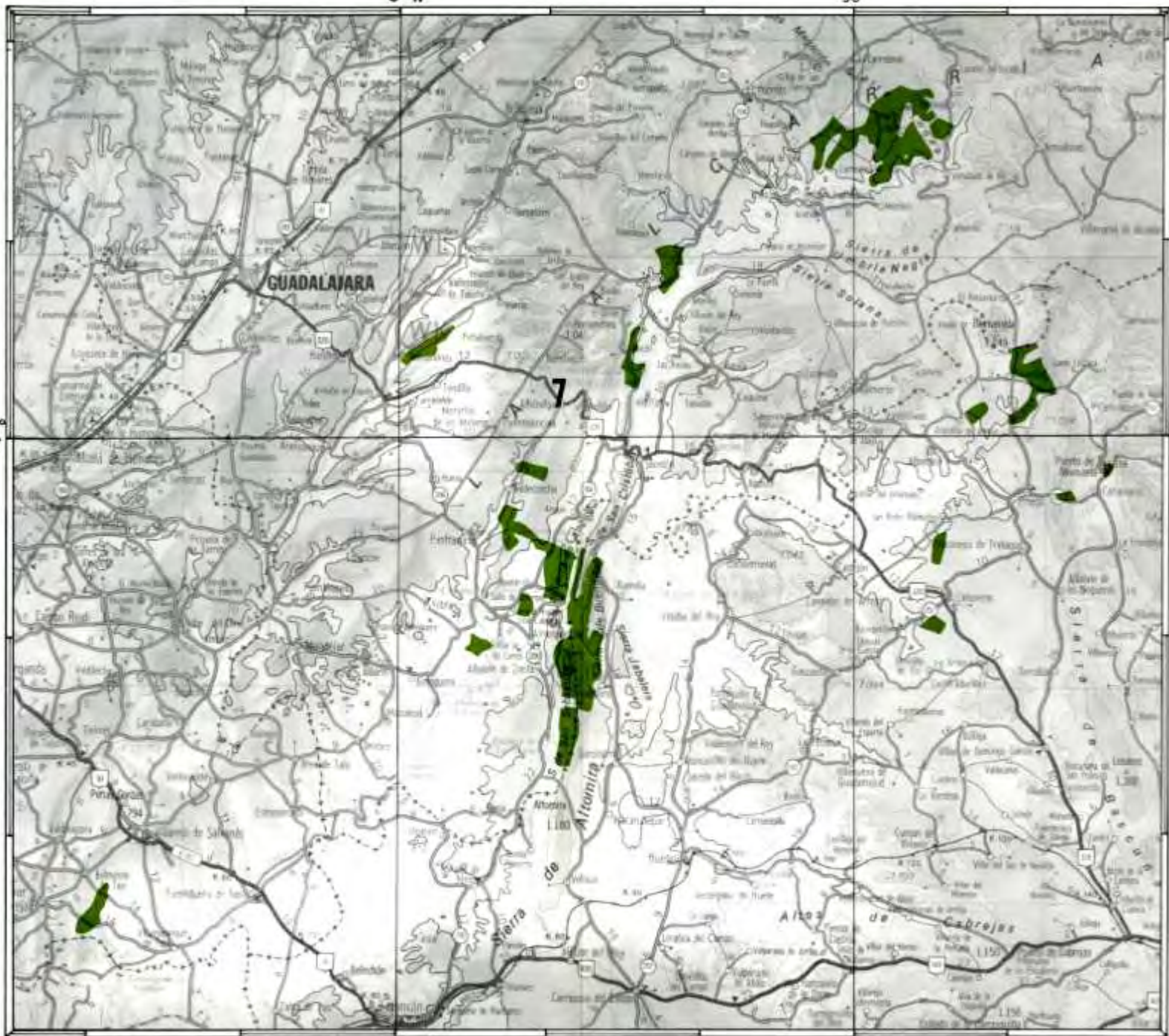
7

N
40°
30'

3°

30'

4000 m 0 10 20 30 40 50 Km
Escala 1:400 000



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 8. LA MANCHA.

LOCALIZACIÓN: Provincias de Albacete y Cuenca.

Longitud: 2° 55' W — 1° 40' W Latitud: 39° 05' N — 39° 55' N

ALTITUD: (500) 600-800 m.

CLIMA:

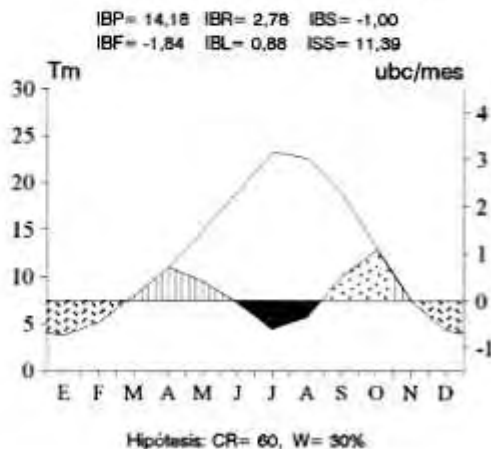
3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Motilla del Palancar (Cu).

Altitud: 831 m. Años: 27

CLIMODIAGRAMA



DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO



	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	44	53	45	48	53	35	11	23	40	56	51	49	508
tm (°C)	3,8	5,2	8,0	11,0	14,9	19,1	23,3	22,6	18,9	13,1	7,5	4,3	12,6

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo subnemoral IV(VI), mayoritariamente, y en zonas más altas nemoromediterráneo genuino VI(IV),

— Factores climáticos:
(Basados en 4 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	te	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,58	5,00	508	11	3	5,3	14,3	26,2	0,9	-15	15,9	34,2	45,0	6
Mín.	0,22	3,00	393	6	0	3,4	12,6	23,3	-22	-18,5	11,2	32,4	41,0	5

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Terrenos calizos sedimentarios de origen cretácico y, mayoritariamente, terciario (Paleogeno-Mioceno), formados por areniscas, conglomerados, margas, calizas y dolomías. En ocasiones el pinar aparece sobre rañas.

5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C	40-41	Muy baja o Media	Franca algo arcillosa	8,0-8,1	19,86-25,60

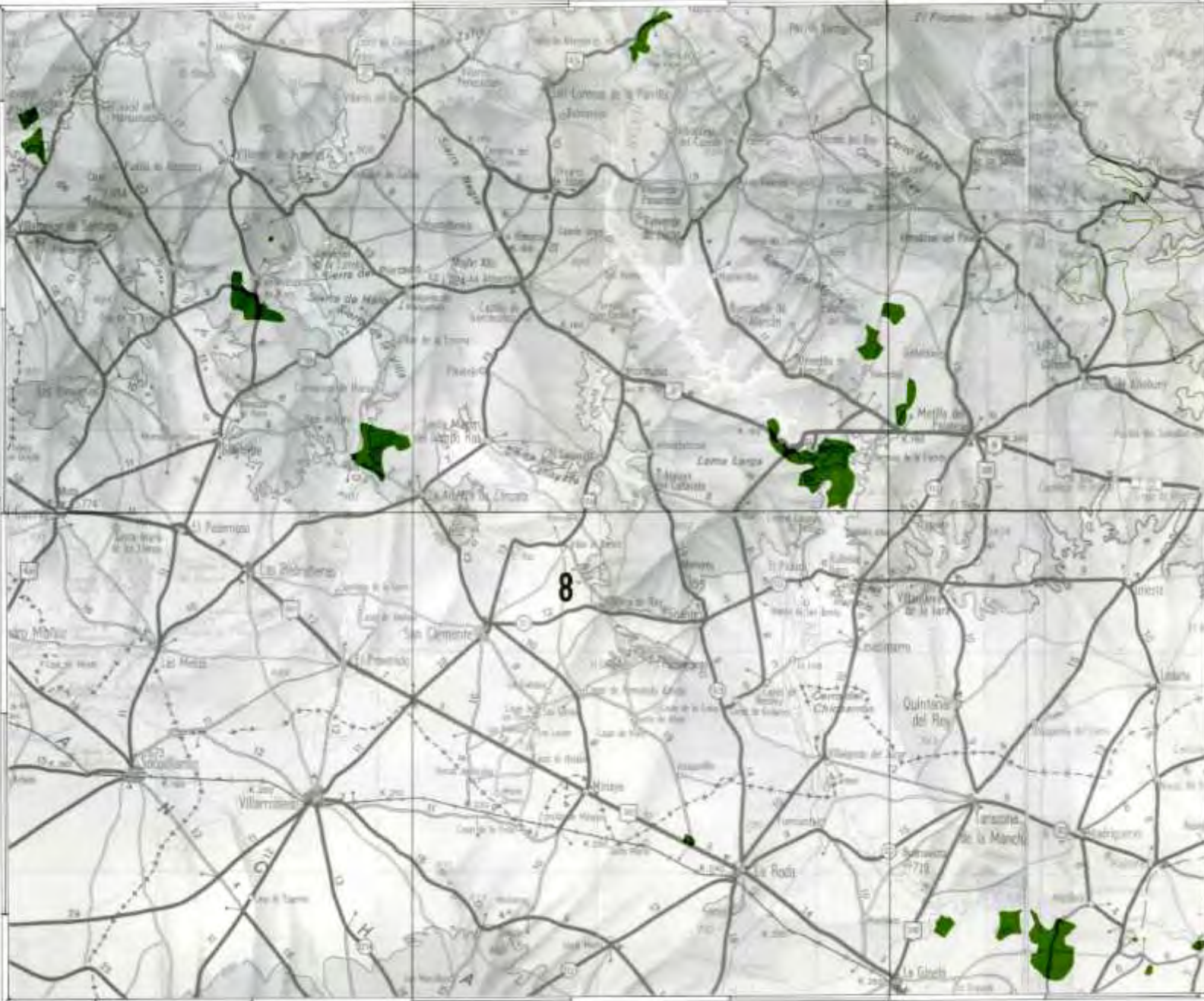
(Número de perfiles muestreados: 2)

6. VEGETACIÓN:

El pino carrasco puede presentarse como dominante o, frecuentemente, mezclado con encina. Sobre sustratos ácidos aparece también *P. pinea* y, en mayores altitudes, *P. pinaster*. En el cortejo predominan los matorrales de carácter heliófilo: coscoja, romero, aulaga, torvisco, *J. oxycedrus*, *J. phoenicea*, *Cistus clusii*, *C. salviifolius*, *Rhamnus lycioides*; en ocasiones existe un tapiz de gayuba.

30

2°W



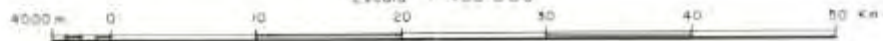
N
39°
30'

39°
30'

30

2°

Escala 1:400 000



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 9. MAESTRAZGO-LOS SERRANOS.

LOCALIZACIÓN: Provincias de Castellón, Valencia, Cuenca y Teruel.

Longitud: 1° 50' W — 0° 02' W Latitud: 39° 29' N — 40° 25' N

ALTITUD: 400-1.000 (1.400) m.

CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Chelva (V).

Altitud: 474 m. Años: 17

CLIMODIAGRAMA

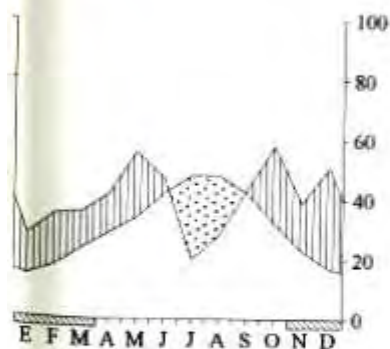
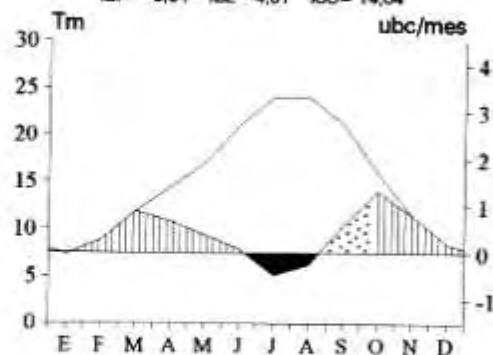


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 19,24 IBR= 5,20 IBS= -0,70
IBF= -0,04 IBL= 4,01 ISS= 14,04



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
mm)	28	35	36	42	56	47	20	28	43	58	39	51	483
(°C)	7,3	8,9	11,9	14,5	17,0	21,1	24,1	24,0	21,2	16,0	11,5	8,5	15,5

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Principalmente nemoromediterráneo genuino VI(IV), con zonas de mediterráneo genuino IV₁ y IV₂ al acercarse hacia la costa.

— Factores climáticos:
(Basados en 9 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	te	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	1,10	6,00	637	34	3	10,6	17,6	26,0	4,7	-4,4	16,3	33,5	44	6
Mín.	0,06	1,50	407	7	0	3,2	12,3	22,5	-2,9	-14,5	7,5	28,7	37,7	3

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Calizas mesozoicas (triásicas, jurásicas y cretácicas), en ocasiones con presencia de dolomías y areniscas. Algunas masas aparecen sobre rodenos.

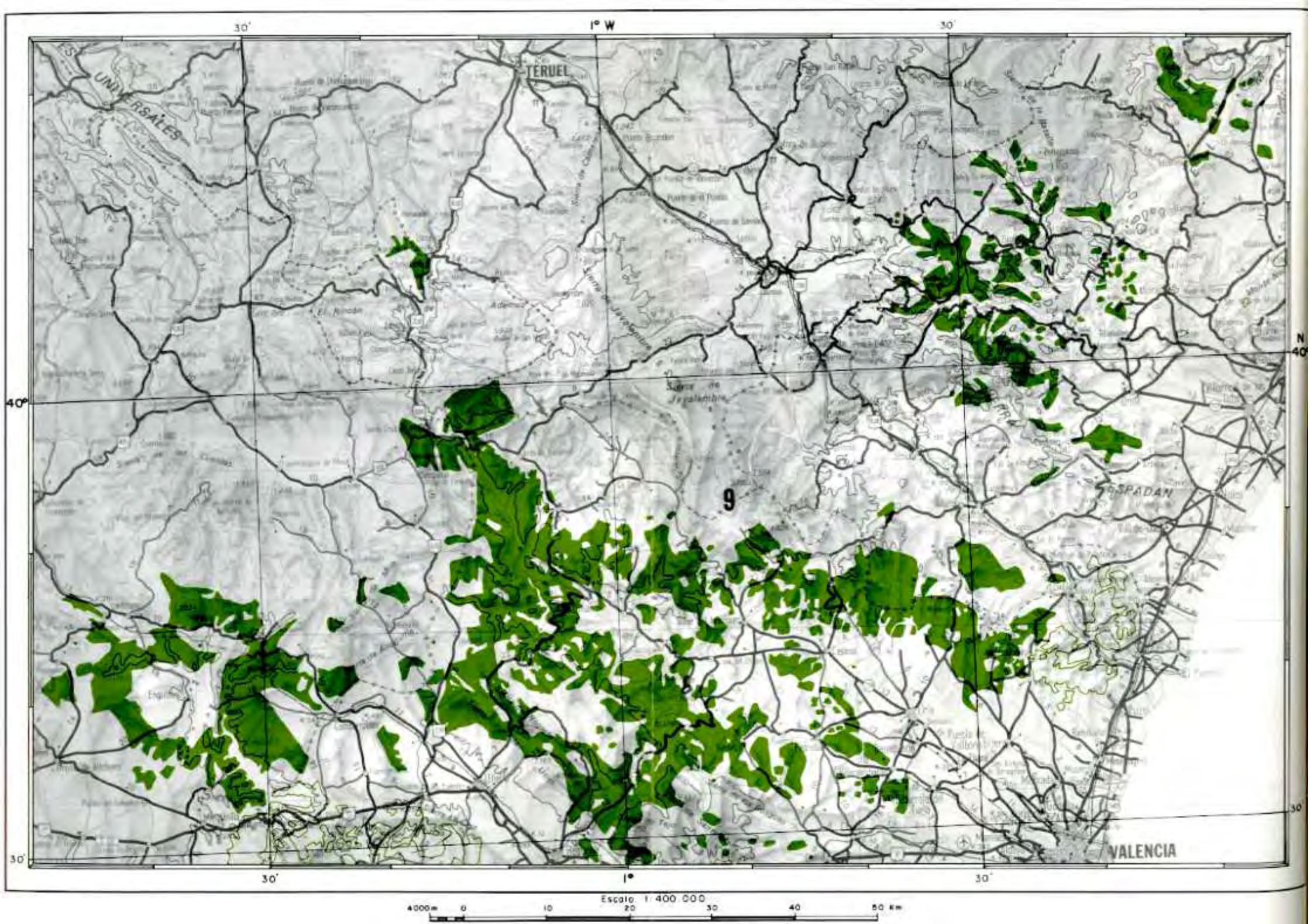
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Calcisol hápico	A; Bwk; C A; Btk; C	17-48	Muy baja a Media	De Franca arcillosa a Franca arenosa	7,9-8,2	10,1-28,20

(Número de perfiles muestreados: 9)

6. VEGETACIÓN:

El pino puede aparecer en mezcla en encinares, sabinars de *J. phoenicea* o coscojares; pero es más frecuente que sea la especie dominante. Suele llevar un estrato arbustivo bajo y ralo: salviares, romerales, aulagares, brezal-romerales o jaral-brezales. Sobre rodenos aparece también *P. pinaster* y arbustos acidófilos (*Erica arborea* y *Cistus albidus*). Los pinares son más ricos y diversos hacia el litoral por la adición de plantas termófilas.



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 10. LEVANTE INTERIOR.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Alicante, Valencia, Albacete y Cuenca.

Longitud: 1° 33' W — 0° 00'

Latitud: 38° 30' N — 39° 33' N

2. ALTITUD: 400-900 (1.200) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Enguera (V).

Altitud: 826 m.

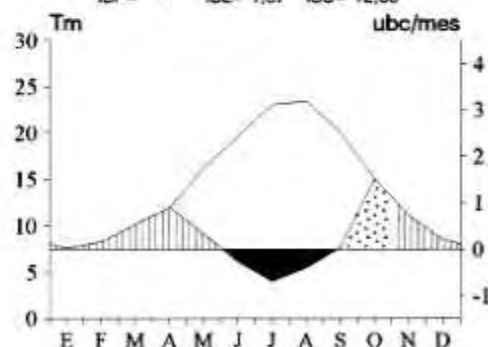
Años: 22

CLIMODIAGRAMA



DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 17,04 IBR= 4,44 IBS= -1,35
IBF= - IBL= 1,57 ISS= 12,60



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	47	47	47	59	53	23	5	19	24	88	47	57	516
tm (°C)	7,6	8,3	10,2	12,0	16,2	19,7	23,1	23,4	20,0	15,1	11,1	8,5	14,6

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₁ y IV₂, con nemoromediterráneo genuino VI(IV), en las cotas más altas,

— Factores climáticos:
(Basados en 7 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,60	4,25	569	23	0	10,0	17,1	27,1	7,2	-7	16,6	33,7	47	5
Min.	0,07	1,75	447	5	0	6,0	13,0	19,5	1,3	-12	6,8	29,3	41	1

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Terrenos secundarios y terciarios, con litofacies de calizas, margas, arcillas, etc.

5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Calcisol háplico	A: Bwk; C A: Btk; C	18-49	Baja a Alta	De Franca limosa-arcillosa a Franca bastante arenosa	7,5-8,4	5,07-61,69

(Número de perfiles muestreados: 12)

6. VEGETACIÓN:

Pinares poco cerrados sobre matorral muy denso; a veces existen encinas, pero generalmente en bajo número y de forma dispersa. En las situaciones más maduras el sotobosque es un coscojar-lentiscar alto y denso, sobre todo en las umbrías, donde pueden llegar a incorporarse madroños, hiedras, durillos, lianas, etc. De manera constante aparecen *Erica multiflora*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus phoenicea*, cistáceas y labiadas.

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 11. LITORAL LEVANTINO.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Castellón, Valencia y Alicante.

Longitud: 0° 40' W — 0° 15' E Latitud: 38° 36' N — 40° 10' N

2. ALTITUD: 0-600 (800) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Beniatjar (V).

Altitud: 396 m. Años: 19

CLIMODIAGRAMA

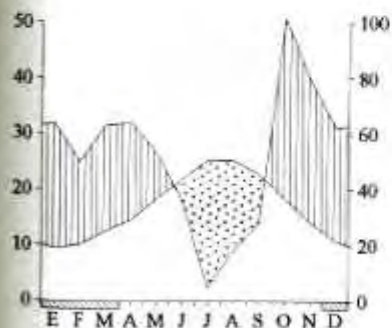
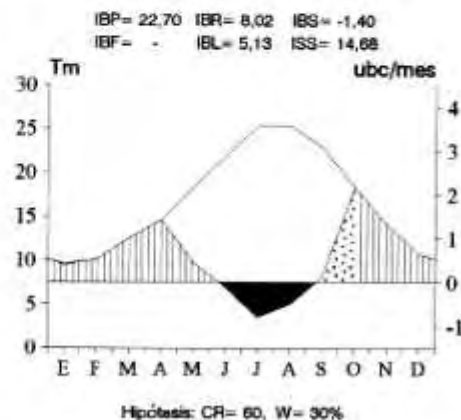


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO



	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	64	50	63	64	53	36	5	18	28	111	79	62	633
tm (°C)	9,5	10,1	12,5	14,6	18,3	21,8	25,4	25,3	22,9	18,3	14,1	10,7	17,0

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₂ mayoritariamente, tendiendo a mediterráneo subsahariano IV(III) en el sur.

— Factores climáticos:
(Basados en 8 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	if	T	ic	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	1,09	6,25	736	14	0	11,4	19,4	29,1	7,2	-2	13,8	36,6	46
Min.	0,16	2,75	425	4	0	8,4	16,4	24,1	5,0	-9	7,1	28,7	35

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Fundamentalmente materiales del Mesozoico y del Mioceno, con algunos sedimentos cuaternarios. Litofacies de calizas, apareciendo también areniscas triásicas silíceas.

5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C A; B; C	23-58	Muy baja a alta	De Franca muy arcillosa a Franca	6,9-8,3	0-31,39

(Número de perfiles muestreados: 6)

6. VEGETACIÓN:

Se distinguen pinares sobre dunas y pinares interiores. Sobre dunas fijadas forma bosquetes bajos, de 5-10 m, cubriendo una formación muy densa formada por olivilla, lentisco, coscoja, *Rhamnus oleoides*, *R. alaternus*, palmitos, lianas, brezo de invierno, enebro de miera, etc. En el resto del territorio, bosquetes puros regenerados tras incendios o por colonización de terrenos abandonados, o mezclado con encinares. En el sotobosque dominan plantas heliófilas y pioneras como jaras, romero, tomillos, *Globularia alypum*, etc; en los más maduros: coscoja, *Rhamnus alaternus*, *R. lycioides*, jazmín, torvisco, enebro, etc.

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 12. PITIUSAS.

1. LOCALIZACIÓN: Baleares: islas de Ibiza y Formentera.

Longitud: 1° 10' E — 1° 40' E

Latitud: 38° 40' N — 39° 15' N

2. ALTITUD: 0-400 m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Ibiza (PM).

Altitud: 5 m.

Años: 22

CLIMODIAGRAMA

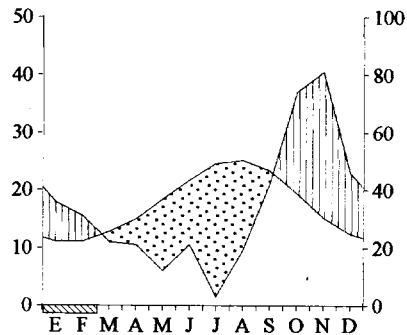
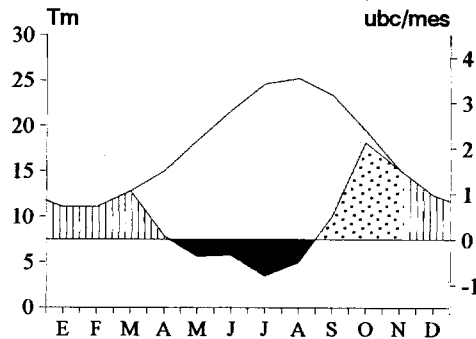


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 24,08 IBR= 7,72 IBS= -2,02
IBF= - IBL= 4,81 ISS= 16,36



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	36	31	22	21	12	21	3	19	42	74	81	46	408
tm (°C)	11,1	11,1	12,8	15,0	18,4	21,7	24,6	25,2	23,4	19,5	15,2	12,4	17,5

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo subsahariano IV(III).

— Factores climáticos:

(Basados en 3 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	\bar{if}	\bar{T}	\bar{tc}	\bar{Tm}	Tm	\bar{osc}	\bar{TM}	TM	hp
Máx.	1,09	6,50	447	8	0	11,8	18,7	25,9	9,8	2,0	7,8	29,6	36,7	2
Mín.	0,82	4,51	408	3	0	11,1	17,5	25,2	7,4	-3,0	3,9	28,4	32,6	0

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Materiales calizos del Jurásico-Cretácico y del Mioceno: calizas, dolomías, margas, arcillas y areniscas.

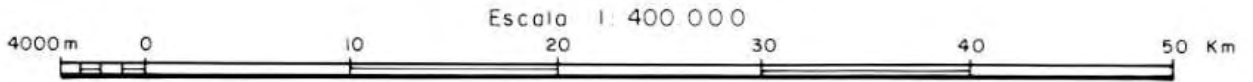
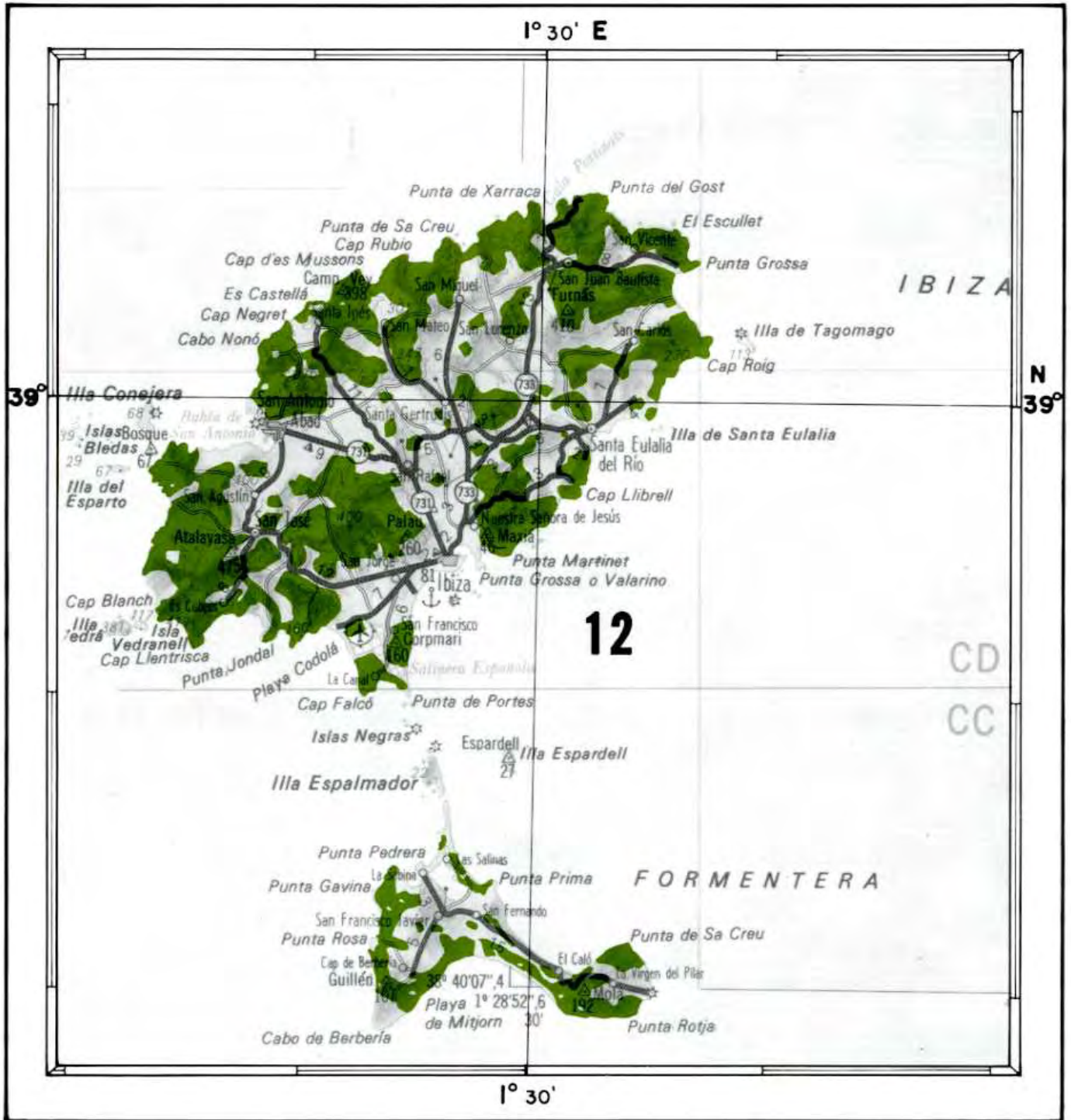
5. SUELO:

Cambisoles calcáricos.

(no se tienen perfiles de esta región).

6. VEGETACIÓN:

Los pinares, acompañados de *J. phoenicea*, presentan en el subvuelo una maquia densa y enmarañada, de unos 2 m de altura, con coscoja (sólo en Ibiza), lentisco, torvisco, *Cneorum triccocon*, *Rhamnus lycioides*, *Globularia alypum*, *Cistus albidus*, *J. oxycedrus*, *Erica multiflora* (escasa). En los pinares más aclarados, el cortejo está dominado por romero, tojos, cistáceas y labiadas.



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 13. SUDESTE.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Alicante, Murcia y Almería.

Longitud: 2° 18' W — 0° 06' W Latitud: 37° 15' N — 38° 35' N

2. ALTITUD: 0-400 (800) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: San Miguel de Salinas (A).

Altitud: 85 m. Años: 25

CLIMODIAGRAMA

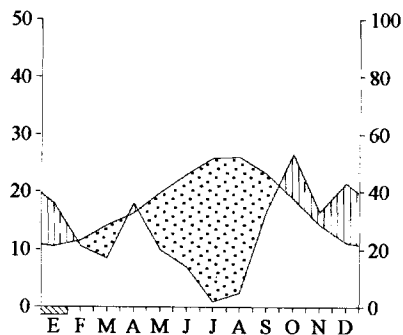
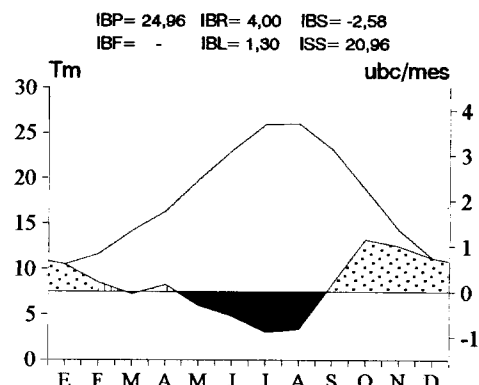


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	36	21	17	36	20	14	2	5	33	53	33	43	313
tm (°C)	10,5	11,6	14,2	16,3	19,8	23,0	25,9	26,0	23,2	18,8	14,3	11,2	17,9

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo subsahariano IV(III), con mediterráneo genuino IV, al ascender en las sierras.

— Factores climáticos:
(Basados en 6 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	11,75	7,25	355	7	0	12,2	19,6	27,8	7,5	-2,5	12,1	33,2	44,5	4
Mín.	1,60	4,50	273	1	0	9,9	17,5	25,5	4,4	-8	7,4	30,1	38,5	1

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Calizas, mármoles y esquistos del Triásico-Cretácico y sedimentos terciarios que han rellenado las zonas deprimidas.

5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C	38-42	Baja	Desde Franca bastante limosa a bastante limoso-arcillosa	8,2	44,66-53,95

(Número de perfiles muestreados: 2)

6. VEGETACIÓN:

Pinares florísticamente caracterizados por la presencia de elementos endémicos de la zona: *Ziziphus lotus*, *Withania frutescens*, *Periploca laevigata*, además de los típicos: lentisco, sabina mora, esparto, *Ephedra fragilis*, *Rhamnus alaternus*, *Asparagus* sp. En Cartagena el pino forma masas en mezcla con *Tetraclinis articulata*.



0 10 20 30 40 50 km
Escala 1:400 000

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 14. BÉTICA SEPTENTRIONAL.
14a. Norte.

1. **LOCALIZACIÓN:** Provincias de Alicante, Murcia y Albacete.

Longitud: 1° 20' W — 0° 50' W

Latitud: 38° 15' N — 39° 00' N

2. **ALTITUD:** 600-1.200 m.

3. **CLIMA:**

3.1. **ESTACIÓN DE REFERENCIA:** Los Luisos (Pno.) (Ab).

Altitud: 700 m.

Años: 25

CLIMODIAGRAMA

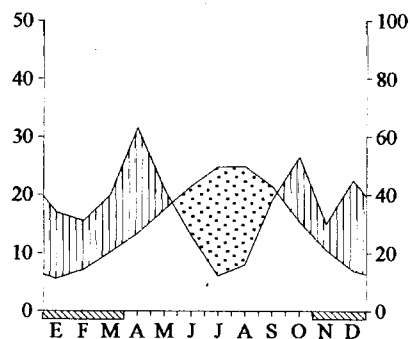
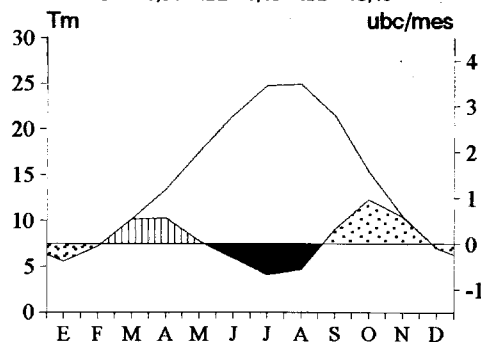


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 18,44 IBR= 3,04 IBS= -1,54
IBF= -0,54 IBL= 1,46 ISS= 15,40



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	34	31	40	63	42	26	12	16	38	53	30	45	430
tm (°C)	5,6	7,2	10,2	13,4	17,5	21,5	24,8	24,9	21,5	15,4	10,5	7,0	15,0

3.2. **CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:**

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₁, principalmente, y en menor medida IV₂.

— Factores climáticos:
(Basados en 6 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	6,42	6,25	443	12	0	8,7	17,0	27,1	4,4	-7	13,9	34,2	46	7
Mín.	0,42	3,75	277	5	0	3,5	13,0	23,5	1,0	-10,2	10,2	31,3	39	3

4. **GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:**

Calizas, margas y dolomías mesozoicas (Triásico-Cretácico) en las sierras. Sedimentos del Mioceno rellenando los valles. Ocasionalmente, rañas ácidas.

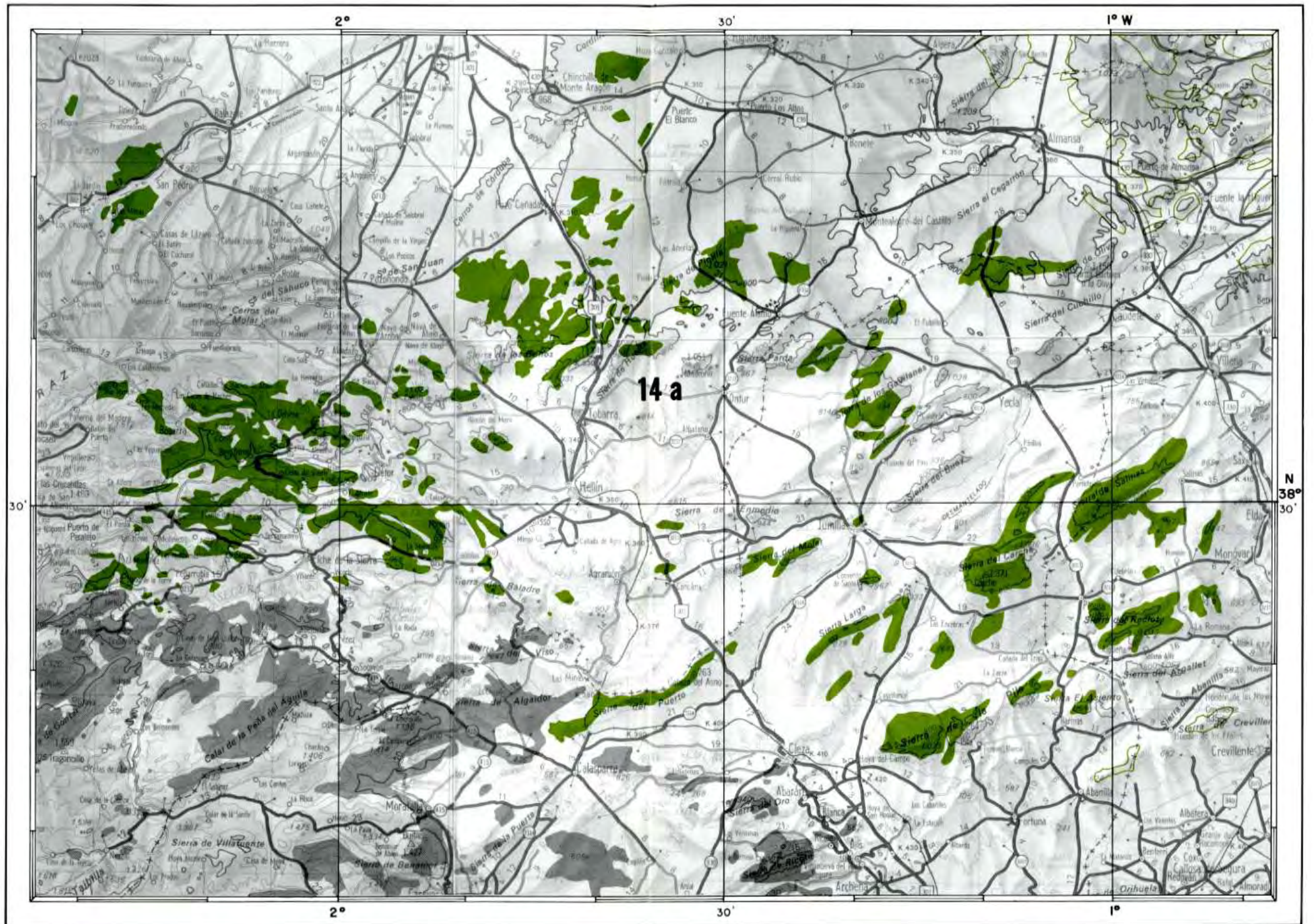
5. **SUELO:**

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C	7-36	Media	Franca arenoso-arcillosa	8,4-8,2	17,03-17,28
Calcisol háplico	A; Bwk; C	30-53	Baja a Media	De Franca algo arcillosa a Franca	8,1-8,3	12,78-43,16

(Número de perfiles muestreados: 6)

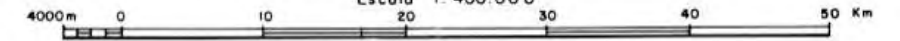
6. **VEGETACIÓN:**

Frecuentes mezclas con encina y, en rañas ácidas, con pino piñonero. En las zonas de suelo profundo el sotobosque está dominado por coscoja y sabina mora, y además lleva cornicabra, enebro, durillo, rusco, gayuba, torvisco, madreSelva... En suelos pobres el matorral es más abierto y compuesto por especies pioneras como cistáceas, labiadas, genisteas, esparto, etc.



14 a

Escala 1: 400.000



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 14. BÉTICA SEPTENTRIONAL.
14b. Centro.

1. **LOCALIZACIÓN:** Provincias de Alicante, Murcia, Jaén y Granada.

Longitud: 2° 15' W — 1° 40' W Latitud: 35° 54' N — 38° 25' N

2. **ALTITUD:** (400) 600-1.200 (1.400) m.

3. **CLIMA:**

3.1. **ESTACIÓN DE REFERENCIA:** Socovos (Ab).

Altitud: 750 m. Años: 28

CLIMODIAGRAMA

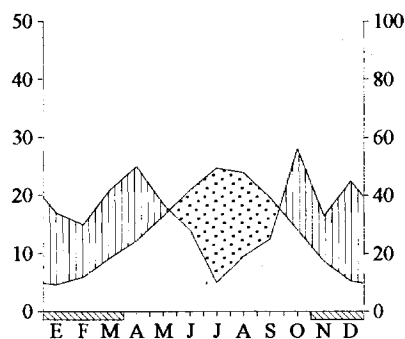
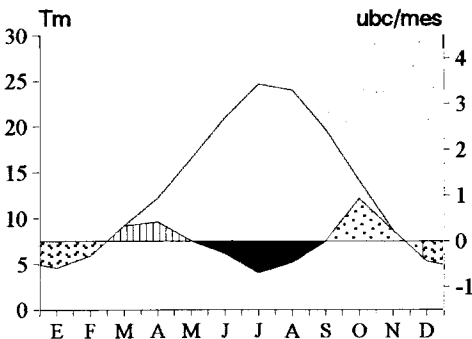


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 16,52 IBR= 1,94 IBS= -1,42
IBF= -1,34 IBL= 0,34 ISS= 14,58



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	34	30	42	50	37	28	10	19	25	56	33	45	409
tm (°C)	4,6	5,9	9,2	12,2	16,5	21,0	24,7	24,0	19,7	14,1	8,7	5,3	13,9

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₃ y IV₄, con IV(VI)₁ en las cotas más altas.

— Factores climáticos:
(Basados en 6 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	1,16	4,50	488	10	0	9,0	16,1	25,6	4,3	-7,0	13,1	33,3	48,6	6
Mín.	0,21	3,00	361	6	0	4,6	12,9	22,7	0,8	-13,0	8,9	31,3	41,0	4

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Terrenos fundamentalmente secundarios (del Jurásico y Cretácico) y, con menor importancia, del Mioceno, formados por calizas y dolomías.

5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A: Bw; C	33-46	Muy baja	Franca bastante	8,1-8,2	13,41? - 22,60
Calcisol háplico	A; Bwk; C		a Alta	arenosa a Franca		

(Número de perfiles muestreados: 2)

6. VEGETACIÓN:

P. halepensis se mezcla frecuentemente con sabinares, enebrales y encinares; en su límite altitudinal con *P. pinaster* o *P. nigra*, dependiendo del sustrato. Sobre suelos esqueléticos los matorrales acompañantes son aulagares, jarales, espartales, y en situaciones más favorables coscojares con lentisco, enebro de miera, torvisco, *Rhamnus alaternus*, etc. En umbrías bien conservadas aparecen durillos, madroños, madresevas, cornicabras, etc.

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 14. BÉTICA SEPTENTRIONAL.
14c. Sur.

1. **LOCALIZACIÓN:** Provincias de Murcia, Granada y Almería.

Longitud: 2° 27' W — 1° 17' W

Latitud: 37° 35' N — 38° 15' N

2. **ALTITUD:** 600-1.200 m.

3. **CLIMA:**

3.1. **ESTACIÓN DE REFERENCIA:** Bullas (Mu).

Altitud: 645 m.

Años: 28

CLIMODIAGRAMA

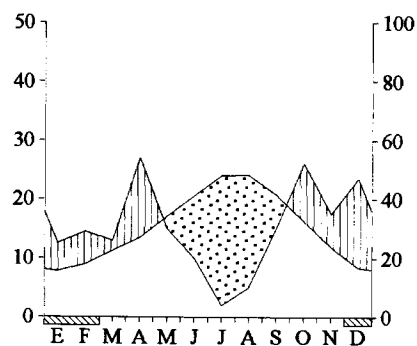
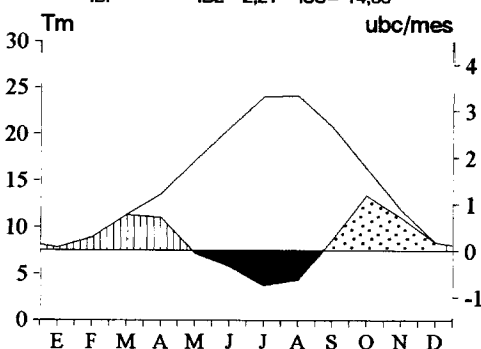


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 18,94 IBR= 4,09 IBS= -1,77
IBF= - IBL= 2,21 ISS= 14,85



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	25	29	26	54	30	20	4	10	30	52	35	47	362
tm (°C)	7,8	8,9	11,3	13,5	17,1	20,6	24,0	24,1	20,8	16,3	11,9	8,4	15,3

3.2. **CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:**

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₁, IV₃ y IV₄, con IV(VI)₁ en las cotas más altas de las sierras.

— Factores climáticos:
(Basados en 6 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	\bar{t}_f	\bar{T}	\bar{t}_c	\bar{T}_m	Tm	\bar{osc}	\bar{T}_M	TM	hp
Máx.	1,73	5,00	550	7	3	9,3	17,7	26,7	5,6	-6,0	16,2	35,3	44,0	5
Mín.	0,35	3,00	341	2	0	3,1	11,4	21,8	-1,1	-18	8,3	29,0	36,2	3

4. **GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:**

Calizas, en ocasiones algo esquistosas, y calcarenitas mesozoicas y miocénicas.

5. **SUELO:**

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico Calcisol háplico	A; Bw; C A; Bwk; C	14-49	Muy baja a Media	Franca arcillosa a Franca arenosa-arcillosa	7,6-8,5	5,54-48,92

(Número de perfiles muestreados: 12)

6. **VEGETACIÓN:**

En umbrías, bosques mixtos de encina y pino carrasco, con un coscojar denso y rico en especies (lentisco, enebro, espino negro, espárragos, trepadoras, etc.). Los pinares más degradados o en los suelos más pobres son abiertos y se acompañan de atochares o albardinales. En las situaciones intermedias el sotobosque es un romeral-tomillar, con romero, tomillos, espliegos, aulagas, *Cistus clusii*, *Helianthemum* sp., etc.

7. **OBSERVACIONES:**

Las masas de Sierra Espuña aparecen como naturales en la cartografía de Ceballos (1966), pero proceden de repoblación.

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 15. BÉTICA MERIDIONAL.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Jaén, Granada y Almería.

Longitud: 3° 45' W — 2° 15' W Latitud: 37° 15' N — 38° 00' N

2. ALTITUD: (600) 800-1.200 (1.400) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Cabra de Santo Cristo (J).

Altitud: 938 m. Años: 29

CLIMODIAGRAMA

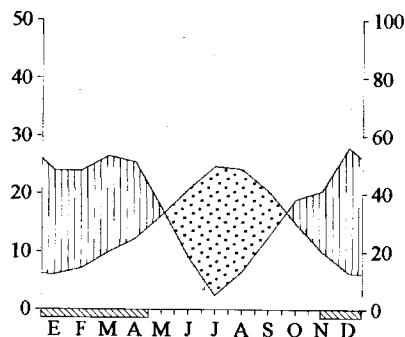
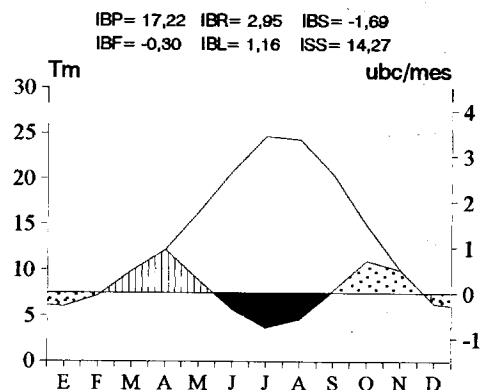


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	48	48	53	51	35	18	5	13	25	38	41	56	431
tm (°C)	6,0	7,2	9,9	12,2	16,3	20,8	24,7	24,3	20,5	14,9	10,0	6,3	14,4

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Predominantemente mediterráneo genuino IV₃ y IV₄, con IV₁ en las cotas más bajas y mediterráneo subnival IV(VI)₁ en las más altas.

— Factores climáticos:
(Basados en 6 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	if	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,53	4,50	788	8	0	7,1	15,8	26,6	2,3	-9	14,7	35,8	45,0	6
Mín.	0,14	3,25	396	0	0	3,7	12,5	23,0	0,8	-12	7,3	28,1	39,0	5

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Terrenos mesozoicos (del Triásico y Jurásico), terciarios y sedimentos cuaternarios en algunas zonas. Litofacies de calizas, dolomías, conglomerados, mármoles y esquistos.

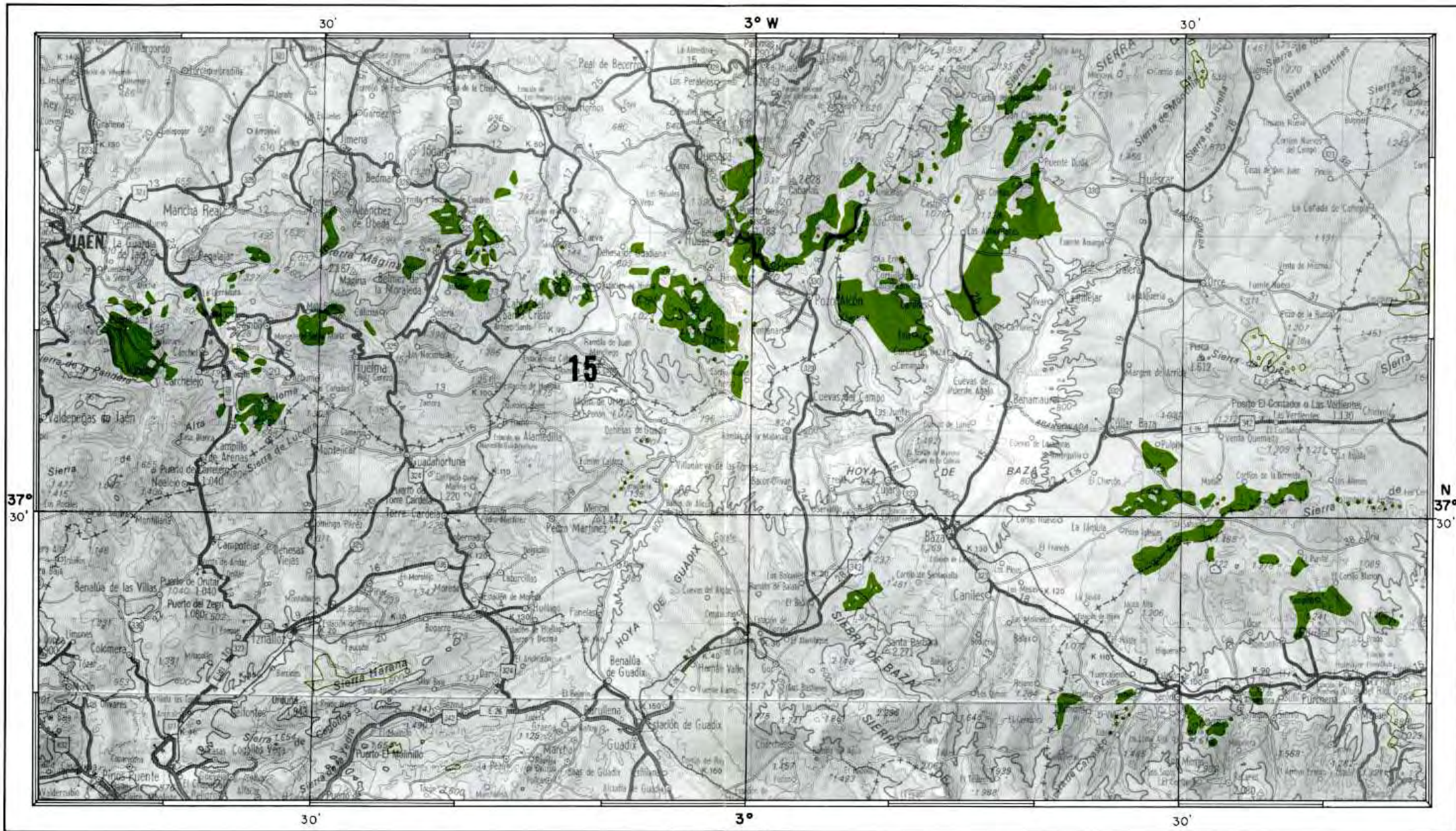
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Cambisol calcárico	A; Bw; C	10-46	Variable, de muy baja a muy alta	Muy arcillosa a arenosa	7,8-8,4	0-50,09

(Número de perfiles muestreados: 10)

6. VEGETACIÓN:

Pinares frecuentemente mezclados con encina y, en las cotas superiores, con *P. nigra* o *P. pinaster*, aunque con este último más raramente. Los bosques de carrasco son más densos al oeste; hacia el este, más árido, arbolado disperso con estepas de romeros y tomillos. Son constantes en el cortejo: coscoja, enebro de miera, romero, salvias, lavandas, aulagas, tomillos, cornicabras, lentiscos, esparto, sabinas mora.



4000m 0 10 20 30 40 50 Km
Escala 1:400.000

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 16. CAZORLA.

1. LOCALIZACIÓN:

Longitud: 3° 02' W — 2° 30' W

Latitud: 37° 58' N — 38° 28' N

2. ALTITUD:

(400) 600-800 (1.200) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Siles (J).

Altitud: 825 m.

Años: 26

CLIMODIAGRAMA

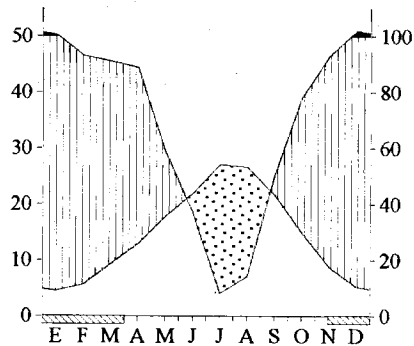
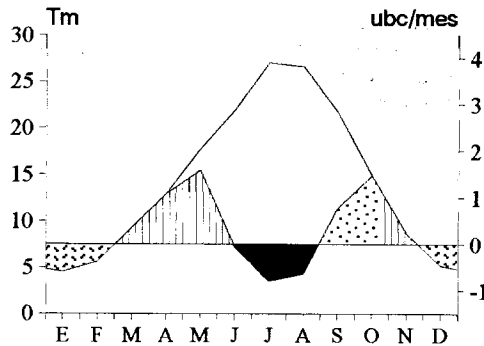


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 18,64 IBR= 5,52 IBS= -1,50
IBF= -1,44 IBL= 3,07 ISS= 13,12



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	105	93	91	89	59	37	8	14	50	78	93	120	837
tm (°C)	4,5	5,6	9,3	12,9	17,7	21,9	27,0	26,6	21,7	14,9	8,7	5,2	14,7

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₄, y nemoromediterráneo genuino VI(IV)₂ en las zonas más altas.

— Factores climáticos:
(Basados en 4 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,31	3,75	837	8	5	7,3	16,6	27,7	2,8	-9,0	15,9	36,4	43,5	5
Mín.	0,11	2,75	639	3	0	3,0	11,4	21,2	-4,1	-16,0	8,7	30,6	37,0	3

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Margas, calizas y dolomías mesozoicas, principalmente del Triásico y Jurásico y, en menor medida, cretácicas.

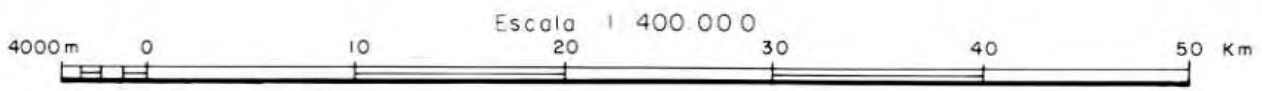
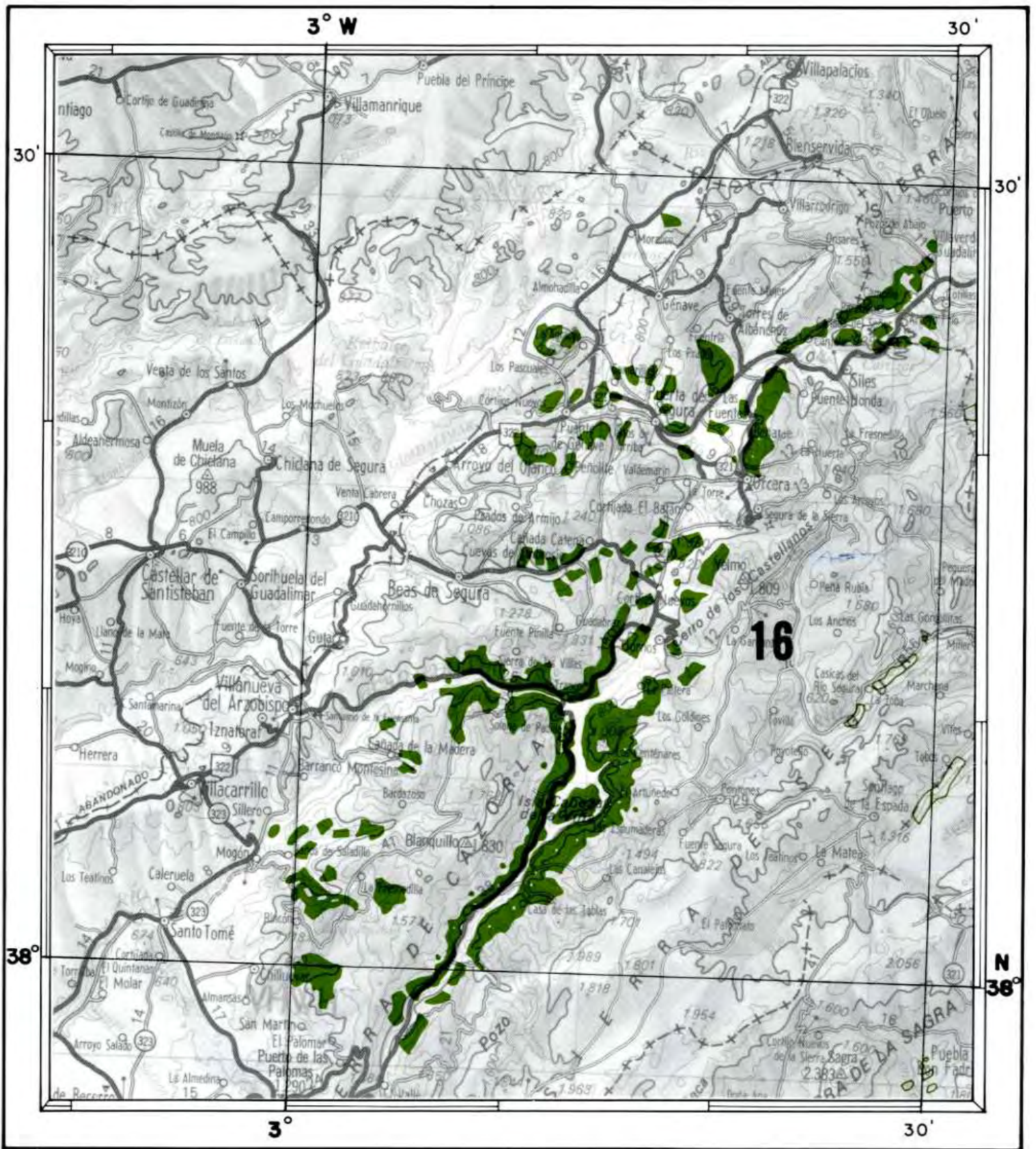
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Calcisol háplico Luvisol háplico	A: Bwk; C A: Bt; C	30-41	Baja a Media	Franca bastante limosa a Franca arenosa algo arcillosa	7,7-8,1	¿13,34?-59,95

(Número de perfiles muestreados: 2)

6. VEGETACIÓN:

P. halepensis se mezcla en las cotas más altas de su área con *P. pinaster* y con *P. nigra*, dependiendo del tipo de sustrato. Forma bosques con un estrato arbóreo alto, y un sotobosque con enebro de miera, enebro común, olivilla, torvisco, rubia, coscoja, lentisco, jazmín, zarzaparrilla y otras lianoides. En las zonas de mayor precipitación aparecen encinas, quejigos, madroños, durillo, boj, rusco, cornicabra.



PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 17. SUR.

1. LOCALIZACIÓN: Provincias de Málaga y Granada.

Longitud: 5° 30' W — 3° 15' W Latitud: 36° 30' N — 37° 25' N

2. ALTITUD: (100) 200-1.200 (1.400) m.

3. CLIMA:

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Itrabo (Gr).

Altitud: 390 m. Años: 13

CLIMODIAGRAMA

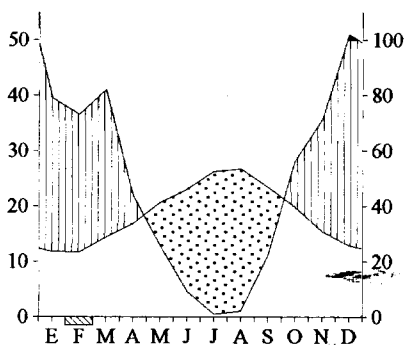
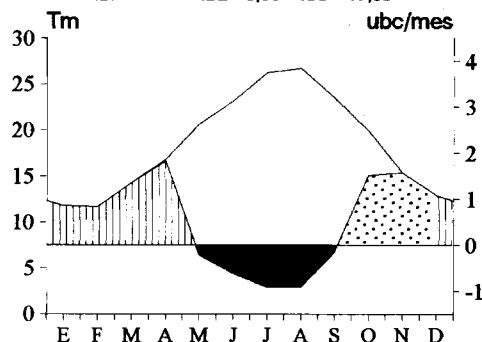


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 26,58 IBR= 9,05 IBS= -2,82
IBF= - IBL= 5,83 ISS= 17,53



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	79	73	82	44	26	9	1	2	22	56	71	119	584
tm (°C)	11,8	11,7	14,3	16,8	20,6	23,1	26,2	26,7	23,5	19,9	15,4	12,9	18,6

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₂ y IV₄, en transición a nemoromediterráneo genuino VI(IV)₂ debido a la altitud.

— Factores climáticos:
(Basados en 7 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,71	5,75	1214	2	0	14,4	20,0	27,0	10,9	4,0	12,4	33,3	47,0	5
Mín.	0,23	3,250	448	0	0	7,3	14,3	23,5	2,8	-11,0	5,5	27,1	37,0	0

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Materiales mesozoicos metamorfozados por la orogenia alpina, y sedimentos miocénicos y cuaternarios que han rellenado las depresiones. Litofacies de calizas, dolomías, esquistos y mármoles.

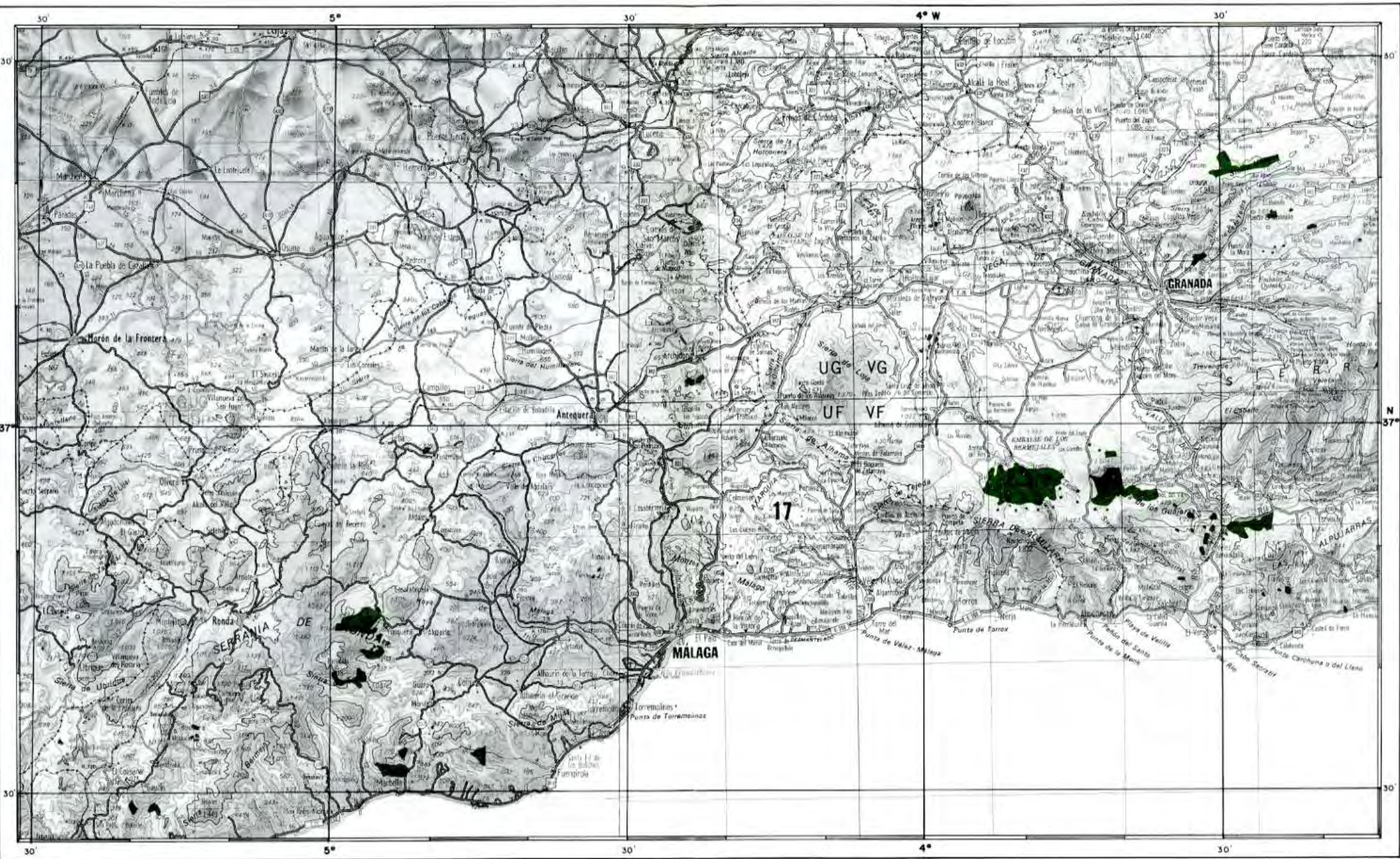
5. SUELO:

Tipo de suelo	Perfil	Prof.	Permeabilidad	Textura	pHS	CAS
Regosol calcárico	A; Dg	20	Alta	Franca arenosa	8,5	¿39-30?
Regosol calcárico	A; C	15	Media	Franca limosa	8,5	15,85

(Número de perfiles muestreados: 2)

6. VEGETACIÓN:

El pino carrasco contacta en arenas con *P. pinea*, y, cuando lo permiten los sustratos, con *P. pinaster* en las cotas superiores. El estrato arbustivo es un matorral bajo y claro (tomillares, espartales) o, en situaciones óptimas, más alto con coscojas, palmitos, algarrobos, acebuches, jaras, efedras, mirto, romero, torvisco, enebro, y en algunas ocasiones matas de encina.



4000m 0 10 20 30 40 50 Km
Escala 1:400.000

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 18. MALLORCA Y MENORCA.
18a. Mallorca y Cabrera.

1. **LOCALIZACIÓN:** Baleares: islas de Mallorca y Cabrera.

Longitud: 3° 30' E — 2° 20' E

Latitud: 39° 05' N — 40° 00' N

2. **ALTITUD:** 0-700 (800) m.

3. **CLIMA:**

3.1. **ESTACIÓN DE REFERENCIA:** Palma de Mallorca (PM).

Altitud: 28 m.

Años: 40

CLIMODIAGRAMA

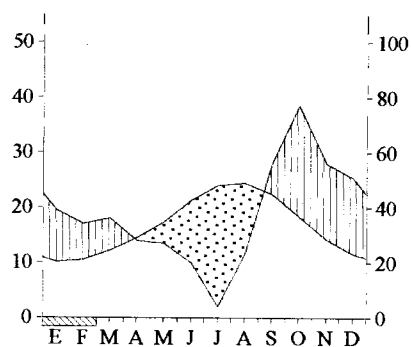
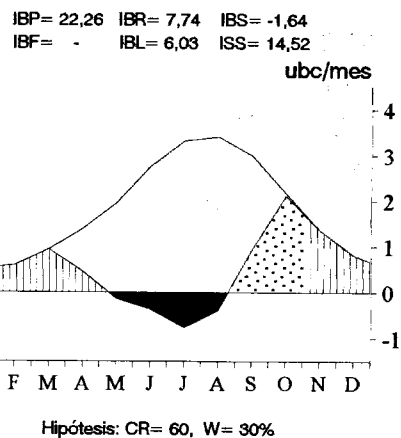


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO



	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	39	34	36	28	27	20	4	23	56	77	56	51	451
tm (°C)	10,1	10,5	12,2	14,5	17,3	21,3	24,1	24,5	22,5	18,4	14,3	11,6	16,8

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₂ en el norte de Mallorca, y mediterráneo subsahariano IV(III) en el resto de la región.

— Factores climáticos:
(Basados en 4 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	tf	T	tc	Tm	Tm	osc	TM	TM	hp
Máx.	0,83	4,75	653	8	0	10,6	17,3	24,9	6,9	0,2	9,2	30,4	39,0	2
Mín.	0,25	3,50	437	3	0	9,9	16,6	24,5	6,1	-7,8	7,2	28,4	37,0	0

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Materiales calizos triásicos y jurásicos, y sedimentos del Mioceno y del Cuaternario, estos últimos en la zona central y sur de Mallorca.

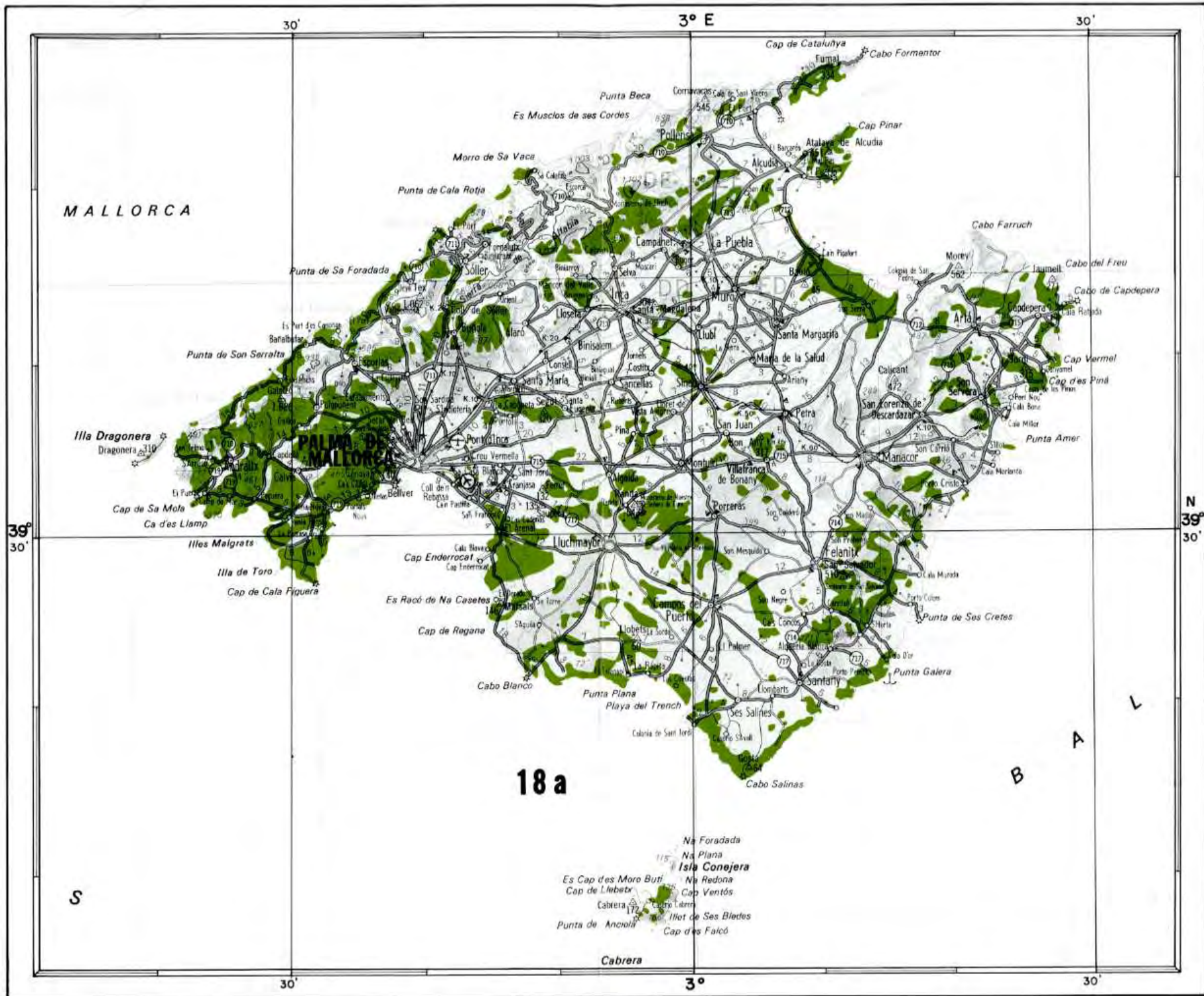
5. SUELO:

Cambisoles calcáricos.

(No se tienen perfiles de esta región)

6. VEGETACIÓN:

Pinares con maquia de lentisco, acebuches, algarrobos, palmito, *Cneorum triccocon*, *Ephedra fragilis*, etc. En los más húmedos entran encinas, madroños y trepadoras. El pino carrasco y la sabinia mora forman la vegetación de las dunas ya fijadas, con un estrato inferior de arbustos esclerófilos (lentisco, olivilla, palmitos, enebro, *Erica multiflora*, *Cistus salvifolius*, etc.).



18 a

Escala 1:400 000

4000m 0 10 20 30 40 50 Km

PINUS HALEPENSIS MILL.

PINO CARRASCO

REGIÓN DE PROCEDENCIA: 18. MALLORCA Y MENORCA.
18b. Menorca.

1. **LOCALIZACIÓN:** Baleares: isla de Menorca.

Longitud: 3° 45' E — 4° 25' E

Latitud: 39° 45' N — 40° 05' N

2. **ALTITUD:** 0-350 m.

3. **CLIMA:**

3.1. ESTACIÓN DE REFERENCIA: Mahón (PM).

Altitud: 55 m.

Años: 40

CLIMODIAGRAMA

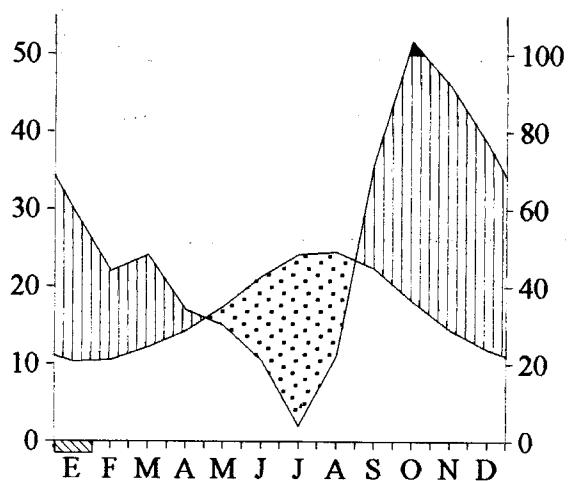
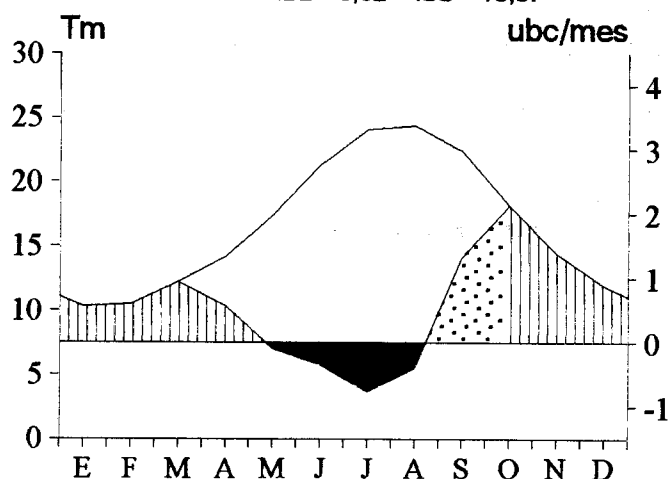


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

IBP= 22,26 IBR= 8,39 IBS= -1,59
IBF= - IBL= 6,02 ISS= 13,87



Hipótesis: CR= 60, W= 30%

	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	ANUAL
P (mm)	60	44	48	34	30	21	4	22	72	133	92	77	637
tm (°C)	10,3	10,5	12,2	14,2	17,4	21,3	24,1	24,4	22,4	18,2	14,4	11,9	16,7

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOCLIMÁTICA:

— Subtipo fitoclimático: Mediterráneo genuino IV₂.

— Factores climáticos:
(Basados en 3 estaciones)

	k	a	p	pe	hs	\bar{t}_f	\bar{T}	\bar{t}_c	\bar{T}_m	Tm	\overline{osc}	\bar{T}_M	TM	hp
Máx.	0,34	4,50	637	4	0	10,3	17,7	25,0	7,4	-2,1	8,4	29,1	36,8	2
Mín.	0,26	3,75	609	2	0	8,7	16,2	24,3	4,5	-5,0	6,9	28,3	34,3	1

4. GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA:

Terrenos del Triásico-Jurásico y del Mioceno.

5. SUELO:

Cambisoles calcáricos.
Cambisoles eútricos.

(No se tienen perfiles de esta región)

6. VEGETACIÓN:

Pinares densos y cerrados, con un subvuelo bajo formado por especies heliófilas: romero, brezo, tomillos, etc.



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

PUBLICACIONES DEL

Organismo Autónomo PARQUES NACIONALES

GRAN VIA DE SAN FRANCISCO, 4
28005 MADRID