

LAS ESTACIONES ECOLÓGICAS ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS SABINARES ALBARES ESPAÑOLES

Autores

Rafael Alonso Ponce
Otilio Sánchez Palomares
Sonia Roig Gómez
Eduardo López Senespleda
José M. Gandullo Gutiérrez

Colaboradores que han participado en los trabajos base de la presente publicación

Guillermo Madrigal Casanueva
Aurora Cabrejas de Diego
Pilar Modrego Alcalde
Remedios Cubillo Lázaro
Gregorio Montero González
Roberto Vallejo Bombín

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a las siguientes instituciones, cuyo apoyo técnico y logístico ha sido imprescindible para la planificación y realización con éxito de los trabajos de campo necesarios:

A la Junta de Castilla y León, por medio de su Departamento de Investigación y Experiencias Forestales de Valonsadero, que propició y financió la realización completa de este estudio en el ámbito territorial de dicha comunidad.

A la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente que impulsó y financió la realización del estudio para el resto del área de distribución de la especie, así como para la integración y síntesis global para todo el territorio español.

Por último queremos agradecer la importante colaboración prestada por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Unidad Docente de Edafología y Ecología del Departamento de Silvopascicultura de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid (UPM), donde se realizaron todas las determinaciones analíticas correspondientes al muestreo de suelo de las parcelas prospectadas fuera del territorio castellano-leonés.

RESUMEN

El enebro o sabina albar, *Juniperus thurifera* L., se extiende por casi 600.000 ha del territorio español, de las cuales aproximadamente en la mitad es la especie arbórea dominante. La importancia de la sabina albar en nuestro país, donde su expansión en las últimas décadas es un hecho constatado, justifica abordar la tarea de conocer de una manera sistemática y cuantitativa sus requerimientos ecológicos.

En el marco de la metodología largamente empleada en los estudios ecológicos de las especies forestales españolas, sustentada a su vez en el concepto de envolvente ecológica, se ha caracterizado en primer lugar el hábitat fisiográfico, climático, edáfico y edafoclimático de *J. thurifera*. Así mismo, el análisis conjunto de todas las variables ecológicas contempladas ha permitido identificar un total de diez gradientes ecológicos determinantes del hábitat actual de la especie en Castilla y León, siendo los de carácter edáfico y uno climático, el termopluviométrico, los más trascendentes. Este último, muestra una notable estenoicidad, denotando además la existencia de un único patrón climático en el área de distribución de la especie. El ámbito climático ocupado por *J. thurifera* hoy en día en España se asemeja más a los medios submediterráneos que a los genuinamente mediterráneos, por lo que su estrategia para competir con especies de crecimiento más rápido consiste en ocupar las localidades de suelos más desfavorables, ya sea por su alta pedregosidad, su carácter asfíxante o su extrema basicidad.

Con la extrapolación del hábitat actual a todo el territorio español se ha definido el área de distribución potencial de la especie, en cuatro clases jerárquicas. En total, puede considerarse que en España existen del orden de millón y medio de hectáreas potencialmente óptimas para *J. thurifera*.

Para el análisis de la relación entre parámetros ecológicos y la calidad de los enebrales se han empleado curvas altura-edad ya existentes para la especie en nuestro país. Aunque los modelos predictivos de la calidad de la estación pueden calificarse tan sólo de modestos, todos los análisis son congruentes a la hora de otorgar una influencia sobresaliente a las características edáficas, principalmente las relativas a las propiedades físicas de los suelos, sobre la calidad de los montes de *J. thurifera*.

Palabras clave: *Juniperus thurifera*, España, autoecología, hábitat, modelos de distribución de especies, calidad de estación.

SUMMARY

Spanish juniper (*Juniperus thurifera* L.) woodlands occupy more than 600,000 ha in Spain, a half of them being pure or juniper-dominated mixed stands. The importance of the species in this country, where thousands of hectares of abandoned marginal agricultural lands have been encroached by junipers, warrants the task of achieving the systematic and quantitatively knowledge of its autecological features.

Seventy research plots were established following a stratified sampling design to generate a region-wide data set. Firstly, the physiographic, climatic and edaphic habitats of *J. thurifera* have been defined using the environmental envelope techniques successfully applied by Spanish foresters since the 1960's for other autecological studies. Secondly, ten ecological gradients have ensued from the multivariate analysis of the complete set of ecological parameters, where three edaphic and one climatic are of major significance. Besides that, the latter indicates the presence of a unique climatic pattern in the regional distribution area of the species. Furthermore, the climatic habitat occupied nowadays by *J. thurifera* parallels those of the Submediterranean environments rather than the genuine Mediterranean. Therefore, its strategy to compete with faster-growing species (*Pinus*, *Quercus*) lies in inhabiting on the worst soils, either due to the high stoniness, low permeability or extremely high pH.

Four hierarchical potential areas for *J. thurifera* have been defined based on the habitats previously ascertained. As a result, about 1,250,000 ha of optimum potentiality for the species can be identified in Spain.

Finally, the relationship between site quality and ecological variables has been assessed by using the existing height-age curves for *J. thurifera* in Spain. Albeit predictive models for site quality have proved not to be excellent, nevertheless all of them suggest that the influence of the edaphic characteristics (mainly physical) in the quality of juniper woodlands is striking.

Keywords: *Juniperus thurifera*, Spain, autoecology, habitat, species distribution models, site quality.

I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. LA SABINA ALBAR EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO.....	1
I.2. METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS PARAMÉTRICOS APLICADOS A LA ECOLOGÍA DE LAS ESPECIES FORESTALES.....	3
I.3. OBJETIVOS Y PLAN DE LA OBRA	9
II. DEFINICIÓN Y CARTOGRAFÍA DE LAS ÁREAS POTENCIALES FISIOGRAFICO-CLIMÁTICAS DE LA SABINA ALBAR EN ESPAÑA	11
II.1. DATOS DE PARTIDA. AGRUPACIONES TERRITORIALES.	11
II.2. ELABORACIÓN DE PARÁMETROS ECOLÓGICOS FISIOGRAFICOS Y CLIMÁTICOS.	12
II.3. DEFINICIÓN PARAMÉTRICA DE LOS HÁBITATS FISIOGRAFICOS Y CLIMÁTICOS.....	13
II.4. DETERMINACIÓN DEL INDICADOR DE POTENCIALIDAD	13
II.4.1. Metodología.....	13
II.4.2. Clases de potencialidad.....	15
II.4.3. Modelos territoriales de áreas potenciales fisiográfico climáticas ...	16
II.5. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ÁREAS POTENCIALES ELABORADAS.....	17
II.6. DISCUSIÓN	19
II.6.1. Evaluación con la vegetación real: análisis de la distribución de las distintas especies del IFN.....	19
II.6.2. Contraste con la vegetación potencial	28
III. HÁBITAT GENERAL DE LOS SABINARES ALBARES EN ESPAÑA	35
III.1. DISEÑO DEL MUESTREO	35
III.1.1. Diseño del muestreo para Castilla y León	35
III.1.2. Diseño del muestreo para el resto de comunidades.....	37
III.2. MUESTREO DE LAS PARCELAS	39
III.2.1. Trabajos de campo	39
III.2.2. Elaboración de parámetros ecológicos.....	40
III.2.3. Tipificaciones edáficas	42
III.2.4. Validación del muestreo respecto de los hábitats fisiográfico y climático	42
III.3. ANÁLISIS INDIVIDUAL DE PARÁMETROS	46
III.3.1. Parámetro: ALTITUD (m).....	46
III.3.2. Parámetro: RESG (‰)	47
III.3.3. Parámetro: PEND (%)	47
III.3.4. Parámetro: PNDE (%)	48
III.3.5. Parámetro: INSO (adim.).....	48
III.3.6. Parámetro: TTOP (adim.).....	48
III.3.7. Parámetro: VHME (°)	49
III.3.8. Parámetro: VHMA (°)	50
III.3.9. Parámetro: RUGO (varianza esférica x 1000)	50
III.3.10. Parámetro: PANU (mm)	50
III.3.11. Parámetro: PINV (mm).....	51
III.3.12. Parámetro: PPRI (mm)	52
III.3.13. Parámetro: PVER (mm)	52
III.3.14. Parámetro: POTO (mm)	52
III.3.15. Parámetro: TANU (°C).....	53
III.3.16. Parámetro: OSCI (°C).....	53
III.3.17. Parámetro: TINV (°C)	54
III.3.18. Parámetro: TEST (°C).....	54
III.3.19. Parámetro: ETP (mm).....	54

III.3.20.	Parámetro: SUP (mm).....	55
III.3.21.	Parámetro: DEF (mm).....	55
III.3.22.	Parámetro: IH.....	56
III.3.23.	Parámetro: DSEQ (meses).....	56
III.3.24.	Parámetro: ISEQ (tanto por uno).....	57
III.3.25.	Parámetro: VERN.....	57
III.3.26.	Parámetro: TF (%).....	58
III.3.27.	Parámetro: ARE (%).....	58
III.3.28.	Parámetro: LIM (%).....	59
III.3.29.	Parámetro: ARC (%).....	59
III.3.30.	Parámetro: PER.....	59
III.3.31.	Parámetro: HE (%).....	60
III.3.32.	Parámetro: CRA (mm).....	60
III.3.33.	Parámetro: PHA (pH).....	61
III.3.34.	Parámetro: PHK (pH).....	61
III.3.35.	Parámetro: MO (%).....	62
III.3.36.	Parámetro: MOS (%).....	62
III.3.37.	Parámetro: NS (%).....	63
III.3.38.	Parámetro: CNS.....	63
III.3.39.	Parámetro: CAC (%).....	63
III.3.40.	Parámetro: SF (mm).....	64
III.3.41.	Parámetro: ETRM (mm).....	65
III.3.42.	Parámetro: DRENJ (mm).....	65
III.4.	ANÁLISIS SINTÉTICO DE TODOS LOS PARÁMETROS.....	66
III.4.1.	Resumen del análisis individual de parámetros.....	66
III.4.2.	Análisis de correlación.....	66
III.4.3.	Análisis de componentes principales.....	70
III.5.	HÁBITAT GENERAL DE LOS SABINARES ALBARES ESPAÑOLES.....	80
III.5.1.	Introducción.....	80
III.5.2.	Hábitats fisiográfico, climático, edáfico y edafoclimático.....	81
III.5.3.	Calificación del hábitat de los sabinares albares españoles.....	85
III.5.4.	Tipificación edáfica.....	92
III.5.5.	Comparación con el hábitat de otras especies forestales.....	100
IV. CARACTERIZACIÓN Y TIPOLOGÍA DE LAS PARCELAS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL CON PRESENCIA DE <i>JUNIPERUS THURIFERA</i>.....		107
V. RELACIÓN ENTRE CALIDAD DE ESTACIÓN Y PARÁMETROS ECOLÓGICOS.....		123
V.1.	ESTABLECIMIENTO DEL ÍNDICE DE CALIDAD PARA LOS SABINARES ALBARES.....	123
V.2.	RELACIÓN ENTRE CALIDAD DE ESTACIÓN Y PARÁMETROS ECOLÓGICOS.....	124
VI. CONCLUSIONES.....		133
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		135
VIII. ANEXOS.....		145

I. INTRODUCCIÓN.

I.1. La sabina albar en España y en el mundo

La sabina albar o enebro, nombre este último con el que es conocido mayoritariamente en nuestro país *Juniperus thurifera* L. (ORIA DE RUEDA, 1996; ORIA DE RUEDA & DíEZ, 2002), es una cupresácea (incluida dentro de la sección *Excelsoides*, perteneciente al subgénero *Sabina* del género *Juniperus*) que, según todos los indicios, ocupó amplias extensiones en tiempos pretéritos, cuando el clima era más seco y frío (GÓMEZ MANZANEQUE *et al.*, 2000). Actualmente su área de distribución mundial se limita, como más adelante detallaremos, al oeste del Mediterráneo, en concreto a España, Marruecos, Francia (incluyendo la isla de Córcega), Argelia y dos pequeñas poblaciones en los Alpes italianos. A pesar de ello, no se puede hablar estrictamente de una especie relictica, ya que ha sufrido procesos de extensión y reducción de su área de distribución asociados a los cambios climáticos acaecidos durante el cuaternario (JIMÉNEZ *et al.*, 2003) así como a la actividad humana (CARRIÓN *et al.*, 2004), y puede considerarse que en las últimas décadas se encuentra en moderada expansión. Basándose en esta habitación antigua y amplia, unido a la disposición más bien fragmentaria actual de sus poblaciones, se han propuesto algunas divisiones subespecíficas.

Así, GAUQUELIN *et al.* (1988) se apoyaron en diferencias biométricas (número de semillas por gárbulo) y bioquímicas (contenido de prodelfinidina en las hojas) para proponer dos subespecies, una de ellas con tres quimiovariedades:

1. *J. thurifera* ssp. *thurifera*: ocupa la parte europea de su área de distribución, y se caracteriza por un alto número de semillas por gárbulo ($3\pm 0,6$). Se distinguen tres quimiovariedades:
 - a. *hispanica*: bajo contenido en prodelfinidina.
 - b. *gallica*: contenido moderado de prodelfinidina.
 - c. *corsicana*: alto contenido en prodelfinidina.
2. *J. thurifera* ssp. *africana*: presente en el Magreb, con menor número de semillas por gárbulo y también menores contenidos en prodelfinidina.

Más recientemente, BARBERO *et al.* (1994) aportaron nuevas pruebas morfológicas que apoyan esta clasificación sistemática. Sin embargo, otros autores (FARJON, 1992; ADAMS *et al.*, 2000) mantienen como preferible la acepción de *J. thurifera* var. *africana* para las poblaciones del norte de África. El primero de los trabajos mencionados encontró diferencias en cuanto al contenido de aceites esenciales que apoyaban la división sistemática francesa de finales del siglo pasado. Con posterioridad, los análisis basados en RAPD (*random polymorphic amplified DNA*) también revelaron diferencias entre las poblaciones de ambos lados del Mediterráneo. Por fin, aunque el menor número de semillas por gárbulo de la variedad africana puede verse propiciado por las mayores condiciones de aridez existentes en el Magreb (ADAMS *et al.*, 2000), recientemente fue aceptada la validez del rango subespecífico para *J. thurifera* L. subsp. *africana* (Maire) ROMO & BORATYŃSKI (2007).

En cuanto a la corología de la especie, es notable la clara preeminencia de las masas españolas. Así, fuera de nuestras fronteras es Marruecos el único país donde se puede hablar de auténticos sabinares albares (aunque se encuentren seriamente amenazados), pues se calcula una extensión de unas 30.000 ha en el medio y el alto Atlas. Por el contrario, en Argelia la presencia es testimonial (unas 50 ha más algunos ejemplares

aislados), poco menos que en el Pirineo francés (unas de 300 ha), los Alpes (algo más de 200 ha, incluyendo dos estaciones italianas) o la isla de Córcega, donde no deben de superar las 1000 ha (GAUQUELIN *et al.*, 1999).

En el extremo opuesto, España alberga una notable representación de montes de *J. thurifera*. Según la información depurada para el proyecto Elaboración de bases técnicas para el desarrollo del RD289/03: caracterización y utilización del Material Forestal de Reproducción, llevado a cabo en el CIFOR-INIA (a partir de información del Mapa Forestal de España -MFE-, bien a escala 1:50.000, bien a 1:200.000, del Segundo o Tercer Inventario Forestal Nacional -IFN2 e IFN3- y de otras fuentes cartográficas de las comunidades autónomas), los sabinares albares se extienden por casi 600.000 ha de nuestro país (lo cual significa aproximadamente el 2,5% de la superficie forestal nacional), de las cuales en aproximadamente la mitad es la especie dominante y de éstas, unas 117.000 ha son de masas puras (más del 90% de ocupación) de *Juniperus thurifera*. Su reparto por las distintas provincias puede explorarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución superficial de *J. thurifera* por las distintas provincias y comunidades autónomas. Fuente: MFE.

CCAA	SUP (ha)	%	PROV	SUP (ha)	%
Andalucía	0,7	0,00	Granada	0,7	0,00
Aragón	104.153,4	17,41	Huesca	7.616,8	1,27
			Teruel	87.072,7	14,56
			Zaragoza	9.463,9	1,58
Castilla-La Mancha	254.025,1	42,47	Albacete	36.812,3	6,15
			Ciudad Real	15.057,4	2,52
			Cuenca	79.805,9	13,34
			Guadalajara	122.349,5	20,45
Castilla y León	215.385,5	36,01	Burgos	61.009,6	10,20
			León	1.972,7	0,33
			Palencia	6.202,6	1,04
			Segovia	25.521,9	4,27
			Soria	113.408,2	18,96
			Valladolid	6.599,4	1,10
			Zamora	671,0	0,11
Cataluña	916,7	0,15	Lérida	916,7	0,15
Com. Valenciana	20.448,6	3,42	Castellón	6.608,2	1,10
			Valencia	13.840,4	2,31
Madrid	443,5	0,07	Madrid	443,5	0,07
Murcia	2.768,8	0,46	Murcia	2.768,8	0,46
ESPAÑA	598.142,3				

Además, durante los últimos decenios, muchas comarcas rurales en las que existen sabinares han sufrido (y siguen sufriendo) un gravísimo despoblamiento que ha traído como consecuencia el abandono de gran cantidad labrantíos y un descenso brusco en la presión ganadera (PÉREZ PÉREZ, 1999; ALONSO PONCE & PÉREZ PÉREZ, 2003). Esto ha permitido que miles de hectáreas hayan sido invadidas (quizás sería más correcto decir recolonizadas) por un regenerado, a menudo muy vigoroso, de *J. thurifera*. Sin embargo, no es únicamente una razón cuantitativa la que justifica la importancia de esta especie en nuestro país. Los sabinares son quizás una de las formaciones más originales del viejo continente, habituado a que sus bosques estén constituidos por pináceas y planifolios. No sólo por tratarse de la única cupresácea europea que forma masas de enorme extensión, sino también por la peculiar estructura que suelen presentar: en general son montes abiertos, muy iluminados, en los que la tangencia de copas no es frecuente.

Pero aún hay otro argumento que hace de *J. thurifera* un taxón de una importancia muy notable, a saber, es probablemente la especie arbórea ibérica capaz de resistir unas condiciones ambientales más adversas y por lo tanto de ser introducida (en muchos casos probablemente reintroducida) en aquellos lugares arrasados por los fuegos, el sobrepastoreo, las talas indiscriminadas y con suelos esqueléticos, además de constituir un tesoro irremplazable en las localidades donde ha perdurado la masa.

A pesar de ello, los estudios sistemáticos sobre la ecología de la especie son muy escasos o circunscritos a comarcas concretas (COMÍN, 1989; PEREIRA *et al.*, 1998; GARCÍA LÓPEZ & ALLUÉ CAMACHO, 2005; ALONSO PONCE, 2008). Así pues, uno de los principales objetivos del presente trabajo se ha centrado en construir, a nivel nacional, una base autoecológica y de tipificación selvícola para las distintas formaciones de *J. thurifera*.

Llegados a este punto, se hace necesario aclarar ciertas particularidades en el desarrollo de los apartados relativos al diseño y ejecución del muestreo. Así, esta monografía ha podido completarse gracias al convenio de colaboración establecido entre la Dirección General para la Biodiversidad y el INIA para el estudio de la especie en toda su distribución nacional pero teniendo en cuenta que en la comunidad autónoma de Castilla y León ya se había realizado con anterioridad la toma de datos y el cálculo de parámetros, merced a los trabajos desarrollados en el Departamento de Investigación y Experiencias Forestales de Valonsadero (Soria). Por lo tanto, el apartado dedicado al diseño del muestreo se ha subdividido a su vez en sendos epígrafes correspondientes a Castilla y León por un lado y al resto de comunidades autónomas por otro.

1.2. Metodología de los estudios paramétricos aplicados a la ecología de las especies forestales.

Según MARGALEF (1974) la autoecología es la ecología de las especies o los individuos, considerados aisladamente. Así, se ocupa de «las características del medio externo y de cómo responden a ella los organismos (...); se trata de una fisiología *al aire libre*, complementada con un repaso de cuáles son las características de los ambientes naturales y de la forma en que el análisis científico las descompone en factores». Como consecuencia de ello, estas relaciones entre las especies y el medio han sido siempre parte fundamental de la ecología en general y de la forestal en particular.

La manera en que el científico ha tratado de *aprehender* estas relaciones ha sido tradicionalmente y más desde que el uso de ordenadores permite realizar cálculos masivos y complejos rápida y eficazmente mediante la construcción de *modelos*. Con ellos se pretende cuantificar la *respuesta* que una especie da (bien sea su distribución, su crecimiento, su capacidad de regeneración, etc.) a las variables ambientales o *factores*.

Desde un punto de vista teórico, estos modelos lo que tratan de evaluar es el *nicho ecológico hutchinsoniano* (AUSTIN *et al.*, 1990), es decir, describir la *posición* y la *forma* de la respuesta, generalmente la abundancia, de una especie con respecto a un gradiente ecológico. Dicho de otra manera, si nuestro factor es por ejemplo la temperatura media anual, nuestro modelo deberá predecir a qué temperatura se da el máximo de abundancia de la especie, si sólo tiene un máximo o tiene varios, si dicha abundancia disminuye simétricamente a ambos lados del máximo, etc.

Este enfoque del asunto, denominado originalmente análisis directo del gradiente (*direct gradient analysis*, DGA) (WHITTAKER, 1967), ha ido derivando con el tiempo en una extensa gama de técnicas, en función tanto de su formulación conceptual como del tratamiento estadístico que se le dé. Así, se puede plantear en primer lugar una

clasificación de los modelos en función de si se asume el concepto de *pseudoequilibrio* de la distribución de la especie en estudio; así estaremos ante modelos *estáticos* frente a *dinámicos*. Los primeros son abrumadora mayoría en la bibliografía, aunque los segundos despiertan cada vez mayor interés dada su mayor flexibilidad y acomodo para describir condiciones del medio cambiantes como pueden ser las derivadas del cambio climático.

Sin embargo, una clasificación más antigua y global se apoya en el hecho de que solamente dos de las tres propiedades deseables de un modelo (generalidad, realismo y precisión) pueden ser mejoradas simultáneamente (LEVINS, 1966). De aquí se desprenden tres tipos de modelos, a saber, *analíticos* (priman la generalidad y la precisión), *empíricos* (sacrifican la generalidad) y *mecanicistas* o *de procesos* (se renuncia a algo de precisión). Como otras muchas clasificaciones, a menudo es difícil establecer con claridad los límites entre unas categorías y otras. Parece razonable simplificar esta clasificación y proponer dos únicas categorías, una correspondiente a los modelos *empíricos* o de *caja negra*, según la terminología de LEGENDRE & LEGENDRE (1998) y otra para los *mecanicistas*, *de procesos* o *fisiológicos*.

Por último, el planteamiento estadístico que desarrolla la formulación teórica permite establecer a su vez un amplio abanico de modelos que no deja de crecer. Los más extendidos son los modelos lineales generalizados (GLM, en terminología inglesa), en sus múltiples variantes, y que fueron empleados en el marco del DGA para especies forestales hace ya más de dos décadas (AUSTIN *et al.*, 1984). La rigidez que el marco conceptual paramétrico de los GLM puede representar ha intentado salvarse por medio de métodos no paramétricos. YEE & MITCHELL (1991) introdujeron los modelos aditivos generalizados (GAM), los cuales además de su flexibilidad permiten comprobar de manera eficiente si la forma de la curva respuesta es simétrica o no, cuestión largamente debatida en ecología. Otros enfoques no paramétricos, como las técnicas *kernel* (GÉGOUT & PIERRAT, 1998), los árboles de clasificación (BOISSEAU, 1993; KUNZ & PLESSIS, 1999) y métodos probabilísticos (GRANDJOUAN, 1998) también han sido aplicados. Más recientemente, YEE (2006) propuso una variante de los GAM denominada *ordenación aditiva obligada* (*constrained additive ordination*, CAO), cuya robustez y aplicabilidad está aún por explorar.

Otros modelos menos habituales se basan en técnicas de ordenación ampliamente utilizadas en otros ámbitos de la ecología, aunque la más popular para la predicción de distribución de especies ha sido el análisis canónico de correspondencias (CCA), fundamentado en la clasificación recíproca de especies y factores (*atributos* en la terminología original) (HILL, 1979). El enfoque bayesiano y las redes neuronales están menos difundidos, pero estas últimas constituyen una prometedora área en autoecología (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000).

En el caso de estudios sobre grandes extensiones de territorio, hasta hace poco el método mayoritario ha sido el de las *envolventes ambientales*. Estas técnicas se basan, a grandes rasgos, en calcular la mínima envolvente en el espacio *p*-dimensional definido por los factores considerados que encierra el nicho ecológico de la especie. Ejemplos de estos modelos son BIOCLIM (BUSBY, 1991), apoyado únicamente en factores climáticos, DOMAIN (CARPENTER *et al.*, 1993), cuya metodología se fundamenta en la medida de distancias en un espacio métrico multivariante, o, ya en nuestro país, el sistema fitoclimático de ALLUÉ ANDRADE (1990) y su posterior modificación mediante la aplicación de la teoría de la envolvente convexa (GARCÍA LÓPEZ & ALLUÉ, 2003), así

como todos los trabajos de la línea de investigación en la que se engloba el presente texto, como a continuación se expone.

El inicio de la aplicación de estas técnicas al mundo forestal español se remonta a hace cuatro décadas, y durante este tiempo dicha línea de investigación ha constituido en nuestro país un ejemplo de esfuerzo coordinado y sistemático, atributos imprescindibles en un ámbito tan vasto como es el de los seres vivos (LAWTON, 1993), para arrojar luz sobre la autoecología de nuestros árboles. No fue hasta principios de los ochenta cuando la utilidad del conocimiento autoecológico de las especies forestales quedó explícitamente puesta de manifiesto en la I Asamblea Nacional de Investigación Forestal (1982) (SÁNCHEZ PALOMARES, 2001), no sólo por lo imprescindible de su empleo en la planificación de las labores de repoblación (SERRADA, 2005) sino por su enorme utilidad para el conocimiento de los ecosistemas forestales. La metodología, basada como se ha mencionado en las técnicas de envolventes ambientales, ha ido adaptándose y mejorándose con el tiempo no sólo en lo que se refiere a la toma de datos y su posterior análisis estadístico sino en su generalización territorial mediante el uso de los sistemas de información geográfica. Así, en sus inicios, dedicados a *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus sylvestris* L., el planteamiento era eminentemente descriptivo y hacía uso de técnicas análogas a los árboles de clasificación (NICOLÁS & GANDULLO, 1967; 1969), pasando a aplicar métodos multivariantes de regresión y ordenación a partir del trabajo sobre *Pinus halepensis* Mill. (GANDULLO, 1972). La metodología de envolventes ambientales como tal se comenzó a emplear con *Pinus radiata* D. Don. (GANDULLO *et al.*, 1974), continuando su aplicación en los trabajos referentes a otros congéneres del género *Pinus*, en los que el peso de diversas técnicas de reducción dimensional es notable (ELENA & SÁNCHEZ PALOMARES, 1985; BLANCO *et al.*, 1989; SÁNCHEZ PALOMARES *et al.*, 1990; 1991). Todos ellos se recogieron en un texto comparativo a modo de síntesis (GANDULLO & SÁNCHEZ PALOMARES, 1994).

El colosal adelanto que supuso la generalización de los sistemas de información geográfica permitió una notable mejora en la modelización en *continuum* de los gradientes ecológicos (fisiográficos y climáticos) y por consiguiente en la calidad de la definición de los hábitats y los modelos predictivos para el castaño (BLANCO *et al.*, 1997; RUBIO *et al.*, 1999; BLANCO *et al.*, 2000a; GÓMEZ *et al.*, 2002; RUBIO *et al.*, 2002) y el haya (BLANCO *et al.*, 2000b; ELENA *et al.*, 2001; BLANCO *et al.*, 2003; SÁNCHEZ PALOMARES *et al.*, 2003), cuyos trabajos sintéticos a escala nacional se vieron plasmadas en sendas monografías ya en el presente siglo (GANDULLO *et al.*, 2004b, 2004a). Paralelamente se fueron desarrollando los trabajos relativos al alcornoque en los que se inició la aportación metodológica para el cálculo de las áreas potenciales desde un punto de vista fisiográfico y climático (JOVELLAR, 2004; SARMIENTO, 2005; SÁNCHEZ PALOMARES *et al.*, 2007), que venía a mejorar y generalizar territorialmente la aplicación informática PINARES (GANDULLO & SÁNCHEZ PALOMARES, 2000) que calculaba la aptitud de una estación concreta. Estos métodos se han aplicado igualmente al rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) (SÁNCHEZ PALOMARES *et al.*, 2008) y al quejigo (*Quercus faginea* Lam.) cuya monografía final se encuentra cerca de su culminación. El rebollo ha sido estudiada también (por parte de los investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela y el Centro de Investigaciones Forestales y Ambientales de Lourizán) en su ámbito gallego de distribución, con idéntica metodología (DÍAZ MAROTO *et al.*, 2005a), al igual que los dos robles genuinamente eurosiberianos de nuestro país, *Quercus robur* L. (DÍAZ MAROTO *et al.*, 2005b) y *Quercus petraea* Matt (Liebl.) (DÍAZ MAROTO *et al.*, 2006).

También con carácter regional, el equipo del Departamento de Investigaciones y Experiencias Forestales de Valonsadero (Soria) ha culminado la autoecología del cerezo (*Prunus avium* L.) en Castilla y León (CISNEROS, 2004), donde se exploraron múltiples técnicas multivariantes (análisis de coordenadas principales, escalamiento multidimensional, árboles de clasificación); este mismo equipo fue origen del trabajo relativo a *Juniperus thurifera* que se presenta en este texto.

Desde sus inicios hasta la actualidad, el fundamento metodológico de estos estudios se apoya en tres pilares. Por un lado, el modelo es del tipo empírico y estático, ya que no trata de profundizar en las relaciones causa-efecto existentes entre los parámetros ecológicos (variables de entrada) y la respuesta biológica de la especie (algún índice de calidad de estación) ni contempla la variable tiempo en el planteamiento estadístico. Este enfoque es especialmente útil cuando el conocimiento previo del taxon es escaso o muy fragmentario (ROBERTSON *et al.*, 2003). En segundo lugar, la formulación estadística pertenece, como se ha apuntado más arriba, a las técnicas de *envolvente ambiental*, cuya aplicación en nuestro caso viene justificada por su conveniencia en trabajos a escala regional (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000), su capacidad para incluir un gran número de variables (BUSBY, 1991), su flexibilidad para adaptarlo a métodos basados en la similitud ecológica (CARPENTER *et al.*, 1993) o a orientaciones más mecanicistas (PRENTICE *et al.*, 1992). Por último, el tercer pilar puede considerarse un hecho aparentemente obvio, pero que en realidad dista mucho de serlo: la especie en estudio habita actualmente en aquellas estaciones en las que puede vivir. Por descontado, el enunciado inverso no tiene por qué ser cierto.

Así, un taxon cualquiera puede no habitar una determinada estación por alguno de los siguientes motivos:

- a) Por imposibilidad de ecesis.
- b) Porque alguno de los factores ecológicos de la estación impide la vida y reproducción del taxon.
- c) Porque aun sin cumplirse ninguna de las dos condiciones anteriores, las coacciones heterotípicas que se dan con otros organismos habitantes de dicha estación impiden la vida y reproducción del taxon.
- d) Porque aun sin cumplirse ninguna de las tres condiciones anteriores, la acción antrópica eliminó el taxon de dicha estación.

A la vista del ámbito geográfico y de la especie objeto del presente estudio, parece poco factible que se pueda dar la circunstancia *a*. Por un lado, *J. thurifera* habita la Península Ibérica desde tiempos remotos, probablemente desde el Terciario (COSTA TENORIO *et al.*, 1997), y por otro, está demostrada su capacidad para comportarse como un auténtico pionero, creando regenerados espesos y vigorosos (NAVARRO GARNICA, 1940; ASENJO, 1991; GÓMEZ MANZANEQUE, 1991; COSTA TENORIO *et al.*, 1997; PÉREZ PÉREZ, 1999), favorecido además por el carácter endozoico de la dispersión de sus semillas (HERRERA, 1987), principalmente por parte de aves del género *Turdus* (SANTOS & TELLERÍA, 1994).

Si la segunda razón enumerada con anterioridad para la ausencia de una especie en una localidad fuera la única estaríamos en la mejor de las condiciones posibles para abordar este trabajo: la sabina albar habitaría ahora mismo en aquellas y sólo en aquellas estaciones en las que las condiciones ecológicas se lo permiten. El estudio de los parámetros ecológicos que definen su hábitat actual coincidiría, por consiguiente, con el del hábitat potencial.

Esta situación es, obviamente, ilusoria. La tercera causa esgrimida es trascendental a la hora de configurar los nichos *hutchinsonianos* efectivos de las especies, ya que como consecuencia de la competencia interespecífica el nicho fundamental se reduce o incluso desaparece (BEGON *et al.*, 1988). Por consiguiente, el estudio del hábitat actual de la especie recogería aquellas condiciones en las que la especie no sólo puede vivir sino en las que además es competitiva, se reproduce y se mantiene mientras las condiciones del medio sean razonablemente estables.

Por último, el cuarto motivo enumerado es el más difícil de acotar o controlar. En un territorio tan alterado como es el español en general, con aproximadamente la mitad de su geografía dedicada al cultivo agrícola o a suelo urbano y donde hace apenas 40 años más del 90% de la cabaña ganadera dependía de los pastos forestales (CMA, 2000), resulta difícil admitir que alguna especie forestal no haya visto modificada, generalmente reducida, su área de distribución natural. En el caso de *J. thurifera* la gran fragmentación de sus masas, principalmente en el sector occidental de su área de distribución (Castilla y León), parece apuntar a una mayor presencia de sabinares albares en la edad media o antigua, lo cual apoyan también documentos históricos (ORIA DE RUEDA & Díez, 2002). Por el contrario, el incremento de su superficie de manera artificial puede calificarse de anecdótica (LUCAS, 1998; GIL *et al.*, 2006), a pesar de lo exitoso de su implantación (DEL CAMPO *et al.*, 2005; GARCÍA MOROTE *et al.*, 2005; GIL *et al.*, 2006; RIPOLL *et al.*, 2006).

Así pues, nos encontramos con toda probabilidad ante una distribución actual de la especie más reducida que hace siglos, pero en franca expansión desde que se inició la sangría demográfica que vienen padeciendo amplias comarcas de Castilla y León, Castilla-La Mancha y Aragón, fundamentalmente, desde hace 40 años. Esta circunstancia justifica el empleo de *técnicas de perfil*, es decir, aquellas que únicamente utilizan datos de presencia, obviando los de ausencia (ROBERTSON *et al.*, 2003): para poder estudiar la autoecología de la especie hemos de basarnos en hechos ciertos, es decir, en las estaciones fehacientemente conocidas donde vive *J. thurifera*, que, como se ha justificado, son muy probablemente menos numerosas que las potencialmente habitables, por lo que se estará siendo conservador en su definición. Así mismo, la incertidumbre sobre la situación de pseudoequilibrio de la especie tratará de ser paliada, al abordarse mediante un modelo estático, mediante el minucioso estudio del área de distribución actual y un apropiado diseño del muestreo.

Como se ha comentado con anterioridad, el fundamento conceptual y estadístico con el que se ha abordado tradicionalmente el estudio de la autoecología de las especies forestales españolas ha sido el de los modelos estáticos, empíricos y con uso de técnicas de envolvente ambiental. En estos trabajos, los gradientes ecológicos se analizan por medio de *parámetros*, es decir, relaciones numéricas que tratan de cuantificar la influencia que esos distintos gradientes o factores ecológicos ejercen sobre la especie, y que podemos clasificar en cuatro tipos, fisiográficos, climáticos, edáficos y edafoclimáticos. Sin embargo, existe una clara diferencia entre los dos primeros y los dos últimos. Así los parámetros fisiográficos, relacionados con la altitud, pendiente y orientación de una parcela, pueden obtenerse conociendo las coordenadas de dicho punto y disponiendo del modelo digital del terreno. Análogamente, los parámetros climáticos (pluviométricos, termométricos y termopluviométricos) pueden evaluarse utilizando los modelos de estimaciones climáticas propuestos por SÁNCHEZ PALOMARES *et al.* (1999) y que son función de su altitud, de su posición geográfica (coordenadas XUTM e YUTM) y de la cuenca o subcuenca geográfica a que pertenece cada localización. Por el contrario, los parámetros evaluadores de las características del suelo

requieren, necesariamente, una fase de campo, la apertura de una calicata, la descripción de los horizontes edáficos, su muestreo separado y la posterior determinación analítica de las muestras de tierra.

Por ese motivo se pueden definir dos tipos de hábitats y se justifican las dos partes en que se divide esta monografía: un hábitat fisiográfico-climático que, en nuestro caso, podrá integrarse en el modelo digital del terreno y nos permitirá llegar a definir el área potencial fisiográfico-climática de los sabinars albares españoles, y un hábitat general, introduciendo parámetros edáficos y edafoclimáticos que, por razones de tiempo y de economía, se basará en datos de un menor número de parcelas que el primero y que no podrá permitir definir un área potencial general de la especie sino aplicaciones a puntos concretos de un monte o rodal.

En cualquier caso, los parámetros pueden interpretar cualquiera de los tres tipos de gradientes definidos por AUSTIN *et al.* (1984): gradientes de recursos, directos e indirectos. Los primeros se refieren a materia y energía directamente aprovechadas por los seres vivos (por ejemplo, el nitrógeno edáfico). Los segundos son aquellos que presentan una influencia concreta sobre los vegetales o animales, pero no son consumidos (temperatura, pH). Y por último, los indirectos, que pueden constituir una representación sencilla de una interconexión latente de varios gradientes directos o de recursos (altitud, pendiente). Son fácilmente medibles con mucha precisión y directamente integrables en un SIG, por lo que su uso es generalizado en trabajos ecológicos. Sin embargo, su utilización en exclusiva no se puede aplicar más que a territorios de reducida extensión, ya que a mayor escala las relaciones entre gradientes directos y de recursos que subyacen bajo los indirectos pueden cambiar notablemente (*ley de la constancia relativa de la estación*) (WALTER & WALTER, 1953).

La aplicación del tipo de modelos manejados aquí constituye tradicionalmente el primer paso en el conocimiento objetivo, global y cuantificado de la ecología de una especie y representa la base para la predicción de áreas potenciales, más aún en extensos territorios como Castilla y León (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000; ROBERTSON *et al.*, 2003). En países con avanzada tradición forestal como Estados Unidos un enfoque autoecológico análogo se desarrolló ya hace medio siglo para centenares de especies arbóreas forestales (DUNCAN, 1952; USFS, 1965), estableciéndose incluso un protocolo para el estudio autoecológico de especies prateses (WEST, 1968).

Este retraso se viene paliando en España desde hace décadas, y ha llegado por fin el turno para una especie desatendida en general por la investigación y la gestión. Ello ha surgido en buena medida del gran interés que la Junta de Castilla y León, por medio del Centro de Investigación y Experiencias Forestales Valonsadero y el Centro de Servicios y Promoción Forestal y de la Industria de Castilla y León (CESEFOR), ha mostrado por la especie, organizando el tercero de los coloquios internacionales sobre la especie celebrado en Soria en 2006. Dicho interés no se limita a aspectos conservacionistas o de lucha contra la erosión (*J. thurifera* puede representar la única especie arbórea capaz de asentarse sobre muchos de los terrenos con más graves problemas de erosión de las zonas continentales de nuestro país), fundamentales sin duda, sino que se extiende a incrementar el aprovechamiento de sabina albar de forma industrial (por poner un ejemplo, actualmente se extraen en Castilla y León unos 600 m³/año de los 70.000 m³ que se calcula crecen los sabinars albares anualmente en dicha comunidad autónoma) (CESEFOR, 2007), con el fin de garantizar el suministro a las industrias transformadoras siempre bajo el principio de perdurabilidad de los montes que marca la gestión forestal. Esta visión se engloba además dentro del cambio en las estructuras socio-económicas y

ecológicas del mundo rural del interior peninsular (considerando obviamente al hombre como parte del ecosistema) que se persigue con los planes de repoblaciones forestales con el fin de transformar una sociedad fundamentalmente agro-ganadera de subsistencia en otra que aproveche todos sus recursos. Así pues, nos encontramos en un momento clave en el desarrollo e investigación asociados a la especie, dentro del cual el conocimiento cuantificado de su nicho ecológico resulta de suma utilidad, por un lado para identificar las masas actuales con una mayor potencialidad y estabilidad y por otro localizar territorios susceptibles de sustentar nuevos sabinas albares.

I.3. Objetivos y plan de la obra

A la vista de los antecedentes expuestos, en el presente trabajo se pretende alcanzar los siguientes objetivos concretos:

1. Definir el territorio español climática y fisiográficamente apto para *J. thurifera*.
2. Identificar los principales gradientes ecológicos que gobiernan la distribución actual, esto es, el nicho efectivo, de la especie en España.
3. Establecer un reducido número de tipos de masa de sabina albar, así como su relación con los gradientes ecológicos identificados.
4. Elaborar un índice evaluador de la calidad de estación para *J. thurifera* y analizar la influencia que sobre él pueden tener los diferentes parámetros ecológicos.

El primer y segundo objetivos se abordan en los capítulos II y III, respectivamente. En el primer caso se emplea únicamente información climática y fisiográfica, a partir de la base de datos del tercer inventario forestal nacional, mientras que en el segundo se completa, para una submuestra del primero, con información edáfica exhaustiva. Por añadidura, en dicho capítulo III se proporciona la caracterización edáfica de todos los perfiles estudiados (según la WRB2006 y la Clasificación Básica Forestal española) y un análisis comparativo del hábitat de *J. thurifera* frente al de las principales especies arbóreas españolas.

El tercer y cuarto objetivos se plantean en los capítulos IV y V, respectivamente. En este último capítulo, además, se completa parte del tercer objetivo en lo relativo a la relación a las tipologías definidas y los parámetros ecológicos.

Por último se incluye un apartado de anexos en el que es posible encontrar tanto la ubicación geográfica como los valores paramétricos y la clasificación edáfica de cada parcela empleada en el trabajo. Asimismo, la cartografía generada en el estudio se proporciona en un conjunto de 19 mapas.

II. DEFINICIÓN Y CARTOGRAFÍA DE LAS ÁREAS POTENCIALES FISIOGRAFICO-CLIMÁTICAS DE LA SABINA ALBAR EN ESPAÑA

II.1. Datos de partida. Agrupaciones territoriales.

En la introducción ya se ha anunciado que el manejo exclusivo de parámetros de naturaleza fisiográfica y climática permite, de forma casi inmediata, calcular *in continuum* la aptitud de todo el territorio estudiado para sustentar masas estables de la especie estudiada, en este caso de la sabina albar. Desgraciadamente, tal cálculo no es factible para el caso de los parámetros edáficos y edafoclimáticos, al no existir la información digital adecuada de suficiente precisión y extensión territorial. Por ello ha de establecerse una aproximación a los territorios potenciales para la especie únicamente a partir de los valores paramétricos de naturaleza fisiográfica y climática correspondientes a estaciones forestales donde la especie está presente.

En consecuencia, el punto de partida para la elaboración de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas prevista es el examen de los datos correspondientes a las parcelas del 3^{er} Inventario Forestal Nacional (salvo las provincias de Granada y Almería, de las que a la fecha de redactar este documento únicamente estaba disponible el segundo) con pies mayores de *J. thurifera* como especie principal. Así, la distribución de las parcelas que cumplen dicho criterio, por comunidades autónomas y ecorregiones (ELENA *et al.*, 1997), se presenta en la Tabla 2 y el Mapa 1.

Tabla 2. Parcelas del IFN3 con *Juniperus thurifera* como especie principal, por comunidades autónomas y ecorregiones (ELENA *et al.*, 1997).

CCAA/Ecorregión	Duriense	Catalano-Aragonesa	Litoral-Mediterránea	Manchega	Total
Aragón	0	172	5	0	177
Castilla La Mancha	0	334	1	52	387
Castilla y León	558	49	0	0	607
Comunidad Valenciana	0	25	3	0	28
Murcia	0	0	3	0	3
España	558	580	12	52	1.202

La disposición de este conjunto de parcelas en los territorios que ocupan aconseja abordar el trabajo de forma independiente para dos áreas territoriales diferenciadas: la primera correspondiente a los territorios incluidos en la cuenca del Duero (pertenecientes por añadidura en su totalidad a la comunidad autónoma de Castilla y León), englobados en la ecorregión Duriense, y la segunda los del resto del territorio estudiado, mayoritariamente constituido por la ecorregión Catalano-Aragonesa y en mucha menor medida por la Litoral-Mediterránea y la Manchega. En adelante nos referiremos como *grupo territorial A* para la primera agrupación y *grupo territorial B* para la segunda. De esta manera ambos grupos resultan razonablemente equilibrados en cuanto al número de observaciones que los integran, ya que el grupo territorial A cuenta con 558 mientras que el B tiene 644, repartidas en 117 de Aragón, 387 de Castilla-La Mancha, 49 de Castilla y León, 28 de la Comunidad Valenciana y 3 de Murcia.

II.2. Elaboración de parámetros ecológicos fisiográficos y climáticos.

El conocimiento cuantificado de las características que definen los biotopos de la especie cuya autoecología se pretende estudiar implica la elaboración de una serie de parámetros ecológicos aplicables a las estaciones forestales consideradas como representativas de su área de distribución, tal y como se ha establecido en el apartado anterior. Estos parámetros son relaciones numéricas que tratan de cuantificar la influencia de los distintos factores ecológicos sobre la especie estudiada, en este caso *J. thurifera* en España.

a) Parámetros fisiográficos.

Pueden derivarse directamente del modelo digital del terreno de 25 metros de resolución disponible. Los parámetros contemplados han sido tres:

ALTI: Altitud, coincidente con el dato tomado en la parcela.

PEND: Pendiente en grados sexagesimales, coincidente con el dato tomado en la parcela.

INSO: Insolación, parámetro calculado en función de la pendiente y de la orientación de la parcela (GANDULLO, 1974).

b) Parámetros climáticos.

La toma de datos climáticos se llevó a cabo mediante el empleo de los *Modelos de Estimaciones Climáticas Termopluviométricas para la España Peninsular* (SÁNCHEZ PALOMARES *et al.*, 1999). Estos modelos son del tipo de regresión múltiple en función de la altitud, de la posición geográfica (coordenadas xutm e yutm) y de la cuenca o subcuenca hidrográfica a que pertenece el punto considerado. Las únicas limitaciones que presentan estos modelos se refieren al rango altitudinal de utilización, ya que la falta de estaciones meteorológicas en las regiones más elevadas propicia que las estimaciones sean erráticas a esas cotas. Afortunadamente, no es el caso del territorio ocupado por *J. thurifera*. Catorce parámetros se han contemplado en esta fase del trabajo:

PANU: Precipitación total anual (suma, en milímetros de las doce precipitaciones mensuales).

PPRI: Precipitación de primavera (suma, en milímetros de las precipitaciones de los meses de marzo, abril y mayo).

PVER: Precipitación de verano (análogamente para los meses de junio, julio y agosto).

POTO: Precipitación de otoño (análogamente para los meses de septiembre, octubre y noviembre).

PINV: Precipitación de invierno (análogamente para los meses de diciembre, enero y febrero).

TANU: Temperatura media anual, como media aritmética de las doce temperaturas medias mensuales.

OSCI: Oscilación térmica, como diferencia entre la media de las temperaturas máximas del mes más cálido y la media de las temperaturas mínimas del mes más frío (GORSZINSKY, 1920).

DSEQ: Duración de la sequía, en meses (WALTER & LIETH, 1960).

ISEQ: intensidad de la sequía, en tanto por uno (WALTER & LIETH, 1960).

ETP: Suma de las doce evapotranspiraciones potenciales mensuales (THORNTHWAITE, 1948).

SUP: Suma de superávits, es decir, suma de las diferencias $P - ETP$ en todos los meses en los que la precipitación supera la evapotranspiración potencial (THORNTHWAITE & MATHER, 1957).

DEF: Suma de déficits, es decir, suma de las diferencias $etp - P$ en todos los meses en los que la evapotranspiración potencial supera la precipitación (THORNTHWAITE & MATHER, 1957).

IH: Índice hídrico anual (THORNTHWAITE & MATHER, 1957).

VERN: Índice de Vernet (VERNET & VERNET, 1966) aproximado. La aproximación se deriva del hecho de que no se dispone de los valores de temperatura media de las máximas para cada mes y cada punto. Por ello se ha calculado la temperatura media de las máximas del periodo estival en función de la temperatura media de las máximas del mes más cálido mediante la ecuación:

$$TMAX = -0.473 + 0.959 \cdot TMAXCAL$$

derivada de la regresión entre ambas variables para puntos en los que existe efectivamente estación meteorológica.

II.3. Definición paramétrica de los hábitats fisiográficos y climáticos.

Elaborados los parámetros ecológicos de los biotopos es posible abordar la definición y clasificación paramétrica de los hábitats de *J. thurifera* en España, siguiendo la metodología empleada en trabajos anteriores de esta serie (GANDULLO & SÁNCHEZ PALOMARES, 1994). Para ello se define, para cada parámetro fisiográfico o climáticos, los límites inferior y superior de variación (LI, LS) y los umbrales inferior y superior (UI, US), obtenidos excluyendo el 10% de las parcelas en las que el parámetro toma los valores menores y otro 10% excluyendo los valores mayores. Estos intervalos marcan, para cada parámetro, el tramo central (intervalo entre UI y US) y los tramos marginales (intervalo entre LI y UI junto con el intervalo entre US y LS). Para el conjunto de todos los parámetros considerados, se establecen, como hábitats óptimos o centrales, aquellos biotopos donde todos y cada uno de los parámetros se encuentran dentro de los tramos centrales. Los biotopos en los que algunos de los parámetros se sitúan en los tramos marginales se consideran como hábitats marginales, tanto más cuanto mayor sea el número de parámetros en esas condiciones. Si alguno de los parámetros se sitúa fuera de los límites establecidos por los valores del intervalo LI, LS, corresponderán a hábitats extramarginales. Además, tal y como se ha justificado con anterioridad, dicha definición de hábitats se ha realizado de manera separada para cada grupo territorial.

En la Tabla 3 y la Tabla 4 se muestran los valores paramétricos mencionados para el grupo territorial A y el B, respectivamente.

II.4. Determinación del indicador de potencialidad

II.4.1. Metodología

Una vez que se ha establecido paramétricamente la aptitud de una estación para *J. thurifera* mediante la obtención de los valores que definen sus hábitats, se trata ahora de generalizar a todo el territorio nacional peninsular los valores que para cada estación se han obtenido, mediante la elaboración de modelos digitales a partir del modelo de elevaciones disponible y todo ello mediante el manejo de Sistemas de Información Geográfica.

Tabla 3. Valores paramétricos que definen los hábitats fisiográficos y climáticos de la sabina albar para el grupo territorial A (N = 558). LI: límite inferior; UI: umbral inferior; M: media; US: umbral superior; LS: límite superior. Véase apartado II.2 para las unidades de cada parámetro.

Parámetro	LI	UI	M	US	LS
ALTI	785	928	1069	1216	1362
PEND	0	3	14	29	77
INSO	0,367	0,836	0,978	1,110	1,304
PANU	445	532	666	808	1158
PINV	112	149	198	249	403
PPRI	126	151	188	227	306
PVER	71	89	105	120	135
POTO	118	141	175	212	328
TANU	7,6	8,8	9,8	10,7	11,7
OSCI	28,2	29,3	29,9	30,3	30,6
ETP	563,2	597,8	628,2	657,0	688,1
SUP	120,9	185,6	300,3	427,6	772,3
DEF	167,9	216,4	262,9	313,9	376,9
IH	-13,6	-0,1	23,4	49,8	118,2
DSEQ	0,60	1,43	1,85	2,31	2,93
ISEQ	0,00	0,02	0,05	0,09	0,23
VERN	-5,37	-4,13	-3,55	-3,03	-2,70

Tabla 4. Valores paramétricos que definen los hábitats fisiográficos y climáticos de la sabina albar para el Grupo Territorial B (N = 644). LI: límite inferior; UI: umbral inferior; M: media; US: umbral superior; LS: límite superior. Véase apartado II.2 para las unidades de cada parámetro.

Parámetro	LI	UI	M	US	LS
ALTI	396	1044	1224	1408	1561
PEND	0,0	4,0	17,0	34,0	83,0
INSO	0,342	0,820	0,973	1,107	1,301
PANU	451	507	654	852	993
PINV	92	113	180	265	311
PPRI	133	144	182	232	284
PVER	50	91	110	125	138
POTO	118	131	182	243	288
TANU	8,1	9,1	10,3	11,5	14,1
OSCI	26,3	28,0	30,3	32,3	34,5
ETP	569,9	603,0	640,5	678,1	780,3
SUP	83,3	122,5	272,9	472,9	618,5
DEF	186,1	217,4	259,4	304,6	438,6
IH	-20,3	-6,4	19,0	54,2	87,8
DSEQ	0,00	1,26	1,72	2,18	3,65
ISEQ	0,00	0,02	0,05	0,07	0,37
VERN	-13,88	-5,08	-3,49	-1,53	-0,76

El proceso metodológico que vamos a seguir para la elaboración de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de los sabinars albares va a ser el mismo que se ha empleado en trabajos análogos, y que fue publicado por primera vez por SÁNCHEZ PALOMARES *et al* (2004). Dicha metodología obedece a los criterios que se exponen a continuación.

Entendiendo que los valores establecidos en la definición de los hábitats de la sabina, para cada parámetro, constituyen la base para evaluar la aptitud de una estación en relación con la mayor o menor posibilidad de éxito a la hora de realizar una introducción o restauración de la especie, procede definir de forma cuantificada la

contribución de cada parámetro a dicha aptitud, mediante un indicador numérico (*índice de aptitud*), función de la posición en que el valor del parámetro se sitúa dentro de los tramos centrales o marginales definidos, de la forma siguiente:

Dada una estación determinada, para el parámetro i , conocemos los valores que definen los hábitats: LI_i , UI_i , M_i (valor medio), US_i y LS_i . Para un valor del parámetro x_i el *índice de aptitud* p_i toma los siguientes valores:

- p_i igual a 1 si x_i es igual a M_i .
- p_i proporcional a la distancia $(x_i - M_i)$ e inferior a 1 mientras nos encontremos en el intervalo (UI_i, US_i) .
- p_i disminuyendo linealmente desde el valor que toma en UI_i hasta alcanzar el valor cero en LI_i y, análogamente, entre US_i y LS_i .

Es decir:

- Para el intervalo (UI_i, US_i) : $p_i = 1 - (|M_i - x_i| / (US_i - UI_i))$
- Para el intervalo (LI_i, UI_i) : $p_i = (US_i - M_i)(x_i - LI_i) / ((US_i - UI_i)(UI_i - LI_i))$
- Para el intervalo (US_i, LS_i) : $p_i = (M_i - UI_i)(LS_i - x_i) / ((US_i - UI_i)(LS_i - US_i))$
- Para cualquier valor fuera de (LI_i, LS_i) : $p_i = 0$

Para el conjunto de todos los parámetros, definimos el indicador final (*indicador de potencialidad - IPot*) como el producto de todos los índices de aptitud obtenidos de manera individual para cada parámetro, de forma análoga a como se definen otros índices factoriales (índices de fertilidad, de productividad, etc.).

Con objeto de hacer más manejables los resultados y con vistas a establecer una serie de clases, mostramos el valor numérico del indicador de potencialidad como el logaritmo decimal del producto de los índices de aptitud, multiplicados éstos por 10^4 , dividiendo el resultado final por el número de parámetros considerados (NP), siempre que todos los índices de aptitud de cada parámetro sean mayores que cero. Si alguno de ellos tomase ese valor, se situaría fuera del intervalo definido entre los límites inferior y superior y, por consiguiente, de acuerdo con lo establecido anteriormente, estaríamos en el hábitat extramarginal, no procediendo valoración de aptitud alguna.

Es decir,

$$I_{pot} = \frac{1}{NP} \log(p_1 10^4 \cdot p_2 10^4 \cdots p_{NP} 10^4)$$

o, lo que es lo mismo,

$$I_{pot} = 4 + \frac{1}{NP} \log(p_1 \cdot p_2 \cdots p_{NP})$$

De esta forma el valor de $IPot$ varía desde prácticamente cero hasta 4, independiente del número de parámetros utilizados.

II.4.2. Clases de potencialidad

El modelo definitivo obtenido permite calificar el territorio español para la sabina albar y es susceptible de generar la cartografía correspondiente. Para que dicha cartografía a realizar tenga una representación suficientemente clara y para que su utilización pueda tener carácter práctico para el gestor y planificador forestal, resulta conveniente establecer clases de potencialidad, en función de los valores que alcanza el indicador correspondiente. Tras varios ensayos y examinando la distribución que presentan los valores del indicador en el conjunto del territorio, se propone la clasificación que figura en la Tabla 5.

Tabla 5. Establecimiento de clases de potencialidad

Valor del indicador	Clase	Denominación
$I_{pot} \geq 3,85$	1	Potencialidad óptima
$3,75 \leq I_{pot} < 3,85$	2	Potencialidad alta
$3,65 \leq I_{pot} < 3,75$	3	Potencialidad media
$I_{pot} < 3,65$	4	Potencialidad baja

II.4.3. Modelos territoriales de áreas potenciales fisiográfico climáticas

La elaboración de los modelos digitales de áreas potenciales de *J. thurifera* en España, de acuerdo con la metodología expresada con anterioridad, ha permitido definir y cartografiar dichas áreas. La Tabla 6 y la Figura 1 muestran el reparto superficial en km² del área potencial fisiográfica-climática de la sabina albar, por clases y comunidades autónomas.

Tabla 6. Reparto superficial (km²), por comunidades autónomas, de las clases de potencialidad fisiográfico-climática para *Juniperus thurifera* en España.

Comunidad Autónoma	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Total
Andalucía	0	127	1.064	232	1.424
Aragón	670	4.590	6.943	1.418	13.621
Cantabria	42	28	19	2	91
Castilla-La Mancha	4.037	9.660	14.396	3.917	32.010
Castilla y León	10.612	11.393	15.053	5.029	42.088
Cataluña	27	200	860	283	1.371
Comunidad Valenciana	165	1.432	3.840	607	6.044
Madrid	4	987	2.998	801	4.790
Murcia	0	6	801	203	1.010
Navarra	0	706	1.513	87	2.307
La Rioja	56	702	671	94	1.522
País Vasco	0	67	87	2	157
España	15.614	29.898	48.246	12.675	106.433

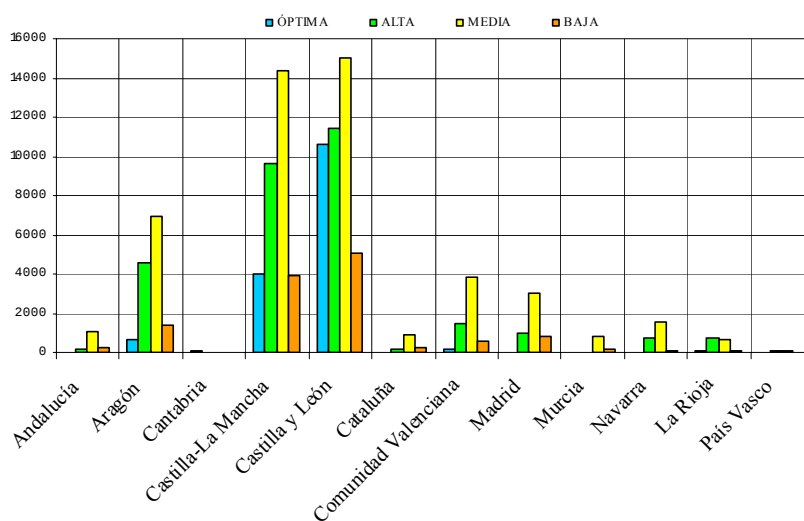


Figura 1. Reparto por comunidades autónomas de las clases de potencialidad para *Juniperus thurifera* en España (en hectáreas).

Es indispensable recalcar el hecho de que estas cifras tan elevadas de área potencial se han obtenido como consecuencia de no haber contemplado ninguna limitación edáfica, es decir, considerar que *J. thurifera* puede vivir sobre cualquier tipo de suelo.

II.5. Localización geográfica de las áreas potenciales elaboradas.

La localización de las áreas potenciales elaboradas se refleja en los mapas 12 al 17 del ANEXO II para cada una de las comunidades autónomas. A continuación pasamos a examinar la distribución de estas áreas potenciales.

La comunidad autónoma que destaca por la presencia de áreas potenciales para *J. thurifera* es Castilla y León, con más de 42.000 km², de los cuales más de la mitad son de las clases óptima o alta. Dentro de esta región, prácticamente la totalidad de la provincia de Soria resulta ser potencialmente apta para la especie, así como gran parte de las provincias de Segovia y Burgos (en su porción incluida en la cuenca del Duero). En el caso soriano, gran parte de su mitad septentrional y su extremo meridional (sierra de la Pela, altos de Barahona) queda englobada en la clase óptima. En Burgos, una amplia zona que se extiende desde el límite con la provincia de Soria, en Huerta del Rey y Hontoria del Pinar, hasta Herrera de Pisuegra, ya en Palencia, concentra las potencialidades más elevadas. En el caso de Segovia, la clase óptima ocupa el piedemonte del sistema central así como la Serrezuela, al nordeste de la provincia. Por otro lado, es de destacar la gran discrepancia entre distribución actual y potencial, desde un punto de vista fisiográfico y climático, que se da en la provincia palentina, donde una gran extensión de territorio entre las comarcas de Saldaña y Aguilar de Campoo presenta potencialidad óptima, así como en la provincia de León, en la que prácticamente todo su sector sudoriental (comarca de Sahagún, el páramo, llegando incluso hasta Astorga y La Bañeza) resultan tener potencialidad media o alta para la especie. En la provincia de Zamora casi únicamente se obtienen clases de potencialidad media y baja en el sector noroccidental, en torno a la sierra de la Culebra y el valle de Sanabria. Por su parte, en la provincia de Valladolid aparecen clases de potencialidad media en el extremo oriental, en los páramos que rodean el valle del Esgueva y en menor medida en los altos de la Muela, al sudoeste de Peñafiel. Además, existe otra mancha de potencialidad baja entre los montes Torozos y Medina de Rioseco. Por último, la provincia de Ávila, donde actualmente la presencia de *J. thurifera* es anecdótica, presenta una notable franja central, al norte de la capital, con potencialidades óptimas y altas. Las áreas potenciales en Salamanca pueden calificarse de insignificantes.

La siguiente comunidad autónoma en importancia es Castilla La Mancha, con 32.000 km² de áreas potenciales, de las cuales casi 14.000 son de las clases alta u óptima. La inmensa mayoría de este territorio se concentra en las provincias de Cuenca y Guadalajara, cuya extensión es prácticamente en su totalidad área potencial para *J. thurifera*. Las zonas de potencialidad óptima se extienden, en el caso de Cuenca, por el sector meridional de la serranía homónima, principalmente por la cuenca alta del Cabriel, mientras que en Guadalajara ocupan ampliamente las comarcas de Molina de Aragón, el alto Tajuña y, en menor medida, Atienza. Además, existen amplias zonas de potencialidad media y alta en el extremo sudoccidental de la provincia de Albacete, en las cuencas altas de los ríos Segura y Mundo, la sierra de Alcaraz y la comarca de Ossa de Montiel y su continuación por la zona de Ruidera, ya en Ciudad Real. Por añadidura,

aparecen algunas manchas notables de potencialidad media en los Montes de Toledo, donde actualmente la especie está ausente.

Aragón ocupa el tercer lugar en cuanto a extensión de las áreas potenciales, aunque ya con notablemente menos superficie, algo menos de millón y medio de hectáreas. La clase óptima se localiza casi exclusivamente en la sierra de Albarracín (Teruel), aunque puntualmente también aparece en la sierra de Cucalón, en la misma provincia, y entre las comarcas de Aranda y de Calatayud, en las sierras del Moncayo y de la Virgen. En el prepirineo se extiende una amplia franja de potencialidades medias y altas ente la capital oscense y Sos del Rey Católico, ya en la provincia de Zaragoza. Y por último, otra zona notable, aunque ocupada por clases de potencialidad medias y bajas, es la comarca de Los Monegros, en el límite de las provincias de Huesca y Zaragoza.

En la Comunidad Valenciana, con algo más de 6000 km² de área potencial para *J. thurifera*, las clases más altas se dan en el extremo noroccidental de la provincia de Valencia, en el Rincón de Ademuz y la comarca de Los Serranos. El resto de las áreas potenciales se extienden por las sierras interiores, desde el norte de Castellón (Puertos de Beceite) hasta el norte de la provincia de Alicante, en la comarca de L'Alcoià..

La Comunidad de Madrid, por su parte, a pesar de albergar en la actualidad manifestaciones muy escasas de sabinar albar, presenta casi medio millón de hectáreas de hábitat potencial (aproximadamente la mitad de la comunidad autónoma), si bien se trata principalmente de clase de potencialidad media (unos 3000 km²). Los casi 1000 km² de área de potencialidad alta se extienden por el valle del Lozoya y las sierras de La Cabrera y La Pedriza.

La Comunidad Foral de Navarra, con algo más de 230.000 ha potencialmente aptas para *J. thurifera*, es la sexta comunidad en importancia, si bien no existen áreas óptimas. Las zonas de potencialidad media, principalmente, se extienden desde la comarca de Estella, al oeste, hasta las sierras de Izco y Leyre, al este, de manera más o menos discontinua.

Las áreas potenciales en La Rioja son prácticamente una continuación de las de Soria. Así, las sierras de Camero Viejo, de la Hez y de Alcarama y, de manera más general, la comarca de Arnedo, constituyen el núcleo de las más de 150.000 ha potenciales, en su mayoría de las clases medias y altas.

Por su parte, en la comunidad andaluza, a pesar de su vasta extensión no llegan a las 150.000 ha de hábitat potencial, ninguna de ellas de clase óptima. La inmensa mayoría son de clase de potencialidad media, y se concentran en el extremo oriental de la región, en las provincias de Jaén, Granada y Almería.

En Cataluña, los casi 1400 km² de áreas potenciales se ubican fundamentalmente en las sierras interiores de la provincia de Tarragona (Puertos de Beceite, Sierra del Montsant y la comarca de la Conca de Barberá), aunque las áreas de menor potencialidad (las más numerosas, por otro lado) penetran levemente en las provincias de Lérida y Barcelona.

En cuanto a Murcia, donde no se dan áreas de potencialidad óptima, las poco más de 100.000 ha potenciales son continuidad de las existentes en Andalucía y el sur de Albacete, en las sierras del Zacatín, de la Muela y de Mojantes, en la cuenca alta del río Quípar.

Por último, la presencia de áreas potenciales en Cantabria y el País Vasco son muy reducidas, concentrándose en el primer caso en el valle de Valdeolea, limítrofe con Palencia, mientras que en el segundo coincide prácticamente con la comarca natural de la Rioja Alavesa

II.6. Discusión

Obtenidas las superficies correspondientes a los distintos grados de potencialidad para la sabina albar en España, procede realizar algunos contrastes con informaciones externas relacionadas con el área de estudio. Ello permitirá, en cierta medida, validar los resultados obtenidos, con vistas a establecer criterios de uso para el gestor forestal. Proponemos, tal y como se ha hecho con otras especies, realizar una evaluación basada en la vegetación que actualmente ocupa los territorios que hemos definido como potencialmente aptos para *J. thurifera* y también, puesto que de vegetación potencial se trata, establecer una comparación con las series de vegetación elaboradas y cartografiadas por RIVAS-MARTÍNEZ (1987).

II.6.1. Evaluación con la vegetación real: análisis de la distribución de las distintas especies del IFN

Para realizar este contraste analizaremos la presencia de las especies forestales arbóreas más importantes, contempladas en los datos repetidamente utilizados del Inventario Forestal Nacional, que ocupan las áreas potenciales fisiográfico-climáticas calculadas anteriormente. Se incluye lógicamente la propia especie estudiada, atendiendo al grado de ocupación, medido por el número de parcelas del IFN que, presentando como dominante cada especie considerada, aparecen dentro de los recintos establecidos como áreas potenciales en sus diferentes clases de potencialidad.

De acuerdo con lo anterior mostramos en la Tabla 7 y la Figura 2 el reparto obtenido, destacando solo aquellas especies con grado de ocupación importante; en “otras especies” se engloba el conjunto de aquellas que presentan, de forma individual menos del 3% de ocupación. En el Mapa 18 del ANEXO II se muestra, de manera simplificada, la distribución de las parcelas del IFN empleadas en el presente análisis.

Tabla 7. Porcentaje del número de parcelas del IFN, por especies, que ocupan las distintas clases del área potencial de *Juniperus thurifera* en España.

Especie	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Total
<i>Quercus ilex</i>	19,9	23,9	25,3	19,7	23,4
<i>Pinus pinaster</i>	18,1	14,2	13,4	18,4	15,0
<i>Pinus nigra</i>	17,9	23,5	10,8	2,8	14,9
<i>Juniperus thurifera</i>	13,7	6,5	2,1	3,4	5,6
<i>Quercus pyrenaica/humilis</i>	12,3	8,4	5,6	5,9	7,6
<i>Pinus sylvestris</i>	10,9	6,5	8,2	5,6	7,9
<i>Quercus faginea</i>	5,4	6,8	3,0	2,3	4,5
<i>Pinus halepensis</i>	0,9	8,6	27,6	33,9	17,9
Otras especies	1,0	1,7	4,1	8,1	3,2

Asimismo, en la Tabla 8 se desglosa por comunidades autónomas el total de parcelas del IFN que se localizan en los recintos de alguna de las cuatro clases de potencialidad para *J. thurifera*.

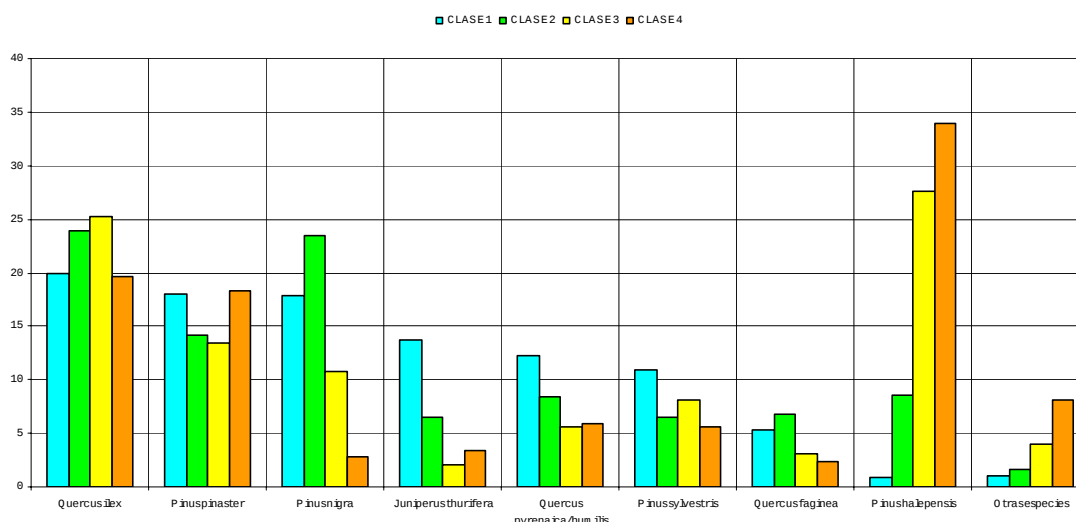


Figura 2. Porcentaje del número de parcelas del IFN, por especies, que ocupan el área potencial de *Juniperus thurifera* en España.

Tabla 8. Número de parcelas del IFN, por especies y comunidades autónomas, que ocupan el área potencial de *Juniperus thurifera*. AND, Andalucía; ARA, Aragón; CAN, Cantabria; CLM, Castilla-La Mancha; CYL, Castilla y León; CAT, Cataluña; CV, Comunidad Valenciana; LR, La Rioja; MAD, Madrid; MUR, Región de Murcia; NAV, Navarra; PV, País Vasco.

Especie	AND	ARA	CAN	CLM	CYL	CAT	CV	LR	MAD	MUR	NAV	PV	TOT
<i>Quercus ilex</i>	97	375	0	1.271	1.171	60	355	68	689	23	128	3	4.240
<i>Pinus pinaster</i>	45	178	0	814	1.339	4	143	10	121	58	1	0	2.713
<i>Pinus nigra</i>	199	340	1	1.321	433	85	215	61	14	18	25	0	2.712
<i>Juniperus thurifera</i>	0	130	0	328	530	0	18	0	0	2	0	0	1.008
<i>Quercus pyrenaica/humilis</i>	0	23	9	117	1.007	0	0	48	180	0	2	0	1.386
<i>Pinus sylvestris</i>	1	133	2	163	1.006	53	15	9	47	0	1	0	1.430
<i>Quercus faginea</i>	2	98	0	350	253	17	19	12	15	0	42	4	812
<i>Pinus halepensis</i>	175	446	0	787	72	282	1.195	21	22	199	54	1	3.254
Otras especies	0	8	4	72	264	6	32	2	194	0	3	1	586
Total	519	1.731	16	5.223	6.075	507	1.992	231	1.282	300	256	9	18.141

Antes de pasar a comentar el grado de ocupación de cada especie en cada clase de potencialidad, destacaremos en primer lugar tres cuestiones que se derivan inmediatamente de los datos anteriormente expuestos, como son el hecho de que *J. thurifera* no es, ni de lejos, la especie que ocupa principalmente sus áreas potenciales fisiográficas y climáticas. Así, el número de parcelas de sabina albar que ocupan las áreas de potencialidad óptima no llega al 15%, mientras que si atendemos al conjunto de las clases el porcentaje se reduce a un exiguo 6%. En segundo lugar, es la encina la que más importancia tiene en porcentaje de ocupación, para las dos clases de potencialidad superiores. Y en tercer lugar, en el caso de las dos inferiores, es el pino carrasco, prácticamente inexistente en la clase óptima y escaso en la alta, el que claramente predomina, concentrándose además en la Comunidad Valenciana, Castilla La Mancha, Aragón y Cataluña.

Como hemos dicho, la especie que más territorio potencial de *J. thurifera* ocupa, según los datos del IFN es la encina, con casi una cuarta parte del total. Estos encinares tienen una altitud media de 976 m, cota moderadamente inferior a los 1145 m de

referencia de la sabina albar (media del global de parcelas, sin considerar agrupaciones territoriales). En la Figura 3 puede consultarse la distribución de parcelas, por comunidades autónomas, en las distintas clases de potencialidad.

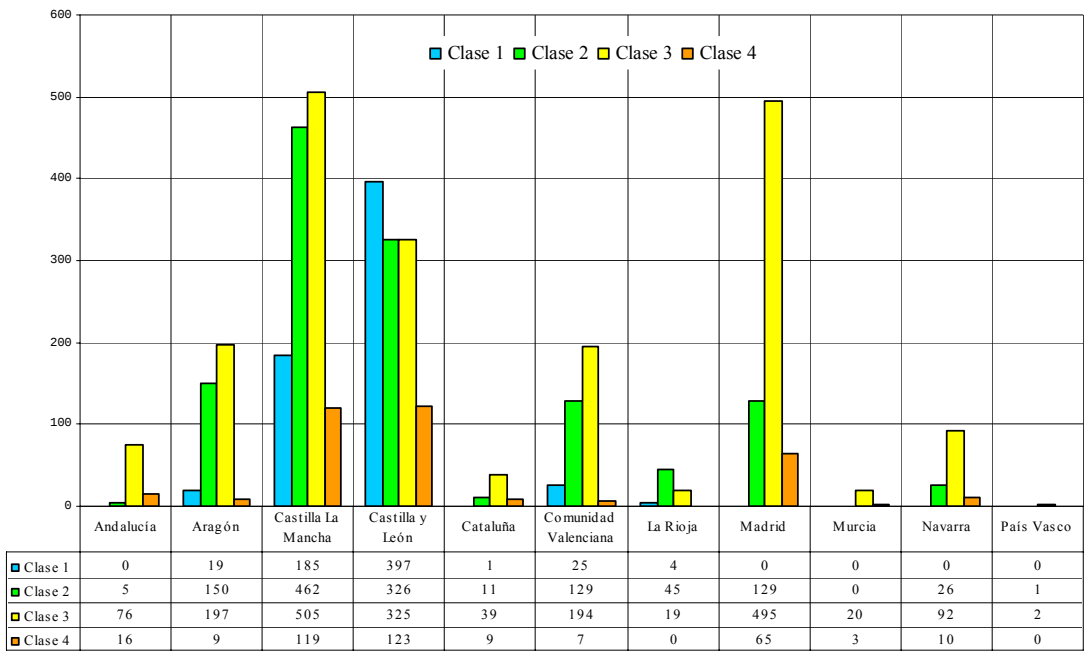


Figura 3. Distribución regional, en número de parcelas, de *Quercus ilex*, dentro de las áreas potenciales de *J. thurifera* definidas.

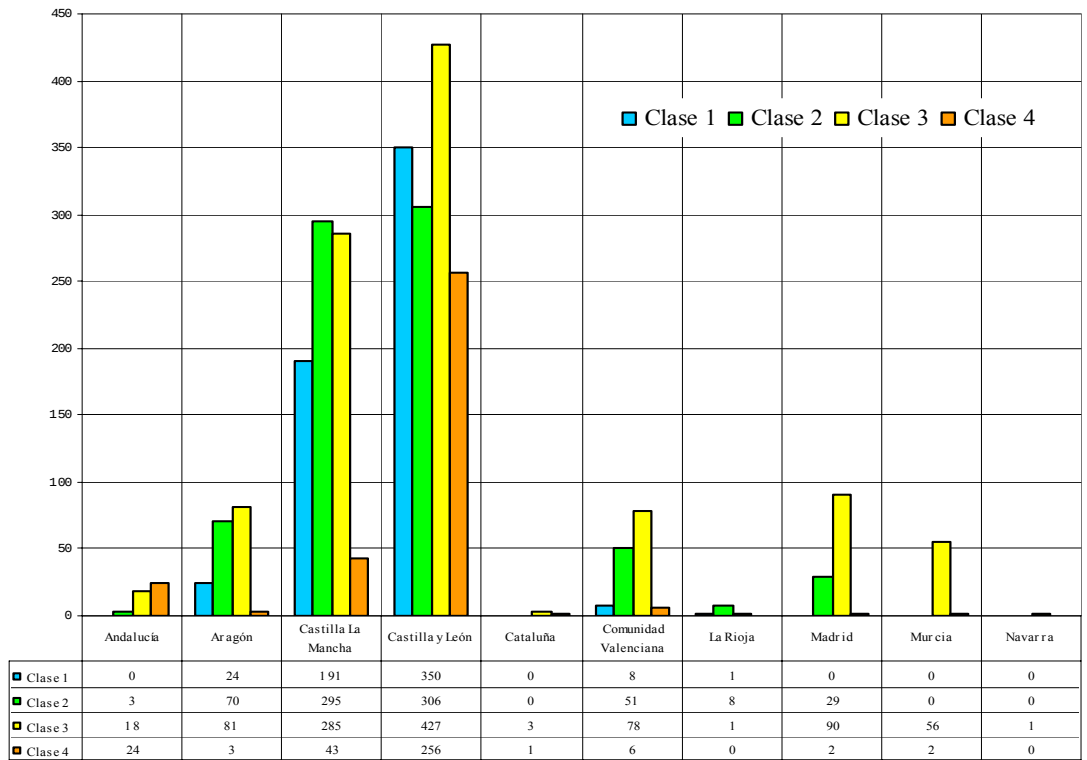


Figura 4. Distribución regional, en número de parcelas, de *Pinus pinaster*, dentro de las áreas potenciales de *J. thurifera* definidas.

Se evidencia que la mayor presencia de encina se da en el interior del país, en ambas mesetas (Castilla y León, Castilla La Mancha y Madrid), destacando Castilla y León por el predominio de las de calidad óptima. En Castilla La Mancha no es predominante, pero sí notable el porcentaje de áreas de potencialidad óptima ocupadas por *Quercus ilex* L. Además, si se observa el mapa de distribución de las parcelas se puede concluir que la encina aparece en casi todas las comarcas en las que aparecen áreas potenciales, escaseando únicamente en los páramos leonés y palentino y las sierras de Los Monegros, en Aragón, comunidad autónoma en la que también existe un colectivo, si bien reducido, de parcelas en áreas de potencialidad óptima. En las demás comunidades autónomas la encina ocupa mayoritariamente zonas de potencialidad alta o media.

Por su parte, *Pinus pinaster* no ocupa mayoritariamente la clase óptima de potencialidad en ninguna comunidad (Figura 4), si bien es de nuevo en ambas Castillas donde dicha clase constituye un importante porcentaje del total, así como en Aragón en menor medida. Los pinares de *Pinus pinaster* que ocupan áreas potenciales de *J. thurifera* se encuentran a una altitud media de 1046 m, 110 m inferior a la media nacional de la sabina albar. Además, al contrario que la encina, el pino resinero no se distribuye homogéneamente por el conjunto del área potencial de *J. thurifera*, sino que se concentra en unas zonas y falta en otras. Una primera sería el noroeste, que desde la sierra de la Culebra se extiende hacia el norte y el este por los páramos leonés y palentino. En segundo lugar, las tierras de pinares de la meseta norte, en las provincias de Burgos, Soria, Valladolid y Segovia, en donde falta la comarca de Cuéllar, al quedar fuera de las áreas potenciales. En tercer lugar, las sierras orientales de Guadalajara y Cuenca (y, en menor medida, el Sistema Central en las provincias de Madrid y Guadalajara), faltando en las zonas llanas de estas provincias. Y por último la sierra de Alcaraz, en la provincia de Albacete, y su prolongación por las sierras de Cazorla, Segura y Las Villas, en Jaén, y las sierras del Zacatín y de La Muela, en Murcia.

El pino laricio se concentra fundamentalmente en las clases de potencialidad medias y altas, estando ausente casi por completo en la clase baja (Figura 5). La altitud media de estas parcelas es casi idéntica a la del hábitat de *J. thurifera*. Por otro lado, es la comunidad castellano-manchega la que concentra en esta ocasión, principalmente en la Serranía de Cuenca, casi la mitad de las parcelas de *Pinus nigra* Arn., con predominio de las clases de potencialidad elevadas. Otros núcleos remarcables son los de Cazorla, si bien aquí las potencialidades ya son medias, y los de las sierras interiores de la provincia de Castellón, esencialmente en los Puertos de Beceite, donde el predominio es de potencialidades altas. En Castilla y León, la segunda comunidad a mucha distancia con mayor número de parcelas de *Pinus nigra*, la clase mayoritaria es la óptima, localizándose principalmente en la Tierra de Pinares soriana y en el páramo palentino. Por su parte, en Aragón la presencia del pino laricio se concentra en la provincia de Teruel, con un predominio de potencialidad alta y una representación importante de la óptima, integrada mayoritariamente por parcelas situadas en la sierra de Albarracín.

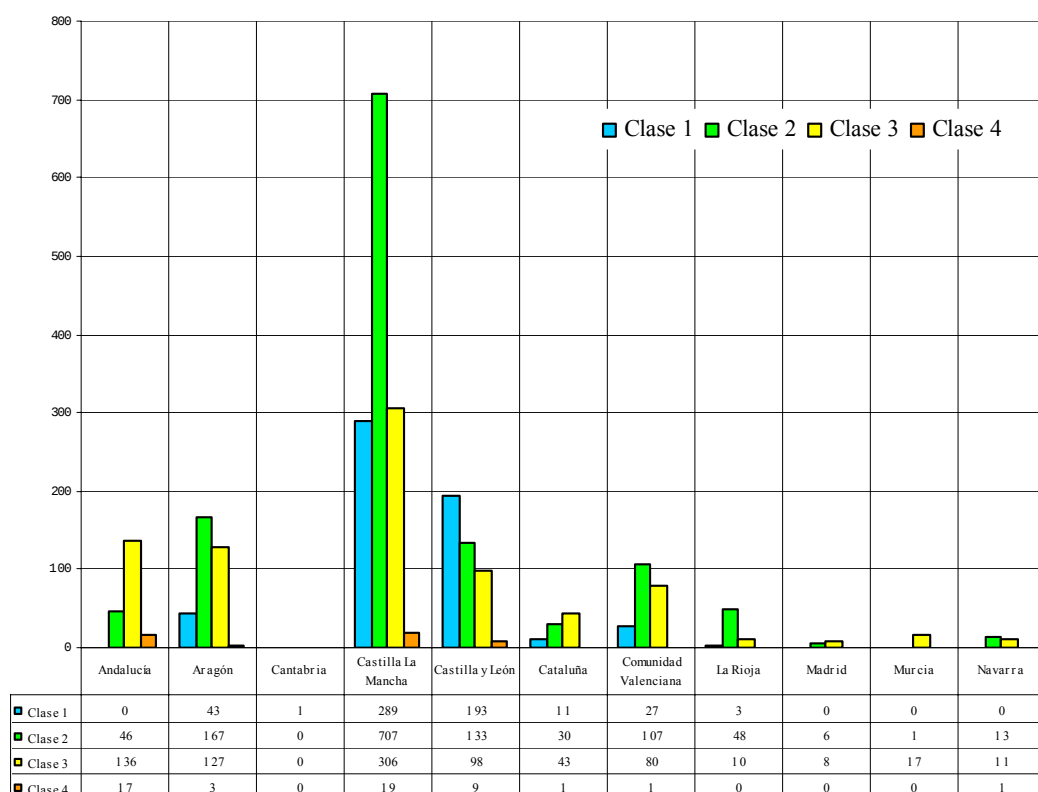


Figura 5. Distribución regional, en número de parcelas, de *Pinus nigra*, dentro de las áreas potenciales de *Juniperus thurifera* definidas.

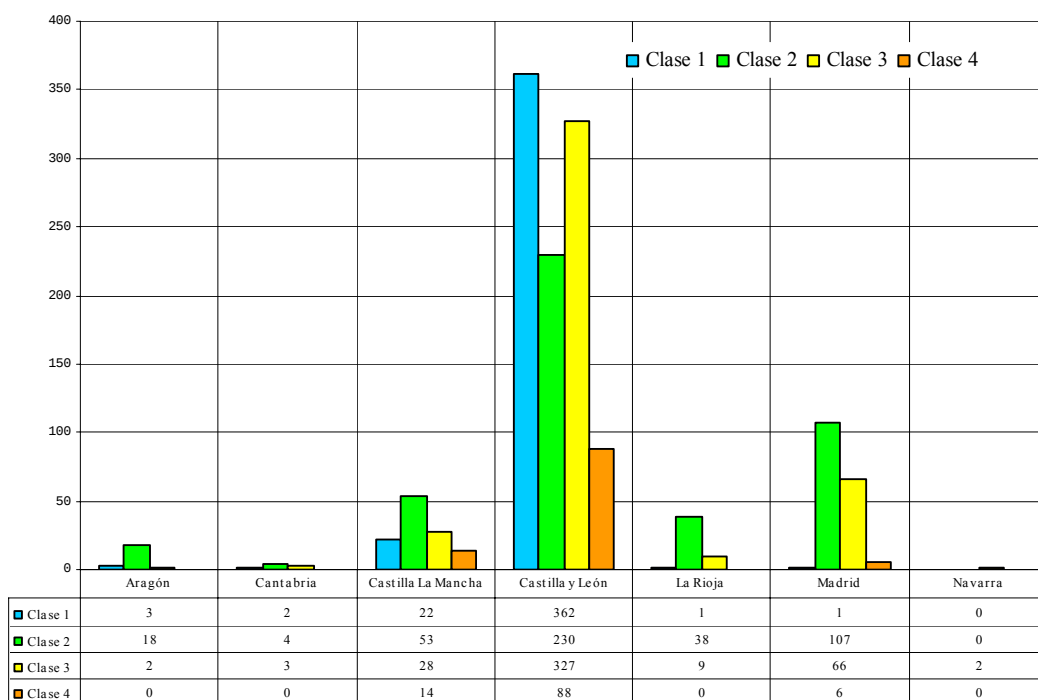


Figura 6. Distribución regional, en número de parcelas, de *Quercus pyrenaica* y *Quercus humilis*, dentro de las áreas potenciales de *Juniperus thurifera* definidas.

En el caso de los robles marcescentes (*Quercus pyrenaica* y *Quercus humilis*, aunque en su inmensa mayoría se trata de la primera especie), casi el 73% de las parcelas que ocupan áreas potenciales de *J. thurifera* son castellano-leonesas, y son mayoría las de clase óptima (Figura 6). Se distribuyen por toda la orla montañosa que bordea la cuenca del Duero, prolongándose por la vertiente madrileña del Sistema Central, casi exclusivamente en las potencialidades medias y altas, y, en menor medida, por la cuenca alta del Tajo, en Guadalajara. Conviene recordar una vez más en este punto que las áreas potenciales a las que nos estamos refiriendo repetidamente no contemplan ninguna limitación edáfica. Por el norte, en La Rioja existe un pequeño colectivo de parcelas de roble localizadas primordialmente en el área de potencialidad alta. También merece la pena mencionar un reducido grupo de 22 parcelas situadas en los Montes de Toledo, entre la provincia homónima y Ciudad Real. En el conjunto del país, la altitud media de las parcelas de *Quercus pyrenaica* que ocupan áreas potenciales de *J. thurifera* es de 1117 m, levemente inferior a la de la especie en estudio.

Castilla y León es la comunidad autónoma en la que abrumadoramente se ubican las parcelas de *Pinus sylvestris* que ocupan el área potencial de *J. thurifera* (Figura 7), con una altitud media (1186 m) ligeramente superior a la del hábitat de la sabina albar. Si bien la clase mayoritaria es la de potencialidad media, las clases óptima y alta suponen en conjunto más de la mitad del total. El conjunto más compacto y continuo de parcelas situadas en las áreas de potencialidad óptima se localiza en la Tierra de Pinares soriano-burgalesa; existe otro núcleo de importancia en la comarca de Saldaña y Herrera de Pisuerga, en la provincia de Palencia, también con predominio de potencialidades elvedadas, y otro de medias y bajas en la sierra de la Culebra, en Zamora. A mucha distancia le siguen Castilla La Mancha y Aragón, con aproximadamente 150 puntos cada una. En el primer caso predominan las clases media y alta y falta la óptima, situándose el colectivo de parcelas en el sector septentrional de la Serranía de Cuenca y en la vertiente sur de la sierra de Ayllón (Guadalajara). Esta última zona se prolonga también por las áreas de potencialidad media de las sierras de Somosierra y Guadarrama, en la Comunidad de Madrid.

En cuanto al quejigo (Figura 8), la altitud media a la que se sitúa, dentro de las áreas potenciales de *J. thurifera*, es claramente inferior a la de esta última, a saber, 993 m. Castilla La Mancha, Castilla y León y Aragón constituyen casi el 90% del colectivo de parcelas, siendo además las únicas en las que existen puntos ubicados en áreas óptimas de potencialidad. El núcleo principal de este conjunto de parcelas se localiza en las provincias de Guadalajara, prácticamente por toda su extensión salvo la sierra de Ayllón, y de Cuenca en su sector central, fuera ya de la serranía. Por el resto de regiones se distribuye con relativa homogeneidad (si bien mucho más escasamente que la encina) salvo en el noroeste (León, Zamora y norte de Palencia), las sierras interiores de las provincias de Murcia, Valencia y Alicante y las provincias de Ávila, donde está ausente, y Segovia, donde es muy escaso.

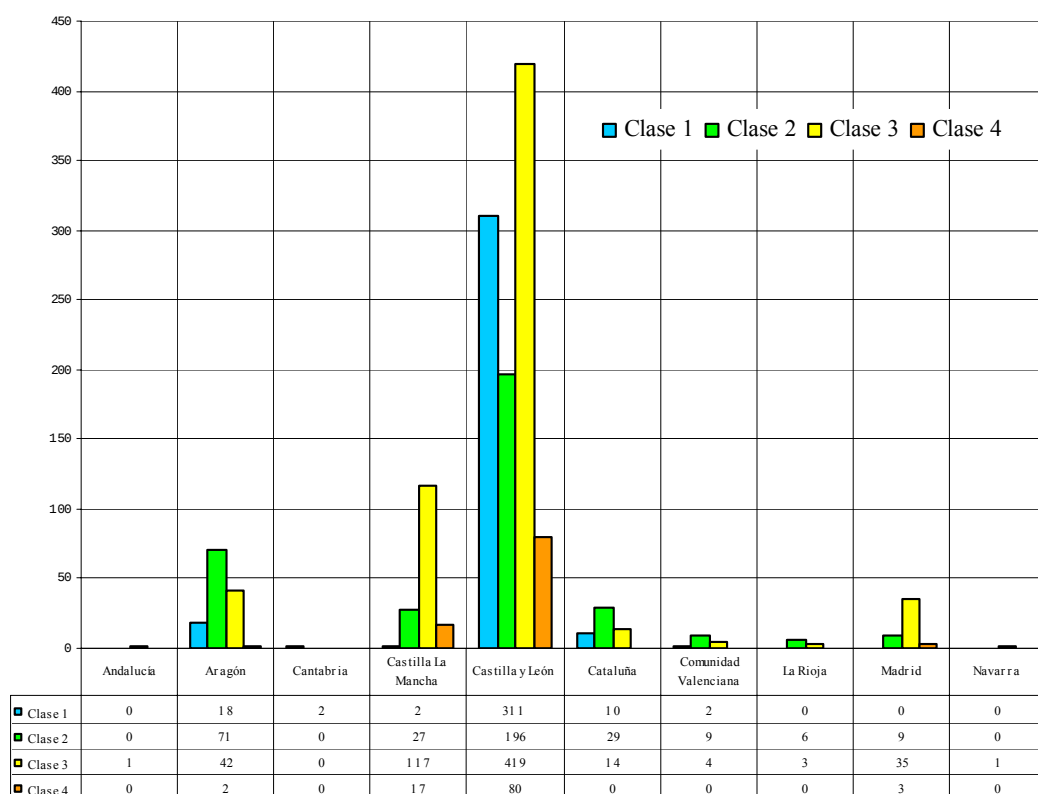


Figura 7. Distribución regional, en número de parcelas, de *Pinus sylvestris*, dentro de las áreas potenciales de *Juniperus thurifera* definidas.

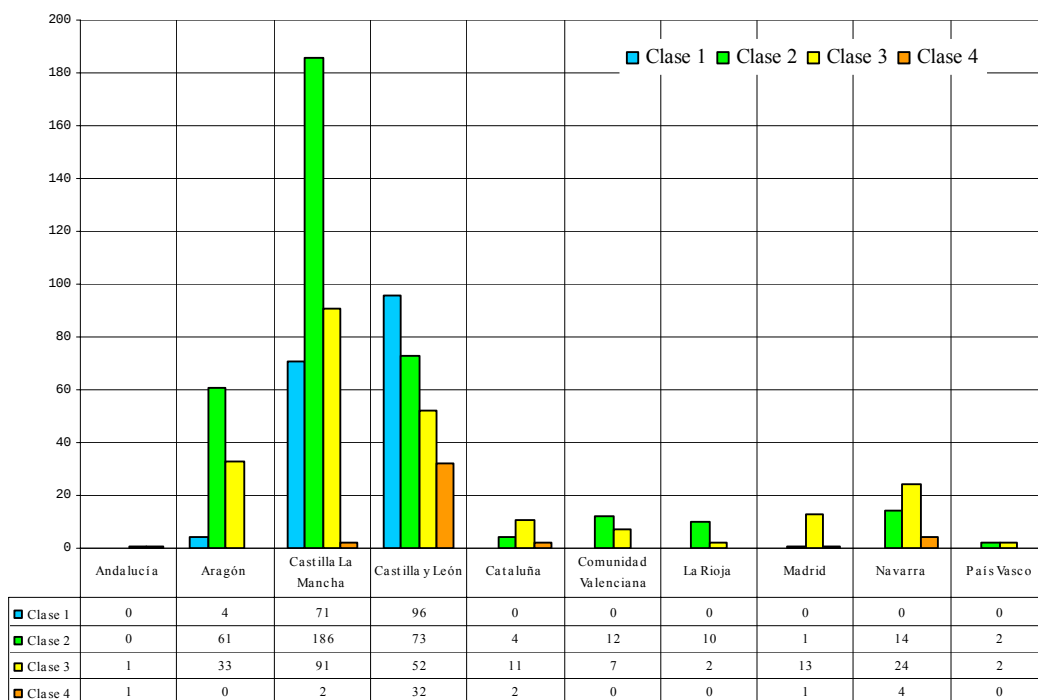


Figura 8. Distribución regional, en número de parcelas, de *Quercus faginea*, dentro de las áreas potenciales de *Juniperus thurifera* definidas.

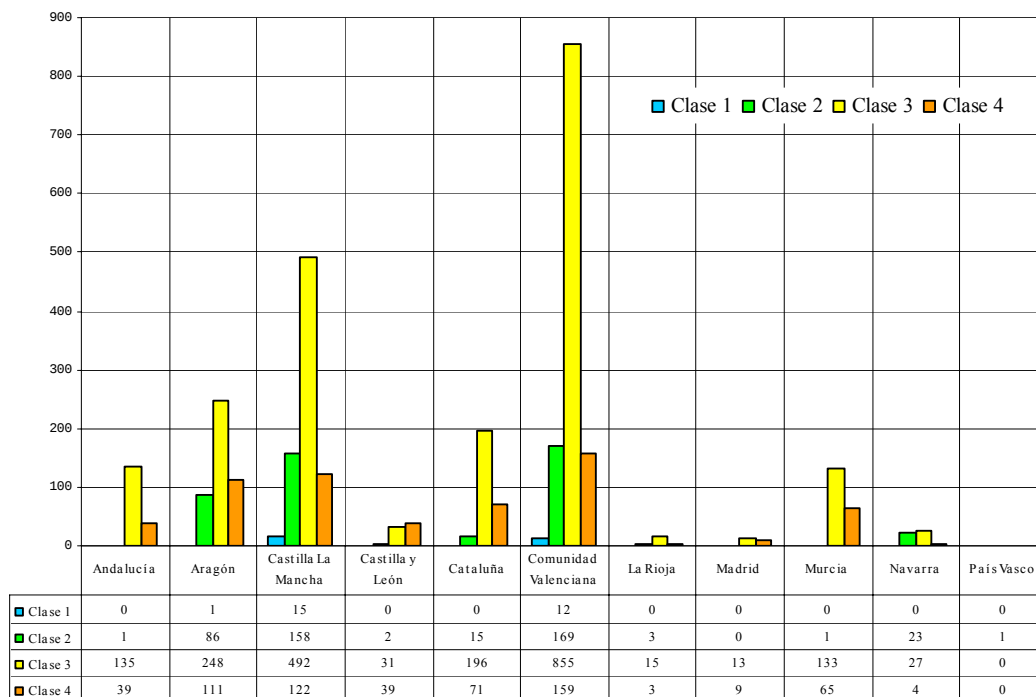


Figura 9. Distribución regional, en número de parcelas, de *Pinus halepensis*, dentro de las áreas potenciales de *Juniperus thurifera* definidas.

El caso de *Pinus halepensis* (Figura 9) es algo particular ya que, si bien en conjunto supone casi el 18% de las parcelas (lo cual significa ser la segunda especie en importancia, tras la encina), su presencia en las clases de potencialidad óptima y alta es muy reducida. La altitud media a la que se sitúa este colectivo de parcelas de pinar es la menor de las contempladas en el presente trabajo, a saber, 846 m, 300 m por debajo de la media del hábitat de *J. thurifera*. Esto ya nos da una idea de la marginalidad que parece suponer el hábitat de *Pinus halepensis* con respecto al de la sabina albar. El grueso de las parcelas de pino carrasco se distribuyen por las sierras interiores del levante español, desde la Conca de Barberá (en el límite de las provincias de Barcelona y Tarragona) hasta el norte de Alicante (comarca de la Alcoià), además de la sierra de Alcaraz (Albacete) y su continuación por las sierras colindantes de Murcia, Jaén, Granada y Almería. En la provincia de Cuenca se prolongan estos pinares, desde la vecina provincia de Valencia, por el sector meridional de la Serranía de Cuenca. Otro núcleo digno de mención es el de Los Monegros, entre Zaragoza y Huesca, que se prolonga hacia el noroeste hasta la comarca de Sos del Rey Católico y, de manera más dispersa, por la Comunidad Foral de Navarra. Por último, en Castilla y León aparece un núcleo disperso repartido por la provincia de Valladolid y el sur de la de Palencia.

El resto de especies del IFN consideradas no llegan a suponer, de manera individual, más del 3% de ocupación del área potencial de *J. thurifera*. Cabe destacar, sin embargo, la presencia de *Pinus pinea* en el 1,35% del área potencial de la sabina albar o, por otro lado, de especies higrófilas (géneros *Populus*, *Fraxinus*, *Alnus*), que suponen un porcentaje muy parecido.

Para concluir este apartado se ha realizado un sencillo análisis de comparación de medias entre las distintas especies que ocupan el área potencial de *J. thurifera*. De esta manera se puede visualizar de una manera muy inmediata la gradación altitudinal de cada uno de los taxones y su comparación con la especie en estudio. En la Tabla 9 y la

Tabla 10 se muestra el resultado del análisis de la varianza, mientras que en la Figura 10 se presenta gráficamente los intervalos de confianza de cada una de las altitudes medias.

Tabla 9. Análisis de la varianza para la variable altitud (en metros), por especies.

Fuente	Suma de cuadrados	gdl	Media cuadrática	F	p
Entre grupos	$2,18 \cdot 10^8$	7	$3,11 \cdot 10^7$	974,65	0,0000
Dentro de grupos	$5,61 \cdot 10^8$	17549	31953		
Total	$7,79 \cdot 10^8$	17556			

Tabla 10. Valores medios e intervalos de confianza (99%) para la variable altitud (en metros) de cada especie en las parcelas del IFN que ocupan el área potencial de *Juniperus thurifera* en España.

Especie	Media	Error estándar	Intervalo de confianza (99%)	
			lím. inf	lím. sup.
<i>Juniperus thurifera</i>	1.150,39	5,2896	1.140,76	1.160,03
<i>Pinus halepensis</i>	846,175	3,13507	840,465	851,885
<i>Pinus nigra</i>	1.139,78	3,46524	1.133,47	1.146,1
<i>Pinus pinaster</i>	1.045,8	3,43822	1.039,53	1.052,06
<i>Pinus sylvestris</i>	1.186,25	4,73531	1.177,62	1.194,87
<i>Quercus faginea</i>	992,584	6,3081	981,095	1.004,07
<i>Quercus ilex</i>	975,304	2,76252	970,272	980,335
<i>Quercus pyrenaica/humilis</i>	1.117,08	4,80321	1.108,33	1.125,83

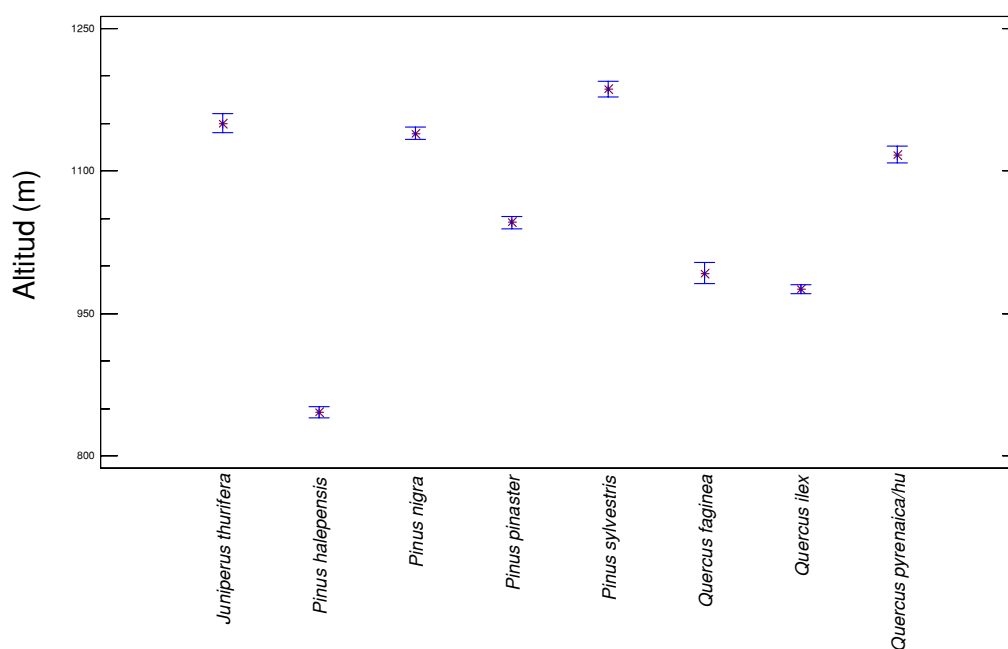


Figura 10. Medias e intervalos de confianza (99%) para el parámetro altitud de cada especie en las parcelas del IFN que ocupan el área potencial de *Juniperus thurifera* en España.

A la vista de estos resultados se pone de manifiesto la clara separación que se da entre los distintos taxones, quedando por un lado *J. thurifera*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica* en las cotas superiores y *Pinus pinaster*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex* y *Pinus halepensis* por otra, si bien este segundo grupo es más heterogéneo al quedar *Pinus pinaster* en una franja altitudinal intermedia entre ambos grupos y *Pinus halepensis* claramente separado en las cotas más bajas.

II.6.2. Contraste con la vegetación potencial

El colectivo de 1202 parcelas empleado en la definición del hábitat se reparte por los distintos pisos bioclimáticos tal y como se detalla en la Tabla 11:

Tabla 11. Repartición del colectivo de parcelas definidor del hábitat por los pisos bioclimáticos

PISO	Nº parcelas	%
<i>Montano</i>	4	0,3
<i>Oromediterráneo</i>	1	0,1
<i>Supramediterráneo</i>	1.172	97,5
<i>Supra-mesomediterráneo</i>	13	1,1
<i>Mesomediterráneo</i>	12	1,0

Puede apreciarse la abrumadora mayoría de parcelas del piso supramediterráneo. Así, en la región eurisiberiana (piso montano) solamente encontramos 2 parcelas en el término de Crémenes, otra en Los Barrios de Luna (ambos en León) y otra en Velilla del Río Carrión (Palencia), tres en la serie *Junipereto sabino-thuriferae* y una (parcela 69, en Crémenes) en la *Luzulo henriquesii-Fageto*. En el piso oromediterráneo aparece una única parcela en el término de Cuenca (serie *Sabino-Pineto sylvestris*). En el piso inferior, el mesomediterráneo, encontramos 12 parcelas, 2 de ellas incluidas en la serie *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae* (una en Sena, Huesca, y otra en Santa Cruz de Moya, Cuenca) y el resto en la *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae*, repartidas por Los Monegros, Cuenca, Teruel y Albacete. A medio camino con el piso supramediterráneo aparecen 13 parcelas, cuatro de ellas pertenecientes a la serie *Junipereto phoeniceo-thuriferae* (tres en Los Monegros zaragozanos y una en Murcia) y las nueve restantes en la *Junipero oxicedri-Querceto rotundifoliae*, ocho ubicadas en la provincia de Segovia y una en la de Burgos.

Por otro lado, las series de vegetación definidas por RIVAS MARTÍNEZ (1987), muy pormenorizadas, han sido sintetizadas en el presente trabajo siguiendo los criterios propuestos por el mismo autor y otros (VÁZQUEZ *et al.*, 2002; SÁNCHEZ PALOMARES *et al.*, 2004). El resultado de esta síntesis es la relación que se detalla en la Tabla 12. Asimismo, en el mapa 18 del ANEXO II se muestra la distribución de dichas formaciones.

Siguiendo esta clasificación, en la Figura 11 se expone gráficamente el reparto superficial, en km², y en la Tabla 13 en porcentaje, de cada una de las formaciones vegetales en las cuatro clases de potencialidad definidas para *J. thurifera* en España.

De los datos obtenidos se deriva que los encinares son, con mucho, la formación vegetal mayoritaria (57,2%) de las áreas potenciales de *J. thurifera*, si bien este predominio es más patente en las clases inferiores de potencialidad. En la Figura 12 se muestra la distribución por comunidades autónomas y clases de potencialidad de este tipo de formaciones.

Esta formación se distribuye casi en su totalidad, dentro de las áreas potenciales de *J. thurifera*, por la región mediterránea, destacando las series *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae* y *Junipero thuriferae-Querceto rotundifoliae*, que en conjunto suponen el 76% del total. La primera de ellas (40,6% del total) se extiende por el piso mesomediterráneo, por todas las comunidades autónomas salvo Castilla y León, donde su presencia es anecdótica, y la provincia de Teruel, donde es muy escasa. La segunda (35,3%), por el contrario, pertenece al piso supramediterráneo y presenta un núcleo principal en la confluencia de las provincias de Soria, Burgos y Segovia (comarcas de

Aranda de Duero, Langa de Duero, San Esteban de Gormaz y la Serrezuela). De forma más dispersa, pero notable, aparece en el resto de la provincia de Soria, en Valladolid (zona de los Montes Torozos), Guadalajara y Cuenca.

Tabla 12. Series de vegetación (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987) aparecidas dentro de las áreas potenciales de *Juniperus thurifera*, agrupadas en formaciones vegetales.

Serie de vegetación	Código	Formación vegetal
<i>Asplenio onopteridis-Querceto suberis</i>	23b	alcornocales
<i>Sanguisorbo agrimonoidis-Querceto suberis</i>	23c	alcornocales
<i>Daphno oleoidis-Pineto sylvestris</i>	14b	coníferas de alta montaña
<i>Paeonio broteroi-Abieteto pinsapi</i>	20a	coníferas de alta montaña
<i>Sabino-Pineto sylvestris</i>	14a	coníferas de alta montaña
<i>Quercu cocciferae-Pistacieto lentisci</i>	30a	coscojares
<i>Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae</i>	29	coscojares
<i>Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae</i>	24da	encinares
<i>Asplenio onopteridis-Querceto ilicis</i>	21a	encinares
<i>Berberidi hispanicae-Querceto rotundifoliae</i>	24f	encinares
<i>Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae</i>	22b	encinares
<i>Cephalantho longifoliae-Querceto rotundifoliae</i>	11b	encinares
<i>Genisto hystrix-Querceto rotundifoliae</i>	24b	encinares
<i>Helleboro foetidi-Querceto rotundifoliae</i>	11c	encinares
<i>Junipero oxicedri-Querceto rotundifoliae</i>	24a	encinares
<i>Junipero thuriferae-Querceto rotundifoliae</i>	22a	encinares
<i>Paeonio coriariae-Querceto rotundifoliae</i>	24e	encinares
<i>Pyro burgaeanae-Querceto rotundifoliae</i>	24c	encinares
<i>Rubio longifoliae-Querceto rotundifoliae</i>	27c	encinares
<i>Spiraea hispanicae-Querceto rotundifoliae</i>	22c	encinares
<i>Viburno tinii-Querceto ilicis</i>	21b	encinares
<i>Daphno cantabricae-Arctostaphylo uva-ursi</i>	2f	enebrales de alta montaña
<i>Junipero nanae-Vaccineto uliginosi</i>	2e	enebrales de alta montaña
<i>Galio rotundifolii-Fageto</i>	16a	hayedos
<i>Hayedos</i>	5a-h	hayedos
<i>Ilici-Fageto</i>	16b	hayedos
<i>Arbutus-Querceto pyrenaicae</i>	18h	melojares
<i>Cephalantho rubrae-Querceto pyrenaicae</i>	18d	melojares
<i>Festuca heterophyllae-Querceto pyrenaicae</i>	18c	melojares
<i>Genisto falcatae-Querceto pyrenaicae</i>	18e	melojares
<i>Holcus mollis-Querceto pyrenaicae</i>	18bb	melojares
<i>Linaria triornithophorae-Querceto pyrenaicae</i>	9b	melojares
<i>Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae</i>	18a	melojares
<i>Sorbus torminalis-Querceto pyrenaicae</i>	18f	melojares
<i>Junipero nanae-Cytiseto purgantis</i>	13a	piornales de altura
<i>Cephalantho longifoliae-Querceto fagineae</i>	19b	quejigares de Q.faginea
<i>Daphno latifoliae-Acereto granatensis</i>	19e	quejigares de Q.faginea
<i>Epipactido helleborines-Querceto fagineae</i>	19d	quejigares de Q.faginea
<i>Viola willkommii-Querceto fagineae</i>	19c	quejigares de Q.faginea
<i>Buxus sempervirens-Querceto pubescentis</i>	10	robledales de Q.pubescens
<i>Crataegus laevigatae-Querceto roboris</i>	6bb	robledales de Q.robur y/o Q.petraea
<i>Luzulo henriquesii-Betuleto celtibericae</i>	7a	robledales de Q.robur y/o Q.petraea
<i>Junipereto hemisphaerico-thuriferae</i>	15b	sabinas
<i>Junipereto phoeniceo-thuriferae</i>	15c	sabinas
<i>Junipereto sabino-thuriferae</i>	15a	sabinas
<i>Geomegaseries riparias y regadíos</i>	I	vegetación riparia y regadíos
<i>Geomacrosérie riparia basófila</i>	Id	vegetación riparia
<i>Geomacrosérie riparia silicífila</i>	Ia	vegetación riparia
<i>Geosérie riparia silicífila</i>	Ib	vegetación riparia

En tercer lugar en cuanto a importancia territorial encontramos la serie *Junipero oxicedri-Querceto rotundifoliae*, con algo más del 14% de la superficie, siendo el piso supra-mesomediterráneo el más

numeroso dentro de esta serie. Se concentra fundamentalmente en los piedemontes y parte de su continuación por el llano en ambas vertientes del Sistema Central, desde la comarca de Sepúlveda en Segovia hasta la cara norte de la sierra de Ávila, en la provincia homónima, dentro de Castilla y León, mientras que en Madrid constituye una banda extendida desde la comarca de San Martín de Valdeiglesias hasta la de Buitrago, en el valle del Lozoya.

Tabla 13. Porcentaje del número de parcelas del IFN, por especies, que ocupan las distintas clases del área potencial de *Juniperus thurifera* en España.

Especie	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Total
Alcornocales	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2
Coníferas de alta montaña	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coscojares	0,0	0,2	0,9	1,8	0,6
Encinares	31,3	49,3	66,6	71,8	57,2
Enebrales de alta montaña	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hayedos	0,0	0,1	0,3	2,4	0,5
Melojares	26,1	16,5	11,2	7,7	14,5
Piornales de altura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quejigares de <i>Q.faginea</i>	25,4	22,9	15,0	8,2	17,9
Robledales de <i>Q.pubescens</i>	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1
Robledales de <i>Q.robur</i> y/o <i>Q.petrea</i>	0,0	0,0	0,2	0,3	0,1
Sabinars	15,8	7,7	2,6	4,0	6,1
Vegetación riparia	0,2	0,4	0,5	1,1	0,5
Vegetación riparia y regadíos	1,1	2,6	2,3	2,3	2,2

La siguiente formación en importancia en cuanto a superficie son los quejigares de *Quercus faginea*, puesto que llegan a suponer casi un 18% del área potencial total de la sabina albar; sin embargo, al contrario que los encinares, los quejigares se concentran en las clases de potencialidad superiores (ver Figura 13).

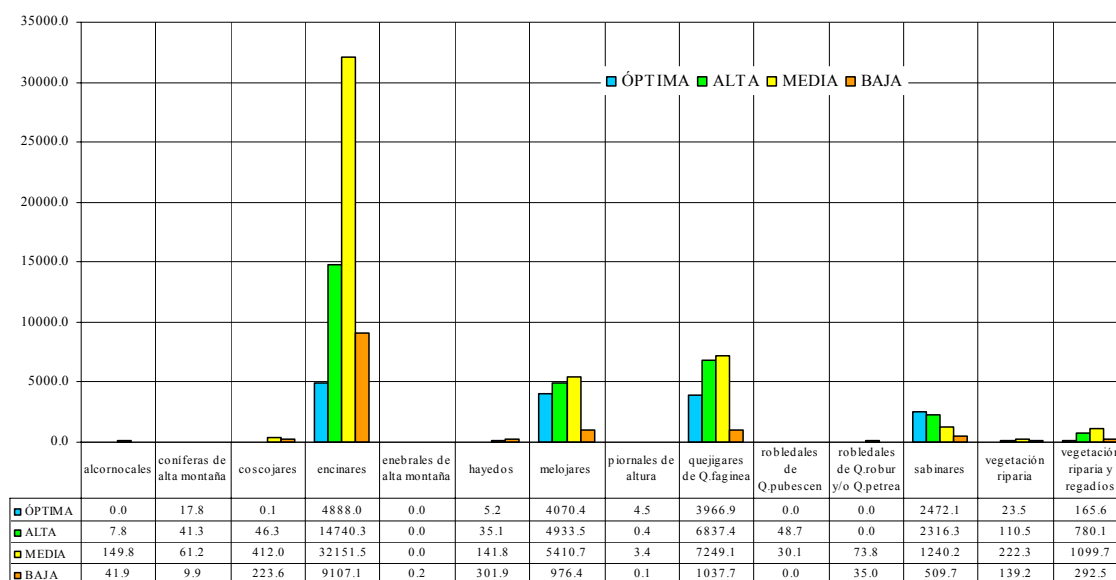


Figura 11. Distribución superficial, en km², de las distintas formaciones vegetales definidas que aparecen en cada una de las cuatro clases del área potencial de *Juniperus thurifera*.

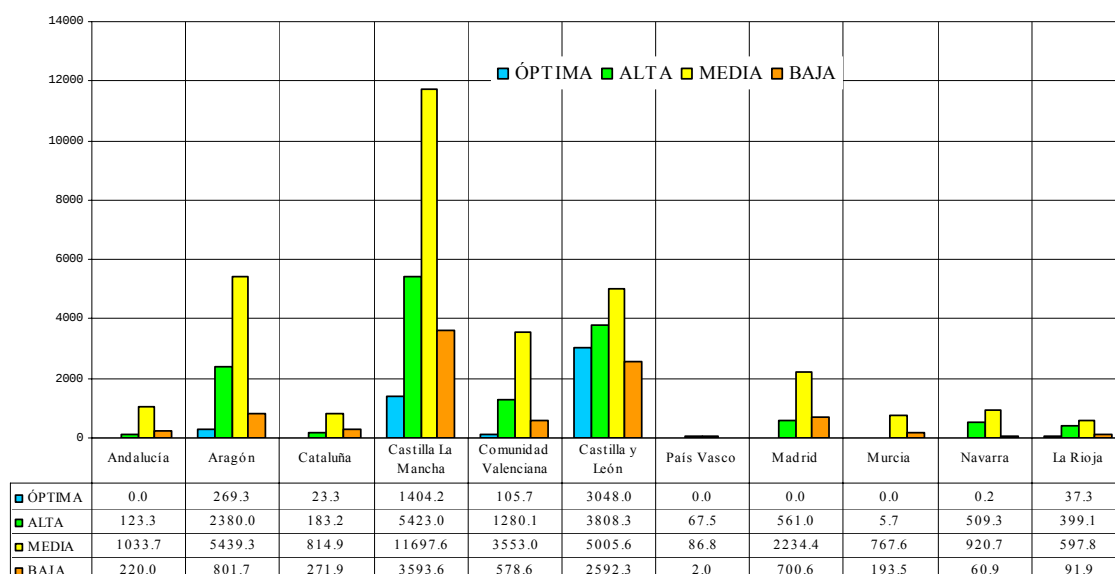


Figura 12. Formación *encinares*: distribución superficial, en km², por comunidades autónomas y clases de potencialidad para *Juniperus thurifera*.

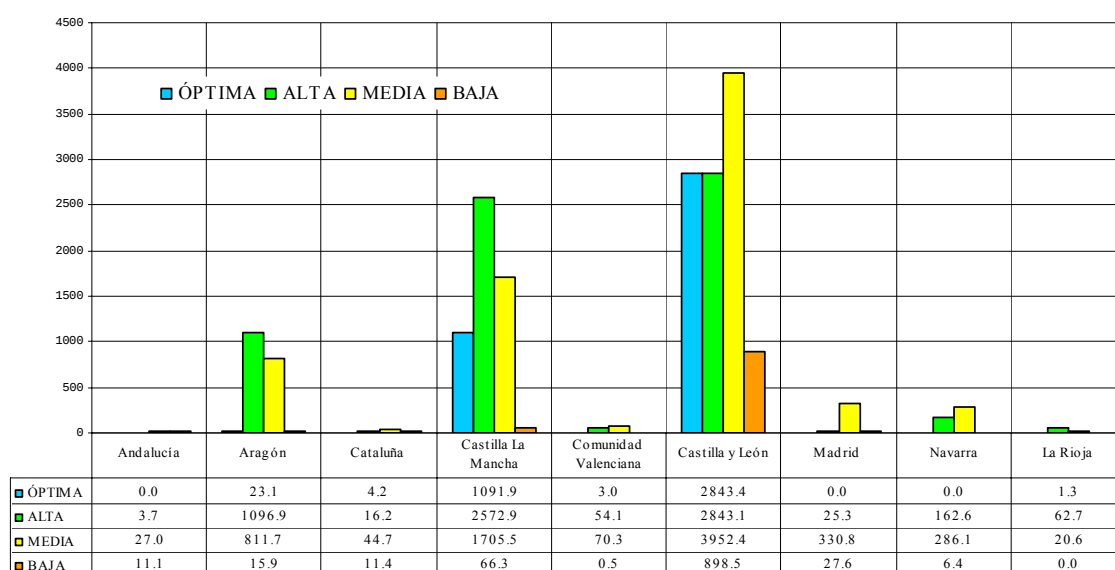


Figura 13. Formación *quejigares*: distribución superficial, en km², por comunidades autónomas y clases de potencialidad para *Juniperus thurifera*.

Las series que integran esta formación se encuadran en su totalidad en la región mediterránea y, dentro de ésta, en su inmensa mayoría en el piso supramediterráneo (suponen casi el 90% del total). La serie mejor representada, con casi un 80%, es la de *Cephalanthero longifoliae-Querceto fagineae*, que se distribuye ampliamente por Castilla y León, concretamente por las cuencas bajas de los ríos Arlanzón y Odra (Burgos) y la cuenca media del Pisuerga (Burgos-Palencia), el Cerrato y Tierra de Campos (Palencia y Valladolid), los altos de Barahona, el Campo de Gómara y Tierra de Almazán (Soria), la comarca de Sacramenia (Segovia). En Castilla-La Mancha la distribución es algo más dispersa y exclusiva de las provincias de Cuenca y

Guadalajara; en la primera de ellas aparece en el sector septentrional de la Serranía de Cuenca, hasta la zona de Beteta, y la cuenca alta del Cigüela, mientras que en la segunda lo hace de forma dispersa por todo el sector central de la provincia.

Ya a mucha distancia en cuanto a superficie aparece la serie *Viola willkommii-Querceto fagineae*, con algo más del 15%, concentrándose en tres únicas zonas, a saber, en Teruel desde la sierra del Cucalón hasta la cuenca alta del Guadaloque, en Zaragoza en la comarca de Sos del Rey Católico y finalmente el extremo oriental de la provincia de Guadalajara, en la comarca de Molina de Aragón.

Por último cabe mencionar la serie *Epipactido helleborines-Querceto fagineae*, que con un escaso 5% del total se restringe a las comarcas de Aguilar de Campoo y Guardo (Palencia), Cistierna y Boñar (León) y el sur del Páramo de Lora (Burgos).

A continuación nos encontramos con los melojares de *Quercus pyrenaica* (Figura 14), que significan casi un 15% del área potencial de *J. thurifera*. Al igual que los quejigares, estos robledales marcescentes “potenciales” se ubican mayoritariamente en las clases de potencialidad óptima y alta y en la comunidad castellano-leonesa.

Más del 96% de estas formaciones se ubican, hecho lógico por otro lado, en la región mediterránea y, dentro de ésta, fundamentalmente en el piso supramediterráneo (67% del total) y supra-mesomediterráneo (29%). El primer piso lo ocupa casi en exclusiva la serie *Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae*, distribuido en cuatro núcleos principales. El primero de ellos se extiende por la cuenca media del Esla y los montes del Payuelo (León) y su continuación por la comarca de Saldaña y Herrera de Pisuergra (Palencia). El segundo, por la Tierra de Pinares soriano-burgalesa y la Tierra de Pinares Sur de Soria (Almazán-Quintana Redonda). Un tercer foco cubre las dos vertientes de las sierras de Guadarrama, Somosierra y Ayllón, a caballo entre las provincias de Segovia, Madrid y Guadalajara. En esta última provincia se encuentra el cuarto núcleo, más pequeño y disperso, que se localiza en el alto Tajuña y la sierra del Calderero, en la comarca de Molina de Aragón.

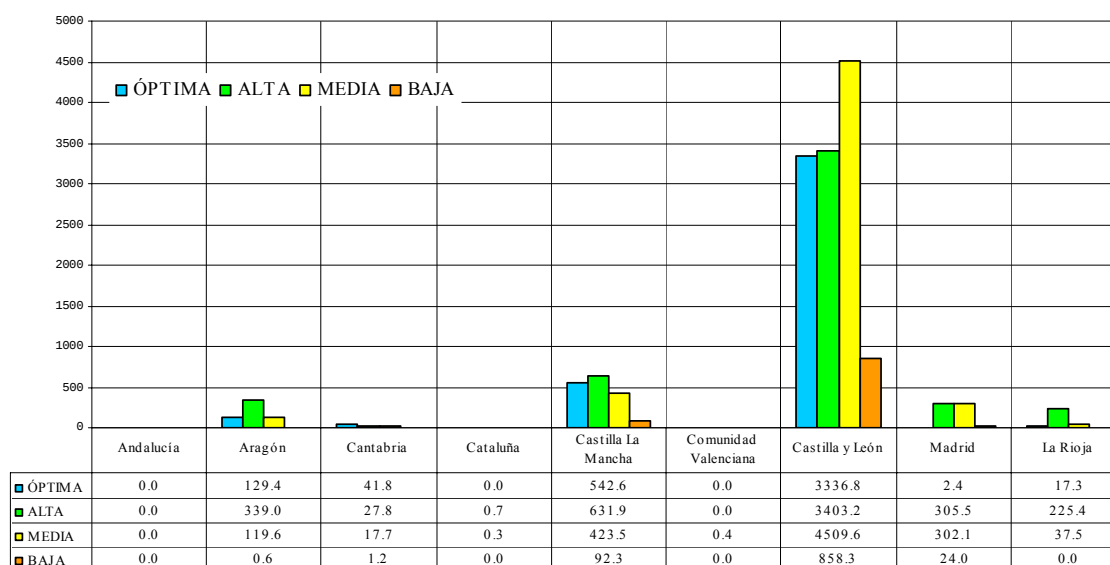


Figura 14. Formación melojares: distribución superficial, en km², por comunidades autónomas y clases de potencialidad para *Juniperus thurifera*. Andalucía aparece en el gráfico con valores nulos por no llegar su representación 10 ha.

Continuando dentro del mismo piso supramediterráneo, la serie *Festuco heterophyllae-Querceto pyrenaicae* ocupa una reducida extensión (poco más del 6% del total) en las comarcas de pinares soriano y burgalesa y la cuenca alta del río Leza (La Rioja).

El piso supra-mesomediterráneo lo integra mayoritariamente la serie *Holco mollis-Querceto pyrenaicae* (22%), extendida exclusivamente por el noroeste de Castilla y León, en concreto por la sierra de la Cabrera y el valle de Sanabria (Zamora), la Ribera del Órbigo y las comarcas de La Robla, Boñar y Cistierna (León) y, en menor medida, las comarcas de Guardo y Aguilar de Campoo (Palencia).

También dentro del piso supra-mesomediterráneo, la serie *Genisto falcatae-Querceto pyrenaicae* supone algo más del 7% del total de manifestaciones de robledal de *Quercus pyrenaica* dentro de las áreas potenciales de *J. thurifera*. Se localiza únicamente en la comarca de Benavides de Órbigo (León) y el extremo oriental del valle de Sanabria, la sierra de la Culebra y la comarca de Alcañices (Zamora).

Por último, cabe mencionar la presencia reducida pero no anecdótica (casi el 4%) de la serie *Linario triornithophorae-Querceto pyrenaicae*, perteneciente al piso colino de la región eurosiberiana. Se distribuye por las comarcas de Boñar, Crémenes y Cistierna (León), Cervera de Pisuerga (Palencia) y el valle cántabro de Valdeolea.

Tenemos que llegar al cuarto lugar en importancia territorial para encontrar las formaciones de sabinar. Suponen poco más del 6% del área potencial definida por la especie, y se ubican mayoritariamente en las áreas de potencialidad óptima y alta (entre ambas suponen casi el 80% del total. Castilla y León, Castilla La Mancha y Aragón acaparan la abrumadora mayoría de estas formaciones (Figura 15).

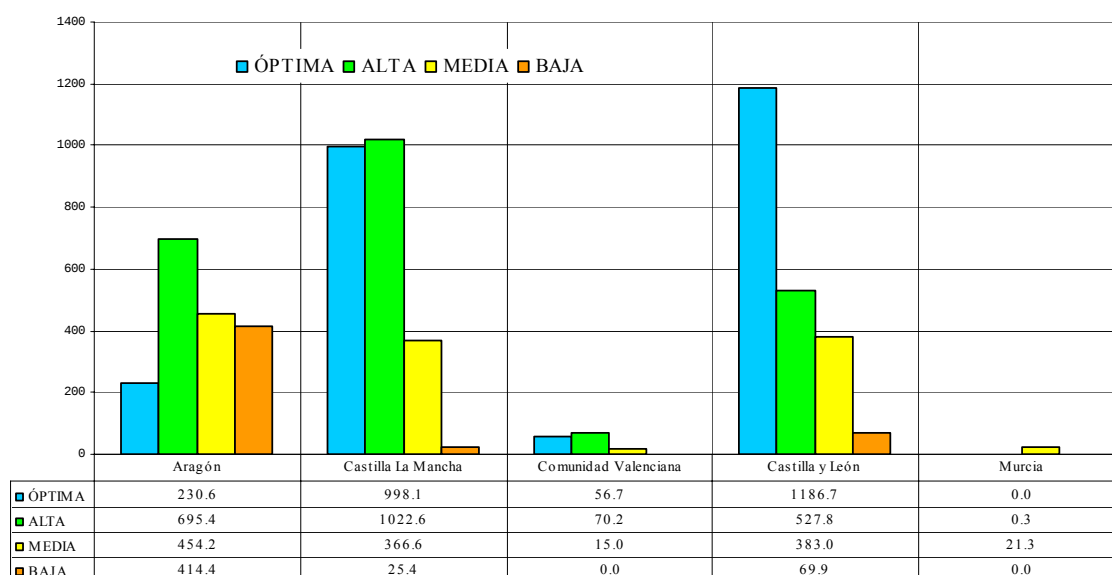


Figura 15. Formación *sabinares*: distribución superficial, en km², por comunidades autónomas y clases de potencialidad para *Juniperus thurifera*.

El 99,5% de estas formaciones de sabinares se localizan dentro de la región mediterránea, en los pisos supramediterráneo (90,0%) y supra-mesomediterráneo (9,5%). En el primer piso encontramos la serie *Junipereto hemisphaerico-thuriferae*, la cual se reparte por la sierra de Cabrejas, las comarcas del Burgo de Osma, San Esteban

de Gormaz, Recuerda e Iruecha (Soria), las Peñas de Cervera (Burgos), por Maranchón, ya en Guadalajara, además de Alto Tajo; en Cuenca, por la serranía homónima, y en la vecina Teruel, las sierras de Albarracín y Javalambre.

En el piso inmediatamente inferior (supra-mesomediterráneo), la serie representada es la de *Junipereto phoeniceo-thuriferae*, restringida casi exclusivamente a la sierra turolense y valenciana de Javalambre y a la comarca de Los Monegros (entre Huesca y Zaragoza).

El resto de las formaciones vegetales no suponen individualmente más de un 3% de la superficie. Cabe destacar la correspondiente a *vegetación riparia y regadíos* que, con poco más del 2%, reviste cierta importancia en las vegas medias y bajas de los ríos Órbigo, Esla y sus afluentes (León).

Así pues, los *sabinares* de estas series de vegetación no son, ni con mucho, las formaciones mejor representadas dentro de las áreas potenciales definidas para *J. thurifera*. Bien es cierto que dentro de la clase de potencialidad óptima su peso dentro del conjunto es dos veces y media mayor (hasta casi un 16% del total), pero en cualquier caso son los *encinares* los que abrumadoramente ocupan dichas áreas potenciales óptimas, seguidos a partes iguales por los *melojares* y los *quejigares*.

III. HÁBITAT GENERAL DE LOS SABINARES ALBARES EN ESPAÑA

III.1. Diseño del muestreo

El hecho de que para la comunidad autónoma castellano-leonesa se contara con un exhaustivo trabajo previo (70 parcelas) permitió diseñar el muestreo de manera independiente para el resto del área de distribución española de *J. thurifera*.

Así, fuera de Castilla y León se partió de las localizaciones marcadas por los puntos del Inventario Forestal Nacional y que han servido como base para la definición de las áreas potenciales de la especie (595 parcelas), mientras que en aquella comunidad autónoma el diseño se realizó de forma completamente independiente del IFN.

El número de parcelas para el muestreo debe establecerse a partir de un compromiso entre precisión y medios, una vez definidos los estratos. De la experiencia adquirida en los estudios autoecológicos previos en España se deduce que es razonable fijar una intensidad de muestreo de una parcela por cada 2000-3000 ha de territorio; de esta manera, contando con las cifras expuestas en el apartado I.1, el número de puntos a muestrear en todo el país se fijó en 120, con lo que, restando las 70 parcelas castellano-leonesas, queda un total de 50 parcelas para el resto de comunidades.

La necesidad de planificar cuidadosamente la toma de datos en los trabajos autoecológicos ha sido establecida tanto en trabajos previos de esta línea de investigación en España como en ajenos a ella (BERGÈS *et al.*, 2005; SARMIENTO, 2005). La gran extensión por estudiar impide el uso de muestreos aleatorios o sistemáticos que obligarían a unos esfuerzos económicos y de tiempo difícilmente asumibles. Por ello resulta más apropiado acudir a un diseño estratificado en función de los principales gradientes que se pretenden estudiar.

III.1.1. Diseño del muestreo para Castilla y León

La técnica de clasificación utilizada en la estratificación fue el *sistema de clasificación territorial* del Institute of Terrestrial Ecology (ITE) (BUNCE *et al.*, 1981), jerárquica, divisiva, politética y dicotómica, basada en el método TWINSPLAN (HILL, 1979). En su origen, la aplicación se realiza sobre una muestra de elementos territoriales (cuadrículas), sistemáticamente seleccionados, intentando detectar la presencia de un gradiente físico multifactorial preponderante, resultado de la acción combinada de distintos factores ecológicos (ELENA *et al.*, 1997). El método ITE define de forma descendente (de ahí el calificativo de divisivo) y dicotómica clases territoriales, posibilitando así mismo la definición de una clave que permite clasificar la totalidad de las unidades territoriales elementales. En nuestro caso, estas unidades territoriales elementales se definieron como cuadrículas de dos kilómetros de lado y que contuvieran como mínimo 40 ha (es decir, un 10% de la cuadrícula) de *J. thurifera*. De esta manera se seleccionó un total de 728 cuadrículas, que constituyen en su totalidad la base para la posterior estratificación.

Los estratificadores empleados fueron siete: temperatura media de las mínimas del mes más frío (TMIN), precipitación media anual (PREC), pendiente (PEND), altitud media (ALTI), complejidad del terreno (COMP), exposición u orientación (EXPO) y calidad potencial de la roca madre (LITO), todos como valores medios en cada cuadrícula de 4 km².

Análogamente a los parámetros climáticos definidos en el capítulo anterior, los dos primeros estratificadores se calcularon a partir de los *Modelos de estimaciones climáticas termopluviométricas para la España peninsular* (SÁNCHEZ PALOMARES *et al.*, 1999), mientras que la altitud y la pendiente se extrajeron directamente de un modelo digital del terreno 25 metros de resolución, facilitado por la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León.

El estratificador EXPO es función tanto de la exposición concreta de la cuadrícula en cuestión como del entorno de 500 m alrededor. El estratificador se calculó asignando un valor numérico distinto a cada orientación y obteniendo seguidamente la media para todas las celdas de la cuadrícula, multiplicando por último el valor de la cuadrícula por el del entorno. Este estratificador trata de evaluar no sólo las condiciones de solana-umbria sino también las distintas exposiciones del entorno con respecto a la dirección de entrada de los vientos dominantes.

Por su parte, el estratificador COMP se calculó mediante una rutina *aml* de ArcGis®9.0 como el número de cortes de una malla de 25x25 m con unas curvas de nivel *teóricas*, de equidistancia 10 metros, mediante el uso del modelo digital del terreno de esa precisión de 25 metros.

Por último, la litología se evaluó mediante el valor medio en la cuadrícula del parámetro *k* de GANDULLO & SERRADA (1977) empleado en el cálculo de la productividad potencial a partir del índice de Paterson. La información litológica se extrajo del *Mapa geológico y minero de Castilla y León* (escala de partida 1/100.000) (SIEMCALSA, 1997).

Tabla 14. Transformación de las variables estratificadoras en atributos binarios mediante partición en rangos de equifrecuencia

Código	Variable	Código	Rango
TMIN	Media de las mínimas del mes más frío (°C)	TMIN0	≤-2,5
		TMIN1	(-2,5, -2,0]
		TMIN2	≥-2,0
PREC	Precipitación media anual (mm)	PREC0	≤550
		PREC1	(550, 600]
		PREC2	(600, 700]
		PREC3	≥700
PEND	Pendiente media (%)	PEND0	≤9
		PEND1	(9, 14]
		PEND2	≥14
ALTI	Altitud media (m)	ALTI0	≤950
		ALTI1	(950, 1050]
		ALTI2	(1050, 1150]
		ALTI3	≥1150
EXPO	Exposición de la cuadrícula y el entorno	EXPO0	≤4
		EXPO1	(4, 9]
		EXPO2	(9, 13]
		EXPO3	≥13
COMP	Complejidad del terreno (nº de cortes con curvas de nivel)	COMP0	≤400
		COMP1	(400, 550]
		COMP2	(550, 750]
		COMP3	≥750
LITO	Calidad potencial de la roca madre	LITO0	≤7
		LITO1	(7, 8]
		LITO2	≥8

Las variables estratificadoras fueron transformadas en atributos binarios mediante la división en rangos de equifrecuencia, de tal manera que se obtuvieron en total 15 atributos fisiográficos, 7 climáticos y 3 litológicos. La partición en rangos se puede comprobar en la Tabla 14.

De esta manera, la estratificación del territorio castellano-leonés permitió definir cinco estratos entre los cuales se repartieron proporcionalmente a su extensión las 70 parcelas, según se plasma en la Tabla 15

Tabla 15. Plan de muestreo en Castilla y León (número de parcelas por estrato y provincia).

Provincia	Estrato					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Burgos</i>	5	3	5	5	5	23
<i>León</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Palencia</i>	2	-	-	-	-	2
<i>Segovia</i>	3	3	1	2	-	9
<i>Soria</i>	8	8	3	9	6	34
Total	18	14	9	16	13	70
Superficie (ha)	36.005	28.018	18.199	31.837	26.497	140.556

La diferencia entre la superficie total de sabinares ofrecida en esta tabla y la que se dio en la Tabla 1 obedece a que en la Tabla 15 se alude únicamente a montes en los que *J. thurifera* sea especie dominante.

III.1.2. Diseño del muestreo para el resto de comunidades

La estratificación previa del territorio ocupado por *J. thurifera* fuera de Castilla y León se ha realizado a partir de la *Clasificación biogeoclimática de España peninsular y balear* (ELENA *et al.*, 1997) que divide el territorio nacional estudiado en siete ecorregiones y, cada una de ellas, a través de dendrogramas elaborados en función de datos del medio físico, en una serie de clases territoriales.

Dicha estratificación se ha llevado a cabo, en un primer nivel, tomando como referencia la información territorial anterior. Esta fase, similar a la realizada en anteriores estudios autoecológicos paramétricos, consiste en conseguir agrupamientos tales que cada parte presente una estructura de mayor homogeneidad interna que la del conjunto total o entre los distintos grupos. Ello permitirá un diseño objetivo del muestreo a realizar de forma independiente para cada estrato.

El colectivo disponible de puntos que las bases de datos del IFN establecen como de sabina albar en especie dominante en el territorio considerado es de 595 parcelas, ubicadas en 3 ecorregiones (ver Tabla 2).

Examinados los datos anteriores se procede a establecer los estratos para el muestreo de la sabina albar, identificándose un total de 3, reuniendo en uno (estrato 11) aquellas parcelas del IFN situadas dentro de las ecorregiones 4 y 6, pues presentan un número escaso de puntos, insuficientes para considerarlos generadores de estratos independientes para cada ecorregión. En la ecorregión 3, donde se encuentran la mayoría de parcelas, se ha efectuado una subdivisión, generándose dos estratos (31 y 32). Todo ello queda reflejado en la Tabla 16.

Para la inclusión, a efectos del diseño del muestreo, de la información litológica a asignar al colectivo de parcelas de sabina consideradas, utilizamos el Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1:1.000.000 (IGME, 1994). Identificadas las localizaciones de las parcelas consideradas en las diferentes unidades litológicas del

referido mapa, así como examinada la naturaleza de los materiales presentes, se han agrupado dichas unidades en las 3 categorías que figuran en la Tabla 17.

Tabla 16. Establecimiento de estratos para el muestreo de sabina albar fuera de Castilla y León. Reparto de parcelas del IFN. CT: clase territorial (ELENA *et al.*, 1997).

Estrato	Ecorregión	Comunidad	Parcelas IFN
11	4 y 6	Aragón	5
		Castilla la Mancha	53
		Comunidad Valenciana	3
		Murcia	3
Total estrato 11			64
31	3 (CT 304 – CT 323)	Aragón	38
		Castilla la Mancha	44
		Comunidad Valenciana	19
		Total estrato 31	
32	3 (CT 324 – CT 335)	Aragón	134
		Castilla la Mancha	290
		Comunidad Valenciana	6
		Total estrato 32	
Total parcelas IFN			595

Tabla 17. Agrupaciones litológicas para el territorio ocupado por las parcelas de sabina albar consideradas, según Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, escala 1:1000.000 (IGME, 1994).

Agrupación litológica	Descripción
1	Paleozoico y Triásico inferior
2	Triásico medio y superior, Jurásico y Cretácico
3	Terciario y Cuaternario

La estratificación realizada y las agrupaciones litológicas establecidas permiten establecer el plan de muestreo para la sabina estableciendo el reparto de las 50 parcelas de campo previstas entre los distintos estratos y de acuerdo con los diferentes grupos litológicos. Como en el caso de otros trabajos precedentes, el reparto se ha realizado teniendo en cuenta además la conveniencia de que los puntos escogidos para el muestreo estén ubicados dentro de montes de propiedad no particular. De acuerdo con lo anterior se ha establecido un reparto por estratos y grupos litológicos que obedece a lo expresado en la Tabla 18.

Tabla 18. Reparto del muestreo para la sabina albar, a partir de puntos del IFN2. Distribución por estratos y grupos litológicos (nº puntos IFN / nº puntos muestreo)

Estrato	Agrupación litológica			Total
	1	2	3	
11	3	47	14	64 / 2 (agrup. litol. no determinada)
31	5	73 / 8	23 / 3	101 / 11
32	44 / 3	358 / 32	28 / 2	430 / 37
Totales	52	478	65	595 / 50

Tabla 19. Plan de muestreo para la sabina albar

Estrato	Agrupación litológica	Clase de altitud	Nº de parcelas a muestrear
11	cualquiera	cualquiera	2
31	2	cualquiera	8
	3	cualquiera	3
32	1	cualquiera	3
		< 1.100	2
		1.100-1.200	6
		1.200-1.300	9
		1.300-1.400	8
		> 1.400	7
	3	cualquiera	2
Total parcelas a muestrear			50

Así pues, en el Mapa 1 de ANEXO II se presenta la localización del conjunto total de parcelas de sabina consideradas para el diseño global del muestreo, mientras que en los mapas 2 a 12 se muestra, por provincias, la localización de los 120 puntos muestreados. Paralelamente, en la Tabla 95 del ANEXO I recoge dicho colectivo de parcelas con su pertenencia municipal y su ubicación exacta en coordenadas UTM (referidas siempre al huso 30N).

III.2. Muestreo de las parcelas

III.2.1. Trabajos de campo

Los datos tomados en cada parcela respondieron a los siguientes aspectos, algunos de los cuales vienen a corroborar o corregir la información procedente del IFN:

- Anotación de parámetros de situación (coordenadas UTM con navegador GPS, altitud, pendiente media de la parcela y orientación).
- Se midieron todos los pies con altura superior a 1.3 m y diámetro mayor de 25 mm (una medición del diámetro en pies pequeños, dos mediciones en direcciones perpendiculares –una de ellas en dirección al centro de la parcela- en pies mayores de 75 mm). Se anotó, en su caso, la distribución en cepas. El tamaño de parcela se escogió en función de la densidad de la masa, pudiendo ser de 250, 500, 1000 ó 2000 m². En el caso de los puntos fuera de Castilla y León, coincidentes con las parcelas del IFN, se levantó una parcela auxiliar, situada fuera del círculo de 25 m de la parcela exacta y con características similares, en un círculo de radio de 12.62 metros (500 m²).
- Se procedió asimismo, y siempre que ello fue posible, al apeo de 1 ó 2 árboles dominantes, a los que se midieron sus diámetros normales, diámetros del tocón, altura total y del fuste y extrayendo una rodaja cada medio metro (Castilla y León) ó 1 metro (resto de comunidades) hasta alcanzar la guía terminal, para su posterior análisis de troncos.
- Reseña de la vegetación leñosa acompañante al estrato arbóreo.
- Muestreo de suelo, mediante la apertura de una calicata en la parcela, identificación de horizontes edáficos y recogida de muestras de cada uno de los

horizontes presentes en el perfil. Estas muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio para en ellas realizar las siguientes determinaciones analíticas:

- o Separación de gruesos, evaluando éstos y describiendo la naturaleza litológica del sustrato.
- o Análisis textural de la tierra fina ($< 2 \text{ mm}$), mediante la construcción por puntos de la curva acumulativa de la composición granulométrica. El método empleado fue el doble proceso de tamización y sedimentación (método de la pipeta), previa la dispersión de agregados. Se diferenciaron los porcentajes de arena (partículas de diámetro comprendido entre 2.000 y $50 \text{ }\mu\text{m}$), limo (partículas comprendidas entre 50 y $2 \text{ }\mu\text{m}$) y arcilla (partículas inferiores a $2 \text{ }\mu\text{m}$ de diámetro), de acuerdo con las normas del Bureau of Soils de U.S.D.A., clasificando asimismo la textura de cada horizonte según la clasificación establecida por el mismo organismo.
- o Contenido de materia orgánica humificada de cada horizonte, evaluando el carbono orgánico oxidable por el método de Walkley y Black y afectando al cálculo del coeficiente de Waksman.
- o Reacción del suelo. Se evaluó la acidez actual y la de cambio, mediante la medición de pH en suspensiones suelo/agua destilada y suelo/cloruro potásico 1N , respectivamente, en la proporción $1:2,5$.
- o Nitrógeno total en los horizontes húmiferos. Se utilizó el método Kjeldahl.
- o Carbonatos activos: cantidad de carbonato cálcico que reacciona con oxalato amónico.
- o Óxidos de hierro libres, evaluados por el método Deb.

Se encuentran referencias de todos los métodos a utilizar, antes brevemente comentados, en estudios anteriores realizados (GANDULLO *et al.*, 1974; 1983; SÁNCHEZ PALOMARES *et al.*, 1990).

III.2.2. Elaboración de parámetros ecológicos

El conjunto de datos disponibles procedentes del muestreo de campo, los resultados analíticos de los análisis edáficos realizados y los datos climáticos ya estimados y utilizados anteriormente en la elaboración de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas, han permitido la elaboración de un conjunto de 42 parámetros ecológicos que van a caracterizar los biotopos de las 120 parcelas de *J. thurifera* estudiadas. Dichos parámetros son los siguientes:

- 9 de naturaleza fisiográfica: 3 de ellos fueron ya definidos y utilizados en el segundo capítulo de este trabajo al referirnos a áreas potenciales fisiográfico-climáticas de la especie altitud (ALT), pendiente (PEND) e insolación (INSO). Los seis adicionales son:

PNDE: pendiente del entorno (radio de 50 m) en porcentaje, calculada a partir del MDT.

TTOP: índice termotopográfico (GANDULLO, 1997).

RUGO: índice de rugosidad del terreno, evaluado mediante el cálculo de la varianza esférica en un círculo de 500 m de radio (mesoentorno), a partir de la consideración de un conjunto de vectores perpendiculares a la superficie de terreno (FELICÍSIMO, 1994, SÁNCHEZ SERRANO, 2000). Este parámetro se obtiene mediante la utilización de un modelo digital de elevaciones. Se expresa en tanto por mil.

RESG: resguardo del terreno, calculado como el porcentaje del terreno del mesoentorno que está a más de 40 m por encima del punto de muestreo. El parámetro se maneja en tanto por mil.

VHME: ángulo menor de 180° que forman la dirección de los vientos húmedos de la comarca en que se encuentre el punto de muestreo con la salida de las aguas a 500 m.

VHMA: análogo al anterior, pero calculando la salida de las aguas a 5000 m.

- 16 de naturaleza climática: los 14 siguientes se definieron y emplearon ya en la elaboración de las áreas potenciales: precipitación anual (PT), precipitación de primavera (PP), precipitación de verano (PV), precipitación de otoño (PO), precipitación de invierno (PI), temperatura media anual (TM), oscilación térmica (OSC), duración de la sequía (DSQ), evapotranspiración potencial (ETP), suma de superávits hídricos (SUP), suma de déficits hídricos (DEF), intensidad de la sequía (ISQ), índice hídrico anual (IH) e índice de Vernet (VERN). Dos parámetros adicionales se han empleado en esta fase del trabajo:

TEST: temperatura estival, como media de las temperaturas medias de junio, julio y agosto.

TINV: temperatura invernal, como media de las temperaturas medias de diciembre, enero y febrero.

- Parámetros edáficos.

a. Evaluadores de las propiedades físicas de los suelos.

Todos ellos menos el último, se han elaborado calculando la media ponderada por espesor de horizonte en los 125 cm superiores del perfil. El último se ha obtenido por suma de los valores existentes en todos los horizontes. Son los 7 siguientes:

TF: porcentaje de tierra fina.

ARE: porcentaje de arena.

LIM: porcentaje de limo.

ARC: porcentaje de arcilla.

PER: permeabilidad (GANDULLO, 2000).

HE: humedad equivalente (SÁNCHEZ PALOMARES & BLANCO, 1985).

CRA: capacidad de retención de agua (GANDULLO, 2000).

b. Evaluadores de las propiedades químicas y de la fertilidad de los suelos.

Todos ellos se han obtenido efectuando la media de los datos de cada horizonte, dando a cada uno un peso en función de su espesor y de la profundidad a que está situado, de acuerdo con el criterio de RUSSEL & MOORE (1968). Los calificados como superficiales se calculan, con igual ponderación, para los primeros 25 cm del perfil. Son los 7 siguientes:

MO: porcentaje de materia orgánica.

MOS: porcentaje de materia orgánica superficial

PHA: acidez actual.

PHK: acidez de cambio.

NS: porcentaje de nitrógeno superficial.

CNS: Relación carbono/nitrógeno superficial.

CAC: porcentaje de carbonatos activos.

c. Parámetros edafoclimáticos

Estos parámetros surgen como consecuencia de introducir el parámetro CRA en el cálculo de una ficha hídrica, determinando las variaciones de reserva de agua a lo largo de los distintos meses del año, en función de aquél y de los valores mensuales de precipitación y evapotranspiración potencial (THORNTHWAITE & MATHER, 1957; GANDULLO, 2000). Son los tres siguientes:

ETRM: evapotranspiración real máxima posible en el conjunto del año.

SF: sequía fisiológica en el conjunto del año.

DRENJ: drenaje calculado del suelo como evaluación del agua que escurre del terreno, bien superficial, bien en vertical hacia profundidades extraedafológicas.

Los resultados de todos estos parámetros del biotopo para la totalidad de las parcelas muestreadas en el estudio (120 puntos) figuran en la Tabla 96 del ANEXO I.

III.2.3. Tipificaciones edáficas

Los datos analíticos obtenidos de los análisis de suelo efectuados, junto con las características observadas en el campo de la descripción de los diferentes perfiles estudiados, han permitido la tipificación de los suelos correspondientes a las parcelas de sabina muestreadas en todo el territorio nacional, identificando los horizontes encontrados y clasificando dichos suelos en los grupos principales y unidades correspondientes, de acuerdo con la clasificación WRB2006 (FAO, 2006). Todos estos resultados aparecen en la Tabla 97 del ANEXO I y se discuten en el apartado III.5.4.

III.2.4. Validación del muestreo respecto de los hábitats fisiográfico y climático

Tal y como se ha expuesto en apartados anteriores, la definición de los hábitats fisiográfico y climático empleados en el cálculo de las áreas potenciales se realizó a partir de la información proveniente del colectivo de parcelas del IFN (1202 puntos). Sin embargo, el análisis del global de parámetros, así como su relación con las variables selvícolas ha de llevarse a cabo con una submuestra de 120 observaciones para las cuales se cuenta además con datos para el cálculo de los parámetros edáficos y edafoclimáticos. Por consiguiente, consideramos muy conveniente comprobar si el subconjunto de 120 parcelas, en las que se recogieron muestras de suelo, es a su vez representativo del hábitat fisiográfico y climático definido por el colectivo total de observaciones.

Para ello se han comparado tanto las medias como el coeficiente de variación (para cada parámetro fisiográfico y climático) del colectivo total con la submuestra de 120 parcelas, considerando, además, el contraste del conjunto del área de distribución de la especie por un lado, y el de los dos grupos territoriales por otro. Asimismo, se ha calculado el porcentaje del hábitat central definido por la submuestra que es común con el que define el colectivo total de parcelas.

En la Tabla 20 y las Figura 16, 17 y 18 se muestran, de manera numérica y gráfica, respectivamente, los valores obtenidos en estas comparaciones. De ellos puede extraerse, como conclusión general, que el subconjunto de 120 parcelas escogido para el muestreo edáfico representa muy bien al colectivo global, presentando un mejor comportamiento las observaciones de la agrupación A frente a la B. Así, los coeficientes de variación (Figura 18) son muy similares en ambos colectivos de muestreo, tanto para el global del territorio como para cada una de las dos agrupaciones territoriales. Tan sólo tres parámetros (RESG, IH e ISEQ), los cuales a su vez son de los más eurioicos, presentan cierta disonancia, con tendencia a mayor estenocidad en la submuestra de

120 puntos para ISEQ y RESG (salvo en el grupo B, donde no se aprecian diferencias), y mayor eurioicidad para IH. Por su parte, las diferencias entre los valores medios (Figura 16) se mantienen casi en su totalidad por debajo del 10% (hasta el 96% de los parámetros para el grupo A), y mayoritariamente por debajo del 5% (más de tres cuartas partes de los parámetros del grupo A y más de la mitad del B). De nuevo es el parámetro IH (11,7% de diferencia) el más discordante para el conjunto del territorio y el grupo B (11,7 y 22,6% de diferencia, respectivamente), mientras que para el grupo A VHMA presenta casi un 13%. Por último, el solapamiento entre hábitats centrales es muy notable (Figura 17), puesto que para casi la totalidad de los parámetros, referidos al global del territorio, presenta valores superiores al 80%, y casi tres cuartas partes superiores al 90%. Los menores solapamientos se dan de nuevo en el grupo territorial B para los parámetros PVER (62%) e ISEQ (60%). En el grupo A el parámetro con menor hábitat central común es PEND, con un 72,4%.

Tabla 20. Comparación de los valores medios, coeficientes de variación y hábitat central calculados a partir del colectivo total de parcelas (1202) y del subconjunto en el que se tomó muestra de suelo (120), tanto para el conjunto del territorio considerado como para las dos agrupaciones definidas (ver apartado II.1).

Parám.	% diferencia de medias/total			Coeficiente de variación						% hábitat central común		
	Global	A	B	Global		Agrupación A		Agrupación B		Global	A	B
				Total	Muestreo	Total	Muestreo	Total	Muestreo			
ALTI	1,2	1,4	0,2	13,3	14,7	10,3	10,0	12,3	14,7	100,0	91,0	95,6
PEND	-4,6	-6,6	-3,8	81,4	80,0	82,5	76,5	79,4	82,5	86,2	72,4	93,3
PNDE	-5,8	-9,8	-2,7	75,5	70,2	80,8	68,6	70,0	71,9	91,5	83,2	96,7
INSO	-2,0	-3,1	-2,2	12,6	10,7	12,4	10,3	12,8	11,2	88,9	85,2	96,6
TTOP	-6,7	-7,3	-6,5	19,3	16,9	18,3	16,7	20,1	17,3	76,1	78,6	71,2
RUGO	3,7	4,0	1,1	98,7	102,2	94,5	99,1	94,3	96,8	85,3	88,0	90,7
RESG	-3,9	-4,3	-4,9	191,3	177,7	200,0	167,6	183,0	184,3	93,0	98,1	88,2
VHME	5,7	6,9	7,4	70,3	71,9	61,1	66,7	73,0	65,6	91,3	78,9	86,2
VHMA	2,4	12,8	-13,8	71,8	69,5	64,7	68,1	65,4	67,6	99,1	85,3	98,6
PANU	2,1	0,8	3,8	18,9	19,2	16,7	17,8	20,9	20,7	92,6	92,4	88,1
PINV	2,9	0,2	7,0	27,8	31,0	20,5	22,9	34,2	38,8	100,0	88,0	100,0
PPRI	3,4	0,8	6,7	18,0	18,3	16,2	16,4	19,7	19,5	94,0	90,8	86,4
PVER	-1,1	2,1	-5,0	13,2	11,8	11,8	10,9	14,0	9,5	91,4	90,3	61,8
POTO	1,8	0,7	2,8	20,4	19,3	16,5	18,9	23,4	19,9	83,5	94,4	82,1
TANU	-0,5	-0,9	-0,4	9,0	8,6	7,4	7,1	9,8	9,6	90,0	89,5	87,5
TEST	0,2	-0,5	0,7	6,4	5,8	4,7	4,7	7,4	6,7	92,0	95,5	86,7
TINV	-4,9	-3,3	-7,5	28,9	27,8	23,8	21,8	28,9	27,0	90,4	86,7	87,6
OSCI	0,3	-0,2	0,8	4,3	3,7	1,3	1,3	5,8	5,2	88,9	90,0	93,0
ETP	-0,2	-0,5	-0,1	4,6	4,3	3,6	3,4	5,2	5,1	96,9	85,6	81,3
SUP	5,4	1,4	11,3	42,0	45,1	32,6	35,8	50,8	55,5	92,9	92,1	89,6
DEF	0,1	-1,6	2,3	15,7	13,3	13,9	12,9	17,4	13,5	90,2	92,2	76,8
IH	11,7	5,1	22,6	104,5	118,8	86,2	96,4	126,0	155,4	92,8	96,0	86,0
DSEQ	1,7	-2,7	8,1	24,6	23,1	18,4	16,8	30,0	27,2	98,9	92,0	76,1
ISEQ	10,2	0,0	20,0	95,6	73,3	62,6	51,3	114,6	97,7	83,3	85,7	60,0
VERN	6,3	4,0	-18,6	41,3	32,7	13,1	13,2	57,9	48,3	95,8	94,5	85,1

A la vista de esta información, podemos considerar el subconjunto de 120 puntos empleado en el muestreo edáfico como un buen representante del hábitat fisiográfico y climático del colectivo total (1202 puntos), tanto por sus valores medios como por su dispersión y los umbrales superior e inferior.

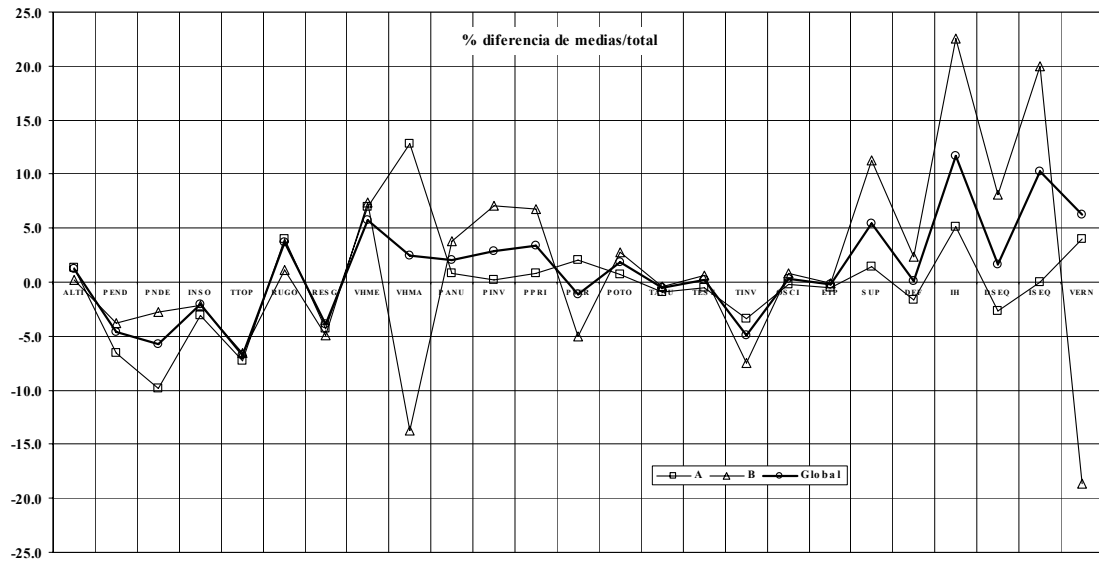


Figura 16. Diferencia entre las medias del colectivo total de parcelas y de la submuestra en la que se recogieron datos edáficos, para cada uno de los parámetros fisiográficos y climáticos. Se expresa en porcentaje respecto del valor medio del colectivo total.

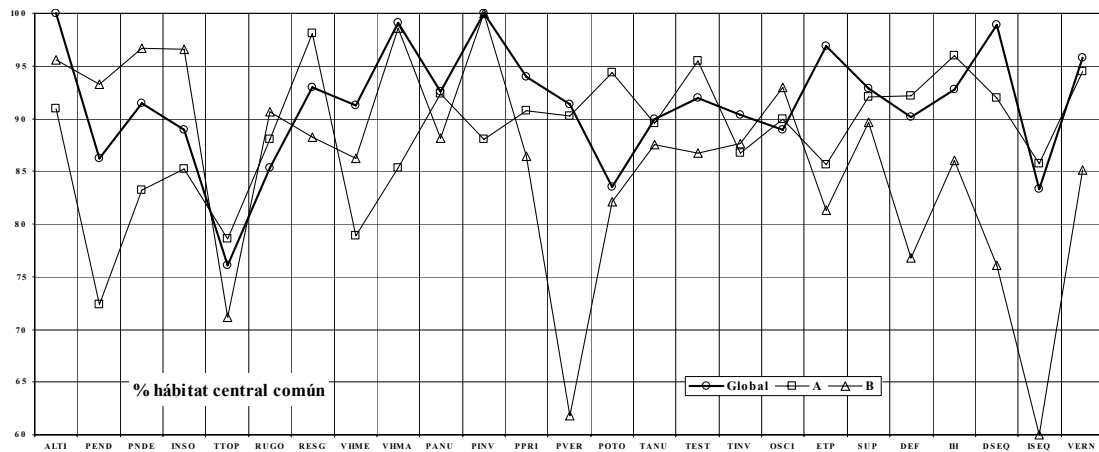


Figura 17. Porcentaje del hábitat central definido por el colectivo total de parcelas (1212) que es ocupado por el que define la submuestra de 120 puntos.

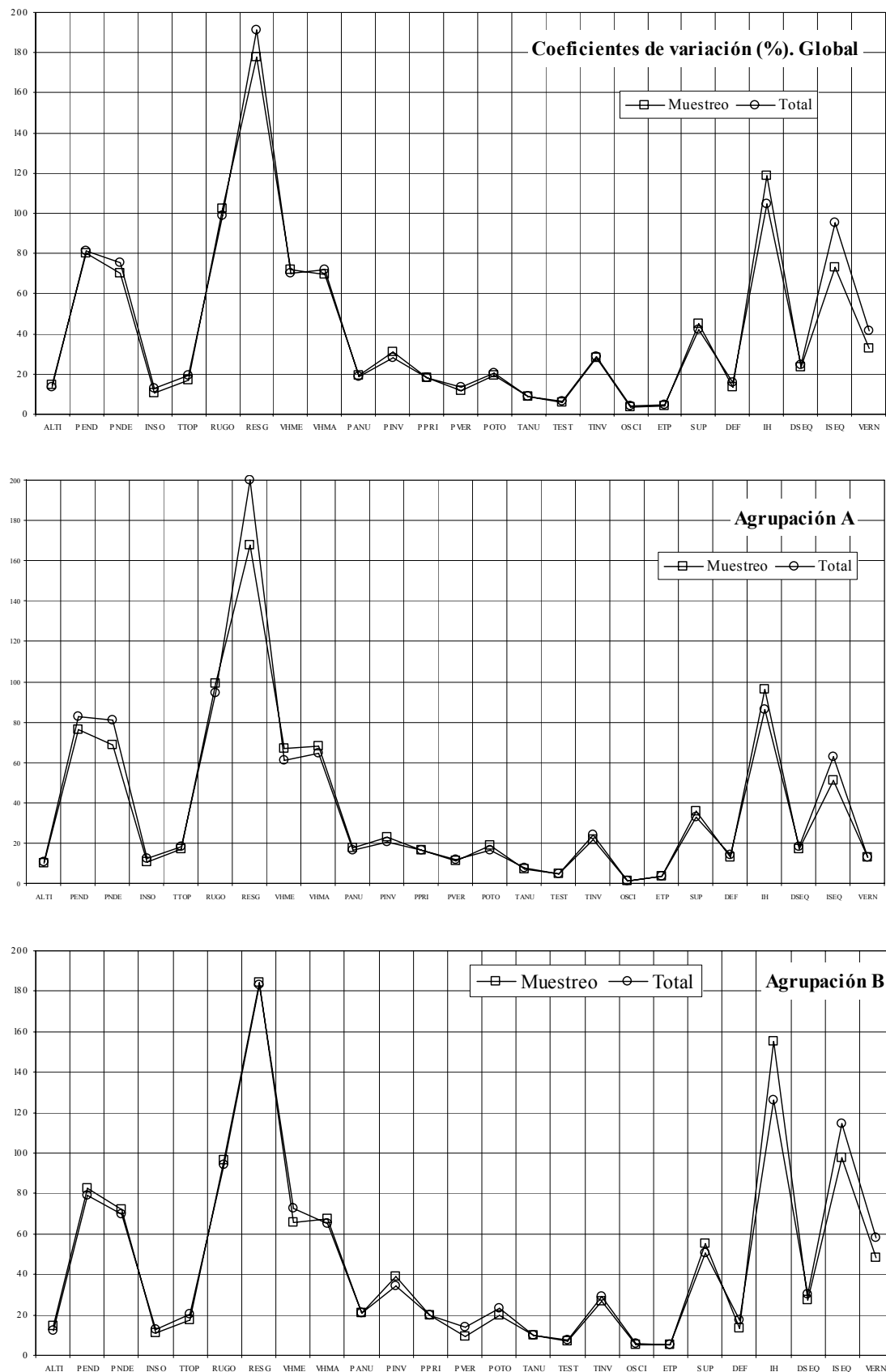


Figura 18. Coeficiente de variación de cada parámetro fisiográfico y climático. Se presentan simultáneamente, tanto para el global del territorio como para cada agrupación territorial, los valores derivados de considerar el colectivo total de parcelas y los de la submuestra de 120 puntos.

III.3. Análisis individual de parámetros

A continuación se comparan las variaciones, parámetro a parámetro, dentro de cada una de las agrupaciones territoriales definidas. En primer lugar se presenta una tabla de frecuencias con el fin de observar en qué intervalos se sitúan la mayoría de las parcelas. Así mismo se comparan los valores medios, máximos y mínimos de cada parámetro por agrupación territorial con los del hábitat general.

El hecho de que sólo sea razonable definir dos agrupaciones territoriales, independientes de la división administrativa del estado (véase apartado II.1) impide realizar técnicas de agrupamiento o *clustering* análogas a las desarrolladas en otros trabajos de esta misma índole, siguiendo la metodología propuesta por GANDULLO & SÁNCHEZ PALOMARES (1994). Sin embargo, sí es posible contemplar dicha metodología para evaluar la capacidad discriminante de unos parámetros frente a otros mediante el uso de la distancia de MAHALANOBIS (1936). Así, en la Tabla 21 se presentan los valores medios, máximo y mínimo para cada grupo de parámetros. En ella puede comprobarse que el poder discriminante varía notablemente de un parámetro a otro. Así, la mayor distancia entre ambos grupos corresponde a PVER y la menor a CRA. En el caso de los fisiográficos, los parámetros más discriminantes resultan ser ALTI y VHME, mientras que en los edáficos y edafoclimáticos es MOS. El orden de magnitud es parecido entre fisiográficos y edáficos y edafoclimáticos, es decir, la media, el máximo o el mínimo de la suma de distancias es semejante; sin embargo, los edáficos y edafoclimáticos son claramente inferiores, destacando los valores mínimos. En general, los parámetros climáticos parecen discriminar mejor.

Tabla 21. Valores medio, máximo y mínimo de las distancias de Mahalanobis por grupos de parámetros. Entre paréntesis se muestra el parámetro al que corresponde.

	<i>FISIOGRÁFICOS</i>	<i>CLIMÁTICOS</i>	<i>EDÁFICOS Y EDAFOCLIMÁTICOS</i>
MEDIA	0,4073	0,4988	0,3136
MÁX	1,1640 (ALTI)	1,1835 (PVER)	0,7724 (MOS)
MÍN	0,1201 (RESG)	0,0901 (POTO)	0,0537 (CRA)

Así mismo, parece razonable en este análisis univariante ejecutar un test de comparación de medias para cada parámetro con el fin de encontrar aquéllos que presenten diferencias significativas entre las dos agrupaciones territoriales.

III.3.1. Parámetro: ALTITUD (m)

Este parámetro se ajusta muy razonablemente a la distribución normal, con valores de curtosis y sesgo reducidos (0,882 y -0,352, respectivamente). El coeficiente de variación es de 14,7, bastante reducido. En la Tabla 22 puede observarse que casi la mitad de los sabinos albares se encuentran entre los 1000 y los 1200 metros de altitud. Los sabinos más altos, por término medio, se ubican en la agrupación territorial B, más concretamente en el Rincón de Ademuz (Comunidad Valenciana), dentro de la ecorregión Catalano-Aragonesa. Por el contrario, la Agrupación Territorial A acoge los más bajos, en torno a 1050 m como término medio.

La agrupación territorial B es claramente más eurioica con respecto a este parámetro (casi el doble de rango de variación), ocupando además casi tres cuartas partes del total del hábitat global de la especie, ya que incluye tanto las localizaciones más bajas (Los Monegros, Zaragoza) como las más altas (Sarrión, Teruel). El test de comparación de medias muestra que existen diferencias significativas entre ambos grupos, siendo mayores las altitudes medias en la agrupación territorial B.

Por último, la distancia de Mahalanobis entre ambos grupos es la segunda mayor de todos los parámetros, lo que denota el alto poder discriminante de la altitud.

Tabla 22. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros ALTI y RESG. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	ALTI (m)					RESG (%)										
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab						
<i>GLOBAL</i>	534	1.131	1.460	926	100,0	0,0	66,2	518,0	518,0	100,0						
<i>AGRUPACIÓN A</i>	835	1.055	1.350	515	63,5	0,0	59,7	371,0	371,0	96,0						
<i>AGRUPACIÓN B</i>	534	1.222	1.460	926	72,7	0,0	73,9	518,0	518,0	100,0						
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM						
	t		-6,3531		p	0,000		1,164	t		-0,6556		p	0,5134		0,120
	Intervalos		N		%			Intervalos		N		%				
	<i>ALTI<800</i>		2		1,7			<i>RESG=0</i>		63		52,5				
	<i>800≤ALTI<1.000</i>		24		20,0			<i>0<RESG<50</i>		21		17,5				
	<i>1.000≤ALTI<1.200</i>		52		43,3			<i>50≤RESG<250</i>		26		21,7				
	<i>1.200≤ALTI<1.400</i>		33		27,5			<i>250≤RESG<500</i>		8		6,7				
	<i>1.400≤ALTI</i>		9		7,5		<i>500≤RESG</i>		2		1,7					

III.3.2. Parámetro: RESG (%)

La distribución de este parámetro se encuentra tremendamente alejada de la normal. Así, más de la mitad de las parcelas se sitúan en localidades con coeficiente de resguardo nulo. El coeficiente de variación es enorme (177,7%), como consecuencia de la existencia de parcelas con más de un 50% de resguardo (Tabla 22).

La agrupación territorial B presenta valores medios más elevados de este parámetro, si bien no son significativamente diferentes de los de la A, además de tener un rango de variación más amplio (de hecho ocupa todo el hábitat central global). Este patrón se va a repetir con otros parámetros relacionados de alguna manera con la escabrosidad del territorio.

Por último, la distancia de Mahalanobis entre ambos grupos es de apenas 0,120, una de las más reducidas de todo el conjunto de parámetros, lo que abunda en el bajo poder discriminante de RESG.

III.3.3. Parámetro: PEND (%)

Este parámetro no se ajusta en absoluto a una distribución normal. Los valores de sesgo y curtosis así lo ponen de manifiesto (2,245 y 6,574, respectivamente), y es fruto del elevado número de observaciones con valores iguales o próximos a 0. De la Tabla 22 puede deducirse que la especie se distribuye mayoritariamente por pendientes suaves, ya que dos quintas partes de las observaciones presentan valores de entre el 10 y el 20%, y tan solo un 7% aparece con pendientes superiores al 40%. Los sabinars más escarpados se ubican en la agrupación territorial B, aunque sólo ligeramente superiores a los de la A (con pendientes medias del 16% frente al 12%). El grado de eurioicidad es elevado en ambos territorios, de nuevo ligeramente superior en el B (ocupa el 100% del hábitat central global), con localidades totalmente llanas hasta tremendamente escarpadas (pendientes superiores al 70%).

Tanto del test de comparación de medias como del cálculo de la distancia se deduce el exiguo poder discriminante de este parámetro. El primero resulta no significativo y la segunda es de 0,182, la tercera más baja de los fisiográficos.

Tabla 23. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros PEND y PNDE. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	PEND (%)					PNDE (%)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	0,0	16,4	78,0	78,0	100,0	0,0	12,1	78,0	78,0	100,0
AGRUPACIÓN A	0,0	15,3	74,0	74,0	88,0	2,4	11,6	40,0	37,6	89,1
AGRUPACIÓN B	2,0	17,7	78,0	76,0	100,0	2,1	12,8	47,7	45,6	100,0
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				DM
t -0,9919 p 0,3233					0,182	t -0,7314 p 0,4660				0,134
Intervalos					N	Intervalos				N
PEND<5					8	PNDE<5				15
5≤PEND<10					30	5≤PNDE<10				51
10≤PEND<20					50	10≤PNDE<20				36
20≤PEND<40					24	20≤PNDE<40				17
40≤PEND					8	40≤PNDE				1

III.3.4. Parámetro: PNDE (%)

El comportamiento de este parámetro está tan alejado de la distribución normal como su homólogo anterior (sesgo=1,759; curtosis=3,242), por la misma razón expuesta en el apartado precedente. Análogamente al parámetro PEND, el 85% de las parcelas se ubican en parajes con pendientes medias inferiores al 20%, y más de la mitad inferiores al 10% (Tabla 23). Ambas agrupaciones territoriales presentan un comportamiento muy parecido, con valores medios en torno al 12% y ocupando casi todo o todo el hábitat central global.

Al igual que en el caso de PEND, no existen diferencias significativas entre grupos ($p=0,4660$) y la distancia es aún más reducida (0,134).

III.3.5. Parámetro: INSO (adim.)

La distribución de este parámetro presenta un más que aceptable ajuste a la distribución normal, con unos valores de sesgo y curtosis de -0,352 y 0,882, respectivamente. El coeficiente de variación es notablemente reducido (10,6%).

Los sabinars albares no presentan una clara tendencia hacia la umbría o la solana, y cerca de la mitad aparecen con valores del parámetro cercanos a la unidad, como consecuencia de las bajas pendientes anteriormente comentadas. El poder discriminante del parámetro es bajo (distancia=0,263) y no se observan diferencias significativas entre ambas agrupaciones territoriales ($p=0,1545$). A pesar de ello, cabe mencionar que la agrupación territorial B muestra una ligera mayor tendencia hacia situaciones de umbría.

III.3.6. Parámetro: TTOP (adim.)

Los comentarios referentes a este parámetro muestran un marcado paralelismo con el anterior. Sin embargo, aunque su distribución es claramente simétrica, también lo es moderadamente leptocúrtica (1,839), por lo se desvía ligeramente de la normalidad.

La mayoría de las parcelas (más del 40%) presentan valores cercanos a la unidad (Tabla 24), fruto de la abundancia de bajas pendientes en la distribución de la especie. El poder discriminante es bajo, con una distancia entre agrupaciones territoriales de 0,275 y ausencia de diferencias significativas según el test de medias ($p=0,1354$). Así

pues, que da puesto de manifiesto de nuevo la indiferencia de los sabinars por las situaciones de solana o umbría.

Tabla 24. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros INSO y TTOP. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	INSO (adim.)					TTOP (adim.)						
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab		
<i>GLOBAL</i>	0,642	1,001	1,277	0,635	100,0	0,378	1,078	1,672	1,294	100,0		
<i>AGRUPACIÓN A</i>	0,794	1,014	1,277	0,483	100,0	0,610	1,104	1,672	1,062	91,2		
<i>AGRUPACIÓN B</i>	0,642	0,986	1,197	0,555	95,2	0,378	1,048	1,480	1,102	100,0		
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM		
	t		1,4330	p	0,1545	0,263	t		1,5035	p	0,1354	0,275
	Intervalos		N	%		Intervalos		N	%			
	<i>INSO<0,75</i>		2	1,7		<i>TTOP<0,8</i>		9	7,5			
	<i>0,75≤INSO<0,95</i>		30	25,0		<i>0,8≤TTOP<1,0</i>		24	20,0			
	<i>0,95≤INSO<1,05</i>		49	40,8		<i>1,0≤TTOP<1,1</i>		25	20,8			
	<i>1,05≤INSO<1,15</i>		31	25,8		<i>1,1≤TTOP<1,2</i>		39	32,5			
<i>1,15≤INSO</i>		8	6,7	<i>1,2≤TTOP</i>		23	19,2					

III.3.7. Parámetro: VHME (°)

El análisis univariable de VHME muestra una leve tendencia a alejarse de la distribución normal como consecuencia de un moderado sesgo positivo (0,628), aunque su curtosis es muy reducida (-0,299). Su coeficiente de variación es elevado, superior al 70%.

Tabla 25. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros VHME y VHMA. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	VHME (°)					VHMA (°)								
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab				
GLOBAL	0,0	62,0	180,0	180,0	100,0	0	57	160	160	100,0				
AGRUPACIÓN A	3,0	75,7	180,0	177,0	91,8	0,0	64,0	151,0	151,0	99,1				
AGRUPACIÓN B	0,0	46,5	121,0	121,0	70,4	1,0	49,0	160,0	159,0	74,1				
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM				
	t		3,7534		p	0,0003	0,688	t		2,0979		p	0,0381	0,384
	Intervalos		N		%		Intervalos		N		%			
	VHME<10		16		13,3		VHMA<10		13		10,8			
	10≤VHME<45		36		30,0		10≤VHMA<45		38		31,7			
	45≤VHME<90		31		25,8		45≤VHMA<90		43		35,8			
	90≤VHME<135		30		25,0		90≤VHMA<135		22		18,3			
135≤VHME		7		5,8		135≤VHMA		4		3,3				

El comportamiento de este parámetro en cada agrupación territorial es claramente distinto. Así, en la ecorregión Duriense VHME toma valores cercanos al ángulo recto, por lo que demuestra su indiferencia a las situaciones a barlovento o sotavento de los vientos húmedos en dicha región. Por el contrario, en la agrupación territorial B ronda los 45°. Además, en la agrupación territorial B el máximo apenas sobrepasa los 120°, mientras que en la cuenca del Duero alcanza su máximo posible, 180°. Por consiguiente, fuera de la ecorregión Duriense los sabinars presentan una moderada tendencia a situarse en las exposiciones orientadas a sotavento de los vientos desecantes de poniente provenientes del interior de la península Ibérica.

El poder discriminante de este parámetro es bastante elevado (el mayor de los fisiográficos después de ALTI con una distancia de 0,688), existiendo además diferencias significativas entre ambos territorios ($p=0,0003$).

III.3.8. Parámetro: VHMA (°)

El sentido de los vientos húmedos del macroentorno se ajusta razonablemente bien a la distribución normal como consecuencia de sus bajos valores de asimetría (0,541) y curtosis (-0.555).

Por otro lado este parámetro se comporta de manera análoga al anterior: su coeficiente de variación es casi idéntico y las diferencias entre agrupación territorial son netamente comparables. Cabe mencionar que dichas diferencias quedan expuestas más débilmente ya que aumenta la eurioicidad de VHMA en la agrupación territorial B (el rango de variación alcanza casi los 160°). En cualquier caso, las diferencias entre ambos grupos siguen siendo significativas ($p=0,0381$).

Así pues, desde un punto de vista comparativo, parece más robusto el uso de VHME frente a su homólogo del macroentorno; probablemente la distancia de 5000 m sea demasiado elevada y las condiciones ecológicas de la cuenca en la que se encuentra cada parcela queden diluidas y por consiguiente menos perceptibles.

III.3.9. Parámetro: RUGO (varianza esférica x 1000)

El análisis univariable muestra que el parámetro rugosidad del terreno es marcadamente asimétrico (sesgo =2,085) y leptocúrtico (curtosis = 4,441), como consecuencia, de nuevo, del elevado número de observaciones ubicadas en zonas llanas, expuestas y, por consiguientes, poco complejas desde un punto de vista fisiográfico. Así, más del 80% de las parcelas apenas cuentan con 20 milésimas de varianza esférica (Tabla 26).

Las comarcas fisiográficamente más complejas aparecen, como era de esperar, en la agrupación territorial B; de hecho las cuatro parcelas con los valores extremos en cuanto a rugosidad del terreno se sitúan en la provincia de Guadalajara, en el alto Tajo y más concretamente en las cercanías de dicho cauce. La varianza esférica de este grupo es casi siete puntos superior a la de la agrupación territorial A, siendo además dicha diferencia significativa ($p=0,0138$). La distancia entre ambos es la tercera dentro de los parámetros fisiográficos.

Así pues, queda puesta de manifiesto de nuevo la mayor tendencia de los sabinares de la cuenca del Duero a aparecer en terrenos más llanos y menos escabrosos.

III.3.10. Parámetro: PANU (mm)

La precipitación media anual muestra una moderada asimetría positiva (sesgo=1,109) y tendencia leptocúrtica (curtosis=1,535), lo cual la aleja de poder ser considerada de distribución normal. En conjunto es una variable moderadamente estenoica (coeficiente de variación del 19,2%).

Dos terceras partes de las parcelas reciben una precipitación de entre 500 y 700 mm anuales, y en apenas un 5% caen volúmenes inferiores. Las localidades con valores extremos de precipitación anual se encuentran muy localizados en León y Palencia (cordillera Cantábrica), con más de un metro anual, mientras que los inferiores se distribuyen irregularmente por las zonas bajas de toda el área de distribución. La agrupación territorial más eurioica es la A, con 200mm más de rango de variación que el de la B. Sin embargo, las diferencias entre las medias de ambas son reducidas y no

significativas ($p=0,248$). La distancia de Mahalanobis desciende hasta 0,248, de las más bajas entre los parámetros climáticos.

Tabla 26. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros RUGO y PANU. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	RUGO (varianza esférica x 1000)					PANU (mm)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	2,0	14,9	75,0	73,0	100,0	451,0	646,1	1158,0	707,0	100,0
AGRUPACIÓN A	2,0	11,7	68,0	66,0	79,3	504,0	660,2	1158,0	654,0	90,3
AGRUPACIÓN B	2,0	18,5	75,0	73,0	100,0	451,0	629,5	904,0	453,0	100,0
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM
	t	-2,5010	p	0,0138	0,458	t	1,3555	p	0,1779	0,248
	Intervalos		N	%		Intervalos		N	%	
	RUGO<1		22	18,3		PANU<500		6	5,0	
	1≤RUGO<5		38	31,7		500≤PANU<600		48	40,0	
	5≤RUGO<20		38	31,7		600≤PANU<700		31	25,8	
	20≤RUGO<50		15	12,5		700≤PANU<800		20	16,7	
50≤RUGO		7	5,8	800≤PANU		15	12,5			

III.3.12. Parámetro: PPRI (mm)

Este parámetro se comporta, en su adherencia a la distribución normal, de manera muy parecida a PINV, con valores de sesgo (0,861) y curtosis (0.663) muy parecidos. El coeficiente de variación es bastante discreto, inferior al 20%. Su distribución a lo largo de las clases establecidas es algo menos uniforme, con tendencia a una mayor concentración en las clases inferiores a 175 mm (Tabla 27).

Los valores medios son significativamente mayores en la agrupación territorial A ($p=0,0053$), siendo las comarcas interiores y septentrionales las más lluviosas en primavera. Este hecho se refleja igualmente en la moderada distancia de Mahalanobis entre ambos territorios (0,521). También de manera análoga a los dos parámetros precedentes, la mencionada agrupación territorial es la comunidad más eurioica, y la parcela más lluviosa en invierno también lo es en primavera.

III.3.13. Parámetro: PVER (mm)

El parámetro precipitación estival manifiesta un comportamiento opuesto a los demás pluviométricos en cuanto a la curtosis, ya que presenta tendencia platicúrtica (-0,884). Sin embargo, es notablemente simétrico (-0,271) y puede admitirse una razonable adherencia a la distribución normal. El coeficiente de variación es el más reducido de todos los pluviométricos (11,8%).

En cuanto a su distribución territorial, PVER vuelve a distanciarse de sus homólogos pluviométricos. Casi tres cuartas partes de las parcelas recogen más de 100 mm de lluvia en verano (Tabla 28). Además, las diferencias entre territorios son significativas ($p=0,0000$) a pesar de no ser elevadas en términos absolutos; las diferencias estriban en los bajos solapamientos entre hábitats, así como en la mayor eurioicidad de la agrupación territorial B. Los valores medios más altos se dan también en esta última, cuya distancia a la A es la más elevada de todo el conjunto de parámetros (1,184). Así pues, este parámetro es el de mayor poder discriminante entre territorios.

Tabla 28. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros PVER y POTO. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	PVER (mm)					POTO (mm)								
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab				
<i>GLOBAL</i>	80,0	108,6	136,0	56,0	100,0	124,0	175,2	328,0	204,0	100,0				
<i>AGRUPACIÓN A</i>	80,0	102,6	126,0	46,0	84,4	135,0	173,8	328,0	193,0	87,7				
<i>AGRUPACIÓN B</i>	80,0	115,7	136,0	56,0	68,8	124,0	176,9	247,0	123,0	100,0				
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM				
	t		-6,4599		p	0,0000		t	-0,4917		p	0,6239		0,090
	Intervalos		N		%		Intervalos		N		%			
	<i>PVER<85</i>		3		2,5		<i>POTO<130</i>		1		0,8			
	<i>85≤PVER<100</i>		32		26,7		<i>130≤POTO<160</i>		39		32,5			
	<i>100≤PVER<115</i>		36		30,0		<i>160≤POTO<190</i>		49		40,8			
<i>115≤PVER<130</i>		48		40,0	<i>190≤POTO<220</i>		19		15,8					
<i>130≤PVER</i>		1		0,8	<i>220≤POTO</i>		12		10,0					

III.3.14. Parámetro: POTO (mm)

La mayoría de las pautas expuestas para PANU, PINV y PPRI, tanto en lo que se refiere a su distribución como sus diferencias regionales, se repiten en la precipitación

de otoño: asimetría positiva, tendencia platicúrtica y coeficiente de variación en torno al 20%.

El poder discriminante de la precipitación de otoño es casi nulo ($p=0,6239$; $DM=0,090$, la menor de todos los climáticos), lo que denota la gran similitud entre agrupaciones territoriales. La única diferencia destacable reside en la mayor estenoicidad que presenta la agrupación territorial B.

III.3.15. Parámetro: TANU (°C)

Este parámetro muestra un marcado apuntamiento en torno a la media (curtosis=2,318), con casi la mitad de las parcelas entre 9,5 y 10,5 °C. El coeficiente de variación resulta lógicamente bastante reducido (9%). Por tanto, a pesar de la buena simetría que posee (0,724), no puede aceptarse su distribución como normal.

Las diferencias entre agrupaciones territoriales son poco notables, oscilando sus valores medios en un rango de apenas medio grado. Sin embargo, son suficientes, dada la anteriormente mencionada concentración de valores en torno a la media, para que dichas diferencias sean significativas ($p=0,0051$), y el poder discriminante del parámetro, moderado ($DM=0,523$, el decimotercero más discriminante). La agrupación territorial B es netamente más eurioica que la A, con más de un grado de diferencia entre ambos rangos.

Tabla 29. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros TANU y OSCI. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	TANU (°)					OSCI (°)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	7,6	10,1	13,4	5,8	100,0	27,7	30,0	32,6	4,9	100,0
AGRUPACIÓN A	7,6	9,9	11,0	3,4	94,4	28,2	29,9	30,5	2,3	31,3
AGRUPACIÓN B	8,8	10,3	13,4	4,6	100,0	27,7	30,1	32,6	4,9	100,0
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM
	t -2,8531 p 0,0051				0,523	t -0,8364 p 0,4046				0,153
	Intervalos		N	%		Intervalos		N	%	
	TANU<8,5		1	0,8		OSCI<28		5	4,2	
	8,5≤TANU<9,5		24	20,0		28≤OSCI<29		14	11,7	
	9,5≤TANU<10,5		58	48,3		29≤OSCI<30		34	28,3	
	10,5≤TANU<11,5		31	25,8		30≤OSCI<31		46	38,3	
	11,5≤TANU		6	5,0		31≤OSCI		21	17,5	

III.3.16. Parámetro: OSCI (°C)

El análisis univariable de la oscilación térmica revela una buena adherencia a la distribución normal. Si bien su histograma revela una cierta concentración en torno a los 30°C y su coeficiente de variación es, por consiguiente, muy reducido (3,7%), su sesgo y curtosis son notablemente reducidos (0,102 y 0,046, respectivamente).

Si bien no hay diferencias significativas entre agrupaciones territoriales, lo que se corrobora también por el bajo poder discriminante del parámetro, sí son de destacar las diferencias en cuanto a su eurioicidad: el rango de variación de OSCI de la agrupación territorial B es más del doble que el de la A, ocupando además esta última menos de un tercio del hábitat central global de la especie.

III.3.17. Parámetro: *TINV* (°C)

La temperatura media invernal muestra una aceptable simetría y cierto apuntamiento, con un coeficiente de variación moderado (27,8%). Se puede admitir una aceptable adherencia a la distribución normal.

Casi dos terceras partes de los sabinos albares viven en localidades con *TINV* entre 2.5 y 3.5°C (Tabla 30), si bien se alcanzan valores tan extremos como 0,9°C en Mirantes de Luna (León) o casi 5,2°C en Perdiguera, comarca de Los Monegros (Zaragoza).

Son apreciables las diferencias entre ambos territorios, con casi un grado menos de media en la agrupación territorial A, que es además más estenoico. Por ello, el test de comparación de medias resulta significativo y la distancia de Mahalanobis (0,964) es la tercera mayor de todo el conjunto de parámetros. Por añadidura, los solapes con el hábitat central global son bastante incompletos, llegando a tan solo el 70% en el territorio más frío en invierno (A).

Tabla 30. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros *TINV* y *TEST*. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	TINV (°)					TEST (°)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	0,9	2,8	5,2	4,3	100,0	14,8	18,1	22,1	7,3	100,0
AGRUPACIÓN A	0,9	2,5	3,5	2,6	70,4	14,8	18,0	19,3	4,5	91,8
AGRUPACIÓN B	1,9	3,2	5,2	3,4	88,9	16,2	18,3	22,1	5,9	100,0
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM
	t	-5,2619	p	0,0000		t	-1,6171	p	0,1085	
	Intervalos		N	%	Intervalos		N	%		
	TINV<1,5		2	1,7	TEST<16,5		6	5,0		
	1,5≤TINV<2,5		39	32,5	16,5≤TEST<17,5		22	18,3		
	2,5≤TINV<3,5		64	53,3	17,5≤TEST<18,5		52	43,3		
3,5≤TINV<4,5		10	8,3	18,5≤TEST<19,5		33	27,5			
4,5≤TINV		5	4,2	19,5≤TEST		7	5,8			

III.3.18. Parámetro: *TEST* (°C)

La distribución de la temperatura media estival es notablemente simétrica pero presenta moderado apuntamiento, por lo que su curtosis aumenta considerablemente (2,488); por ello, además, su coeficiente de variación es muy pequeño (5,8%). Así pues, se puede afirmar que su distribución se separa ligeramente de la normal.

Un gran porcentaje de los sabinos albares habitan en comarcas con temperaturas medias estivales en torno a los 18°C (Tabla 30), siendo los valores medios muy parecidos en las dos agrupaciones territoriales (diferencias no significativas, p=0.1085). Al igual que ocurría con las temperaturas invernales, la agrupación territorial A es claramente más estenoica que la B, con apenas 4,5°C de rango de variación.

III.3.19. Parámetro: *ETP* (mm)

La distribución de la evapotranspiración potencial es notablemente simétrica pero marcadamente leptocúrtica, por lo que su coeficiente de variación es muy reducido (4,3%). Así, dos tercios de las parcelas de la muestra presentan valores de *ETP* de entre 600 y 650 mm (Tabla 31). De forma excepcional aparecen cifras superiores a 700, en Teruel y Zaragoza, aunque el único valor superior a 750 mm se da en Los Monegros.

Los valores medios por territorios no ofrecen grandes contrastes (en todo caso, no significativos, $p=0,0546$), pues se mueven en el mencionado intervalo de 600-650 mm, si bien es notablemente más eurioica la agrupación territorial B (más de 80 mm de diferencia en el rango de variación). El poder discriminante del parámetro es bastante mediocre ($DM=0,356$).

Tabla 31. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros ETP y SUP. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	ETP (mm)					SUP (mm)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	563,2	635,6	750,6	187,4	100,0	83,3	271,4	772,3	689,1	100,0
AGRUPACIÓN A	563,2	631,2	667,6	104,4	93,8	164,2	296,2	772,3	608,1	77,9
AGRUPACIÓN B	593,6	640,9	750,6	156,9	100,0	83,3	242,1	520,2	436,9	100,0
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM
	t	-1,9417	p	0,0546	0,356	t	2,4637	p	0,0152	0,451
	Intervalos		N	%		Intervalos		N	%	
	ETP<600		9	7,5		SUP<100		5	4,2	
	600≤ETP<625		32	26,7		100≤SUP<200		37	30,8	
	625≤ETP<650		49	40,8		200≤SUP<300		36	30,0	
	650≤ETP<675		24	20,0		300≤SUP<400		20	16,7	
675≤ETP		6	5,0	400≤SUP		22	18,3			

III.3.20. Parámetro: SUP (mm)

El análisis univariable de este parámetro muestra una tendencia platicúrtica (1,345) y cierta asimetría positiva (0,960). Se aprecia, pues, una moderada falta de adherencia a la normal. Su coeficiente de variación es bastante alto, superior al 45%.

El colectivo de parcelas se distribuye principalmente entre las clases establecidas entre los 100 y los 300 mm (Tabla 31). Valores inferiores a 100 son excepcionales (básicamente en las mismas localidades donde la ETP es muy elevada), mientras que superiores a 400 son comunes pero se extienden ampliamente, hasta más de 750 mm en Mirantes de Luna (León).

Sí son apreciables diferencias entre grupos territoriales, siendo el A 50 mm de media más superante que el B ($p=0,0152$). Además, aquél presenta una marcada mayor eurioicidad que el B, con más de 150 mm de diferencia en el rango de variación. Se trata, pues, de un parámetro con moderada capacidad discriminante ($DM=0,451$).

III.3.21. Parámetro: DEF (mm)

Los valores de sesgo y curtosis de DEF son suficientemente reducidos como para aceptar su adherencia a la distribución normal. Su coeficiente de variación es también bajo, del 13,3%.

Entre 200 y 300 mm de déficit acumulado anual se suma casi el 90% del colectivo de parcelas (Tabla 32). Valores inferiores a 200 mm únicamente aparecen en la cordillera Cantábrica (la ya varias veces mencionada de Mirante de Luna), y superiores a 350 en las dos parcelas monegrinas (Zaragoza).

Al igual que con SUP, son apreciables diferencias entre agrupaciones territoriales ($p=0,0302$), aunque más débiles que en aquel caso. La agrupación territorial A resulta ligeramente más deficitaria que la B, aunque los valores máximos se dan en esta última, la cual es a su vez más eurioica el territorio de la ecorregión Duriense.

Tabla 32. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros DEF e IH. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	DEF (mm)					IH (adim.)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	177,5	260,9	387,5	210,0	100,0	-19,3	18,8	118,2	137,5	100,0
AGRUPACIÓN A	177,5	267,2	331,1	153,6	100,0	-3,92	22,20	118,22	122,15	93,7
AGRUPACIÓN B	205,1	253,4	387,5	182,4	85,7	-19,26	14,74	66,52	85,78	100,0
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				DM
t 2,1944 p 0,0302					0,402	t 1,8434 p 0,0678				0,338
Intervalos					N	Intervalos				N
DEF<200					1	IH<-10				5
200≤DEF<250					48	-10≤IH<10				47
250≤DEF<300					59	10≤IH<30				37
300≤DEF<350					10	30≤IH<50				19
350≤DEF					2	50≤IH				12

III.3.22. Parámetro: IH

El índice hídrico anual se aleja notablemente de la distribución normal tanto por su apuntamiento como por su asimetría; ambos atributos propician además un coeficiente de variación muy elevado (118,8%).

Los valores medios del parámetro sitúan a los sabinares la agrupación territorial A en la clase húmeda y a los de la B en subhúmeda (Tabla 32). Sin embargo, el rango de variación es muy elevado, por lo se llega a tener localidades con IH casi del tipo semiárido (de nuevo en Los Monegros) hasta perhúmedo (Mirantes de Luna), si bien en la agrupación territorial B no se pasa de un máximo de 66, esto es, húmeda (cerca de Cuenca capital). Por el contrario, en la agrupación territorial A el límite inferior lo marcan sendas parcelas en Lodares de Osma (Soria) y Villovela de Pirón (Segovia), de carácter semiseco.

Estas diferencias sin embargo no se ven reflejadas en el test de comparación de medias ($p=0,0678$), como consecuencia del gran rango de variación del parámetro. Paralelamente, su capacidad discriminante es mediocre ($DM=0,338$)

III.3.23. Parámetro: DSEQ (meses)

La distribución de la duración de la sequía se ajusta razonablemente bien a la normal, con una ligera tendencia a la forma leptocúrtica. Su coeficiente de variación es moderado, del 23,1%.

El grueso del colectivo de parcelas (más de la mitad) sufre una sequía media de entre mes y medio y dos meses (Tabla 33). El único punto con sequía nula se ubica en la zona más elevada del sistema Ibérico, en la provincia de Teruel (municipio de Cuevas Labradas). En el polo opuesto, las dos parcelas con más de dos meses y medio de sequía pertenecen a los términos municipales de Perdiguera (Zaragoza) y Villovela de Pirón (Segovia).

Son significativas las diferencias entre grupos territoriales ($p=0,0000$). Así, no sólo la agrupación territorial B presenta como media 0,3 meses menos de DSEQ, sino que además la agrupación territorial A tiene su límite inferior en más de un mes, mientras que la B llega, como se ha mencionado ya, a la duración nula. Esto propicia así mismo

una mayor eurioicidad del parámetro fuera de la ecorregión Duriense. Por último, es de destacar que DSEQ es el cuarto parámetro con mayor poder discriminante.

Tabla 33. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros DSEQ e ISEQ. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	DSEQ (meses)					ISEQ (tanto por uno)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	0,000	1,755	2,554	2,554	100,0	0,000	0,044	0,250	0,250	100,0
AGRUPACIÓN A	1,154	1,904	2,501	1,347	88,6	0,006	0,047	0,121	0,115	96,7
AGRUPACIÓN B	0,000	1,580	2,554	2,554	71,8	0,000	0,041	0,250	0,250	78,3
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM
	t	4,7354	p	0,0000	0,868	t	0,9902	p	0,3241	0,181
	Intervalos		N	%		Intervalos		N	%	
	DSEQ<1		5	4,2		ISEQ<0,01		6	5,0	
	1≤DSEQ<1,5		22	18,3		0,01≤ISEQ<0,03		30	25,0	
	1,5≤DSEQ<2		61	50,8		0,03≤ISEQ<0,05		50	41,7	
	2≤DSEQ<2,5		30	25,0		0,05≤ISEQ<0,07		22	18,3	
	2,5≤DSEQ		2	1,7		0,07≤ISEQ		12	10,0	

III.3.24. Parámetro: ISEQ (tanto por uno)

Este parámetro se aleja claramente de la normal. Los enormes valores de sesgo (3,467) y curtosis (17,804) son prueba clara de la gran asimetría y apuntamiento de su distribución.

Así, mientras más de dos terceras partes de las parcelas presentan valores de ISEQ inferiores al 5%, el tercio restante llega a extenderse hasta más del 20% (Tabla 33), como es el caso de las dos parcelas aragonesas de Los Monegros, en paralelo a como ocurría con el parámetro DEF.

Esta concentración de valores entre 0 y 0,05 impide la existencia de notorias diferencias entre grupos territoriales ($p=0,3241$) y propicia el bajo poder discriminante del parámetro. Además, el rango de variación en la ecorregión Duriense es netamente más estrecho que en el resto del territorio, siendo especialmente notable su límite superior, que apenas sobrepasa el 12% de intensidad de la sequía.

III.3.25. Parámetro: VERN

Este parámetro ofrece una distribución bimodal, con sendos picos en torno a -1,75 y -3,75. Por consiguiente, aunque los valores de sesgo y curtosis son moderadamente reducidos, no podemos aceptar la distribución del parámetro como de tipo normal. Por su parte, el coeficiente de variación es sólo moderadamente elevado (32,7).

Esta distribución es fruto de la clara regionalización del parámetro. Así, casi el 40% del colectivo de parcelas debe incluirse en el tipo de clima submediterráneo según este índice, las cuales se ubican mayoritariamente en la cuenca del Duero; el notable porcentaje (15,8%) de parcelas asignables al tipo pseudooceánico aparecen casi exclusivamente en la ecorregión Catalano-Aragonesa (perteneciente a la agrupación territorial B), concretamente en el sistema Ibérico, entre las provincias de Guadalajara y Teruel. Por último, las del tipo mediterráneo, casi un tercio, se distribuyen de manera más repartida, pero faltan casi por completo en Aragón, donde se circunscriben a la comarca de Los Monegros. De hecho, atendiendo a los valores medios por comunidades autónomas se puede establecer un gradiente de continentalidad a mediterraneidad en este orden: Aragón, Comunidad Valenciana, Castilla y León y Castilla-La Mancha.

Aunque en principio pueda parecer paradójico, remitimos al apartado III.5.3.1 donde se trata este extremo.

Como consecuencia de ello, el test de comparación de medias delata estas diferencias de manera meridiana ($p=0,0000$) y confiere al parámetro un alto poder discriminante ($DM=0,856$, la quinta más elevada de todos).

Tabla 34. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros VERN y TF. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	VERN (°/mm)					TF (%)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	-5,274	-3,302	-0,824	4,450	100,0	3,8	41,9	97,9	94,1	100,0
AGRUPACIÓN A	-4,949	-3,692	-2,927	2,022	45,8	3,8	43,8	97,9	94,1	100,0
AGRUPACIÓN B	-5,274	-2,841	-0,824	4,450	100,0	9,8	39,6	93,7	83,8	93,9
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				
t					0,856	t				
-4,6698						0,8428				
p						p				
0,0000						0,4010				
Intervalos						Intervalos				
N						N				
%						%				
VERN<-4					35	TF<10				
-4≤VERN<-3					29,2	6				
-3≤VERN<-2					47	30				
-2≤VERN<-1					39,2	10≤TF<30				
-1≤VERN					17	30≤TF<70				
					14,2	70≤TF<90				
					19	22				
					15,8	90≤TF				
					2	12				
					1,7					

III.3.26. Parámetro: TF (%)

Este primer parámetro edáfico presenta cierta tendencia bimodal, con sendos máximos en torno al 20% y al 70%. Ello queda reflejado igualmente en valores relativamente altos de curtosis (tendencia platicúrtica). Sin embargo, su buena simetría permiten que TF no se aleje de la distribución normal.

No se aprecian diferencias territoriales ($p=0,4010$) en cuanto al porcentaje de tierra fina, con apenas un 4% de diferencia entre medias (Tabla 34). Ambas agrupaciones territoriales son enormemente euróicas, con un rango de variación que ocupa prácticamente todos los valores posibles del parámetro. De ello también se deriva su baja capacidad discriminante.

III.3.27. Parámetro: ARE (%)

El parámetro porcentaje de arena en tierra fina posee un coeficiente de variación del 53%. Los valores de sesgo y curtosis indican que su distribución se adhiere muy aceptablemente a la distribución normal, con cierta tendencia a que los valores altos se extiendan muy por encima de la media.

Las ocho parcelas más arenosas se encuentran incluidas en la agrupación territorial A. Por término medio, los valores en esta agrupación territorial son 6 puntos superiores a los de la B (Tabla 35); esta última es además bastante más estenoica, con casi 15 puntos porcentuales menos de rango de variación que la A.

El test de comparación de media revela diferencias significativas ($p=0,0265$) entre ambos territorios, siendo además la distancia que los separa de 0,415, moderadamente elevada.

III.3.28. Parámetro: LIM (%)

El parámetro limo se ajusta extraordinariamente bien a la distribución normal. Su coeficiente de variación es moderado, de un 30%.

Las 7 parcelas más limosas (>60%) se distribuyen por todas las comunidades; no así las menos limosas (<15%), ubicadas exclusivamente en la agrupación territorial A. El rango de variación es bastante amplio en todo el territorio estudiado (Tabla 35). No se aprecian diferencias significativas ($p=0,4554$) entre agrupaciones territoriales, lo cual se refleja igualmente en el bajo poder discriminante del parámetro ($DM=0,138$).

Tabla 35. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros ARE y LIM. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	ARE (%)					LIM (%)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	6,7	28,3	70,1	63,4	100,0	13,0	41,8	78,5	65,5	100,0
AGRUPACIÓN A	6,7	31,1	70,1	63,4	99,2	13,0	41,1	72,1	59,1	100,0
AGRUPACIÓN B	6,9	25,0	55,9	49,0	87,4	16,9	42,8	78,5	61,5	89,4
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				DM
t					0,415	t				0,138
p					0,0265	p				0,4554
Intervalos					N	Intervalos				N
%						%				
ARE<10					5	LIM<20				7
10≤ARE<20					36	20≤LIM<40				41
20≤ARE<30					35	40≤LIM<50				46
30≤ARE<50					29	50≤LIM<60				19
50≤ARE					15	60≤LIM				7

III.3.29. Parámetro: ARC (%)

La distribución del porcentaje de arcilla se adhiere notablemente a la normal (sesgo: 0,497; curtosis: 0,140). Su coeficiente de variación es moderado, del 37%.

Aunque la parcela más arcillosa, con casi el 64% de arcillas, se encuentra en Castilla y León (Espinosa de Cervera, Burgos, agrupación territorial A), las cuatro siguientes, con más del 50% se localizan en la provincia de Cuenca, en el alto Júcar (agrupación territorial B). La proporción de parcelas con más de un 45% de arcillas es bastante elevada, cercana al 10% (Tabla 36).

Este último territorio resulta tener suelos significativamente más pesados ($p=0,0265$), con un 5% aproximadamente más que el otro. Sin embargo, ambos territorios presentan un grado de eurioicidad parecido, bastante elevado.

III.3.30. Parámetro: PER

Con unos valores de sesgo, curtosis y coeficiente de variación de, respectivamente, 0,66, -0,86 y 47,0, el parámetro permeabilidad se ajusta razonablemente bien a una normal.

No se aprecia una territorialización del parámetro ($p=0,4807$); tanto las parcelas de máxima permeabilidad como las de mínima se ubican por toda el área de distribución de la especie (Tabla 36). Los valores medios y rangos de variación son casi idénticos en ambas agrupaciones territoriales, por lo que el poder discriminante de PER es muy bajo.

Con respecto a este parámetro, todo el territorio posee una gran eurioicidad, habitando pues los sabinas sobre suelos tanto muy permeables como mal drenados.

Tabla 36. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros ARC y PER. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	ARC (%)					PER										
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab						
<i>GLOBAL</i>	8,1	29,9	63,9	55,8	100,0	1,1	2,6	5,0	3,9	100,0						
<i>AGRUPACIÓN A</i>	8,1	27,9	63,9	55,7	89,6	1,1	2,6	5,0	3,9	98,2						
<i>AGRUPACIÓN B</i>	8,1	32,2	60,4	52,3	97,6	1,1	2,5	5,0	3,9	100,0						
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM						
	t		-2,2017		p	0,0296		0,407	t		0,7075		p	0,4807		0,131
	Intervalos		N		%	Intervalos		N		%	Intervalos		N		%	
	<i>ARC<15</i>		7		5,83	<i>PER<1,5</i>		27		22,50	<i>1,5≤PER<2,5</i>		40		33,33	
	<i>15≤ARC<25</i>		38		31,67	<i>2,5≤PER<3,5</i>		23		19,17	<i>3,5≤PER<4,5</i>		16		13,33	
	<i>25≤ARC<35</i>		38		31,67	<i>4,5≤PER</i>		14		11,67						
	<i>35≤ARC<45</i>		27		22,50											
<i>45≤ARC</i>		10		8,33												

III.3.31. Parámetro: HE (%)

El parámetro humedad equivalente se ajusta muy razonablemente a la normal. Su coeficiente de variación es relativamente modesto (23%).

Trece de las 15 parcelas con más del 40% de humedad equivalente se ubican en el sistema ibérico, entre las provincias de Teruel y Cuenca (agrupación territorial B). En el extremo opuesto, las 7 parcelas con humedad equivalente inferior al 20% se encuentran en la cuenca del Duero.

El poder discriminante del parámetro es elevado, el tercero dentro de los edáficos y el noveno del global (DM= 0,644) (Tabla 37); ello se refleja igualmente en el test de comparación de medias, que resulta significativo (p=0,0001), con casi cinco puntos de diferencia entre ambas agrupaciones territoriales.

III.3.32. Parámetro: CRA (mm)

La capacidad de retención de agua de los suelos es un parámetro notablemente dispar en el área de distribución de los sabinas. Aunque los valores de sesgo y curtosis de su distribución son reducidos (únicamente presenta cierta asimetría positiva) y puede asemejarse bien a una normal, su coeficiente de variación es notablemente elevado (casi el 60%).

Los valores medios son muy similares en ambos grupos territoriales (p=0,7716), en torno a los 175 mm (Tabla 37). Sin embargo, el grado de eurioicidad es muy elevado en la cuenca del Duero (donde se localizan la parcela con mayor CRA, en Espinosa de Cervera, Burgos, con más de medio metro, y la de menor, en una escarpada ladera en Mirantes de Luna, León, con apenas 11 mm). La agrupación territorial B, por el contrario, presenta un rango de variación 200 mm más estrecho. El poder discriminante de esta parámetro es el más bajo de todo el colectivo paramétrico.

Tabla 37. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros HE y CRA.
Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	HE					CRA (mm)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	14,8	32,2	47,7	32,8	100,0	11,3	174,4	553,4	542,1	100,0
AGRUPACIÓN A	14,8	30,1	46,8	31,9	81,0	11,3	177,0	553,4	542,1	95,7
AGRUPACIÓN B	20,0	34,6	47,7	27,6	81,8	51,3	171,4	403,6	352,4	93,0
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				
t -3,4838					0,644	t 0,2909				
p 0,0001						p 0,7716				
Intervalos					N	Intervalos				
%						%				
HE<25					23	CRA<50				
25≤HE<30					17	50≤CRA<100				
30≤HE<35					14,17	100≤CRA<200				
35≤HE<40					34	200≤CRA<300				
40≤HE					28,33	300≤CRA				
					31					
					25,83					
					15					
					12,50					

III.3.33. Parámetro: PHA (pH)

La acidez en agua presenta una clara desviación de la distribución normal, debido su fuerte asimetría, con algunos valores que se alejan muy por debajo de la media, y una mayoría muy concentrados en torno a pH cercanos a 8, lo cual dispara la curtosis (casi dos terceras partes de las parcelas poseen pH entre 7,5 y 8) (Tabla 38). Esta característica propicia, además, un coeficiente de variación muy reducido (6%).

Los valores medios son muy parecidos en toda el área de distribución de la especie, pero no así los mínimos, mucho más reducidos en la agrupación territorial A. De hecho, de las 7 parcelas con pH neutro o ácido, sólo una está fuera de la cuenca del Duero, la cual es, lógicamente, la más eurioica con casi tres unidades de pH de rango de variación.

El poder discriminante del parámetro es muy reducido (DM=0,104), y no pueden establecerse diferencias significativas entre territorios (p=0,5756).

Tabla 38. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros PHA y PHK.
Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	PHA					PHK				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	5,64	7,81	8,48	2,84	100,0	4,48	7,10	7,97	3,49	100,0
AGRUPACIÓN A	5,64	7,79	8,48	2,84	100,0	4,48	7,11	7,97	3,49	100,0
AGRUPACIÓN B	6,84	7,84	8,22	1,38	86,0	5,54	7,08	7,63	2,09	90,3
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				
t -0,5614					0,104	t 0,3191				
p 0,5756						p 0,7502				
Intervalos					N	Intervalos				
%						%				
PHA<7					6	PHK<6				
7≤PHA<7,5					5,00	6≤PHK<6,5				
7,5≤PHA<8					9	6,5≤PHK<7				
8≤PHA<8,4					7,50	7≤PHK<7,5				
8,4≤PHA					68	7,5≤PHK				
					56,67					
					35					
					29,17					
					2					
					1,67					

III.3.34. Parámetro: PHK (pH)

La acidez de cambio manifiesta un comportamiento parejo al de PHA, con valores desplazados hacia mayor acidez (este desplazamiento es mayor en los valores extremos inferiores) (Tabla 38). La mayor concentración de observaciones se da ahora en torno a

7.0, y los valores extremos inferiores rondan ya los 4,5 puntos (sendas parcelas en Siguero, Segovia, y El Burgo de Osma, Soria).

También de manera análoga a PHA, no es posible establecer diferencias significativas entre agrupaciones territoriales, siendo, además, PHK el segundo parámetro con menos capacidad discriminante.

III.3.35. Parámetro: MO (%)

La existencia de algunas parcelas con valores de materia orgánica muy superiores a la media provoca el aumento del sesgo y del coeficiente de variación (70%); por ello no parece razonable asumir un aceptable ajuste de la distribución de este parámetro a la normal.

De las 16 parcelas con contenidos en MO superiores al 7,5% 14 se encuentran en la agrupación territorial B, lo que ya da pistas sobre la existencia del diferente comportamiento del parámetro en ambos territorios (Tabla 39). Así, el poder discriminante es notable ($DM=0,723$), el mayor de todos los edáficos. Además de estas diferencias significativas ($p=0,0002$), la amplitud del rango de variación es también mucho más elevada en la agrupación territorial B (llega casi hasta el 20% de materia orgánica en la parcela 161226 cerca de Cuenca capital). En cualquier caso, el parámetro es eurioico en toda el área de distribución de la especie.

Tabla 39. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros MO y MOS. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	MO (%)					MOS (%)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	0,42	4,39	19,01	18,59	100,0	0,80	6,21	28,25	27,45	100,0
AGRUPACIÓN A	0,42	3,43	14,38	13,97	77,9	0,80	4,82	14,38	13,58	68,7
AGRUPACIÓN B	0,68	5,51	19,01	18,33	95,4	0,97	7,84	28,25	27,28	96,6
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				DM
t -3,9113 p 0,0002					0,723	t -4,1790 p 0,0001				0,772
Intervalos					N	Intervalos				N
MO<1					6	MOS<2				12
1≤MO<3					42	2≤MOS<5				44
3≤MO<5					33	5≤MOS<10				47
5≤MO<10					33	10≤MOS<20				15
10≤MO					6	20≤MOS				2

III.3.36. Parámetro: MOS (%)

El contenido en materia orgánica superficial se distribuye de manera parecida a MO, pero con los atributos que lo alejan de la normalidad más acentuados.

Se llegan a alcanzar valores extremos de casi el 30% en Cuenca, provincia junto con Teruel (agrupación territorial B) en la que se concentran 12 de las 17 parcelas con más de un 10% de MOS. También paralelamente a MO, dicha agrupación territorial resulta bastante más eurioica que la A (más del doble de rango de variación) (Tabla 39). Así pues, vuelven a darse diferencias significativas entre ambos territorios ($p=0,0001$) y un alto poder discriminante del parámetro.

III.3.37. Parámetro: NS (%)

El parámetro nitrógeno superficial dista mucho de asemejarse a una distribución normal. La gran concentración de valores en torno a 0,40 y la presencia de algunos muy superiores (hasta de casi el 2%), provocan un coeficiente de variación muy elevado (63%) y la falta de ajuste a la normalidad.

En paralelo a lo expuesto para MO y MOS, la cuenca del Duero es el territorio con menores contenidos medios y mínimos de nitrógeno en superficie. El rango de variación es en dicha agrupación territorial menos de la mitad que en la B, donde alcanza casi dos puntos porcentuales (Tabla 40).

El poder discriminante es moderado, por lo que pueden establecerse diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,0043$), siendo los contenidos de NS superiores en la agrupación territorial B.

Tabla 40. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros NS y CNS. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	NS (%)					CNS				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
<i>GLOBAL</i>	0,07	0,38	1,98	1,91	100,0	3,10	9,44	18,02	14,92	100,0
<i>AGRUPACIÓN A</i>	0,07	0,32	0,94	0,87	81,0	3,10	8,82	15,80	12,70	76,8
<i>AGRUPACIÓN B</i>	0,08	0,44	1,98	1,90	96,0	4,21	10,18	18,02	13,81	92,3
	Test de comparación de medias				DM	Test de comparación de medias				DM
	t	-2,9092	p	0,0043		t	-3,3862	p	0,0010	
	Intervalos		N	%	Intervalos		N	%		
	<i>NS<0,1</i>		7	5,83	<i>CNS<6</i>		3	2,50		
	<i>0,1≤NS<0,3</i>		44	36,67	<i>6≤CNS<8</i>		24	20,00		
	<i>0,3≤NS<0,5</i>		49	40,83	<i>8≤CNS<10</i>		47	39,17		
	<i>0,5≤NS<0,7</i>		12	10,00	<i>10≤CNS<12</i>		34	28,33		
	<i>0,7≤NS</i>		8	6,67	<i>12≤CNS</i>		12	10,00		

III.3.38. Parámetro: CNS

Es remarcable que CNS, deducido de MOS y NS (parámetros alejados de la normalidad), se adhiere notablemente a la distribución normal. Su coeficiente de variación es modesto (24%).

Es igualmente destacable que el 90% de las parcelas estudiadas poseen un CNS menor de 12, por lo que puede inferirse que ese amplio colectivo el humus será muy estable, del tipo *mull* cálcico.

De las 12 parcelas con $CNS>12$, nueve se encuentran en las altas parameras ibéricas de Cuenca, Guadalajara, Soria, Teruel y Valencia (Rincón de Ademuz). Tan sólo dos (El Burgo de Osma y Valdeavellano de Ucero) aparecen fuera de este ámbito geográfico, sobre terrenos silíceos de raña pliocénica; el resto lo hacen sobre distintos materiales carbonatados (caliza en masa, calizas margosas y dolomías).

Al igual que en el caso de los parámetros de los que se deriva CNS, son significativas las diferencias entre agrupaciones territoriales ($p=0,0010$), ostentando la agrupación territorial B mayores relaciones carbono-nitrógeno por término medio.

III.3.39. Parámetro: CAC (%)

La distribución del parámetro carbonatos activos no se ajusta aceptablemente a una normal. Más de un 50% de las observaciones adoptan valores menores del 10%,

mientras que el límite superior se extiende hasta casi el 66% (Tabla 41). Por ello su asimetría aumenta considerablemente y el coeficiente de variación se dispara (94%).

Este patrón viene marcado por la existencia de un colectivo de 18 parcelas, distribuidas por todo el territorio muestreado, con $CAC < 1$. De hecho, como se comentará más adelante (III.5.3.2), más de la mitad de los perfiles estudiados se encuentran total o fuertemente descarboxatados. En contraste, existen hasta cuatro parcelas con más de un 40% de carbonatos activos.

Las diferencias regionales del parámetro son muy escasas. De hecho, su capacidad discriminante es de las más reducidas de todos los parámetros edáficos y edafoclimáticos, por lo que no es posible establecer diferencias significativas entre grupos territoriales ($p=0,6175$).

Tabla 41. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros CAC y SF. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	CAC (%)					SF (mm)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	0,00	13,28	55,85	55,85	100,0	53,2	146,9	291,0	237,8	100,0
AGRUPACIÓN A	0,00	13,80	52,67	52,67	100,0	53,2	143,5	270,7	217,5	100,0
AGRUPACIÓN B	0,00	12,65	55,85	55,85	98,3	62,0	151,0	291,0	229,0	93,6
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				
t 0,5008					0,079	t -0,8735				
p 0,6175						p 0,3842				
Intervalos						Intervalos				
N						N				
%						%				
<i>CAC=0</i>					10 8,33	<i>SF<75</i>				
<i>0<CAC<5</i>					31 25,83	<i>75≤SF<125</i>				
<i>5≤CAC<15</i>					33 27,50	<i>125≤SF<175</i>				
<i>15≤CAC<30</i>					34 28,33	<i>175≤SF<225</i>				
<i>30≤CAC</i>					12 10,00	<i>225≤SF</i>				

III.3.40. Parámetro: SF (mm)

El primer parámetro edafoclimático se adhiere perfectamente a la distribución normal. Presenta además un coeficiente de variación moderado, el 32%.

Los valores medios más altos se dan en la agrupación territorial B (en Los Monegros, Aragón). El extremo inferior (menos de 60 mm) lo encontramos sendas parcelas castellano-leonesas (agrupación territorial A), una de ellas la de mayor CRA calculada (Espinosa de Cervera, Burgos) y otra con un valor de este parámetro también elevado, acompañado de altas precipitaciones (Crémenes, León).

El parámetro presenta gran eurioicidad en todo el territorio, fruto de la conjunción de lo anteriormente comentado con la existencia de un buen número de parcelas sobre suelos muy someros (asentados en calizas duras cretácicas, principalmente) y por tanto de muy baja capacidad de retención de agua (por ejemplo, Lodares de Osma, Torremocha de Ayllón, ambas en Soria, o las de Albarracín o Valbona, en Teruel).

En cualquier caso las diferencias regionales son mínimas, lo que se refleja en el bajo poder discriminante del parámetro y en la falta de significancia del test de comparación de medias ($p=0,3842$).

III.3.41. Parámetro: ETRM (mm)

Este parámetro también se ajusta muy estrechamente a la distribución normal. Sus valores de sesgo y curtosis son muy reducidos y, aunque se aprecia cierta tendencia a darse valores por debajo de la media, su coeficiente de variación es del 9%.

Las once parcelas con menor ETRM se localizan íntegramente en la cuenca del Duero, la mayoría de ellas (9) ubicadas en parameras constituidas por calizas duras. Otra de ellas es la parcela de Mirantes de Luna (León), ya citada en varias ocasiones, sobre un suelo esquelético y en abrupta pendiente (74%). De las diez con mayor ETRM, seis vuelven a ubicarse en la agrupación territorial A, esta vez sobre sustratos muy arcillosos, carbonatados o no.

No son de destacar diferencias en cuanto a los valores medios por agrupaciones territoriales ($p=0,2090$), pero sí en cuanto a la eurioicidad del parámetro: dentro de la moderada estenoicidad general, ETRM destaca en la agrupación territorial A por ser menos estricto, tal y como se ha mostrado en el párrafo anterior. Así pues, la capacidad discriminante de la evapotranspiración real máxima es aún más reducida que la de SF.

Tabla 42. Comparación de hábitats por agrupación territorial para los parámetros ETRM y DRENJ. Tabla de frecuencias. %hab: porcentaje del hábitat central (global) que ocupa el de cada agrupación territorial. DM: distancia de Mahalanobis.

	ETRM (mm)					DRENJ (mm)				
	mín.	media	máx	rango	% hab	mín.	media	máx	rango	% hab
GLOBAL	374,2	490,9	577,4	203,3	100,0	0,0	151,8	760,1	760,1	100,0
AGRUPACIÓN A	374,2	486,3	577,4	203,3	100,0	0,0	173,8	760,1	760,1	96,9
AGRUPACIÓN B	423,0	496,3	562,0	139,0	69,5	0,0	125,9	355,0	355,0	95,1
Test de comparación de medias					DM	Test de comparación de medias				DM
t					0,093	t				0,233
-1,2633					p	2,0120				p
0,2090						0,0465				
Intervalos					N	Intervalos				N
%						%				
ETRM<400					3	DRENJ=0				17
400≤ETRM<450					2,50	0<DRENJ<50				14,17
450≤ETRM<500					18	50≤DRENJ<200				10,83
500≤ETRM<550					42	200≤DRENJ<350				43,33
550≤ETRM					35,00	350≤DRENJ				25,00
					47					8
					39,17					6,67
					10					
					8,33					

III.3.42. Parámetro: DRENJ (mm)

La distribución de este parámetro se aleja netamente de la normal como consecuencia de la existencia de 20 parcelas con drenaje calculado nulo y simultáneamente presencia de observaciones muy por encima de la media. El coeficiente de variación es, por consiguiente, muy elevado (86%).

Las mencionadas 20 parcelas con drenaje nulo se distribuyen por todo el territorio muestreado, si bien faltan en las altas parameras de la ecorregión Duriense. En el extremo opuesto, las tres parcelas con drenaje superior a 400 mm se ubican en dicha ecorregión destacando la famosa parcela leonesa de Mirantes de Luna, donde la conjunción una generosa precipitación y un suelo esquelético propician un drenaje muy fuerte (760 mm anuales).

Las diferencias entre territorios sí son ahora significativas ($p=0,0465$). En la agrupación territorial A los suelos de los sabinars drenan como media casi 50 l/m²/año; además, la agrupación territorial B presenta una notable mayor estenoicidad que la A, siendo el rango de variación del parámetro de esta última más del doble que el de aquella.

III.4. Análisis sintético de todos los parámetros.

III.4.1. Resumen del análisis individual de parámetros.

La capacidad discriminante de los parámetros estudiados se refleja en la Tabla 43, en orden decreciente:

Tabla 43. Capacidad discriminante (distancia de Mahalanobis) entre agrupaciones territoriales de los parámetros analizados. Entre paréntesis, grupo al que pertenece el parámetro (F: fisiográficos; C: climáticos; E: edáficos y edafoclimáticos). *: diferencias significativas entre agrupaciones territoriales ($p < 0,05$)

PARAM.	dist	PARAM.	dist	PARAM.	dist	PARAM.	dist	PARAM.	dist
PVER	1,184 (C)*	CNS	0,626 (E)*	DEF	0,402 (C)*	PEND	0,182 (F)	PHA	0,104 (E)
ALTI	1,164 (F)*	PINV	0,550 (C)*	VHMA	0,384 (F)*	ISEQ	0,181 (C)	ETRM	0,093 (E)
TINV	0,964 (C)*	NS	0,538 (E)*	ETP	0,356 (C)	SF	0,161 (E)	POTO	0,090 (C)
DSEQ	0,868 (C)*	TANU	0,523 (C)*	IH	0,338 (C)	TF	0,156 (E)	CAC	0,079 (E)
VERN	0,856 (C)*	PPRI	0,521 (C)*	TEST	0,296 (C)	OSCI	0,153 (C)	PHK	0,059 (E)
MOS	0,772 (E)*	RUGO	0,458 (F)*	TTOP	0,275 (F)	LIM	0,138 (E)	CRA	0,054 (E)
MO	0,723 (E)*	SUP	0,451 (C)*	INSO	0,263 (F)	PNDE	0,134 (F)		
VHME	0,688 (F)*	ARE	0,415 (E)*	PANU	0,248 (C)	PER	0,131 (E)		
HE	0,644 (E)*	ARC	0,407 (E)*	DRENJ	0,233 (E)*	RESG	0,120 (F)		

De la capacidad discriminante y el test de comparación de medias de los distintos parámetros pueden destacarse los siguientes aspectos:

- En términos generales, los parámetros climáticos presentan más capacidad discriminante entre los territorios considerados, sin que haya un claro predominio de los parámetros térmicos, pluviométricos o hídricos.
- Dentro de los parámetros edáficos, los relativos a las características bioquímicas del suelo resultan más definitorios de los grupos territoriales.
- Por término medio, en la agrupación territorial A se dan los sabinars de menor altitud y menos complejo desde un punto de vista fisiográfico. Sin embargo, la pendiente no es criterio significativo para separar ambos territorios.
- Por otro lado, en la agrupación territorial B es notable la tendencia de los sabinars a ubicarse en localizaciones expuestas a barlovento de los vientos húmedos, fundamentalmente provenientes del Mediterráneo.
- En general, los sabinars de la agrupación territorial A son más húmedos y fríos que los de la B, pero en éstos la distribución de la precipitación a lo largo del año es más homogénea, lo que propicia a su vez tanto menores déficits como menores superávits.
- En la agrupación territorial B son más frecuentes los suelos muy húmidos y con mayores concentraciones de nitrógeno superficial, así como los más arcillosos.

III.4.2. Análisis de correlación

Como paso previo al análisis de correlación ha sido necesario realizar las transformaciones oportunas para que todos los parámetros se ajusten razonablemente bien a la distribución normal. En la Tabla 44 se especifican dichas transformaciones; la extrema asimetría de RESG (el 70% de las observaciones presentaron menos de un 5% de varianza esférica) malogró todo intento por encontrar una transformación apropiada.

Tabla 44. Transformaciones realizadas en los parámetros con el fin de conseguir su adherencia a la distribución normal

PAR.	TRANSF.	PAR.	TRANSF.	PAR.	TRANSF.
<i>PEND</i>	$\ln(\text{PEND}+0,5)$	<i>PPRI</i>	$\ln(\text{PPRI})$	<i>PHK</i>	$(0.1 \cdot \text{PHK})^8$
<i>PNDE</i>	$\ln(\text{PNDE}+0,5)$	<i>POTO</i>	$\ln(\text{POTP})$	<i>MO</i>	$\text{MO}^{0.5}$
<i>RESG</i>	-	<i>SUP</i>	$\ln(\text{SUP})$	<i>MOS</i>	$\text{MOS}^{0.5}$
<i>RUGO</i>	$\ln(\text{PEND})$	<i>IH</i>	$(\text{IH}+20)^{0.25}$	<i>NS</i>	$\text{NS}^{0.5}$
<i>PANU</i>	$\ln(\text{PANU})$	<i>ISEQ</i>	$\text{ISEQ}^{0.5}$	<i>CAC</i>	$\text{CAC}^{0.5}$
<i>PINV</i>	$\ln(\text{PINV})$	<i>PHA</i>	$(0.1 \cdot \text{PHA})^8$	<i>DRENJ</i>	$\text{DRENJ}^{0.5}$

De la Tabla 45 a la Tabla 49 se detallan los coeficientes de correlación lineal de Pearson entre pares de los parámetros ecológicos estudiados, siempre que sean significativos con un nivel del 99%. Además, se han resaltado los coeficientes superiores a 0,80 en valor absoluto.

La mayoría de las correlaciones significativas encontradas son totalmente esperables y consecuencia de la propia definición de los parámetros. Aún así, es de destacar la masiva e intensa correlación existente entre parámetros climáticos a excepción de *VERN* y en menor medida *PVER*, lo que delata que *Juniperus thurifera* en Castilla y León se distribuye por un territorio cuyo patrón climático es único, gobernado por una fuerte correlación negativa entre el régimen pluviométrico y el térmico; en otras palabras, en el área estudiada, las estaciones más frías son también las más lluviosas y viceversa.

Tabla 45. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre parámetros fisiográficos, con un nivel de significación superior al 99%. En negrita se resaltan los coeficientes mayores de 0,80 en valor absoluto. Los códigos de parámetros precedidos por una *T* indican que se ha empleado su expresión transformada (véase Tabla 44).

	<i>TPEND</i>	<i>TPNDE</i>	<i>INSO</i>	<i>TTOP</i>	<i>TRUGO</i>	<i>VHME</i>	<i>VHMA</i>
<i>ALTI</i>							
<i>TPEND</i>		0,77			0,71		
<i>TPNDE</i>					0,81		
<i>INSO</i>				0,77			
<i>TTOP</i>							
<i>TRUGO</i>							
<i>VHME</i>							0,47

Tabla 46. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre parámetros climáticos, con un nivel de significación superior al 99%. En negrita se resaltan los coeficientes mayores de 0,80 en valor absoluto. Los códigos de parámetros precedidos por una *T* indican que se ha empleado su expresión transformada (véase Tabla 44).

	<i>TPINV</i>	<i>TPPRI</i>	<i>PVER</i>	<i>TPOTO</i>	<i>TANU</i>	<i>TEST</i>	<i>TINV</i>	<i>OSCI</i>	<i>ETP</i>	<i>TSUP</i>	<i>DEF</i>	<i>TIH</i>	<i>DSEQ</i>	<i>TISEQ</i>	<i>VERN</i>
<i>TPANU</i>	0,95	0,96	0,31	0,96	-0,73	-0,61	-0,78	0,27	-0,71	0,96	-0,63	0,95	-0,27	-0,53	-0,48
<i>TPINV</i>		0,95		0,85	-0,68	-0,52	-0,82	0,40	-0,65	0,99	-0,44	0,94		-0,36	-0,62
<i>TPPRI</i>				0,88	-0,65	-0,50	-0,78	0,29	-0,61	0,94	-0,49	0,90		-0,37	-0,60
<i>PVER</i>				0,40	-0,51	-0,63		-0,39	-0,57		-0,87	0,31	-0,90	-0,82	0,61
<i>TPOTO</i>					-0,65	-0,58	-0,64		-0,64	0,87	-0,67	0,88	-0,39	-0,58	-0,41
<i>TANU</i>						0,96	0,93		0,99	-0,74	0,83	-0,84	0,59	0,78	
<i>TEST</i>							0,79	0,39	0,97	-0,58	0,89	-0,73	0,74	0,86	
<i>TINV</i>									0,89	-0,85	0,61	-0,88	0,29	0,56	
<i>OSCI</i>										0,35	0,37		0,52	0,36	-0,60
<i>ETP</i>										-0,70	0,87	-0,83	0,65	0,83	
<i>TSUP</i>											-0,50	0,97		-0,44	-0,57
<i>DEF</i>												-0,68	0,87	0,94	-0,32
<i>TIH</i>													-0,31	-0,63	-0,37
<i>DSEQ</i>														0,89	-0,55
<i>TISEQ</i>															-0,36

Tabla 47. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre parámetros edáficos, con un nivel de significación superior al 99%. En negrita se resaltan los coeficientes mayores de 0,80 en valor absoluto. Los códigos de parámetros precedidos por una *T* indican que se ha empleado su expresión transformada (véase Tabla 44).

	<i>ARE</i>	<i>LIM</i>	<i>ARC</i>	<i>PER</i>	<i>HE</i>	<i>CRA</i>	<i>TPHA</i>	<i>TPHK</i>	<i>TMO</i>	<i>TMOS</i>	<i>TNS</i>	<i>CNS</i>	<i>TCAC</i>
<i>TF</i>	0,443	-0,468			-0,543	0,875			-0,621	-0,459	-0,505		
<i>ARE</i>		-0,697	-0,572	0,427	-0,914			0,309	-0,634	-0,600	-0,583		
<i>LIM</i>					0,545	-0,378			0,591	0,549	0,580		0,309
<i>ARC</i>				-0,693	0,628	0,261		-0,490					-0,239
<i>PER</i>					-0,324			0,291					
<i>HE</i>							-0,279	-0,416	0,821	0,751	0,725	0,279	
<i>CRA</i>									-0,434	-0,278	-0,325		
<i>TPHA</i>								0,885					0,549
<i>TPHK</i>									-0,240				0,568
<i>TMO</i>										0,949	0,909	0,372	
<i>TMOS</i>											0,923	0,467	
<i>TNS</i>													
<i>CNS</i>													

Sin embargo *VERN*, evaluador de la mediterraneidad, no se encuentra correlacionado fuertemente con ningún otro parámetro climático, siendo las precipitaciones estacionales (salvo la precipitación otoñal) y *OSCI* los de mayor coeficiente de correlación. De estas últimas, *PVER* el único correlacionado positivamente con *VERN*. Este hecho delata la importancia que el gradiente mediterraneidad-continentalidad tiene en los sabinars albares españoles, como más adelante se discutirá.

Tabla 48. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre los parámetros fisiográficos y edafoclimáticos y el resto, con un nivel de significación superior al 99%. En negrita se resaltan los coeficientes mayores de 0,80 en valor absoluto. Los códigos de parámetros precedidos por una *T* indican que se ha empleado su expresión transformada (véase Tabla 44).

	<i>ALTI</i>	<i>TPEND</i>	<i>TPNDE</i>	<i>INSO</i>	<i>TTOP</i>	<i>TRUGO</i>	<i>VHME</i>	<i>VHMA</i>	<i>SF</i>	<i>ETRM</i>	<i>TDRENJ</i>
<i>TPANU</i>	0,48			0,25					-0,36		0,89
<i>TPINV</i>	0,31								-0,35		0,87
<i>TPPRI</i>	0,29								-0,30		0,87
<i>PVER</i>	0,83								-0,29		
<i>TPOTO</i>	0,55			0,24					-0,31		0,84
<i>TANU</i>	-0,68								0,46		-0,68
<i>TEST</i>	-0,73								0,47		-0,56
<i>TINV</i>	-0,46								0,40		-0,75
<i>OSCI</i>		-0,26	-0,28								0,26
<i>ETP</i>	-0,74								0,46		-0,66
<i>TSUP</i>	0,37								-0,36		0,89
<i>DEF</i>	-0,87								0,43		-0,55
<i>TIH</i>	0,55			0,24					-0,43		0,88
<i>DSEQ</i>	-0,81	-0,27	-0,28						0,27		
<i>TISEQ</i>	-0,84								0,40		-0,50
<i>VERN</i>	0,38										-0,45
<i>TF</i>	-0,37								-0,48	0,74	-0,56
<i>ARE</i>	-0,44										-0,41
<i>LIM</i>	0,27	0,28	0,29			0,27				-0,39	0,30
<i>ARC</i>	0,29					-0,24			-0,41	0,38	
<i>PER</i>		0,26				0,27			0,31	-0,30	
<i>HE</i>	0,54										0,43
<i>CRA</i>									-0,64	0,85	-0,46
<i>TPHA</i>											
<i>TPHK</i>	-0,35										-0,26
<i>TMO</i>	0,57									-0,31	0,38
<i>TMOS</i>	0,57										0,33
<i>TNS</i>	0,48									-0,26	0,35
<i>CNS</i>	0,35								-0,28	0,25	
<i>TCAC</i>											-0,24
<i>SF</i>	-0,33									-0,84	
<i>ETRM</i>											-0,39

Tabla 49. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre parámetros climáticos y edáficos, con un nivel de significación superior al 99%. En negrita se resaltan los coeficientes mayores de 0,80 en valor absoluto. Los códigos de parámetros precedidos por una *T* indican que se ha empleado su expresión transformada (véase Tabla 44).

	<i>TF</i>	<i>ARE</i>	<i>LIM</i>	<i>ARC</i>	<i>PER</i>	<i>HE</i>	<i>CRA</i>	<i>TPHA</i>	<i>TPHK</i>	<i>TMO</i>	<i>TMOS</i>	<i>TNS</i>	<i>CNS</i>	<i>TCAC</i>
<i>TPANU</i>	-0,26	-0,44		0,33		0,43		-0,24	-0,30	0,31	0,33	0,31		-0,26
<i>TPINV</i>		-0,32		0,29		0,31			-0,26					-0,24
<i>TPPRI</i>		-0,36		0,27		0,32								
<i>PVER</i>	-0,25	-0,43	0,29	0,25		0,50			-0,27	0,52	0,53	0,46	0,30	
<i>TPOTO</i>	-0,27	-0,49	0,28	0,35		0,49		-0,26	-0,33	0,38	0,39	0,36		-0,26
<i>TANU</i>	0,33	0,39	-0,31			-0,38			0,26	-0,35	-0,36	-0,34		
<i>TEST</i>	0,30	0,41	-0,34			-0,41			0,28	-0,38	-0,39	-0,36		
<i>TINV</i>	0,29	0,30				-0,27						-0,24		
<i>OSCI</i>														
<i>ETP</i>	0,35	0,40	-0,31			-0,41			0,28	-0,39	-0,39	-0,36		
<i>TSUP</i>	-0,25	-0,36		0,29		0,35			-0,27		0,25			
<i>DEF</i>	0,35	0,50	-0,35	-0,28		-0,53			0,32	-0,51	-0,51	-0,46	-0,26	
<i>TIH</i>	-0,30	-0,41		0,31		0,41			-0,30	0,32	0,34	0,30		-0,24
<i>DSEQ</i>	0,29	0,44	-0,36			-0,49			0,28	-0,51	-0,51	-0,47		
<i>TISEQ</i>	0,36	0,46	-0,32	-0,26		-0,51			0,33	-0,51	-0,50	-0,43	-0,26	
<i>VERN</i>														

Por el contrario, las correlaciones entre parámetros fisiográficos son mucho menos numerosas y más débiles, y todas ellas esperables, como por ejemplo las existentes entre *PEND*, *PNDE* y *RUGO*, entre *INSO* y *TTOP* o entre *VHME* y *VHMA*. No existe correlación positiva entre *ALT* y *PND*, lo que advierte de la presencia de estaciones muy llanas a gran altitud (zonas de páramo, por ejemplo en la sierra de Cabrejas, Soria, parcela 59, o en Judes, parcela 18) o, por el contrario, sobre fuertes pendientes en las zonas bajas (como en las cuestas del Cerrato, parcelas 11 ó 12).

Por otro lado, la correlación encontrada entre *INSO* y dos parámetros pluviométricos es muy débil, lo cual no justifica pensar que exista una cierta tendencia a que la especie se refugie en las umbrías en las estaciones más secas.

Las relaciones entre parámetros edáficos resultan, en general, esperables, como es el caso de las existentes entre *MO*, *MOS* y *NS*, entre *TF* y *CRA* o entre *PHA* y *PHK*. Otras, sin embargo, anuncian la existencia de gradientes, como se expone en el siguiente apartado, poco obvios. Así, *TF* y *ARE* (correlacionados significativamente y positivamente) presentan correlación negativa con *MO*, *MOS* y *NS*, los cuales, a su vez muestran una moderada relación positiva con los parámetros pluviométricos y negativa con los termométricos, es decir, existe tendencia a que los suelos más húmidos y más pedregosos se den en localidades más frías y lluviosas.

El resto de las correlaciones entre parámetros edáficos y climáticos son de parecida intensidad a las mencionadas en el párrafo anterior, si bien son destacables las débiles o ausentes correlaciones de los tres parámetros relacionados con la acidez del suelo (*PHA*, *PHK*, *CAC*) con los climáticos. Lo análogo ocurre con dos de los parámetros evaluadores de la permeabilidad del suelo, *ARC* (correlaciones muy débiles) y *PER* (correlaciones ausentes).

Los parámetros edafoclimáticos evidencian fuertes correlaciones entre *ETRM* y *SEQF* pero más débil con *DRENJ* (o incluso inexistentes, como con *SEQF*). Por otra parte, es destacable que mientras *DRENJ* registra fuertes correlaciones con todos los parámetros pluviométricos y térmicos salvo *PVER*, ninguno de ellos lo hace con el resto de los edafoclimáticos; por el contrario, estos últimos sí muestran correlaciones significativas con muchos de los parámetros edáficos, especialmente con *TF* y *CRA*.

III.4.3. Análisis de componentes principales

Desde un punto de vista cualitativo los resultados expuestos en el apartado anterior justifican sobradamente a nuestro juicio el empleo de técnicas de reducción de la dimensionalidad. Para apoyar esta afirmación desde un punto de vista cuantitativo se detallan (Tabla 50) los resultados del test de esfericidad de Barlett y el índice *KMO* tanto para el conjunto de los parámetros como para cada grupo independientemente.

Tabla 50. Prueba de esfericidad de Barlett e índice de Kaiser-Meyer-Olkin (*KMO*).

Grupo parámetros	Esfericidad			KMO
	χ^2	gdl	p	
<i>Fisiográficos</i>	388,23	28	0,000	0,628
<i>Climáticos</i>	6461,46	120	0,000	0,741
<i>Edáficos</i>	5966,94	91	0,000	0,652
<i>Edafoclimáticos</i>	239,22	3	0,000	0,311
TODOS	14334,48	820	0,000	0,6603

El test de esfericidad permite rechazar con toda certeza y en todos los casos la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones sea la matriz identidad. Por su parte, el índice *KMO*, que compara las magnitudes de los coeficientes de correlación con las de los coeficientes de correlación parciales, arroja unos valores que permiten calificar la idoneidad de nuestros datos como buena para los climáticos, mediana para los fisiográficos, mediocre para los edáficos y baja para los edafoclimáticos; para el global paramétrico la calificación es mediana y por lo tanto muy alejada de lo que se considera inaceptable (menos de 0,5).

Por otro lado, un aspecto trascendente a la hora de plantear un análisis de componentes principales (ACP) lo constituye la proporción entre observaciones y variables. Según HAIR *et al.* (1999), dicha relación no debe bajar de cinco, por lo que al contar con 120 puntos de muestreo no resulta recomendable realizar el análisis sobre más de 24 variables. Por ello, se ha abordado la reducción dimensional para cada grupo de parámetros independientemente, dado que el más numeroso de ellos integra 16 variables. Estos mismos autores recomiendan, para nuestro tamaño muestral, no considerar como significativas cargas factoriales inferiores a 0,55 (se corresponde con un nivel de significación del 5% y una potencia del 80%). Así mismo, en todos los casos se han empleado las variables transformadas siempre que fuera necesario, excluyendo el parámetro cuya extrema asimetría no pudo corregirse (*RESG*). Como es natural, todos los cálculos se han realizado con las variables estandarizadas.

Los resultados correspondientes a los parámetros fisiográficos se resumen en la Tabla 51 y la Figura 19. Además, en la Figura 20 se proyectan los parámetros sobre los dos primeros planos factoriales así como el círculo de equilibrio, el cual evalúa la contribución de cada variable a la formación del espacio reducido (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Este círculo tiene por radio $\sqrt{d/p}$, donde d es la dimensión del espacio reducido representado (en este caso, un plano) y p es el número de variables (parámetros) implicados en el análisis; cuando la proyección de una variable en ese espacio reducido sea mayor que el círculo de equilibrio se concluye que dicha variable contribuye significativamente a la formación de ese plano factorial.

Tabla 51. Comunalidad de los parámetros fisiográficos y matriz factorial para los tres primeros ejes extraídos. Solamente se resaltan comunalidades y cargas significativas, superiores a 0,50 y 0,55, respectivamente, en valor absoluto. Los códigos de parámetros precedidos por una *T* indican que se ha empleado su expresión transformada (véase la Tabla 44).

Pmtro.	Comunalidad	Factor 1	Factor 2	Factor 3
<i>TPNDE</i>	0,8771	0,9313	-0,0781	-0,0613
<i>TRUGO</i>	0,8400	0,9108	0,0507	-0,0882
<i>TPEND</i>	0,8118	0,8997	-0,0409	0,0264
<i>TTOP</i>	0,8724	-0,0744	-0,9290	0,0612
<i>INSO</i>	0,8893	-0,0059	-0,9257	0,1801
<i>VHME</i>	0,6834	0,1274	0,0786	0,8130
<i>VHMA</i>	0,6409	0,0991	0,0562	0,7924
<i>ALTI</i>	0,3350	0,1206	-0,2227	-0,5204

Los tres primeros ejes factoriales, con autovalores mayores que la unidad, dan cuenta del 74,4% de la varianza total, proporcionando una comunalidad superior a 0,5 a todos los parámetros salvo la altitud, siendo especialmente alta para el parámetro *TPNDE*. De la tabla de cargas factoriales (Tabla 51) se desprende que el primer eje presenta altas correlaciones con los tres parámetros relacionados con la escabrosidad del terreno (*PND*, *PNDEXT* y *RUGO*), cuyos vectores proyectados sobre el primer plano factorial muestran módulos mucho mayores que el círculo de equilibrio. El segundo eje se interpreta como un gradiente umbría-solana, mientras que el tercero da cuenta principalmente de la variabilidad asociada a los parámetros *VHME* y *VHMA*. Aunque la correlación entre este último eje y *ALTI* puede considerarse casi significativa (carga=-0,52), la comunalidad de este parámetro con respecto a los tres primeros ejes es muy baja.

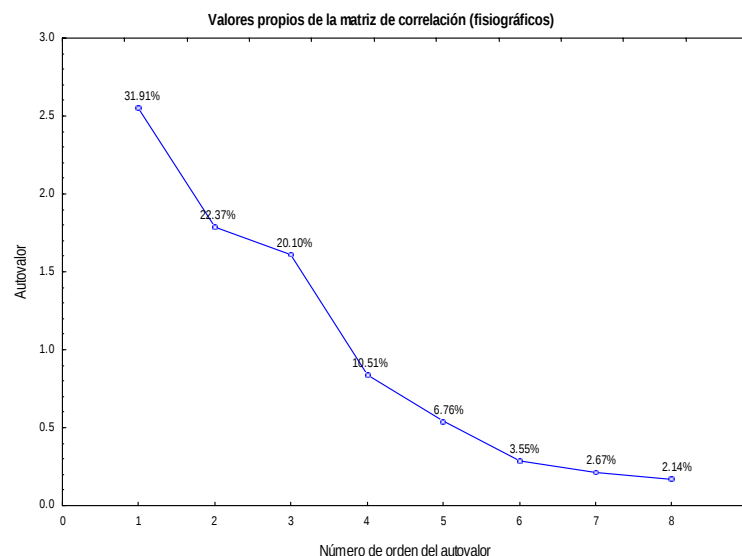


Figura 19. Gráfico de sedimentación de los autovalores extraídos de la matriz de correlación de parámetros fisiográficos. Las cifras incluidas en el gráfico representan el porcentaje de la varianza explicado por cada autovalor.

En segundo lugar se aplicó la técnica ACP sobre el conjunto de parámetros climáticos, cuyo resultado se recapitula en la Tabla 52 y la Figura 21. Las intensas correlaciones existentes entre casi todos los parámetros de este grupo propician que un solo eje recoja más del 60% de la variabilidad climática, correspondiente a un gradiente general humedad-microtermia frente a sequía-macrotermia.

El segundo eje, con el cual ya se alcanzan porcentajes de varianza explicada cercanos al 90%, sintetiza un gradiente de mediterraneidad frente a oceaneicidad, puesto que el parámetro con el que más significativamente se correlaciona es *VERN*, mientras que el segundo es *OSCI*, aunque negativamente correlacionado. Esto último denota la inexistencia de estaciones de clima continental *sensu stricto* (gran amplitud térmica anual y máximo de precipitaciones durante la estación más cálida) en la muestra, y a la vez el carácter *continental*, desde un punto de vista térmico, del clima mediterráneo de la zona de estudio; en otras palabras, donde la sequía estival es más marcada, en general también es mayor la amplitud térmica anual. Por último, todas las variables muestran communalidades superiores al 50%, por lo que puede considerarse como muy bien representadas en este primer plano factorial.

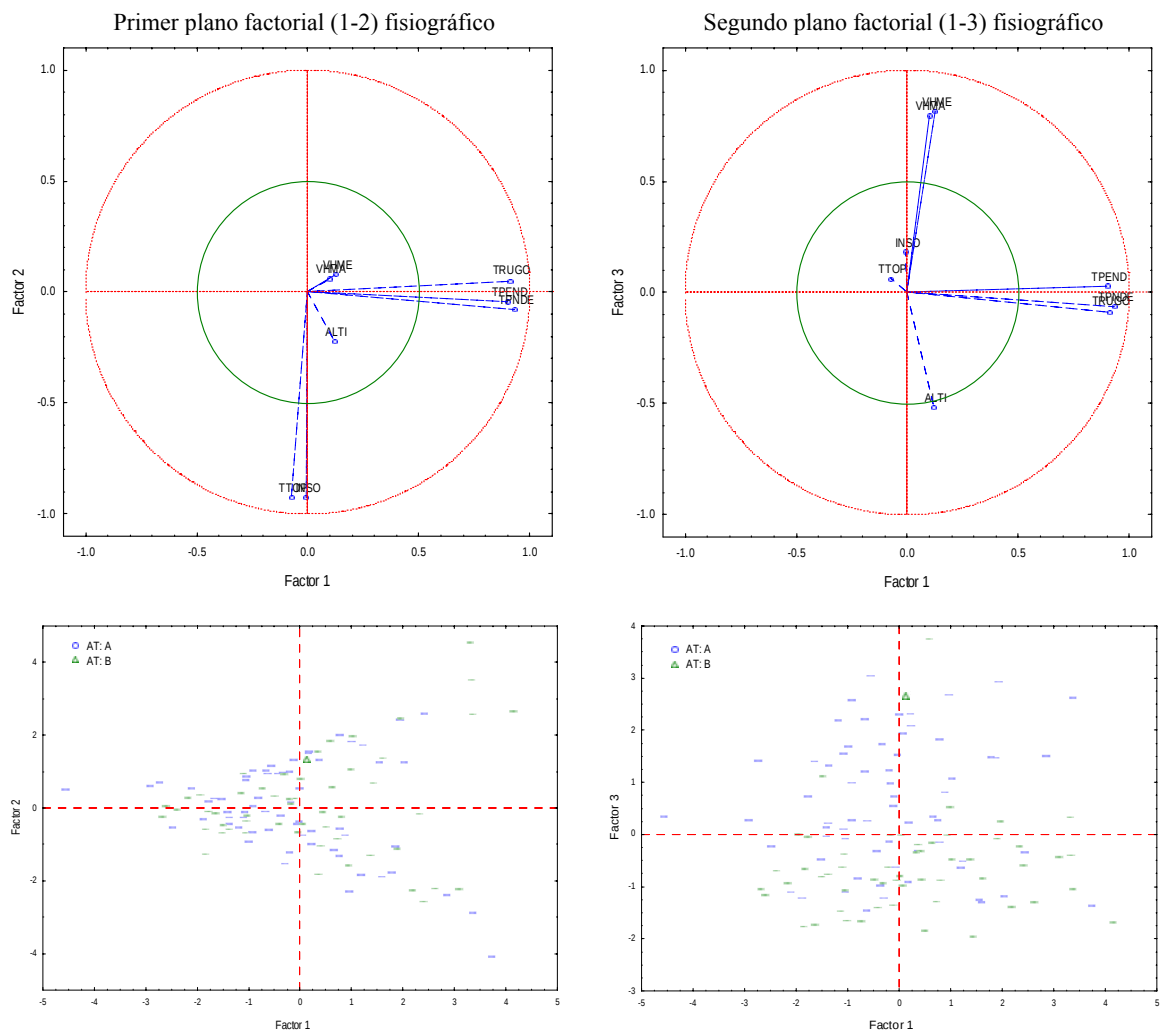


Figura 20. Proyección de los parámetros fisiográficos (arriba) y de las observaciones (abajo), por agrupación territorial (AT) sobre los dos primeros planos factoriales fisiográficos. La circunferencia interior representa el círculo de equilibrio para dos dimensiones y ocho parámetros.

Análogamente a los parámetros fisiográficos, en la Figura 22 se representa la proyección de las variables sobre el plano factorial definido por los dos ejes extraídos, así como el círculo de equilibrio. Todos los parámetros sobrepasan holgadamente el radio de dicho círculo, por lo que se puede concluir que contribuyen significativamente a la formación del espacio reducido. La proyección de las observaciones sobre dicho plano factorial permite determinar tres grupos manifiestamente disjuntos, uno

aproximadamente centrado en el plano factorial y que corresponde casi perfectamente con las estaciones ubicadas en la ecorregión *Duriense* (sólo dos parcelas, las de la Cordillera Cantábrica, se separan de este patrón).

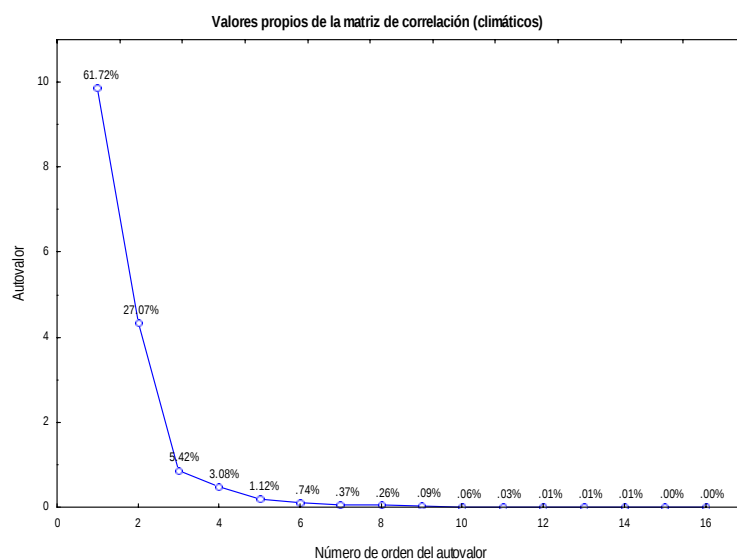


Figura 21. Gráfico de sedimentación de los autovalores extraídos de la matriz de correlación de parámetros climáticos. Las cifras incluidas en el gráfico representan el porcentaje de la varianza explicado por cada autovalor.

Tabla 52. Comunalidad de los parámetros climáticos y matriz factorial para los dos primeros ejes extraídos. Solamente se resaltan comunalidades y cargas significativas, superiores a 0,50 y 0,55, respectivamente, en valor absoluto. Los códigos de parámetros precedidos por una *T* indican que se ha empleado su expresión transformada (véase la Tabla 44).

Pmtro.	Comunalidad	Factor 1	Factor 2
<i>TIH</i>	0,9751	-0,9519	-0,2627
<i>TANU</i>	0,8970	0,9330	-0,1627
<i>ETP</i>	0,9200	0,9306	-0,2324
<i>TPANU</i>	0,9533	-0,9089	-0,3566
<i>TINV</i>	0,8061	0,8820	0,1677
<i>TEST</i>	0,9123	0,8746	-0,3839
<i>TSUP</i>	0,9897	-0,8709	-0,4808
<i>TPOTO</i>	0,8177	-0,8672	-0,2563
<i>DEF</i>	0,9673	0,8527	-0,4901
<i>TPINV</i>	0,9865	-0,8304	-0,5448
<i>TPPRI</i>	0,9245	-0,8267	-0,4910
<i>TISEQ</i>	0,9125	0,7903	-0,5366
<i>VERN</i>	0,8765	0,1531	0,9236
<i>OSCI</i>	0,5886	0,0143	-0,7671
<i>DSEQ</i>	0,8898	0,5651	-0,7553
<i>PVER</i>	0,7985	-0,5341	0,7101

Otro grupo, correspondiente en general a las parcelas del sistema Ibérico en Cuenca y Guadalajara, se ubica en el tercer cuadrante del plano factorial, esto es, en zonas con mediterraneidad muy acusada y tendencia a mayores precipitaciones y bajas temperaturas. En el extremo opuesto, prácticamente todas las observaciones correspondientes a la provincia de Teruel y la vertiente del Ebro en la provincia de Soria presentan una mediterraneidad muy atenuada (valores bajos, en valor absoluto, del índice de Vernet), aunque sin tendencia hacia un extremo u otro del primer eje factorial.

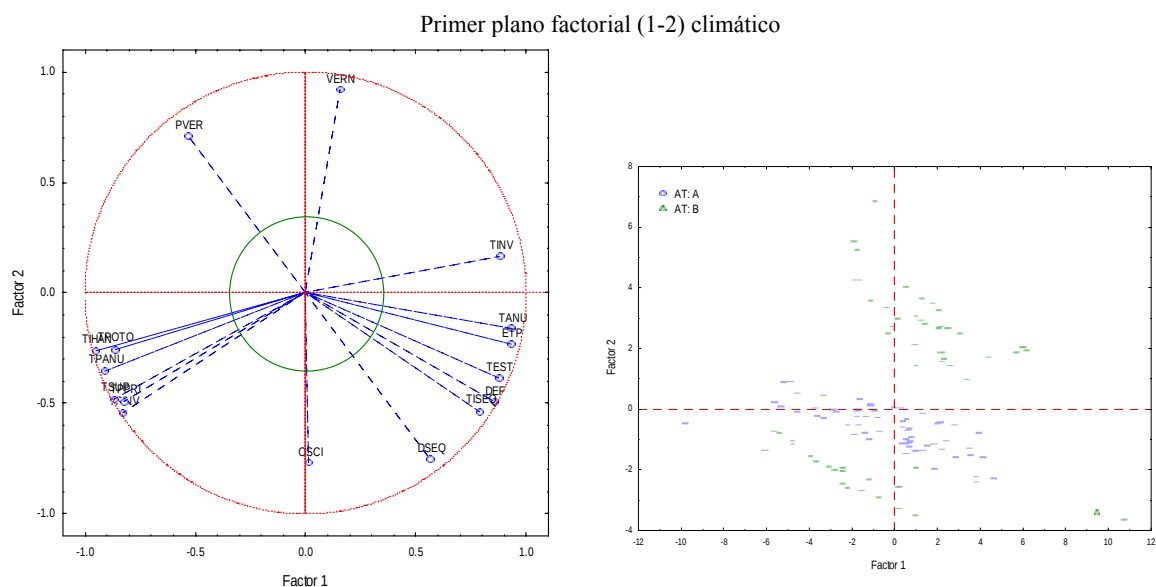


Figura 22. Proyección de los parámetros climáticos (izquierda) y de las observaciones (derecha, por agrupación territorial -AT-) sobre el primer plano factorial climático. La circunferencia interior representa el círculo de equilibrio para dos dimensiones y 16 parámetros.

El bajo número de parámetros edafoclimáticos aconseja que sean analizados conjuntamente con los edáficos, puesto que reducir la dimensionalidad de un grupo de tres parámetros carece de sentido. El resultado del ACP aplicado a ambos tipos de parámetros se sintetiza en la Tabla 53 y la Figura 23. Con los tres primeros factores se explica el 70,1% de la variabilidad, además de representar razonablemente bien a la mayoría de los parámetros (salvo *CNS* y en menor medida *PER*).

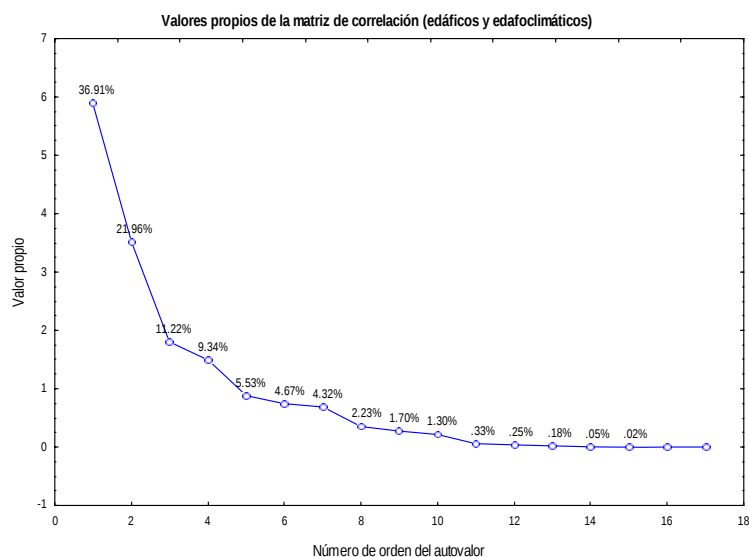


Figura 23. Gráfico de sedimentación de los autovalores extraídos de la matriz de correlación de parámetros edáficos y edafoclimáticos. Las cifras incluidas en el gráfico representan el porcentaje de la varianza explicado por cada autovalor.

El primer gradiente identificado separa los suelos pedregosos con altos contenidos en materia orgánica y nitrógeno, correspondientes en gran parte a las rendzinas poco evolucionadas, frente a aquéllos pobres en arcilla, sin elementos gruesos y con horizontes pobres en materia orgánica incluso en superficie. En segundo lugar puede extraerse un gradiente que marca el mayor o menor contenido en arcilla y como

consecuencia de ello la mayor o menor permeabilidad del perfil, lo que a su vez implica al parámetro *CRA*, estrechamente vinculado con *ARC* y *PER*. Todo esto propicia que dos parámetros edafoclimáticos (*SF* y *ETRM*), fuertemente relacionados con la capacidad de retención de agua del suelo, resulten significativamente correlacionados con este eje. Y por último en tercer lugar encontramos un gradiente relativo a la reacción del suelo, puesto que presenta elevadas correlaciones con los parámetros *CAC*, *PHK* y *PHA*, si bien este último no resulta significativamente representado en el plano factorial (comunalidad ligeramente inferior a 0,5).

Tabla 53. Comunalidad de los parámetros edáficos y edafoclimáticos y matriz factorial para los tres primeros ejes extraídos. Solamente se resaltan comunalidades y cargas significativas, superiores a 0,50 y 0,55, respectivamente, en valor absoluto. Los códigos de parámetros precedidos por una *T* indican que se ha empleado su expresión transformada (véase la Tabla 44).

Pmtro.	Comunalidad	Factor 1	Factor 2	Factor 3
<i>TMO</i>	0,8766	0,9223	0,0667	0,1465
<i>HE</i>	0,9246	0,8725	0,4037	-0,0202
<i>TMOS</i>	0,8242	0,8438	0,1999	0,2686
<i>TNS</i>	0,7640	0,8431	0,0556	0,2239
<i>TF</i>	0,8347	-0,7915	0,3821	0,2493
<i>ARE</i>	0,7960	-0,7759	-0,4242	-0,1183
<i>LIM</i>	0,7111	0,7023	-0,1650	0,4366
<i>TDRENJ</i>	0,4992	0,5839	-0,0372	-0,3960
<i>SF</i>	0,7253	0,2008	-0,8186	-0,1222
<i>ETRM</i>	0,9303	-0,4707	0,8144	0,2132
<i>ARC</i>	0,7730	0,2586	0,7695	-0,3376
<i>CRA</i>	0,8297	-0,5806	0,6773	0,1840
<i>PER</i>	0,3942	-0,1011	-0,5815	0,2140
<i>TCAC</i>	0,6083	-0,0802	-0,1550	0,7602
<i>TPHK</i>	0,7047	-0,4214	-0,3711	0,6240
<i>TPHA</i>	0,4658	-0,2462	-0,2092	0,6012
<i>CNS</i>	0,2566	0,2534	0,3977	0,1849

En la Figura 24 se presenta la proyección de los parámetros edáficos sobre los dos primeros planos principales, así como los correspondientes círculos de equilibrio. Puede comprobarse que no es posible establecer una clara segregación de las dos agrupaciones territoriales definidas en ninguno de los dos planos factoriales representados, aunque es perceptible la tendencia de las integrantes de la agrupación territorial B a estar ausente del tercer cuadrante del plano factorial 1-3, esto es, de los suelos poco pedregosos y pobres en materia orgánica y carbonatos.

Así pues, con los tres análisis realizados se han podido identificar ocho gradientes ecológicos cuya importancia relativa dentro de cada grupo paramétrico es conocida pero no en el global de los parámetros considerados. Para examinar esta circunstancia se ha efectuado un cuarto ACP sobre el espacio factorial definido por los ocho ejes mencionados. Con ello se pretende más conocer la *intensidad* relativa de cada gradiente con respecto al resto, según su orden de aparición en el espacio reducido, que identificar nuevos factores, ya que esto no arrojaría más luz sobre las condiciones ecológicas de la especie en España sino más bien todo lo contrario.

El resultado sintetizado de este último análisis se presenta en la Tabla 54 y la Tabla 55. Los tres primeros ejes, cuyos autovalores son superiores a la unidad, absorben casi el 60% de la varianza. Además, con estos cinco ejes o factores siete de los ocho gradientes quedan razonablemente bien explicados (comunalidades superiores al 50% en la columna). Sin embargo, no todos ellos alcanzan correlaciones significativas con alguno de los factores extraídos. Así, el segundo gradiente fisiográfico (*insolación*, FISIO2) apenas alcanza una carga de 0,167, mientras que el primero (FISIO1,

escabrosidad) roza lo que se considera significativo (0,538) para el tamaño muestral considerado.

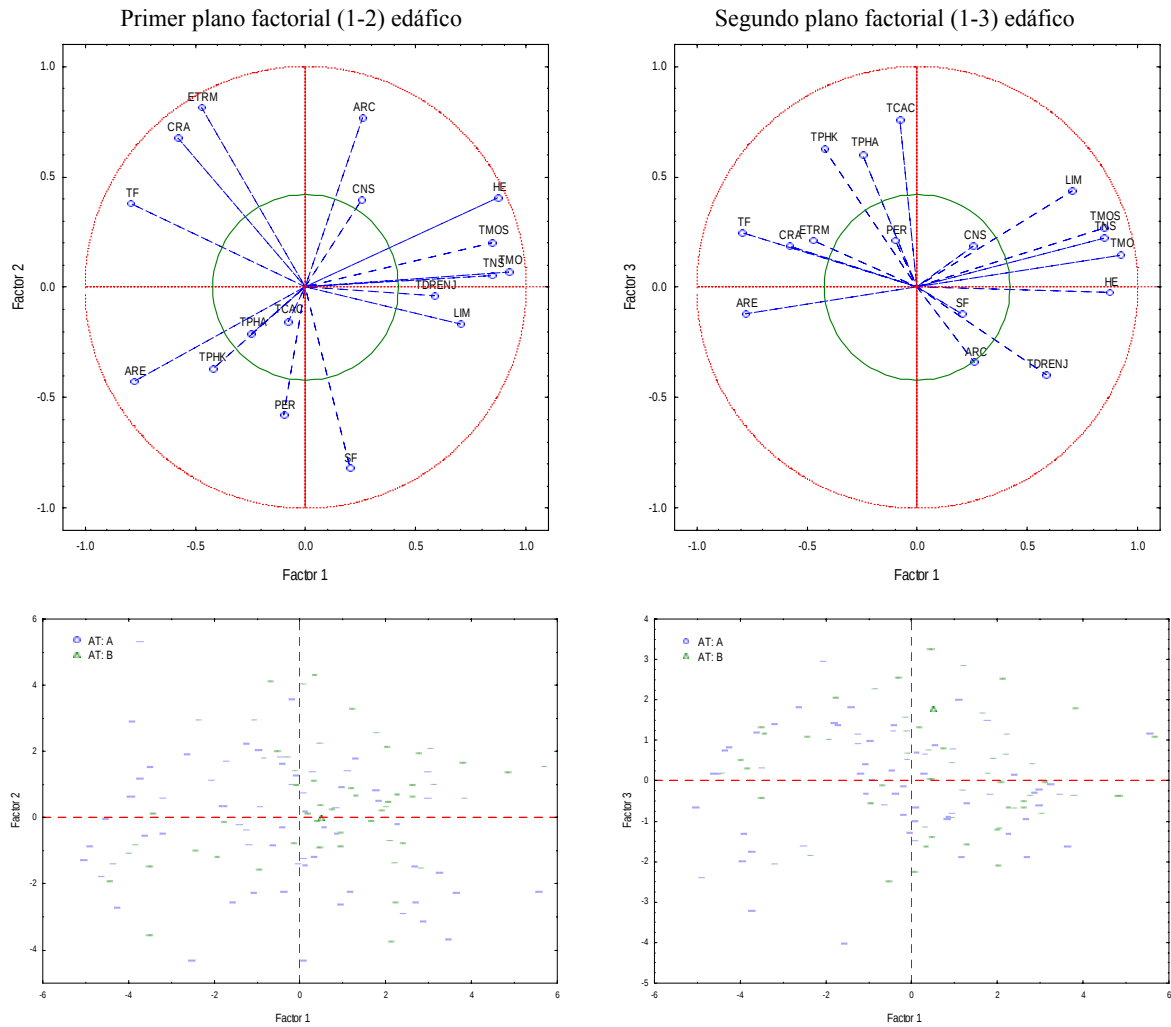


Figura 24. Proyección de los parámetros edáficos y edafoclimáticos (arriba) y de las observaciones (abajo, por agrupación territorial –AT–) sobre los dos primeros planos factoriales edáficos. La circunferencia interior representa el círculo de equilibrio para dos dimensiones y 14 parámetros.

Tabla 54. Autovalores y varianza absorbida por los tres primeros factores extraídos del espacio definido por los ocho gradientes identificados con anterioridad. Los otros cinco autovectores presentaban autovalores inferiores a la unidad.

Factor	Autovalor	Varianza absorbida (%)	Varianza absorbida acumulada (%)
1	1,921	24,0	24,0
2	1,611	20,1	44,1
3	1,211	15,1	59,3

Por el contrario, el primer gradiente climático (CLIMA1, *termopluviométrico*) y el primero edáfico-edafoclimático (EDAF1, *evolución*) se revelan como los de mayor trascendencia al manifestar correlaciones altamente significativas con el primer eje factorial. En segundo lugar, dos gradientes (EDAF3, *reacción del suelo*, y CLIMA2,

mediterraneidad) definen el segundo eje factorial global. Por último, el tercero resulta significativamente correlacionado con otros dos gradientes, a saber, EDAFC2 (*capacidad de retención de agua*) y FISIO3 (*vientos húmedos*).

Tabla 55. Comunalidades y matriz factorial para los tres primeros ejes extraídos del espacio definido por los ocho gradientes identificados con anterioridad (tres fisiográficos, FISIO1-3, dos climáticos, CLIM1-2, y tres edáficos y edafoclimáticos, EDAFC1-3. Se han resaltado únicamente cargas superiores a 0,55, así como comunalidades por encima del 50%.

Pmtro.	Comunalidad	Factor 1	Factor 2	Factor 3
CLIMA1	0,7851	-0,7718	-0,4016	0,1675
EDAFC1	0,6167	0,7019	0,0672	-0,3457
EDAFC3	0,5986	0,0487	-0,7721	-0,0090
CLIMA2	0,5457	0,4195	-0,5793	0,1850
EDAFC2	0,5795	0,3789	0,1896	0,6325
FISIO3	0,6416	-0,4988	0,2841	-0,5587
FISIO1	0,6521	0,2831	-0,5316	-0,5379
FISIO2	0,3233	-0,4259	-0,3376	0,1672

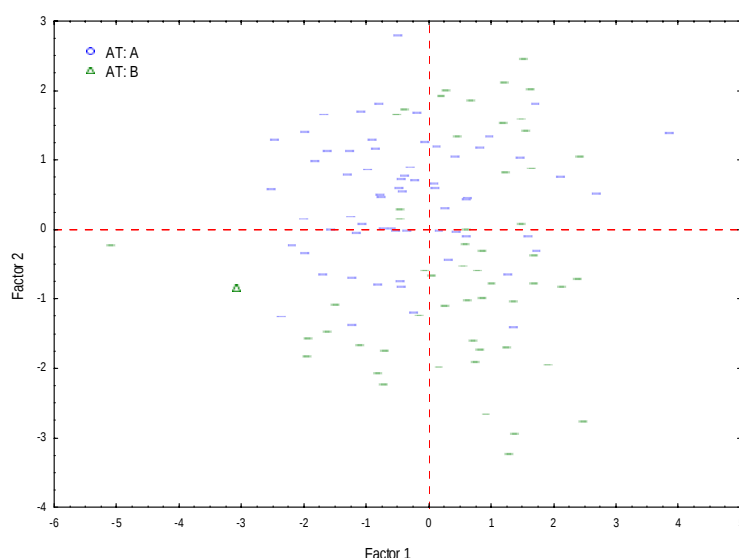


Figura 25. Proyección de las observaciones, por agrupación territorial (AT), sobre el primer plano factorial “global”. Los valores positivos del primer eje corresponden a condiciones más húmedas, más microtérmicas y con suelos menos evolucionados, mientras que los del segundo lo hacen hacia terrenos menos básicos y de mediterraneidad más acusada.

La potente correlación existente entre parámetros climáticos (salvo *VERN*) determina la importancia del primer gradiente climático, que por incluir conjuntamente la variabilidad térmica y de precipitación denominamos *termopluriométrico*. La fuerte interdependencia entre los parámetros relativos al régimen térmico, pluviométrico e hídrico delata la ausencia de diferentes esquemas climáticos en el territorio estudiado, encontrándonos pues ante un modelo único que varía, en un intervalo más bien estrecho, simplemente de más seco y cálido a más frío y húmedo. A título de ejemplo, en Castilla y León es revelador que una especie como *Prunus avium*, de área de distribución casi perfectamente disjunta a la de *J. thurifera*, habite en estaciones de elevada precipitación que en ocasiones coinciden con bajas temperaturas (zonas más elevadas de la orla montañosa) mientras que en otras la situación es más térmica, como en los valles del Alagón, Tiétar o Sil (CISNEROS, 2004). Así mismo, *J. thurifera* está ausente casi por completo en la cuenca del Ebro burgalesa (sólo se conoce una cita en la Bureba, muy cercana al límite con la del Duero) (ALEJANDRE *et al.*, 2006), donde también existen

comarcas de mayor humedad y temperatura. Cabe preguntarse si la especie sería capaz de vegetar en condiciones de mucha mayor aridez y microtermia, ya que no se dan en el área de distribución ibérica de la especie, es decir, en el sentido propuesto por VÁZQUEZ (2005), si el nicho fundamental no sería más amplio si el espacio ambiental efectivo fuera más extenso (y por lo tanto también el nicho potencial). Con las cautelas que deben tomarse a la hora de transferir modelos de hábitat entre distintas regiones (RANDIN *et al.*, 2006), si nos fijamos en el Atlas marroquí, donde sí se dan en algunos puntos ambientes más esteparios (LEMOINE-SÉBASTIAN, 1965), la sabina albar vegeta con dificultad en buena parte de sus estaciones (lo cual es además agravado por la presión antrópica) (BADRI *et al.*, 2004). Este escenario respalda la hipótesis de GAUQUELIN *et al.* (1988) de que *J. thurifera* se encuentra en Marruecos en su límite ecofisiológico, en su extremo evolutivo, a donde los últimos periodos glaciares le habrían permitido llegar pero de donde parece estar siendo expulsado en el contexto climático actual. A ello, además, se unen los resultados obtenidos en el presente trabajo, circunscrito al territorio español, en el que la especie aumenta constantemente su área de distribución gracias a una capacidad de colonización muy notable (ALONSO PONCE & PÉREZ PÉREZ, 2003; OROZCO, 2003; PUEYO & ALADOS, 2006; SÁNCHEZ HERRERO *et al.*, 2006).

El gradiente climático descrito no recoge sin embargo una faceta destacada del hábitat de los sabinares albares, como es la distribución estacional de las precipitaciones, expresada ésta mediante el índice de Vernet. Gracias a él se detecta un nuevo gradiente, altamente correlacionado con la longitud geográfica (véase apartado III.5.3.1), que transita desde las localidades más occidentales, con gran desequilibrio pluviométrico a lo largo del año, hasta las más orientales, en las parameras ibéricas de Teruel y Cuenca fundamentalmente, más secas (en precipitación anual) pero de precipitaciones estacionales muy parecidas. Esta relación menor precipitación anual - mayor equilibrio pluviométrico puede detectarse también en las formaciones mixtas de *Pinus* sp. y *Juniperus osteosperma* en Norteamérica (HARPER & DAVIS, 1997). Puesto que en verano el paso de borrascas atlánticas por buena parte del territorio español ocupado por la especie es ínfimo, la compensación estival de precipitaciones tiene que darse gracias a la actividad tormentosa, la cual se ve favorecida en el sistema ibérico por la influencia de los vientos de componente este procedentes del Mediterráneo. Son, pues, las tormentas veraniegas un factor determinante en la distribución de *J. thurifera*, como ya postularon MONTSERRAT & VILLAR (2005).

El factor edáfico más significativo combina propiedades químicas y físicas. Su naturaleza *híbrida* es consecuencia directa de la particularidad evolutiva de los suelos ricos en carbonatos, ya que la presencia de calcio en el perfil condiciona, entre otros, los procesos de humificación, los cuales a su vez influyen en la descarbonatación del perfil. Este sistema de interrelaciones se materializa en el hábitat de los sabinares albares en un gradiente que se extiende desde suelos en los que los procesos de acidificación predominan sobre la reserva de calcio, a lo cual puede contribuir la menor riqueza en este elemento de la roca madre (valores negativos del eje factorial), hasta aquéllos en los que la reserva de caliza activa es tal que estabiliza la materia orgánica en un estado poco evolucionado. Esta última circunstancia se ve favorecida, además, incluso en suelos fuertemente descarbonatados o ácidos, por las altas concentraciones de calcio existentes en la hojarasca de *J. thurifera* (GAUQUELIN *et al.*, 1992). Existe pues un cierto paralelismo entre este primer eje y el esquema *genético* expuesto en el apartado III.5.4.3 (Figura 29), que no es completo por la presencia de suelos policíclicos.

La conjunción de los factores CLIMA1 y EDAFC1 en el primer factor del último ACP, así como el resultado del análisis de correlación, pone de manifiesto una cierta tendencia a que los suelos tipo rendzina aparezcan en localidades más frías y lluviosas. Sin embargo, no creemos que haya en absoluto una relación causa-efecto, sino que es debida a la existencia, en el territorio estudiado, de litologías favorables a la formación de rendzinas de lenta evolución (fundamentalmente calizas duras muy puras, cretácicas y jurásicas) en las cotas de mayor altitud y de ahí mayor precipitación. De hecho, un sencillo análisis de la varianza arroja como resultado que las parcelas sobre las rocas mesozoicas mencionados tienen como media casi 700 mm de precipitación media anual, mientras que el resto, asentadas sobre materiales detríticos terciarios, mucho más blandos y heterogéneos, reciben de media apenas 600 mm ($F=14,863$; $p=0,0003$).

Otra faceta edáfica, muy relacionada con el gradiente edafoclimático anterior, la constituye la presencia de arcillas y su influencia en la permeabilidad y la capacidad de retención de agua del perfil, que pueden ser muy variables. El alto porcentaje de hipotéticos suelos policíclicos (*sensu stricto*, compuestos o complejos, véase apartado III.5.4) impide la existencia de relación entre los parámetros edáficos implicados y alguno de los climáticos y, por extensión, dificultan la separación de las parcelas según su clasificación edáfica en el plano factorial climático. Si a esta indiferencia por la permeabilidad le unimos la que los sabinos albares muestran por la reacción del suelo (recogido en el tercer gradiente edáfico definido), podemos concluir que *J. thurifera* es ciertamente muy plástica desde un punto de vista edáfico.

Finalmente, los gradientes fisiográficos detectados, si bien significativos, son los de menos trascendencia del conjunto paramétrico. De hecho, la altitud o la pendiente, variables de frecuente y útil uso en ecología, quedan relegadas a un segundo plano y subordinadas a gradientes directos climáticos o edáficos, como por otro lado vaticinan AUSTIN *et al.* (1984) para estudios acerca del nicho ecológico. En todo caso, la faceta fisiográfica del hábitat de *J. thurifera* viene determinada a nuestro juicio por el predominio de las estaciones de pendiente suave, lo cual condiciona a su vez la distribución de los parámetros relacionados. De hecho, los dos primeros gradientes fisiográficos (*escabrosidad* e *insolación*) son los que menos capacidad tienen para absorber la variabilidad y ni siquiera llegan a una correlación significativa con alguno de los primeros tres factores generales (producto del último ACP realizado).

A la vista de todo lo expuesto, parece justificado afirmar que el carácter *espartano* atribuido a *J. thurifera* (COSTA TENORIO *et al.*, 1997), al menos en España, es perfectamente justificable desde un punto de vista edáfico, pero no lo es tanto desde una perspectiva climática. Aunque su hábitat climático probablemente se ha visto estrechado durante el Holoceno al ir desapareciendo las condiciones típicamente esteparias (frío y sequía), el contexto termopluviométrico en el que vive actualmente es perfectamente integrable en el que encontramos para muchos *Pinus* y *Quercus* españoles (ver apartado III.5.5). Por consiguiente, la plasticidad antes aludida en cuanto a las características edáficas resulta vital para la competitividad de la sabina albar, dado su lento crecimiento, con lo que dicha flexibilidad debe matizarse en el siguiente sentido: la sabina albar se adapta a suelos poco favorables para la vegetación arbórea, pero desconocemos su comportamiento en los profundos, bien aireados, de los que está casi completamente ausente. Las relaciones de competencia interespecífica deben jugar un papel primordial en el extremo *favorable* del hábitat (COMÍN, 1987), esto es, alta precipitación, suelo profundo, etc., mientras que en el *desfavorable* (larga sequía, poca capacidad de retención de agua, etc.) los factores abióticos son los que gobiernan la distribución de la especie. Esta dicotomía entre factores bióticos y abióticos es general

en la mayoría de los gradientes ecológicos (BROWN *et al.*, 1996), ya que para la gran parte de las especies uno de los extremos del gradiente resulta *biológicamente* estresante y mientras que el opuesto lo es *física o abióticamente*. Bien es cierto que en el territorio ibérico ocupado por *Juniperus thurifera*, el hábitat biológicamente estresante está, en general, ocupado por vegetación forestal, con lo que el nicho fundamental estaría ciertamente disminuido; tal es el caso, por ejemplo, de la sierra de la Demanda (Burgos), la tierra de Pinares soriano-burgalesa, la sierra de Albarracín (Guadalajara-Teruel) o incluso el Maestrazgo, donde *J. thurifera* está prácticamente ausente en la actualidad. Un esquema semejante se da en los vastos montes de *Pinus* y *Juniperus* de la Gran Cuenca estadounidense, en la que al ascender en altitud (con sus implicaciones climáticas) la cobertura de los segundos disminuye en favor de los primeros (WEST *et al.*, 1998). Además, la compatibilidad casi generalizada de las condiciones fitoclimáticas de *J. thurifera* con las de al menos tres especies de fagáceas en España, demostrada por GARCÍA LÓPEZ & ALLUÉ CAMACHO (2005), apoya la importancia que la competencia interespecífica tiene en su distribución.

Por el contrario, el límite ecológico físicamente estresante de los sabinares albares está ocupado en gran parte por cultivos agrícolas, por lo que resulta más comprometido hipotetizar sobre el tamaño relativo del nicho efectivo frente al fundamental. Con estas reservas, la forma asimétrica de la distribución de la mayoría de los parámetros pluviométricos y algunos hídricos apoyaría la hipótesis de que el margen más seco y cálido del hábitat de *J. thurifera* en España está interrumpido por labrantíos y terrenos intensamente pastoreados durante siglos. Una vía para examinar esta conjetura podría estar en el estudio comparativo de las características del regenerado (vigor, cantidad, crecimiento, etc.) que ha invadido fincas agrícolas marginales en localidades extremas de los gradientes ecológicos detectados.

III.5. Hábitat general de los sabinares albares españoles

III.5.1. Introducción

Siguiendo la metodología empleada con las parcelas del IFN (ver apartado II.3), se definen, ahora para el conjunto de las 120 parcelas muestreadas y para cada parámetro, los valores de *límite inferior (LI)*, *límite superior (LS)*, *umbral inferior (UI)*, *umbral superior (US)* y *valor medio (M)*. Los cuatro primeros valores permiten definir, para la sabina albar y para cada parámetro, un *hábitat central (HC)*, representado por el intervalo (UI, US), un *hábitat marginal inferior (HMI)*, que comprende el intervalo (LI,UI) y un *hábitat marginal superior (HMS)*, que abarca (US, LS).

Si la variación del parámetro se ajusta aceptablemente a la distribución normal, los hábitats marginales tienen sensiblemente la misma dimensión que es del orden del cincuenta por ciento del hábitat central. Si se observa, en el análisis univariable del parámetro, un acusado sesgo, uno de los hábitats marginales será muy pequeño e, incluso, podrá anularse. Si la distribución refleja una profunda curtosis (en valor absoluto) tenderán a ser excesivamente amplios o excesivamente estrechos esos hábitats marginales.

Naturalmente, la amplitud de los hábitats marginales expresa la mayor o menor fiabilidad de estos intervalos. Un intervalo marginal muy estricto, en aquellos parámetros que por su naturaleza pueden ser más fácilmente limitantes, indica el riesgo de utilizar este hábitat para usar la sabina albar como especie para una reforestación.

Recíprocamente, un intervalo marginal muy amplio indicará un riesgo muy pequeño de utilizarlo como asiento futuro de sabinas albares.

A la vista de lo expuesto en la introducción (apartado I.2) sobre la metodología empleada en las técnicas de perfil, entre las cuales puede incluirse la del presente trabajo, el uso de los resultados aquí expuesto con vistas a labores de restauración forestal deben tener en cuenta que, para cada parámetro:

- Puede ser arriesgado extender la especie en las estaciones en que dicho parámetro se presenta en sus hábitats marginales y tanto más cuanto menor sea ese intervalo marginal. Sobre este aspecto se volverá a insistir en un próximo apartado.
- No se deben abordar plantaciones donde dicho parámetro tome valores inferiores a LI o superiores a LS sin establecer, previamente, unas parcelas de experimentación que, al menos desde el punto de vista práctico, confirmen la aptitud de esa comarca para esta especie.

III.5.2. Hábitats fisiográfico, climático, edáfico y edafoclimático.

De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, en la Tabla 56 se presentan los valores paramétricos definitorios de los hábitats fisiográfico y climático. Además, la Figura 26 muestra de manera gráfica dichos hábitats mediante el correspondiente diagrama. Análogamente, en la Tabla 57 y la Figura 27 se hace lo propio con los hábitats edáfico y edafoclimático.

Tabla 56. Valores paramétricos que definen los hábitats fisiográfico y climático de la sabina albar (N = 120). LI: límite inferior; UI: umbral inferior; M: media; US: umbral superior; LS: límite superior. Véanse apartados II.2 y III.2.2 para las unidades.

Parámetro	LI	UI	M	US	LS
ALTI	534	939	1131	1350	1460
PEND	0,0	6,0	16,4	31,0	78,0
PNDE	2,1	4,7	12,1	24,9	47,7
INSO	0,642	0,874	1,001	1,126	1,277
TTOP	0,378	0,866	1,078	1,286	1,672
RUGO	2	3	15	32	75
RESG	0	0	66	227	518
VHME	0	8	62	116	180
VHMA	0	9	57	121	160
PANU	451	518	646	818	1158
PINV	94	118	183	259	403
PPRI	133	144	179	225	306
PVER	80	92	109	124	136
POTO	124	138	175	219	328
TANU	7,6	9,1	10,1	10,9	13,4
TEST	14,8	16,7	18,1	19,1	22,1
TINV	0,9	1,9	2,8	3,7	5,2
OSCI	27,7	28,4	30,0	31,6	32,6
ETP	563	602	636	664	751
SUP	83	137	271	436	772
DEF	178	216	261	300	387
IH	-19,26	-2,81	18,78	49,79	118,22
DSEQ	0,00	1,33	1,76	2,22	2,55
ISEQ	0,000	0,018	0,044	0,068	0,250
VERN	-5,274	-4,521	-3,302	-1,689	-0,824

En principio, naturalmente, si en una parcela donde no existe sabina albar se pretende introducir esta especie, la probabilidad de su persistencia estará prácticamente asegurada si todos y cada uno de los parámetros que definen el hábitat se encuentran en el intervalo central definido; esta probabilidad será más escasa cuantos más parámetros se hallen en los hábitats marginales y prácticamente nula si alguno de ellos se presenta fuera del intervalo (LI, LS).

Tabla 57. Valores paramétricos que definen los hábitats edáfico y edafoclimático de sabina albar (N=120). LI: límite inferior; UI: umbral inferior; M: media; US: umbral superior; LS: límite superior. Véanse apartados II.2 y III.2.2 para las unidades.

Parámetro	LI	UI	M	US	LS
TF	3,8	12,5	41,9	86,4	97,9
ARE	6,7	11,9	28,3	52,5	70,1
LIM	13,0	24,5	41,8	56,3	78,5
ARC	8,1	18,1	29,9	44,5	63,9
PER	1,1	1,3	2,6	4,6	5,0
HE	14,84	20,79	32,18	40,95	47,67
CRA	11,3	55,6	174,4	332,3	553,4
PHA	5,64	7,41	7,81	8,15	8,48
PHK	4,48	6,57	7,10	7,57	7,97
MO	0,42	1,20	4,39	7,71	19,01
MOS	0,80	2,02	6,21	11,09	28,25
NS	0,07	0,16	0,38	0,64	1,98
CNS	3,1	6,6	9,4	12,0	18,0
CAC	0,0	0,2	13,3	27,7	55,8
SF	53,2	89,5	146,9	205,9	291,0
ETRM	374,2	427,2	490,9	545,0	577,4
DRENJ	0,0	0,0	151,8	324,0	760,1

Ahora bien, considerando que los dos grupos territoriales definidos se ajustan a las Ecorregiones de ELENA *et al.* (1997) y, por lo tanto, tienen una base ecológica, se puede plantear con mayor rigor el peligro o la falta de riesgo de utilización de los hábitats marginales. Para ello se han calculado los porcentajes del hábitat marginal inferior y superior global que ocupa el rango de variación cada uno de los parámetros de ambas agrupaciones territoriales (Tabla 58). Cuanto menor sea es porcentaje, mayor será el riesgo de emplear la sabina albar como especie a introducir en una repoblación o más frágiles serán los sabinas albares existentes en una localidad cuyos valores paramétricos se sitúen en ese hábitat marginal.

Naturalmente, este último razonamiento tiene sentido si se pueden dar valores del parámetro más allá de los límites superior o inferior; así, por ejemplo, no tiene sentido hablar de riesgo en el HMI de ISQ, ya que el límite inferior del hábitat es cero, es decir, el valor mínimo que puede presentar dicho parámetro.

En la Tabla 58 se han resaltado en negrita los valores inferiores al 25%, siempre que exista la posibilidad de encontrar una estación situada en el hábitat extramarginal. Cabe destacarse las siguientes consideraciones:

- En la agrupación territorial A las estaciones con precipitaciones invernales inferiores a 118 mm y primaverales inferiores a 144 mm pueden presentar problemas para la especie. Si esta situación coincide además con temperaturas medias anuales superiores a 10,9°C, estivales superiores a 19,1°C e invernales superiores a 3,7°C, así como evapotranspiraciones anuales por encima de 664 mm la situación adversa puede hacerse crítica.

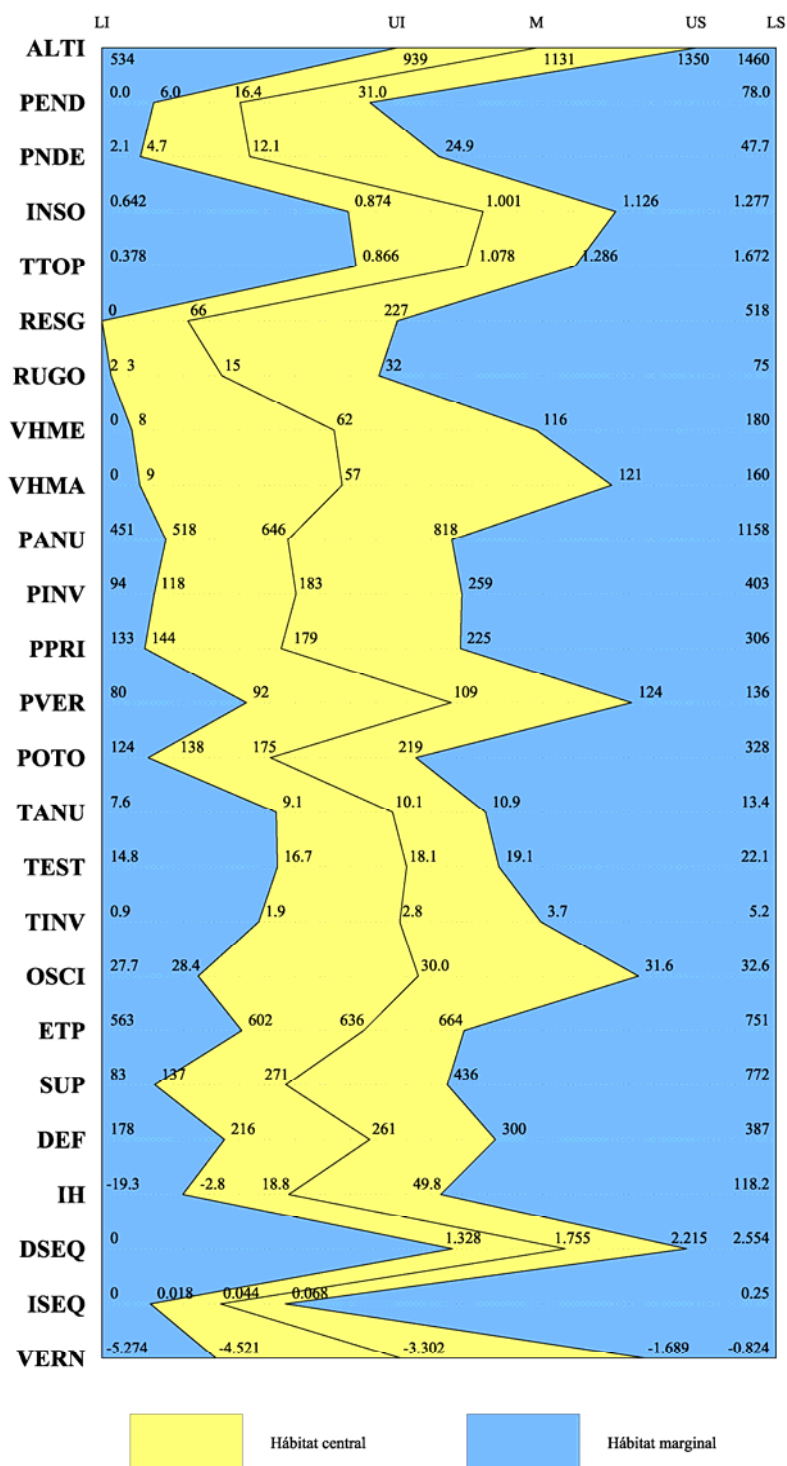


Figura 26. Hábitat fisiográfico y climático de *Juniperus thurifera* en España (120 estaciones). Véase apartado II.2 y III.2.2 para la definición de parámetros y unidades.

- En la agrupación territorial B (ecorregiones Catalano-Aragonesa, Litoral-Mediterránea y Manchega) los hábitats marginales presentan menos condicionantes. Solamente es de mención el riesgo de aquellas localidades excesivamente frías, caracterizadas por una temperatura media invernal inferior a 1,9°C. Es necesario recordar en este punto que

en el colectivo de las 120 parcelas empleado para este análisis no existe ninguna ubicada en las poblaciones del Campo de Montiel y el interior de Murcia, las cuales presentan unas características ecológicas particulares que pueden alejarse de las del conjunto de la agrupación territorial B.

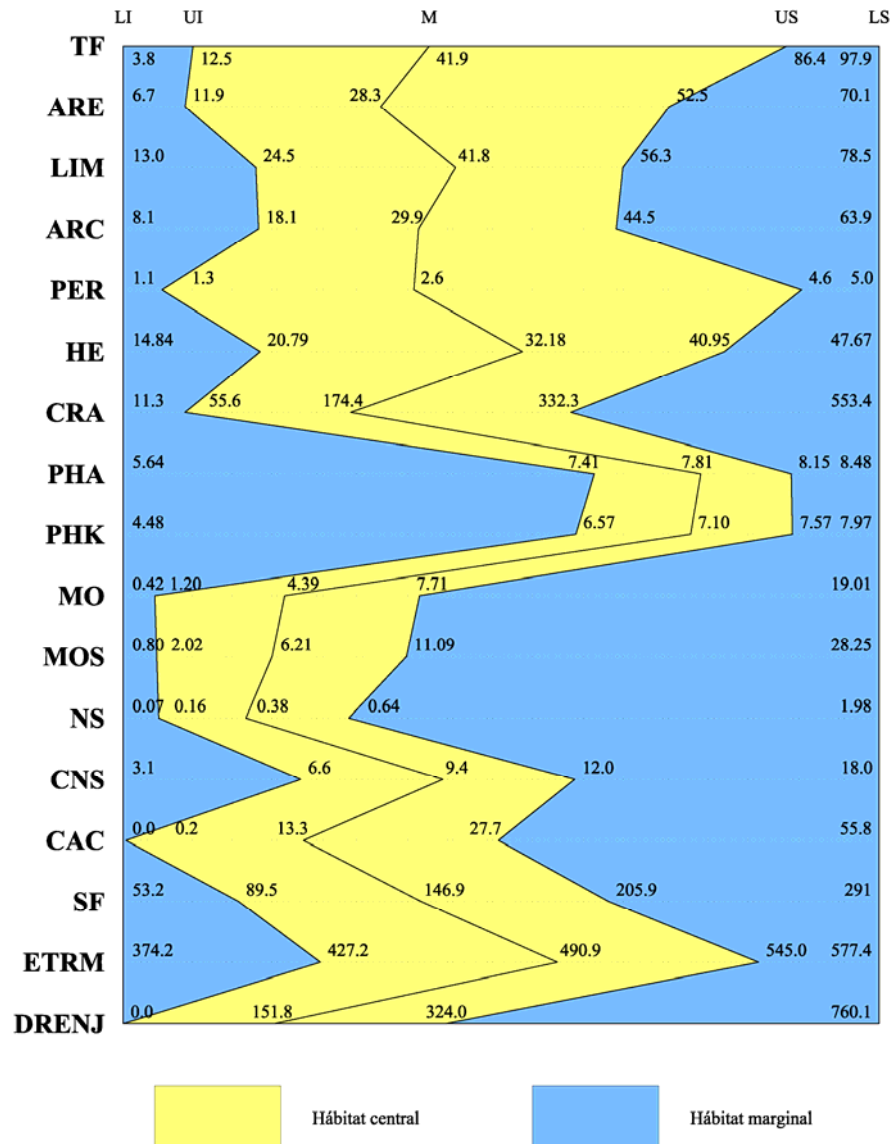


Figura 27. Hábitat edáfico y edafoclimático de *Juniperus thurifera* en España (120 estaciones). Véase apartado III.2.2 para la definición de parámetros y unidades.

- En el ámbito edáfico, solamente la agrupación territorial B muestra algunos hábitats marginales comprometidos para la especie. Así, estaciones con suelos de alta alcalinidad (ph en agua superior a 8,15) o muy sueltos (porcentaje de arena por encima del 52,5%) son delicados para la estabilidad de los sabinars albares. Además, y aunque no son frecuentes estaciones con valores tan bajos de HE y CRA, resultaría muy arriesgado tratar de implantar la especie (o de gestionar con fines productivos masas ya existentes) con valores de dichos parámetros inferiores a 20,8 y 55,6, respectivamente.

Tabla 58. Porcentaje del hábitat marginal inferior (HMI) y superior (HMS) que ocupa cada una de las dos agrupaciones territoriales.

FISIOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS					EDÁFICOS Y EDAFOCLIMÁTICOS				
PTRO.	AGRUPACIÓN TERRITORIAL A		AGRUPACIÓN TERRITORIAL B		PTRO.	AGRUPACIÓN TERRITORIAL A		AGRUPACIÓN TERRITORIAL B	
	HMI	HMS	HMI	HMS		HMI	HMS	HMI	HMS
<i>ALTI</i>	25,7	0,0	100,0	100,0	<i>TF</i>	100,0	100,0	30,8	63,3
<i>PEND</i>	100,0	91,5	66,7	100,0	<i>ARE</i>	100,0	100,0	95,7	19,4
<i>PNDE</i>	86,7	66,2	100,0	100,0	<i>LIM</i>	100,0	71,3	65,8	100,0
<i>INSO</i>	34,5	100,0	100,0	47,1	<i>ARC</i>	99,1	100,0	100,0	81,9
<i>TTOP</i>	52,4	100,0	100,0	50,2	<i>PER</i>	78,0	100,0	100,0	100,0
<i>RESG</i>	0,0	49,5	0,0	100,0	<i>HE</i>	100,0	86,6	12,8	100,0
<i>RUGO</i>	100,0	83,7	100,0	100,0	<i>CRA</i>	100,0	100,0	9,7	32,3
<i>VHME</i>	62,5	100,0	100,0	7,8	<i>PHA</i>	100,0	100,0	32,3	21,6
<i>VHMA</i>	100,0	76,9	88,9	100,0	<i>PHK</i>	100,0	100,0	49,4	15,5
<i>PANU</i>	20,9	100,0	100,0	25,3	<i>MO</i>	100,0	59,0	66,3	100,0
<i>PINV</i>	0,0	100,0	100,0	27,8	<i>MOS</i>	100,0	19,2	86,4	100,0
<i>PPRI</i>	9,1	100,0	100,0	7,4	<i>NS</i>	100,0	22,3	89,5	100,0
<i>PVER</i>	100,0	16,7	100,0	100,0	<i>CNS</i>	100,0	63,1	68,7	100,0
<i>POTO</i>	21,4	100,0	100,0	25,7	<i>CAC</i>	100,0	88,7	100,0	100,0
<i>TANU</i>	100,0	4,0	20,0	100,0	<i>SF</i>	100,0	76,2	75,9	100,0
<i>TEST</i>	100,0	4,5	27,6	100,0	<i>ETRM</i>	100,0	100,0	7,9	52,4
<i>TINV</i>	100,0	0,0	6,5	100,0	<i>DRENJ</i>	0,0	100,0	0,0	7,1
<i>OSCI</i>	28,6	0,0	100,0	100,0					
<i>ETP</i>	100,0	4,6	21,4	100,0					
<i>SUP</i>	0,0	100,0	100,0	25,0					
<i>DEF</i>	100,0	35,7	29,0	100,0					
<i>IH</i>	6,8	100,0	100,0	24,4					
<i>DSEQ</i>	13,1	84,6	100,0	100,0					
<i>ISEQ</i>	65,0	29,0	100,0	100,0					
<i>VERN</i>	56,9	0,0	100,0	100,0					

III.5.3. Calificación del hábitat de los sabinas albares españoles

La clasificación que se detalla a continuación pretende seguir en la medida de lo posible la ya empleada con especies ya estudiadas con anterioridad, de manera que sea viable una posterior comparación interespecífica. Se basa en clasificaciones climáticas ampliamente reconocidas (THORNTHWAITE, 1948; ALLUÉ ANDRADE, 1990) y en la utilizada por GANDULLO & SÁNCHEZ PALOMARES (1994) en el estudio comparativo de los pinares españoles. En el caso de algunos parámetros que no aparecen en trabajos previos, la clasificación es original.

III.5.3.1. *Hábitat fisiográfico y climático*

En la Tabla 59 se presenta la clasificación del hábitat fisiográfico de los sabinas albares españoles. En el global predomina el piso montano, si bien en la agrupación territorial B es mayoritario el subalpino. Es abrumadora la hegemonía de las pendientes escasas en ambos grupos, así como de los terrenos muy expuestos, de relieve suave u ondulado, aunque se percibe una ligera tendencia de las del grupo B hacia una mayor escabrosidad. Igualmente son mayoritarias las estaciones con insolación media. Por último, en la agrupación territorial A son clara mayoría las estaciones indiferentes en cuanto a su posición respecto a los vientos húmedos, mientras que en la B lo son las que se ubican a barlovento de éstos.

Atendiendo a las características pluviométricas (Tabla 60) del conjunto del territorio, puede concluirse que la sabina albar vive bajo climas que van del secos o subhúmedos, con primaveras y otoños subhúmedos, inviernos variables que oscilan entre secos y húmedos y veranos secos. Especificando para cada grupo territorial, el A presenta una mayor tendencia al tipo subhúmedo para la precipitación anual y todas las

estacionales salvo el verano. Así, el grupo territorial B muestra claramente el predominio de las estaciones secas frente a las muy secas, al contrario de lo que ocurre en el A.

Tabla 59. Porcentajes de cada agrupación territorial y en el conjunto total en los rangos definidos para cada parámetro fisiográfico. *PNDE*, *TTOP* y *VHMA* se han omitido por ser redundantes a estos efectos con *PEND*, *TTOP* y *VHMA*.

ALTI (m)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Bajo	ALTI≤500	0,0	0,0	0,0
Bajo montano	500<ALTI≤800	0,0	3,6	1,7
Montano	800<ALTI≤1.200	90,8	32,7	64,2
Subalpino	ALTI>1.200	9,2	63,6	34,2
PEND (%)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Escasa	PEND≤15	67,7	56,4	62,5
Moderada	15<PEND≤30	23,1	29,1	25,8
Fuerte	30<PEND≤50	7,7	10,9	9,2
Abrupta	PEND>50	1,5	3,6	2,5
INSO (adim.)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Umbria	INSO≤0,85	9,2	7,3	8,3
Media	0,85<INSO≤1,15	84,6	85,5	85,0
Solana	INSO>1,15	6,2	7,3	6,7
RUGO (var.esf x 1000)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Suave	RUGO≤5	32,3	21,8	27,5
Ondulado	5<RUGO≤10	33,8	25,5	30,0
Escabroso	10<RUGO≤20	20,0	20,0	20,0
Abrupto	RUGO>20	13,8	32,7	22,5
RESG (‰)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Expuesto	RESG≤50	70,8	70,9	70,8
Medio	50<RESG≤200	16,9	12,7	15,0
Resguardado	RESG>200	12,3	16,4	14,2
VHME (°)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Barlovento	VHME≤45	35,4	56,4	45,0
Indiferente	45<VHME≤135	53,8	43,6	49,2
Sotavento	VHME>135	10,8	0,0	5,8

Tabla 60. Porcentajes de cada agrupación territorial y en el conjunto total en los rangos definidos para cada parámetro pluviométrico.

PANU (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Seco	500<PANU≤800	29,2	63,6	45,0
Subhúmedo	800<PANU≤1200	60,0	21,8	42,5
Húmedo	PANU>1.200	10,8	14,5	12,5
PINV (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Muy seco	PINV≤100	0,0	10,9	5,0
Seco	100<PINV≤150	9,2	54,5	30,0
Subhúmedo	150<PINV≤200	53,8	1,8	30,0
Húmedo	200<PINV≤300	33,8	32,7	33,3
Muy húmedo	PINV>300	3,1	0,0	1,7
PPRI (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Seco	100<PPRI≤150	6,2	45,5	24,2
Subhúmedo	150<PPRI≤200	69,2	25,5	49,2
Húmedo	200<PPRI≤300	23,1	29,1	25,8
Muy húmedo	PPRI>300	1,5	0,0	0,8
PVER (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Muy seco	PVER≤100	50,8	9,1	31,7
Seco	100<PVER≤150	49,2	90,9	68,3
POTO (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Seco	100<POTO≤150	21,5	29,1	25,0
Subhúmedo	150<POTO≤200	61,5	41,8	52,5
Húmedo	200<POTO≤300	15,4	29,1	21,7
Muy húmedo	POTO>300	1,5	0,0	0,8

La mayoría de las estaciones (60,8%) presentan un máximo de precipitación en invierno, aunque un porcentaje apreciable lo hacen en otoño (24,2%) o en primavera (19,2%). En este último caso se localizan fundamentalmente en las comarcas más bajas de la cuenca del Duero (siempre dentro del área de distribución de la especie), aunque otro grupo aparece en las comarcas limítrofes entre Guadalajara y Soria que vierten sus aguas a la cuenca del Ebro; éstas presentan una clara discontinuidad con las parcelas vecinas de la cuenca del Tajo, con máximo primaveral, por lo que probablemente se trate de un artificio fruto de los modelos termopluviométricos empleados. De hecho, la totalidad de las observaciones con máximo de precipitación otoñal se ubican en el grupo territorial B, especialmente en las zonas del sistema ibérico con mayor influencia marítima.

Tabla 61. Porcentajes de cada agrupación territorial y en el conjunto total en los rangos definidos para cada parámetro térmico.

TANU (°)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Frío	TANU≤9,5	30,8	21,8	26,7
Templado-frío	9,5<TANU≤11,5	69,2	67,3	68,3
Templado	11,5<TANU≤13,5	0,0	10,9	5,0
TEST (°)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Veranos tibios	TEST≤18	44,6	34,5	40,0
Veranos calurosos	18<TEST≤22	55,4	63,6	59,2
Veranos muy calurosos	TEST>22	0,0	1,8	0,8
TINV (°)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Inviernos muy fríos	TINV≤2	20,0	3,6	12,5
Inviernos fríos	2<TINV≤5	80,0	90,9	85,0
Inviernos frescos	TINV>5	0,0	5,5	2,5
OSCI (°)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Continental	26<OSCI≤29	1,5	34,5	16,7
Mediterráneo	OSCI>29	98,5	65,5	83,3
ETP (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Micromesotérmico	ETP≤600	9,2	5,5	7,5
Mesotérmico	600<ETP≤700	90,8	87,3	89,2
Megamesotérmico	ETP>700	0,0	7,3	3,3

Los parámetros térmicos (Tabla 61) muestran el predominio de las estaciones bajo clima templado-frío, de veranos calurosos e inviernos fríos, con una gran amplitud térmica y una eficacia térmica del clima de tipo mesotérmico. Sin embargo, es apreciable una mayor tendencia en la agrupación territorial A hacia los climas fríos, de veranos tibios e inviernos muy fríos, así como a una oscilación térmica aún más acusada (tipo mediterráneo). Contemplando simultáneamente el parámetro anual y los estacionales, casi dos terceras partes de las parcelas consideradas pueden integrarse en el tipo templado-frío de inviernos fríos (64,6%). El tipo templado de veranos muy calurosos puede calificarse de anecdótico, puesto que aparece en una única localización en Los Monegros.

Desde un punto de vista hídrico (Tabla 62), los sabinars albares en territorios con climas de superantes a mesosuperantes, mayoritariamente mesodeficitarios (aunque con tendencia hacia los oligodeficitarios), de subhúmedos a húmedos (en el sentido dado por Thornthwaite), con subsequia poco intensa y de carácter de submediterráneo a mediterráneo (según Vernet). Mientras que el grupo A se ajusta básicamente a esta clasificación, el B presenta claramente dos subgrupos en función de varios de los

parámetros hídricos, ya que, por ejemplo, respecto a VERN el porcentaje de observaciones clasificables como mediterráneas es análogo al de de oceánico-mediterráneas y pseudooceánicas. Este patrón se repite con SUP, que permite definir dos subgrupos disjuntos, uno el de parcelas asuperantes y otro de mesosuperantes.

Tabla 62. Porcentajes de cada agrupación territorial y en el conjunto total en los rangos definidos para cada parámetro termopluviométrico.

SUP (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Asuperante	$SUP \leq 200$	13,8	60,0	35,0
Oligosuperante	$200 < SUP \leq 300$	49,2	7,3	30,0
Mesosuperante	$200 < SUP \leq 600$	35,4	32,7	34,2
Hipersuperante	$SUP > 600$	1,5	0,0	0,8
DEF (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Oligodeficitario	$150 < DEF \leq 250$	30,8	52,7	40,8
Mesodeficitario	$250 < DEF \leq 350$	69,2	43,6	57,5
Hiperdeficitario	$DEF > 350$	0,0	3,6	1,7
IH (adim.)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Semiseco	$-20 < IH \leq 0$	9,2	29,1	18,3
Subhúmedo	$0 < IH \leq 20$	46,2	38,2	42,5
Húmedo	$20 < IH \leq 100$	43,1	32,7	38,3
Perhúmedo	$IH > 100$	1,5	0,0	0,8
DSEQ (meses)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Nula	$DSEQ \leq 1$	0,0	9,1	4,2
Subsequia	$1 < DSEQ \leq 2$	56,9	83,6	69,2
Corta	$2 < DSEQ \leq 2.5$	41,5	5,5	25,0
Larga	$2.5 < DSEQ \leq 4$	1,5	1,8	1,7
ISEQ (tanto por uno)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Nula	$ISEQ \leq 600$	10,8	18,2	14,2
Poco intensa	$600 < ISEQ \leq 700$	89,2	78,2	84,2
Intensa	$ISEQ > 700$	0,0	3,6	1,7
VERN (°/mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Mediterráneo	$VERN \leq -4$	24,6	34,5	29,2
Submediterráneo	$-4 < VERN \leq -3$	69,2	3,6	39,2
Oceánico-mediterráneo	$-3 < VERN \leq -2$	6,2	23,6	14,2
Pseudooceánico	$-2 < VERN \leq -1$	0,0	34,5	15,8
Oceánico	$-1 < VERN \leq 0$	0,0	3,6	1,7

Puede concluirse, pues, que con respecto al hábitat climático, es notable la falta de querencia por la aridez, como quizás algo exageradamente se ha venido atribuyendo a esta especie, y como ya ha sido puesto de manifiesto en trabajos anteriores (ALONSO PONCE & SÁNCHEZ PALOMARES, 2001; GARCÍA LÓPEZ & ALLUÉ CAMACHO, 2005).

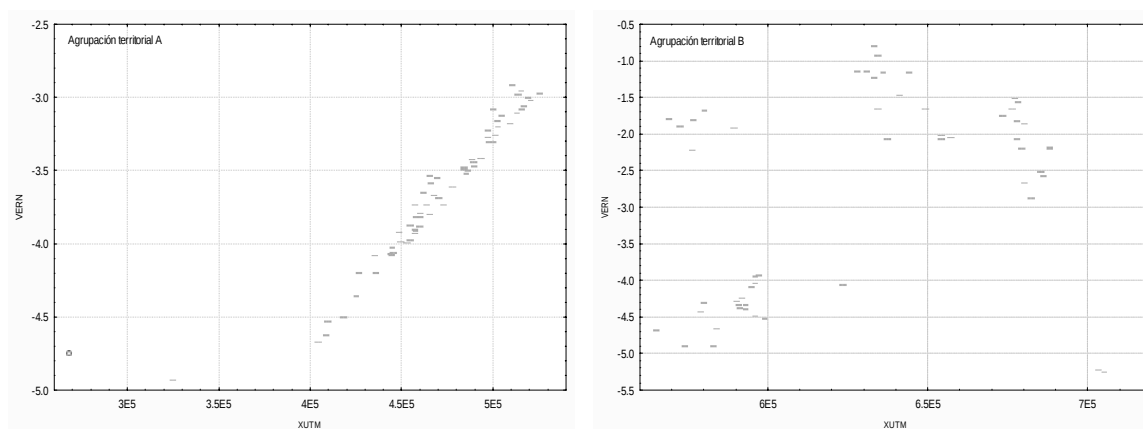


Figura 28. Diagramas de dispersión del índice de Vernet frente a la coordenada XUTM (huso 30), para ambas agrupaciones territoriales por separado.

Para completar los parámetros de carácter climático, consideramos de interés incluir algunas observaciones sobre el índice de Vernet. Este parámetro se ha incluido como evaluador de la mediterraneidad frente a la continentalidad, entendida ésta en sentido estricto, es decir, los atributos de un clima caracterizado por presentar un máximo de precipitación estival. Los resultados muestran diferencias claras entre ambas agrupaciones territoriales en la distribución del parámetro, como ya se demostró en el apartado relativo al análisis individual de parámetros. Es de remarcar que las parcelas cantábricas quedan clasificadas como mediterráneas como consecuencia del claro mínimo estival de precipitaciones, a pesar del mucho mayor volumen anual de agua recibida. Por el contrario, Aunque pueda parecer paradójico, en la agrupación territorial B, la influencia que el mar Mediterráneo ejerce sobre las parameras ibéricas del sur de Teruel, principalmente, propicia un mayor equilibrio de precipitaciones a lo largo del año gracias a las tormentas estivales y de inicio del otoño; por ello el índice de Vernet clasifica como pseudooceánicas un tercio de las parcelas, llegando incluso a aparecer, anecdóticamente, dos oceánicas en Albarracín (Teruel). A esto hay que añadir la ya mencionada discontinuidad en los modelos termopluviométricos detectada en la divisoria de las cuencas del Tajo y del Ebro, al norte de la provincia de Guadalajara, lo cual provoca probablemente de manera artificiosa que parte de las estaciones de esas comarcas sean clasificadas como pseudooceánicas cuando deberían serlo como oceánico-mediterráneas o incluso mediterráneas. En cualquier caso, siempre dentro del área de distribución de la especie, es perfectamente detectable en la ecorregión Duriense el gradiente ascendente este-oeste de mediterraneidad, mientras que en la agrupación territorial B éste desaparece (Figura 28).

III.5.3.2. *Hábitat edáfico y edafoclimático*

En la Tabla 63 se presenta la clasificación de los perfiles estudiados en función de los parámetros relativos a las propiedades físicas de los suelos, mientras que en la Tabla 64 se detalla la clasificación textural según el USDA (1975).

Tabla 63. Porcentajes de cada agrupación territorial y en el conjunto total en los rangos definidos para cada parámetro edáfico físico.

TF (%)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Muy pedregoso	TF≤20	23,1	34,5	28,3
Bastante pedregoso	20<TF≤40	29,2	30,9	30,0
Poco pedregoso	40<TF≤60	15,4	5,5	10,8
Algo pedregoso	60<TF≤80	20,0	18,2	19,2
No pedregoso	TF>80	12,3	10,9	11,7
PER (adim.)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Mala	PER≤2	40,0	50,9	45,0
Mediocre	2<PER≤3	26,2	16,4	21,7
Aceptable	3<PER≤4	15,4	14,5	15,0
Buena	PER>4	18,5	18,2	18,3
HE (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Baja	HE≤15	1,5	0,0	0,8
Mediocre	15<HE≤25	21,5	14,5	18,3
Aceptable	25<HE≤35	50,8	32,7	42,5
Alta	HE>35	26,2	52,7	38,3
CRA (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Baja	CRA≤50	13,8	0,0	7,5
Mediocre	50<CRA≤150	32,3	54,5	42,5
Aceptable	150<CRA≤250	29,2	23,6	26,7
Buena	CRA>250	24,6	21,8	23,3

Tabla 64. Porcentajes de cada agrupación territorial y en el conjunto total para las clases texturales definidas según el USDA (1975).

Denominación	Región	Grupo A	Grupo B	Global
Arcillosa	I	9,2	16,4	12,5
Arcillo-limosa	II	1,5	10,9	5,8
Arcillo-arenosa	III	0,0	0,0	0,0
Franco-arcillosa	IV	20,0	12,7	16,7
Franco-arcillo-limosa	V	16,9	21,8	19,2
Franco-arcillo-arenosa	VI	6,2	3,6	5,0
Franca	VII	21,5	23,6	22,5
Franco-limosa	VIIIa	0,0	0,0	0,0
Franco-limosa	VIIIb	12,3	9,1	10,8
Franco-arenosa	IXa	0,0	0,0	0,0
Franco-arenosa	IXb	10,8	1,8	6,7
Franco-arenosa	IXc	0,0	0,0	0,0
Franco-arenosa	IXd	1,5	0,0	0,8
Limosa	X	0,0	0,0	0,0
Arenoso-franca	XIa	0,0	0,0	0,0
Arenoso-franca	XIb	0,0	0,0	0,0
Arenosa	XIIa	0,0	0,0	0,0
Arenosa	XIIb	0,0	0,0	0,0

Las propiedades físicas de los suelos sobre los que se asientan los sabinars albares pueden resumirse en dos aspectos fundamentales: gran variabilidad en cuanto a su pedregosidad (en su conjunto se reparten muy homogéneamente por las cinco clases definidas) y tendencia a suelos arcillosos, lo que se traduce en baja permeabilidad y elevada humedad equivalente. La capacidad de retención de agua es también muy variable, como consecuencia de la conjunción de ambos atributos. La clasificación textural abunda en este sentido, ya que apenas un 7,5% de los perfiles pueden calificarse de franco arenosos, mientras que un 30% son franco-arcillosos o de textura más fina. Todas estas características son comunes a ambas agrupaciones territoriales, aunque en la B son mucho más acusadas que en la A, ya que en aquella, por ejemplo, los perfiles arcillosos o limoso-arcillosos llegan a suponer el 27% del total.

Tabla 65. Porcentajes de cada agrupación territorial y en el conjunto total en los rangos definidos para cada parámetro químico-biológico.

MO (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Muy poco húmifero	MO≤2	29,2	12,7	21,7
Poco húmifero	2<MO≤5	50,8	40,0	45,8
Húmifero	5<MO≤7,5	16,9	23,6	20,0
Muy húmifero	MO>7,5	3,1	23,6	12,5
PHA (pH)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Moderadamente ácido	5,5<PH≤6,5	6,2	0,0	3,3
Neutro	6,5<PH≤7,3	4,6	5,5	5,0
Moderadamente básico	7,3<PER≤8,0	53,8	69,1	60,8
Fuertemente básico	8,0<PER≤8,5	35,4	25,5	30,8
TIPO DE HUMUS	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Mull cálcico	CNS≤15 y CAC>0	87,7	94,5	90,8
Mull forestal eutrófico	CNS≤15, CAC=0 y PHA≥5,5	10,8	3,6	7,5
Moder	15<CNS≤25	1,5	1,8	1,7
CAC (%)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Totalmente descarbonatado	CAC≤2,5	23,1	16,4	20,0
Bastante descarbonatado	2,5<CAC≤10	29,2	38,2	33,3
Algo descarbonatado	10<CAC≤20	18,5	21,8	20,0
Muy poco descarbonatado	20<CAC≤40	24,6	21,8	23,3
No descarbonatado	CAC>40	4,6	1,8	3,3

En la Tabla 65 se presenta la clasificación de los perfiles analizados en función de sus propiedades químico-biológicas.

Es destacable la preponderancia que en los sabinars albares españoles tienen los suelos de reacción básica, ya que más de un 90% de ellos pertenecen al tipo de moderada a fuertemente básicos. Esto condiciona igualmente la existencia de una abrumadora mayoría de suelos con mull cálcico. Según la riqueza en humus, los suelos estudiados muestran una elevada variabilidad, con un predominio relativo de los poco húmicos. Por último, el grado de descarbonatación es muy variable, aunque es notable que el 20% de los perfiles se encuentran totalmente descarbonatados, y otro tercio presenta fuerte descarbonatación: es decir, en más de la mitad de los perfiles puede decirse que la caliza activa prácticamente ha desaparecido.

Este último atributo es especialmente destacable, ya que la inmensa mayoría de los perfiles estudiados se asientan sobre sustratos carbonatados (ver Tabla 66). En la agrupación “otros materiales carbonatados” se incluyen conglomerados de cemento calizo, calcarenitas, dolomías y pizarras calizas. En cuanto a las rocas metamórficas, la mayoría se trata de cuarcitas alóctonas (es notable el grado de redondeo de sus elementos gruesos), aunque es de destacar la presencia de una parcela asentada sobre gneis glandular (Siguero, Segovia).

Tabla 66. Agrupaciones litológicas sobre las que se asientan los perfiles muestreados

Agrupación litológica	nº perfiles	% perfiles
Calizas y calizas margosas	97	80,8
Otros materiales carbonatados	16	13,3
Metamórficas	6	5,0
Yesos y margas yesíferas	1	0,8

Para terminar este apartado, en la Tabla 67 se presenta la clasificación de los 120 perfiles según los valores de los parámetros edafoclimáticos considerados.

Tabla 67. Porcentajes de cada agrupación territorial y en el conjunto total en los rangos definidos para cada parámetro edafoclimático (PPPN es el acrónimo de la productividad potencial primaria neta (ROSENZWEIG, 1968)).

DRENJ (recarga) (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Mínima	DRENJ≤200	66,2	70,9	68,3
Pequeña	200<DRENJ≤400	29,2	29,1	29,2
Mediana	400<DRENJ≤600	3,1	0,0	1,7
Alta	DRENJ>600	1,5	0,0	0,8
SF (estrés) (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Libre de estrés	SF≤100	20,0	12,7	16,7
Moderado	100<SF≤200	66,2	76,4	70,8
Acusado	200<SF≤400	13,8	10,9	12,5
ETRM (productividad) (mm)	Rangos	Grupo A	Grupo B	Global
Mediocre	369,4<ETRM≤471,6 (400<PPPN≤600)	32,3	27,3	30,0
Aceptable	471,6<ETRM≤560,9 (600<PPPN≤800)	66,2	70,9	68,3
Buena	560,9<ETRM≤641,5 (800<PPPN≤1.000)	1,5	1,8	1,7

De esta clasificación puede extraerse en primer lugar la conclusión de que la recarga de los acuíferos en las comarcas de los sabinars albares es muy reducida, siendo este hecho especialmente notable en las del grupo territorial B. Sin embargo, el estrés hídrico que sufren estas masas es normalmente moderado; en el grupo territorial A incluso un quinto de las estaciones están libres de estrés. Por último, en lo que a la productividad de los sabinars albares se refiere, son mayoría los que la tienen

aceptable, aunque casi un tercio de ellos no pasan de la categoría de mediocre. Las estaciones de buena productividad son absolutamente anecdóticas.

III.5.4. Tipificación edáfica

Las diferentes características litológicas, unidas al resto de condiciones ecológicas (actuales y pasadas) bajo las que han evolucionado han dado lugar a un conjunto de grupos y subgrupos de suelos que se muestran, por agrupaciones territoriales y para el conjunto del territorio, de acuerdo con la clasificación WRB 2006 (FAO, 2006) (Tabla 68 y la Tabla 69) y la básica forestal española (GANDULLO, 2000).

III.5.4.1. Clasificación WRB 2006

El grupo de suelos de referencia (GSR) mejor representado (casi el 40% de los perfiles estudiados) lo constituyen los cambisoles, dentro de los cuales el 80% muestran carácter calcárico por la presencia de carbonato cálcico, mientras que los calcisoles, por su parte, alcanzan el 31% del total. A esto hay que añadir que el subgrupo de suelos calcáricos (50% del total) es el más importante, fruto de la presencia de carbonato cálcico en el perfil, con o sin precipitación en profundidad; si bien no se ha podido observar ningún horizonte petrocálcico sí se han encontrado otros con porcentajes de carbonatos en tierra fina muy elevados y PHA en torno a 8,5. Por agrupaciones territoriales, el GSR de los calcisoles es algo menos abundante en el grupo territorial B.

Tabla 68. Grupos de suelos de referencia (GSR) y califiadores típicos, intergrados y otros, según la *World reference base for soil resources 2006* (FAO, 2006), para la agrupación territorial A.

GSR	Nº	%	Calificadores			
			Típicos e intergrados	Nº	Otros	Nº
Cambisoles	25	38,5	<i>háplico</i>	17	<i>calcárico</i>	20
			<i>stágnico</i>	3	<i>húmico</i>	14
			<i>léptico</i>	5	<i>esquelético</i>	9
					<i>crómico</i>	6
					<i>arcílico</i>	5
					<i>dístrico</i>	3
					<i>límico</i>	3
					<i>éutrico</i>	2
					<i>ródico</i>	2
					<i>arénico</i>	1
Calcisoles	23	35,4	<i>hipercálcico</i>	7	<i>esquelético</i>	14
			<i>hipocálcico</i>	6	<i>arcílico</i>	3
			<i>háplico</i>	5	<i>límico</i>	3
			<i>léptico</i>	4	<i>arénico</i>	1
			<i>lúvico</i>	1		
Kastanozems	6	9,2	<i>háplico</i>	5	<i>esquelético</i>	4
			<i>lúvico</i>	1	<i>crómico</i>	3
					<i>límico</i>	2
					<i>arcílico</i>	1
Luvisoles	3	4,6	<i>háplico</i>	2	<i>húmico</i>	2
			<i>léptico</i>	1	<i>esquelético</i>	2
					<i>crómico</i>	2
					<i>dístrico</i>	1
Phaeozems	3	4,6	<i>háplico</i>	2	<i>calcárico</i>	3
			<i>lúvico</i>	1	<i>esquelético</i>	2
					<i>ródico</i>	1
Regosoles	3	4,6	<i>léptico</i>	2	<i>calcárico</i>	3
			<i>háplico</i>	1	<i>húmico</i>	3
					<i>esquelético</i>	1
Leptosoles	2	3,1	<i>háplico</i>	2	<i>esquelético</i>	2
					<i>calcárico</i>	1
					<i>éutrico</i>	1
					<i>húmico</i>	1

Los suelos isohúmicos, con presencia de horizonte móllico (ya sea en su vertiente más xérica, con presencia de horizonte cálcico, o más húmeda, sin él), *kastanozems* y *phaeozems*, representan en conjunto casi el 15% de la muestra. No se aprecian diferencias dignas de mención entre agrupaciones territoriales en lo que a estos suelos se refiere.

Por otro lado, el 7,5% de los suelos pueden calificarse como regosoles o como leptosoles por su baja evolución y, en el extremo opuesto, un porcentaje parecido (8,3%) han sido incluidos en el grupo de los luvisoles, si bien es notorio que el tipo crómico aparece en el 70% de ellos, lo cual puede hacer sospechar que nos encontremos ante paleosuelos, dadas las condiciones climáticas donde habitan actualmente los sabinars albares (ver apartado III.5.4.3). Por añadidura, los subgrupos crómicos o ródicos constituyen un tercio del total de perfiles. Es de destacar además que en la agrupación territorial B la proporción relativa de luvisoles triplica a la de la A, mientras que no aparecen leptosoles.

Tabla 69. Grupos de suelos de referencia (GSR) y califiadores típicos, intergrados y otros, según la *World reference base for soil resources 2006* (FAO, 2006), para la agrupación territorial B.

GSR	Nº	%	Calificadores			
			Típicos e intergrados	Nº	Otros	Nº
Cambisoles	22	40,0	<i>háplico</i>	21	<i>calcárico</i>	22
			<i>léptico</i>	1	<i>húmico</i>	19
					<i>crómico</i>	14
					<i>esquelético</i>	13
					<i>límico</i>	2
					<i>gipsírico</i>	1
					<i>arcíllico</i>	1
					<i>ródico</i>	1
Calcisoles	14	25,5	<i>hipercálcico</i>	11	<i>esquelético</i>	8
			<i>háplico</i>	2	<i>límico</i>	2
			<i>hipercálcico lúvico</i>	1	<i>arcíllico</i>	1
Luvisoles	7	12,7	<i>háplico</i>	7	<i>húmico</i>	5
					<i>crómico</i>	5
					<i>esquelético</i>	3
					<i>límico</i>	1
Phaeozems	7	12,7	<i>háplico</i>	3	<i>calcárico</i>	6
			<i>lúvico</i>	3	<i>esquelético</i>	5
			<i>réndzico</i>	1	<i>crómico</i>	2
					<i>límico</i>	1
Regosoles	4	7,3	<i>háplico</i>	4	<i>calcárico</i>	4
					<i>húmico</i>	3
Kastanozems	1	1,8	<i>lúvico</i>	1	<i>esquelético</i>	1
					<i>arcíllico</i>	1
					<i>crómico</i>	1

Por último, es muy notable que un 53% de los perfiles ha recibido el calificador de *esquelético*, lo cual insiste en la enorme repercusión que los suelos extremadamente pedregosos tienen en los sabinars albares. Es más, incluso un 11% de los perfiles han sido calificados como lépticos al reflejar criterios de diagnóstico importantes para el GRS de los leptosoles; un ejemplo de ello es el perfil de Lodares de Osma (Soria, parcela 7), con porcentajes de tierra fina en torno al 10% a tan sólo 15 cm de profundidad. De hecho, dos perfiles han sido diagnosticados dentro de este último GRS, el leptosol háplico (esquelético, éutrico) de Mirantes de Luna (León, parcela 70) y el leptosol háplico (calcárico, húmico, esquelético) de Santa María de las Hoyas (Soria,

parcela 46). La proporción de suelos esqueléticos es semejante en ambos grupos territoriales, aunque los dos leptosoles aparecen en la A.

Tabla 70. Grupos de suelos de referencia (GSR) y calificadores típicos, intergrados y otros, según la *World reference base for soil resources 2006* (FAO, 2006), para conjunto total.

GSR	Nº	%	Calificadores			
			Típicos e intergrados	Nº	Otros	Nº
Cambisoles	47	39,2	<i>háplico</i>	38	<i>calcárico</i>	42
			<i>stágnico</i>	3	<i>húmico</i>	33
			<i>léptico</i>	6	<i>esquelético</i>	22
					<i>crómico</i>	20
					<i>arcíllico</i>	6
					<i>límico</i>	5
					<i>dístrico</i>	3
					<i>ródico</i>	3
					<i>éutrico</i>	2
					<i>gipsílico</i>	1
					<i>arénico</i>	1
Calcisoles	37	30,8	<i>hipercálcico</i>	18	<i>esquelético</i>	22
			<i>háplico</i>	7	<i>límico</i>	5
			<i>hipocálcico</i>	6	<i>arcíllico</i>	4
			<i>léptico</i>	4	<i>arénico</i>	1
			<i>hipercálcico lúvico</i>	1		
			<i>lúvico</i>	1		
Luvisoles	10	8,3	<i>háplico</i>	9	<i>húmico</i>	7
			<i>léptico</i>	1	<i>crómico</i>	7
					<i>esquelético</i>	5
					<i>dístrico</i>	1
					<i>límico</i>	1
Phaeozems	10	8,3	<i>háplico</i>	5	<i>calcárico</i>	9
			<i>lúvico</i>	4	<i>esquelético</i>	7
			<i>réndzico</i>	1	<i>crómico</i>	2
					<i>límico</i>	1
					<i>ródico</i>	1
Kastanozems	7	5,8	<i>háplico</i>	5	<i>esquelético</i>	5
			<i>lúvico</i>	2	<i>crómico</i>	4
					<i>límico</i>	2
					<i>arcíllico</i>	2
Regosoles	7	5,8	<i>Háplico</i>	5	<i>calcárico</i>	7
			<i>Séptico</i>	2	<i>húmico</i>	6
					<i>esquelético</i>	1
Leptosoles	2	1,7	<i>Háplico</i>	2	<i>esquelético</i>	2
					<i>calcárico</i>	1
					<i>éutrico</i>	1
					<i>húmico</i>	1

III.5.4.2. *Clasificación básica forestal*

Paralelamente, se ha considerado conveniente y útil emplear la clasificación básica forestal de los suelos españoles (GANDULLO, 2000) con el fin de proporcionar una visión más *genética* (es decir, basada en los procesos edáficos y los factores formadores del suelo) de los perfiles estudiados, dado que dicha clasificación pretende ser una adaptación a las condiciones forestales ibéricas de la clasificación francesa, apoyada, por influencia de Ph. Duchaufour, en criterios genéticos y ecológicos.

La clasificación básica forestal divide los suelos primeramente en seis grandes conjuntos o *clases*, de las cuales únicamente dos están representadas en nuestra muestra, la IV (perfil poco evolucionado, sin sales solubles abundantes ni preponderancia de los procesos de tirsificación o hidromorfía) y la VI (análoga a la anterior pero con perfil más evolucionado sobre clima más frío que el mediterráneo templado-cálido). Dentro de

cada clase, cada perfil se asigna a un grupo según el grado de evolución y el tipo de material parental, en el cual a su vez pueden establecerse diferentes subgrupos; el resumen para los suelos estudiados, por agrupaciones territoriales y para el global de la muestra, se expone en la Tabla 71.

Tabla 71. Asignación de los perfiles estudiados a los grupos y subgrupos de la clasificación básica forestal de los suelos españoles (GANDULLO, 2000), por agrupaciones territoriales y para el global de parcelas. Entre paréntesis, el porcentaje de cada subgrupo dentro de cada grupo salvo en la última fila, donde representa el porcentaje de cada grupo respecto del total.

Agrupación territorial A		GRUPO					
Subgrupos		Rendzina	Rendzina evolucionada	Suelo argilúvico	Suelo ferrilúvico	Suelo ferriargilúvico	Total
Litología	Calizo	9 (100,0)	29 (96,7)	15 (83,3)	0 (0,0)	3 (37,5)	56 (86,2)
	Calco-silíceo	0 (0,0)	1 (3,3)	2 (11,1)	0 (0,0)	1 (12,5)	4 (6,2)
	Silíceo	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (5,6)	0 (0,0)	4 (50,0)	5 (7,7)
	Dolomítico	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
	Yesoso	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Régimen hídrico	Xérico	8 (88,9)	30 (100,0)	16 (88,9)	0 (0,0)	8 (100,0)	62 (95,4)
	Húmedo	1 (11,1)	0 (0,0)	2 (11,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (4,6)
Pedregosidad	Lítico	5 (55,6)	13 (43,3)	7 (38,9)	0 (0,0)	3 (37,5)	28 (43,1)
Color	Rojizo	0 (0,0)	10 (33,3)	11 (61,1)	0 (0,0)	5 (62,5)	26 (40,0)
Materia orgánica	Humífero	6 (66,7)	1 (3,3)	6 (33,3)	0 (0,0)	1 (12,5)	14 (21,5)
	Subhúmico	1 (11,1)	6 (20,0)	1 (5,6)	0 (0,0)	2 (25,0)	10 (15,4)
Erosión	Erosionado	0 (0,0)	4 (13,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (12,5)	5 (7,7)
TOTAL		9 (13,8)	30 (46,2)	18 (27,7)	0 (0,0)	8 (12,3)	65 (100,0)

Agrupación territorial B		GRUPO					
Subgrupos		Rendzina	Rendzina evolucionada	Suelo argilúvico	Suelo ferrilúvico	Suelo ferriargilúvico	Total
Litología	Calizo	6 (75,0)	16 (88,9)	17 (77,3)	2 (100,0)	4 (80,0)	45 (81,8)
	Calco-silíceo	1 (12,5)	0 (0,0)	5 (22,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	6 (10,9)
	Silíceo	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (20,0)	1 (1,8)
	Dolomítico	1 (12,5)	1 (5,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (3,6)
	Yesoso	0 (0,0)	1 (5,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,8)
Régimen hídrico	Xérico	8 (100,0)	13 (72,2)	17 (77,3)	1 (50,0)	2 (40,0)	41 (74,5)
	Húmedo	0 (0,0)	5 (27,8)	5 (22,7)	1 (50,0)	3 (60,0)	14 (25,5)
Pedregosidad	Lítico	6 (75,0)	9 (50,0)	15 (68,2)	2 (100,0)	2 (40,0)	34 (61,8)
Color	Rojizo	3 (37,5)	10 (55,6)	9 (40,9)	2 (100,0)	3 (60,0)	27 (49,1)
Materia orgánica	Humífero	7 (87,5)	11 (61,1)	14 (63,6)	2 (100,0)	3 (60,0)	37 (67,3)
	Subhúmico	1 (12,5)	1 (5,6)	3 (13,6)	0 (0,0)	1 (20,0)	6 (10,9)
Erosión	Erosionado	1 (12,5)	2 (11,1)	1 (4,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (7,3)
TOTAL		8 (14,5)	18 (32,7)	22 (40,0)	2 (3,6)	5 (9,1)	55 (100,0)

GLOBAL		GRUPO					
Subgrupos		Rendzina	Rendzina evolucionada	Suelo argilúvico	Suelo ferrilúvico	Suelo ferriargilúvico	Total
Litología	Calizo	15 (88,2)	45 (93,8)	32 (80,0)	2 (100,0)	7 (53,8)	101 (84,2)
	Calco-silíceo	1 (5,9)	1 (2,1)	7 (17,5)	0 (0,0)	1 (7,7)	10 (8,3)
	Silíceo	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,5)	0 (0,0)	5 (38,5)	6 (5,0)
	Dolomítico	1 (5,9)	1 (2,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (1,7)
	Yesoso	0 (0,0)	1 (2,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (0,8)
Régimen hídrico	Xérico	16 (94,1)	43 (89,6)	33 (82,5)	1 (50,0)	10 (76,9)	103 (85,8)
	Húmedo	1 (5,9)	5 (10,4)	7 (17,5)	1 (50,0)	3 (23,1)	17 (14,2)
Pedregosidad	Lítico	11 (64,7)	22 (45,8)	22 (55,0)	2 (100,0)	5 (38,5)	62 (51,7)
Color	Rojizo	3 (17,6)	20 (41,7)	20 (50,0)	2 (100,0)	8 (61,5)	53 (44,2)
Materia orgánica	Humífero	13 (76,5)	12 (25,0)	20 (50,0)	2 (100,0)	4 (30,8)	51 (42,5)
	Subhúmico	2 (11,8)	7 (14,6)	4 (10,0)	0 (0,0)	3 (23,1)	16 (13,3)
Erosión	Erosionado	1 (5,9)	6 (12,5)	1 (2,5)	0 (0,0)	1 (7,7)	9 (7,5)
TOTAL		17 (14,2)	48 (40,0)	40 (33,3)	2 (1,7)	13 (10,8)	120 (100,0)

Un 40% de los perfiles puede calificarse como *rendzinas evolucionadas*, es decir, suelos sobre roca de naturaleza caliza con presencia de horizonte de alteración en

profundidad y con pH básico incluso en superficie. Este grupo es moderadamente más abundante en la agrupación territorial A (46,2%) que en la B (32,7%). El siguiente grupo en número de integrantes (33,3%) es de los *suelos argilúvicos*, en los que ya existe un horizonte de acumulación de arcilla mineralógica; es de mención que el 80% de ellos son de naturaleza caliza y un 50% rojizos, lo cual aporta indicios sobre la posibilidad de encontrarnos ante perfiles de carácter policíclico. Un comentario análogo puede aplicarse a los *suelos ferriargilúvicos*, los cuales, aunque se presentan en un mayor porcentaje sobre material silíceo, son de carácter rojizo en una proporción aún mayor (61,5%). Para terminar con los suelos evolucionados, se ha detectado un par de perfiles clasificables como *ferrilúvicos*, ambos en el municipio de La Cierva (Cuenca). Considerando el conjunto de suelos con horizonte de acumulación, en la agrupación territorial B constituyen algo más del 50%, mientras que en la A no alcanza el 40%. Por último, más de un 14% de los suelos son adscribibles al único grupo de la clase IV que hemos detectado, las *rendzinas*, es decir, perfiles con un grado muy bajo de evolución.

Junto con el calizo, el subgrupo xérico es el mejor representado (85,8%), aunque algunos perfiles (60, 61, 63, 64, 161955 y 190919) presentan condiciones de transición entre aquél y el subgrupo húmedo. Por otro lado, la condición caliza de la mayoría de los materiales parentales (ver Tabla 66) explica que un 84,2% de los suelos se integren en el subgrupo calizo, quedando los silíceos relegados a un 5,0%. La presencia de subtipos dolomíticos y yesosos es casi anecdótica y circunscrita a la agrupación territorial B.

Según la riqueza en materia orgánica, más de un 40% de la muestra puede calificarse como humífera, si bien este atributo es tres veces más frecuente en la agrupación territorial B que en la A. En el extremo opuesto, algo menos del 15% presentan carácter subhúmico. Otro aspecto destacable es la abundancia de subgrupos líticos en los cinco grupos identificados, alcanzando más hasta más de dos tercios de las *rendzinas* y la totalidad de los *ferrilúvicos* (dos perfiles).

III.5.4.3. *Discusión sobre la tipificación edáfica*

El primer aspecto destacable que se deriva de las clasificaciones edáficas expuestas es la escasez de perfiles con alto grado de evolución, a lo que hay que añadir que, como ya se ha apuntado con anterioridad, buena parte de los perfiles más evolucionados manifiestan síntomas de haber sufrido los procesos genéticos en condiciones climáticas muy diferentes a las actuales. Paralelamente, dos particularidades deben recordarse de lo expuesto hasta este punto: en primer lugar, en nuestra muestra son mayoritarias las estaciones sobre pendiente reducida y bajo clima no árido, por lo que cabría esperar un porcentaje mayor de suelos claramente evolucionados. Y segundo, la naturaleza mayoritariamente caliza de la roca madre, la cual libera al perfil gran cantidad de caliza activa, dotándole de un carácter muy particular que, en general, predomina sobre la evolución climática (FITZPATRICK, 1971). Podemos afirmar, pues, que nos encontramos ante un nutrido elenco de suelos *intrazonales*, y que solamente en unos cuantos perfiles se justifica su baja evolución por razones topográficas (suelos *azonales*) o por procesos de degradación (bien es cierto que estos suelos azonales se asientan igualmente sobre materiales carbonatados, por lo que su desarrollo en condiciones topográficas más favorables no garantizarían una evolución muy acentuada). Los perfiles 51 (Araúz de Miel, Burgos, Figura 52) y 70 (Mirantes de Luna, León, Figura 53) son ejemplos típicos de suelos azonales, ya que a pesar de contar con unas condiciones climáticas y de drenaje suficientes para permitir la existencia de horizontes de alteración, la fuerte pendiente los mantiene en un estado de desarrollo en el que apenas se pueden diferenciar los horizontes A y C.

Sin embargo, aun en situaciones mucho menos escarpadas, la presencia de calizas duras, bastante puras, que por disolución pelicular apenas dejan residuo silicatado (DUCHAUFOR, 1984), propician que el perfil se desarrolle muy lentamente y permanezca en un estado *joven* similar a los anteriores (Mosarejos, Soria, Figura 54) o sólo ligeramente más maduro (Lodares de Osma, Soria, Figura 55). El horizonte A, gracias a la acción estabilizadora del carbonato cálcico, se mantiene muy húmífero (casi el 15% en la parcela 7). Es notable, además, que en estos dos ejemplos, a pesar de la precipitación no muy abundante (en torno a los 600 mm en ambos casos), la intensidad de la descarbonatación en superficie es considerable, con lo que ya se puede observar la incipiente formación de un horizonte de acumulación.

Ahora bien, si el material parental es más rico en arcillas, en condiciones favorables climáticas y topográficas el perfil muestra ya un horizonte A menos húmífero y parcialmente descarbonatado, un perceptible horizonte B empardecido y, eventualmente, acumulación de carbonato cálcico en profundidad fruto de un lavado incompleto. Tal es el caso de los calcisoles 13 y 64 (Ciria, Soria, Figura 56 y Abejar, Soria, Figura 57, respectivamente), en los cuales se puede identificar un horizonte cálcico, el primero presumiblemente por su insuficiente precipitación ($PANU=538$ mm) y el segundo por una permeabilidad muy reducida ($PER=1,43$). En otras circunstancias más propicias para el lavado (más permeabilidad, menor pendiente), la descarbonatación llega a ser total en los horizontes superiores, el horizonte Bw empardecido es más potente y el horizonte cálcico desaparece (cambisol háplico, perfil 49, Calatañazor, Soria, Figura 58).

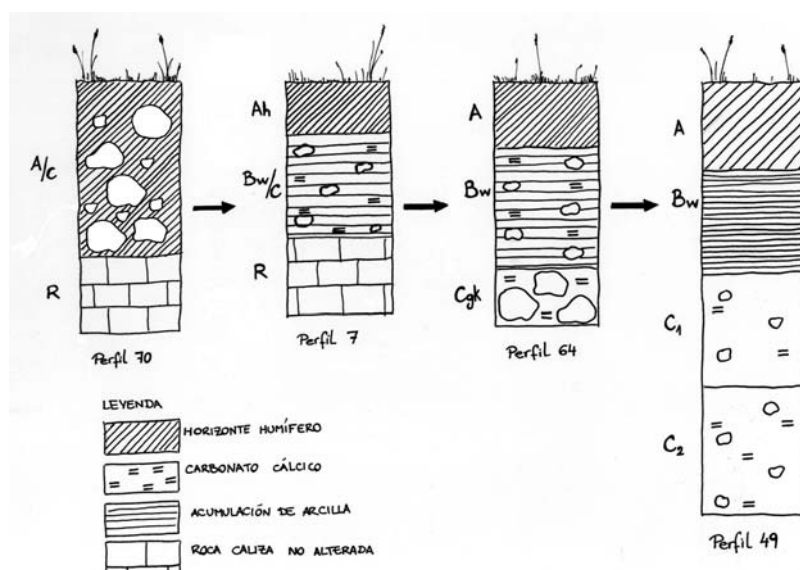


Figura 29. Esquema genético posible de los perfiles carbonatados descritos.

El esquema genético indicado (ver Figura 29) resulta sin embargo de poca utilidad si tratamos de aplicarlo a los perfiles, muy numerosos (un tercio aproximadamente), con claros síntomas de haber sufrido ciclos largos de evolución. Los fuertes tonos rojizos, o los recubrimientos ferruginosos sobre los elementos gruesos, son muy difícilmente explicables en las condiciones climáticas actuales. Por añadidura, los análisis de laboratorio confirman la presencia de elevados porcentajes de arcillas en profundidad a la par que altos contenidos en carbonatos activos en buena parte del perfil.

Una explicación factible para estos casos es que se trate de antiguas *terra rossa* (suelo formado por descarbonatación de calizas duras mediante el ya mencionado

proceso de disolución pelicular bajo clima de fuerte humedad, que produce fundamentalmente arcillas y óxidos de hierro rubificados) que han sido recarbonatadas por procesos de crioturbación durante periodos glaciares, por aportes coluviales o por capilaridad durante el periodo seco, derivada de la actual disolución de la caliza subyacente pero ya no lavada por la menor precipitación. De hecho, GONZÁLEZ & CANDAS (1991) y GONZÁLEZ *et al.* (1993) ya pusieron de manifiesto la notable importancia que estos hipotéticos paleosuelos pueden tener en la distribución actual de la especie. Los perfiles poligenéticos pueden participar en la edafogénesis actual, principalmente si se han visto truncados por procesos erosivos, como el calcisol háplico (esquelético) de la parcela 41 (Quintanas Rubias de Abajo, Soria, Figura 59), o bien haber quedado a mayor profundidad y constituir entonces básicamente el material parental del suelo actual. Si la capa profunda (*suelo enterrado* o *fósil s.l.*, ya que no los hemos encontrado a gran profundidad) no contribuye o lo hace de manera muy atenuada al desarrollo edáfico actual, nos encontramos ante un suelo compuesto como el calcisol hipercálcico de la parcela 56 (Hoz de Arriba, Soria, Figura 60). Si, por el contrario, al menos parte de esa capa inferior está siendo afectada en su evolución por las condiciones climáticas actuales, tendremos un suelo complejo en el que a la arcilla liberada en su día y posteriormente recarbonatada se le añade hoy día cierta cantidad de arcilla procedente del lavado de los horizontes superiores. Un ejemplo de ello lo constituye el perfil 4 (La Olmeda, Soria, Figura 61), en el que los horizontes superiores comienzan a verse nuevamente liberados de carbonatos y un incipiente lavado aporta nuevas arcillas a los horizontes más profundos (Figura 30).

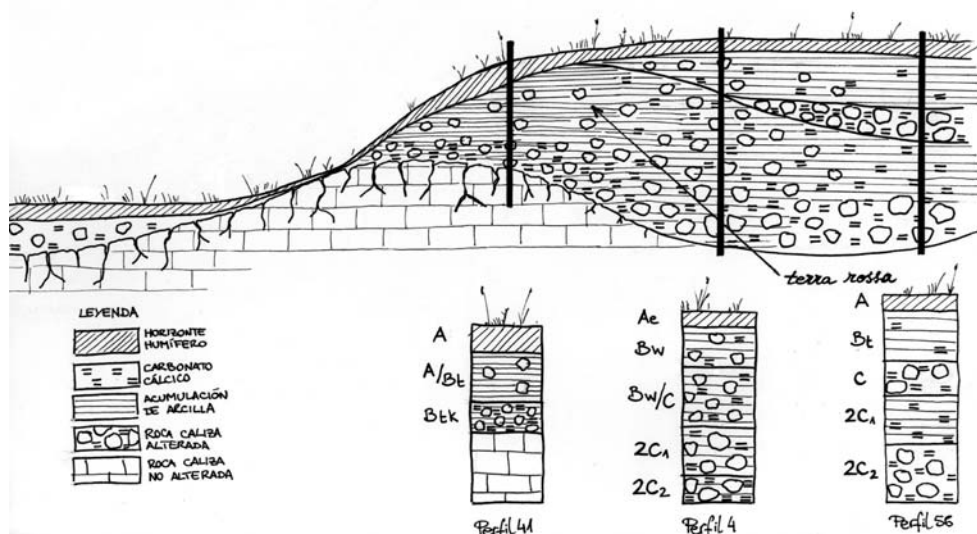


Figura 30. Esquema de los grupos de perfiles policíclicos encontrados.

Una característica común de este grupo de suelos es que, incluso en aquellos en que la recarbonatación del horizonte arcilloso fue menos intensa o el lavado actual ha vuelto a dejar buena parte del perfil libre de carbonatos, el complejo adsorbente permanece saturado. Tal es el caso del cambisol háplico (calcárico, ródico), en Valdenebro (Soria, parcela 8), con *PHA* en torno a 8 y un valor de *CAC* inferior a 5. En general, este tipo de sustratos resulta bastante desfavorable para la vegetación, ya que los altos contenidos en arcilla, sobre todo en profundidad, dificultan el drenaje y en ocasiones su estructura llega a ser masiva, con la consiguiente falta de aireación y, si el perfil llega a secarse, serios problemas mecánicos para el desarrollo radicular.

Como ya se mencionó, un tercer grupo de perfiles lo constituyen unos suelos ya zonales, los isohúmicos (*kastanozems* y *phaeozems* según la nomenclatura WRB), característicos de las formaciones de estepa-bosque y pradera-bosque de otras regiones del globo (DUCHAUFOR, 1984) pero presentes también en medios estépico mediterráneos fríos (BOTTNER, 1982). Los caracteres encontrados en nuestra muestra distan mucho de los que podrían considerarse *típicos* de este tipo de perfiles, principalmente por la menor profundidad del horizonte humífero A; sin embargo, la estructura forestal abierta con matorral xerófilo y a veces notable empedramiento de muchos sabinars albares puede asemejarse perfectamente a las formaciones típicas que habitan sobre estos suelos. Además, la abundancia de materia orgánica rica en calcio (GAUQUELIN & DAGNAC, 1988), de lenta transformación, que proporcionan las sabinas, compensa la menor incidencia del *efecto rizosfera* al faltar una potente cobertura de gramíneas.

Ejemplos de este grupo son los perfiles 30 (Retuerta, Burgos, Figura 62) y 23 (Maderuelo, Segovia, Figura 63). Aunque el primero de ellos ha sido clasificado como *kastanozem* por la presencia de un horizonte cálcico, ya es apreciable en éste la estructura poliédrica y el descenso en el contenido de materia orgánica, lo cual refleja su cercanía evolutiva al segundo ejemplo, catalogado como *phaeozem* por la ausencia de horizonte cálcico (aunque sigue existiendo carbonato cálcico en el perfil), en el que es identificable un horizonte iluvial B_t, probablemente consecuencia del mayor lavado que permite la suave pendiente.

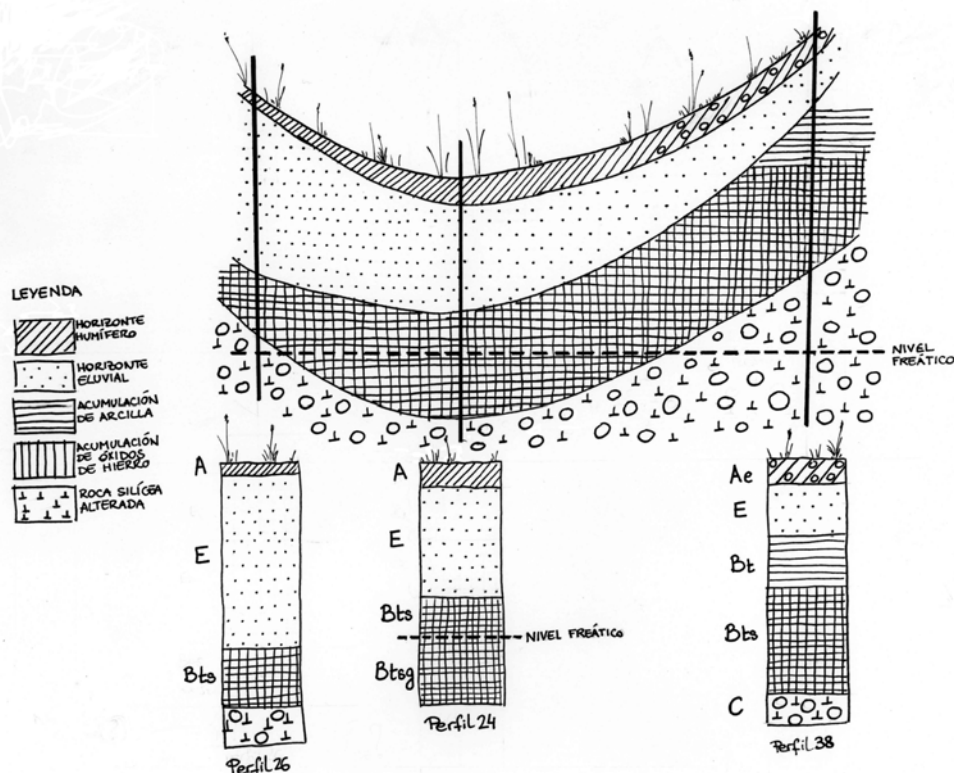


Figura 31. Esquema de los perfiles silíceos más representativos.

Por último, mencion aparte merece un cuarto colectivo de perfiles, exclusivo de la agrupación territorial A, cuyo atributo común es la ausencia de cal en el material parental (Figura 31). Además, de sus seis componentes, cinco se asientan sobre materiales detríticos compuestos principalmente por arcillas silíceas en mezcla con cantos redondeados de cuarcita, y muestran matices notablemente rojos: al igual que en

el caso de sus homólogos calizos, se trata de suelos policíclicos en los que, gracias a la ausencia de carbonato cálcico, el proceso de lavado y alteración es mucho más acelerado, por lo que todos presentan horizontes iluviales, con acumulación de arcilla y/o de óxidos de hierro. Las características morfológicas, bioquímicas y grado de evolución de estos cinco perfiles son muy similares, pudiendo señalar únicamente diferencias en cuanto a la existencia de hidromorfía o de degradación del horizonte A por erosión o acción antrópica. Así, en el monte Las Fuentes de Velasco (Soria) (parcela 26, Velasco, Soria, Figura 64) el perfil puede considerarse como *típico* de esta familia; en la parcela 24 (Valdeavellano de Ucero, Soria, Figura 65) son claramente apreciables las huellas de la alternancia oxidación-reducción y, finalmente, en Santa Inés (Burgos), el horizonte superior evidencia signos de haber sido parcialmente truncado o al menos haber perdido parte de elementos finos (muy probablemente fue terreno de labor hace no demasiadas décadas) (parcela 38, Santa Inés, Burgos, Figura 66).

Para terminar, y atendiendo a la clasificación básica forestal, un aspecto destacable es la total ausencia de suelos pardos calcimórficos (aunque hay tres perfiles, 15, 52 y 67 que están cerca de poder recibir tal calificación), los cuales pueden ser considerados como un grado intermedio en el proceso edafogenético entre las rendzinas evolucionadas y los suelos con horizontes de acumulación. Este hecho apoya la hipótesis de que en las condiciones climáticas actuales, los suelos sobre materiales de naturaleza caliza en los que viven los sabinares albares españoles tienen muy complicada su evolución más allá de la etapa de rendzina evolucionada, y que por consiguiente los suelos argilúvicos, ferriargilúvicos y ferrilúvicos, sobre dichos materiales, son probablemente muy antiguos y lograron tal condición bajo escenarios climáticos mucho más cálidos.

III.5.5. Comparación con el hábitat de otras especies forestales

Desde los primeros trabajos de la década de los sesenta del pasado siglo, inicialmente en el IFIE., después en el INIA y en el Departamento de Silvopascicultura de la ETS de Ingenieros de Montes de Madrid, se han ido estudiando los hábitats de una serie de las principales especies arbóreas españolas, dentro del mismo marco metodológico.

Parece interesante, pues, de manera análoga a como se realizó en el trabajo sobre los rebollares, comparar el hábitat general de los sabinares albares expuesto en este texto con el de las otras especies estudiadas, analizando las analogías y diferencias que existen en cada uno de los parámetros ecológicos. Esta comparación se aborda no sólo observando los valores medios del parámetro y su mayor o menor eurioicidad según el rango de variación, sino también, y esto resulta más revelador, mediante la analogía de las otras especies con el hábitat de la sabina albar, calculando la relación entre el porcentaje del intervalo central (UI/US) de la especie en comparación que es ocupado por el de *J. thurifera* (*agresividad*) y el porcentaje del intervalo central (UI/US) de *J. thurifera* que es ocupado por el intervalo central de la primera (*fragilidad*) (extraídos de las respectivas publicaciones para toda España, salvo el hábitat de *Quercus faginea* que, por estar inconcluso, es provisional). Esta relación agresividad-fragilidad (*raf*), de ser mayor que la unidad, es muestra de la mayor capacidad de la sabina albar para ocupar el hábitat (respecto del parámetro de que se trate) de la especie con la que se está comparando, y lo contrario si $raf < 1$.

Obviamente, esta comparación únicamente es factible realizarla para aquellos parámetros de los que se disponga de datos para todas las especies consideradas, por lo

que su número de ha visto notablemente reducido. La Tabla 72, la Tabla 73 y la Tabla 74 muestran estos valores para los parámetros fisiográficos, climáticos y edáficos-edafoclimáticos, respectivamente. De estos últimos se han excluido los tres parámetros relacionados con la textura, ya que esta comparación se ha abordado de manera independiente, como se verá más adelante.

Del conjunto de táxones considerados, la sabina albar resulta ser la tercera especie que vive a una altitud media más elevada (tras el pino laricio variedad hispánica y el pino silvestre), la segunda de menor pendiente (tras el pino piñonero) y la que mayor insolación recibe. Asimismo, *J. thurifera* es la segunda especie más estenoica en cuanto a los parámetros ALTI e INSO. Es destacable también que la sabina albar presenta una notable fragilidad fisiográfica con respecto a la mayoría de los táxones examinados, salvo con *Castanea sativa*, *Pinus pinea* y *Quercus suber* (hábitats disjuntos).

Tabla 72. Comparación del hábitat de los parámetros fisiográficos de la sabina albar con otras especies forestales. Cst: *Castanea sativa*; Fsy: *Fagus sylvatica*; Jth: *Juniperus thurifera*; Php: *Pinus halepensis*; Pnh: *Pinus nigra* var. *hispanica*; Ppm: *Pinus pinaster* var. *mediterranea*; Ppn: *Pinus pinea*; Psy: *Pinus sylvestris*; Qfg: *Quercus faginea*; Qpy: *Quercus pyrenaica*; Qsb: *Quercus suber*. A: agresividad. F: fragilidad. Raf=A/F.

		Cst	Fsy	Jth	Php	Pnh	Ppm	Ppn	Psy	Qfg	Qpy	Qsb
ALTI	Media	711	1029	1131	675	1228	961	481	1266	854	1034	452
	Rango	1420	1335	926	1305	820	1401	942	1330	1626	1252	975
	A	10,7	63,2	100,0	5,0	75,3	53,8	0,0	47,5	35,6	64,6	0,0
	F	14,8	100,0	100,0	7,5	85,2	80,5	0,0	100,0	50,6	88,8	0,0
	Raf	0,72	0,63	1,00	0,66	0,88	0,67	-	0,48	0,70	0,73	-
PEND	Media	35	41,3	16,4	32,4	30,7	20,7	8,9	31,1	13,9	21,3	18
	Rango	85	92	78	75	73	75	55	80	57	87,5	62
	A	42,0	24,4	100,0	44,2	41,7	56,8	78,6	43,2	87,4	63,3	78,1
	F	84,0	44,0	100,0	92,0	100,0	100,0	88,0	76,0	78,0	100,0	100,0
	Raf	0,50	0,56	1,00	0,48	0,42	0,57	0,89	0,57	1,12	0,63	0,78
INSO	Media	0,83	0,72	1,001	0,9	0,81	0,93	0,98	0,82	0,95	0,96	0,97
	Rango	1,18	1,07	0,635	1,06	1,05	1,1	0,57	1,07	1,41	1,24	0,82
	A	38,8	29,5	100,0	40,6	34,4	40,0	98,0	37,1	49,4	60,0	72,0
	F	100,0	73,8	100,0	100,0	77,8	100,0	77,8	100,0	100,0	100,0	100,0
	Raf	0,39	0,40	1,00	0,41	0,44	0,40	1,26	0,37	0,49	0,60	0,72

Respecto a los parámetros relacionados con la pluviometría, en todos ellos salvo PVER se repite el mismo patrón, a saber, por un lado la sabina albar habita en territorios más secos que el resto de los táxones salvo *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Pinus pinaster* var. *mediterranea*, y por otro, es la especie más estenoica o la segunda más estenoica. Sin embargo, en verano la precipitación media es del orden de la que reciben los robledales de *Quercus pyrenaica*, y sólo inferior a la de los castaños, los hayedos y los pinares de *Pinus sylvestris*.

Por su parte, los parámetros TANU y ETP presentan a *J. thurifera* como la tercera especie más microtérmica (tras el haya y el pino silvestre), además de la segunda más estenoica (tras *Pinus nigra* var. *hispanica*). Por último, el grupo de parámetros relativos al régimen hídrico muestran también un comportamiento similar en cuanto a la notable estenoicidad (la sabina albar ostenta el segundo rango más estrecho de SUP, DEF y DSEQ); además, si bien los valores de superávit son reducidos, los de déficit son inferiores a los de todos los pinos (salvo *P. sylvestris*) y el de la duración de la sequía es del orden de la de este último y solamente superior a la del haya y la del pino laricio variedad hispánica.

Tabla 73. Comparación del hábitat de los parámetros climáticos de la sabina albar con otras especies forestales. Cst: *Castanea sativa*; Fsy: *Fagus sylvatica*; Jth: *Juniperus thurifera*; Php: *Pinus halepensis*; Pnh: *Pinus nigra* var. *hispanica*; Ppm: *Pinus pinaster* var. *mediterranea*; Ppn: *Pinus pinea*; Psy: *Pinus sylvestris*; Qfg: *Quercus faginea*; Qpy: *Quercus pyrenaica*; Qsb: *Quercus suber*. A: agresividad. F: fragilidad. Raf=A/F.

		<i>Cst</i>	<i>Fsy</i>	<i>Jth</i>	<i>Php</i>	<i>Pnh</i>	<i>Ppm</i>	<i>Ppn</i>	<i>Psy</i>	<i>Qfg</i>	<i>Qpy</i>	<i>Qsb</i>
PANU	<i>Media</i>	1171	1371	646	503	882	618	595	919	781,2	982	827
	<i>Rango</i>	1766	1755	707	658	953	835	1121	1292	1481	1642	929
	<i>A</i>	4,6	0,0	100,0	49,2	33,4	78,7	77,5	34,1	53,3	19,9	38,7
	<i>F</i>	13,3	0,0	100,0	62,3	62,0	100,0	94,0	59,7	97,3	56,7	74,7
	<i>Raf</i>	0,35	-	1,00	0,79	0,54	0,79	0,82	0,57	0,55	0,35	0,52
PINV	<i>Media</i>	403	417	183	124	305	182	184	250	225,2	332	309
	<i>Rango</i>	545	582	309	233,1	495	383	528	549	692	627	510
	<i>A</i>	19,7	17,1	100,0	64,3	23,2	84,4	81,8	50,2	61,3	18,7	23,3
	<i>F</i>	55,3	49,6	100,0	65,2	50,4	100,0	98,6	97,2	100,0	45,4	66,0
	<i>Raf</i>	0,36	0,34	1,00	0,99	0,46	0,84	0,83	0,52	0,61	0,41	0,35
PPRI	<i>Media</i>	317	278	179	133	261	179	165	238	218,9	267	224
	<i>Rango</i>	509	509	173	241	331	323	261	378	416	456	261
	<i>A</i>	5,2	0,0	100,0	40,8	20,3	62,8	84,4	34,3	51,7	20,0	41,2
	<i>F</i>	16,0	0,0	100,0	51,9	43,2	100,0	100,0	74,1	95,1	53,1	77,8
	<i>Raf</i>	0,33	-	1,00	0,79	0,47	0,63	0,84	0,46	0,54	0,38	0,53
PVER	<i>Media</i>	124	206	109	76	92	75	69	165	125,2	109	68
	<i>Rango</i>	343	352	56	224	91	130	186	345	274	279	326
	<i>A</i>	19,3	0,0	100,0	29,1	49,2	31,4	28,8	14,3	24,8	52,5	22,5
	<i>F</i>	100,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	75,0	100,0	100,0	100,0
	<i>Raf</i>	0,19	-	1,00	0,29	0,49	0,31	0,29	0,19	0,25	0,52	0,23
POTO	<i>Media</i>	327	370	175	171	225	182	177	266	211,9	274	226
	<i>Rango</i>	456	478	204	275	218	233	333	400	385	473	219
	<i>A</i>	0,0	0,0	100,0	54,0	41,1	69,2	56,3	18,8	51,7	17,8	42,3
	<i>F</i>	0,0	0,0	100,0	100,0	54,3	100,0	100,0	44,4	96,3	54,3	67,9
	<i>Raf</i>	-	-	1,00	0,54	0,76	0,69	0,56	0,42	0,54	0,33	0,62
TANU	<i>Media</i>	12,2	8,9	10,1	13,8	11	11,4	14,3	8,6	11,3	10,4	15,2
	<i>Rango</i>	7,8	7,5	5,8	8,7	5	11,4	8,6	8,1	10,5	8,2	7,1
	<i>A</i>	20,4	39,4	100,0	0,0	53,8	32,1	0,0	36,7	36,4	46,2	0,0
	<i>F</i>	55,6	72,2	100,0	0,0	77,8	100,0	0,0	100,0	66,7	100,0	0,0
	<i>Raf</i>	0,37	0,55	1,00	-	0,69	0,32	-	0,37	0,55	0,46	-
ETP	<i>Media</i>	699	600	636	758	665	678	778	586	673,9	645	806
	<i>Rango</i>	237	243	188	355	161	438	322	286	359	294	233
	<i>A</i>	22,2	45,2	100,0	0,0	57,3	30,1	0,0	39,2	36,0	53,0	0,0
	<i>F</i>	56,5	67,7	100,0	0,0	75,8	93,5	0,0	100,0	66,1	100,0	0,0
	<i>Raf</i>	0,39	0,67	1,00	-	0,76	0,32	-	0,39	0,54	0,53	-
SUP	<i>Media</i>	712	874	271	154	512	282	233	501	359,9	583	431
	<i>Rango</i>	1406	1501	689	566	1160	861	1011	1235	1258	1373	837
	<i>A</i>	15,6	6,2	100,0	65,3	30,7	81,0	93,5	41,6	61,7	19,8	36,0
	<i>F</i>	44,5	20,1	100,0	58,5	56,5	100,0	71,9	76,3	99,3	49,8	67,2
	<i>Raf</i>	0,35	0,31	1,00	1,12	0,54	0,81	1,30	0,55	0,62	0,40	0,54
DEF	<i>Media</i>	240	102	261	409	292	342	416	167	252,7	246	411
	<i>Rango</i>	505	258	209	615	199	382	505	334	546	480	570
	<i>A</i>	24,6	0,0	100,0	13,4	61,2	27,6	1,4	19,1	35,3	44,4	25,6
	<i>F</i>	100,0	0,0	100,0	46,4	94,0	81,0	4,8	50,0	100,0	100,0	92,9
	<i>Raf</i>	0,25	-	1,00	0,29	0,65	0,34	0,30	0,38	0,35	0,44	0,28
IH	<i>Media</i>	83,7	136,9	18,78	-11,83	51,5	11,6	-2,1	71	32	68	22,6
	<i>Rango</i>	255,1	342,6	137,48	71,8	195,3	114,6	129,5	230,7	229,2	223,6	111,6
	<i>A</i>	21,0	4,8	100,0	31,4	44,2	80,5	60,3	26,7	0,0	25,5	82,7
	<i>F</i>	56,1	16,9	100,0	25,5	74,7	78,2	48,5	61,6	100,0	60,4	98,3
	<i>Raf</i>	0,37	0,29	1,00	1,23	0,59	1,03	1,24	0,43	0,00	0,42	0,84
DSEQ	<i>Media</i>	1,45	0,14	1,76	3,24	2,12	2,64	3,19	0,79	1,3	1,55	3
	<i>Rango</i>	4,14	1,65	2,55	10,38	2,11	5,66	5,62	2,62	4,2	3,5	5,6
	<i>A</i>	25,5	0,0	100,0	21,9	65,4	33,1	18,2	14,2	55,6	34,2	25,4
	<i>F</i>	100,0	0,0	100,0	100,0	95,5	87,6	66,3	24,7	100,0	100,0	100,0
	<i>Raf</i>	0,26	-	1,00	0,22	0,68	0,38	0,27	0,57	0,56	0,34	0,25

Considerando el conjunto de los parámetros climáticos, *J. thurifera* manifiesta una notable fragilidad con respecto a todos ellos (salvo SUP e IH) y especialmente frente a *Pinus pinaster* var. *mediterranea*, con valores medios del 94,6%, mientras que la agresividad no llega al 60%. Le siguen, a cierta distancia, los otros tres táxones con los que comparte hábitat central en todos los parámetros, *Quercus pyrenaica*, *Pinus nigra* var. *hispanica* y *Pinus sylvestris*, frente a los cuales la fragilidad es algo menor pero elevada en cualquier caso (en torno al 70%).

Tabla 74. Comparación del hábitat de los parámetros edáficos y edafoclimáticos de la sabina albar (salvo textura, ver texto) con otras especies forestales. Cst: *Castanea sativa*; Fsy: *Fagus sylvatica*; Jth: *Juniperus thurifera*; Php: *Pinus halepensis*; Pnh: *Pinus nigra* var. *hispanica*; Ppm: *Pinus pinaster* var. *mediterranea*; Ppn: *Pinus pinea*; Psy: *Pinus sylvestris*; Qfg: *Quercus faginea*; Qpy: *Quercus pyrenaica*; Qsb: *Quercus suber*. A: agresividad. F: fragilidad. Raf=A/F.

		<i>Cst</i>	<i>Fsy</i>	<i>Jth</i>	<i>Php</i>	<i>Pnh</i>	<i>Ppm</i>	<i>Ppn</i>	<i>Psy</i>	<i>Qfg</i>	<i>Qpy</i>	<i>Qsb</i>
TF	<i>Media</i>	46,6	51,2	41,9	63	50,3	67	71,9	65,5	59,53	53	59,6
	<i>Rango</i>	95,2	97,9	94,1	78,6	95,6	89,8	84,8	78	90,92	95,5	88,6
	<i>A</i>	100,0	99,2	100,0	86,7	87,9	81,4	76,9	84,7	88,2	99,4	94,7
	<i>F</i>	85,1	89,4	100,0	71,6	94,3	74,7	59,5	68,7	89,5	90,7	81,5
	<i>Raf</i>	1,17	1,11	1,00	1,21	0,93	1,09	1,29	1,23	0,99	1,10	1,16
PER	<i>Media</i>	3,36	2,8	2,6	2,88	3,12	4,16	4,11	3,51	2,51	3,69	3,7
	<i>Rango</i>	3,98	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0	3,6	3,9	4,0	4,0	3,7
	<i>A</i>	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0	84,6	85,2	88,6	96,4	86,7	87,5
	<i>F</i>	84,2	88,5	100,0	87,9	90,9	66,7	69,7	93,9	81,8	78,8	84,8
	<i>Raf</i>	1,11	1,13	1,00	1,14	1,10	1,27	1,22	0,94	1,18	1,10	1,03
HE	<i>Media</i>	24,3	29,6	32,18	27,8	28,3	19,2	15,3	25	29,95	21,5	22
	<i>Rango</i>	29,9	32,2	32,83	33,5	34,3	37,4	28,2	38,3	31,05	31,1	28,9
	<i>A</i>	69,0	96,5	100,0	88,0	87,3	48,8	23,3	68,6	93,6	59,4	54,4
	<i>F</i>	56,1	80,4	100,0	72,5	81,4	57,1	20,9	71,5	85,7	44,2	46,7
	<i>Raf</i>	1,23	1,20	1,00	1,21	1,07	0,85	1,11	0,96	1,09	1,34	1,17
CRA	<i>Media</i>	132	147,7	174,4	187,5	157,2	157,9	167,6	177,5	215,92	151,8	180,3
	<i>Rango</i>	446,5	466,3	542,1	515,1	558,8	411,6	508,7	579,3	513,72	502	501,8
	<i>A</i>	89,2	94,8	100,0	100,0	96,9	100,0	100,0	100,0	94,5	98,5	97,5
	<i>F</i>	72,0	77,7	100,0	89,5	88,9	90,6	87,0	80,3	90,1	77,2	97,2
	<i>Raf</i>	1,24	1,22	1,00	1,12	1,09	1,10	1,15	1,25	1,05	1,28	1,00
MO	<i>Media</i>	2,6	4,06	4,39	2,8	4,3	2,7	0,9	3,48	3,21	2,62	1,8
	<i>Rango</i>	8,28	19,29	18,59	14,5	14,4	10,5	5,5	10	10,4	19,44	7,65
	<i>A</i>	96,4	100,0	100,0	100,0	100,0	88,5	23,1	100,0	94,9	89,1	80,6
	<i>F</i>	53,8	72,7	100,0	52,2	84,5	70,7	4,6	70,7	71,9	62,5	30,7
	<i>Raf</i>	1,79	1,38	1,00	1,91	1,18	1,25	5,01	1,42	1,32	1,42	2,63
PHA	<i>Media</i>	5,07	5,53	7,81	8,13	7,49	6,89	6,96	6,7	7,14	5,28	5,42
	<i>Rango</i>	4,3	4,26	2,84	2,4	2,7	3,9	3,4	4,3	3,81	3,62	2,6
	<i>A</i>	0,0	0,0	100,0	56,3	45,4	27,4	32,2	23,9	32,0	0,0	0,0
	<i>F</i>	0,0	0,0	100,0	60,8	79,7	100,0	100,0	100,0	94,6	0,0	0,0
	<i>Raf</i>	-	-	1,00	0,93	0,57	0,27	0,32	0,24	0,34	-	-
SF	<i>Media</i>	151,8	41,6	146,9	313,4	177	225,2	293,8	74,5	117,74	138	267
	<i>Rango</i>	441,4	214,8	237,8	688,2	285,3	464,2	524,6	212,6	443	379	518
	<i>A</i>	39,3	16,1	100,0	21,8	65,1	35,9	22,0	42,9	67,8	65,0	31,6
	<i>F</i>	100,0	14,3	100,0	65,0	100,0	76,1	55,2	53,3	93,2	100,0	79,8
	<i>Raf</i>	0,39	1,13	1,00	0,34	0,65	0,47	0,40	0,80	0,73	0,65	0,40
ETRM	<i>Media</i>	548,2	558,1	490,9	444,4	484,6	453,3	484,2	511	538,04	508	539
	<i>Rango</i>	414,7	299	203,2	464,9	235,5	360,1	402	359,2	261	317	405
	<i>A</i>	55,5	43,5	100,0	40,0	73,8	69,2	52,5	60,8	56,6	80,6	48,9
	<i>F</i>	100,0	51,7	100,0	100,0	100,0	95,5	100,0	100,0	58,6	88,3	100,0
	<i>Raf</i>	0,56	0,84	1,00	0,40	0,74	0,72	0,52	0,61	0,97	0,91	0,49
DRENJ	<i>Media</i>	623,3	813,1	151,8	59,2	401	164,7	110,6	408,8	258,26	473	286
	<i>Rango</i>	1427,7	1590,3	760,1	456,5	1162	661,4	919,6	1310,5	1069	1460	855
	<i>A</i>	11,4	3,2	100,0	100,0	33,0	83,7	100,0	37,2	70,6	22,3	44,6
	<i>F</i>	30,5	9,0	100,0	60,6	59,8	99,8	78,1	63,9	100,0	58,0	78,7
	<i>Raf</i>	0,37	0,35	1,00	1,65	0,55	0,84	1,28	0,58	0,71	0,38	0,57

En tercer lugar, por lo que respecta a los parámetros de naturaleza edáfica, la sabina albar posee los mayores valores en cuanto a pedregosidad, impermeabilidad, humedad equivalente y materia orgánica, el segundo mayor valor de PHA y el tercero de CRA, así como una moderada o elevada eurioicidad en todos ellos. Esto favorece que *J. thurifera* exhiba una moderada o incluso notable agresividad en cuanto a dichos parámetros salvo PHA, el cual delata bien una alta disparidad de HC, bien moderada fragilidad frente a *Pinus pinaster* var. *mediterranea*, *Pinus pinea* y *Pinus sylvestris*. En su conjunto, desde un punto de vista edáfico, de los táxones sin ningún parámetro dispar, *Pinus halepensis* y, en mucha menor medida, *Pinus pinea* (por presentar hábitats menos solapados), son los táxones más frágiles frente a la sabina albar. Los táxones con un único parámetro dispar (PHA) son también notablemente frágiles frente a *J. thurifera*.

En cuarto lugar, en los tres parámetros edafoclimáticos se compensa el comportamiento de los climáticos y los edáficos, puesto que es perceptible una ligera tendencia a la fragilidad, aunque no muy notable. Tanto el drenaje como la sequía fisiológica son más bien reducidos dentro del grupo de táxones, presentando SF valores medios del orden de los del rebollo o el castaño.

Tabla 75. Comparación del hábitat textural de la sabina albar con otras especies forestales. Cst: *Castanea sativa*; Fsy: *Fagus sylvatica*; Jth: *Juniperus thurifera*; Php: *Pinus halepensis*; Pnh: *Pinus nigra* var. *hispanica*; Ppm: *Pinus pinaster* var. *mediterranea*; Ppn: *Pinus pinea*; Psy: *Pinus sylvestris*; Qfg: *Quercus faginea*; Qix: *Quercus ilex*; Qpy: *Quercus pyrenaica*; Qsb: *Quercus suber*. A: agresividad. F: fragilidad. Raf=A/F.

	<i>Cst</i>	<i>Fsy</i>	<i>Jth</i>	<i>Php</i>	<i>Pnh</i>	<i>Ppm</i>	<i>Ppn</i>	<i>Psy</i>	<i>Qfg</i>	<i>Qix</i>	<i>Qpy</i>	<i>Qsb</i>
Valencia	13,75	15,33	14,94	16,91	18,54	20,12	17,39	19,98	18,68	15,80	15,72	21,50
A	44,61	72,64	100,00	73,36	68,54	20,03	12,41	45,57	77,55	30,92	39,90	38,65
F	41,07	74,54	100,00	83,05	85,05	26,99	14,44	60,95	96,97	32,71	42,00	55,62
Raf	1,09	0,97	1,00	0,88	0,81	0,74	0,86	0,75	0,80	0,95	0,95	0,69

Para concluir este apartado a continuación se analiza comparativamente la faceta textural del hábitat paramétrico. Un paso previo consiste en calcular su valencia (GANDULLO, 1998), es decir, el porcentaje de la superficie del triángulo textural ocupado por el polígono que definen los valores umbrales de los parámetros ARE, LIM y ARC (ver Figura 32). Es ésta una excelente medida (y además representable gráficamente) de la estenoicidad o euroicidad del hábitat. En nuestro caso el valor obtenido es 14,94, inferior al del resto de especies forestales ibéricas contempladas aquí salvo *Castanea sativa*. Con el ánimo de ser lo más claros posible, se han representado por separado los diagramas de los táxones más cercanos a *J. thurifera* desde un punto de vista textural (Figura 32) y los de los más lejanos (Figura 33). Estos diagramas, unidos a los valores numéricos expuestos en la Tabla 75, demuestran que la sabina albar se comporta de manera frágil frente al quejigo, la variedad *hispanica* del pino laricio y el pino carrasco, ya que éstos ocupan gran parte de su hábitat textural, y esta ocupación es mayor que a la inversa (es decir, el hábitat textural de cada una de los tres táxones mencionados que es ocupado por *J. thurifera*). Por el contrario, el caso opuesto no se da, es decir, la sabina albar no resulta ser agresiva desde un punto de vista textural frente a ninguno de los táxones considerados; únicamente el castaño se muestra ligeramente en desventaja frente a *J. thurifera*.

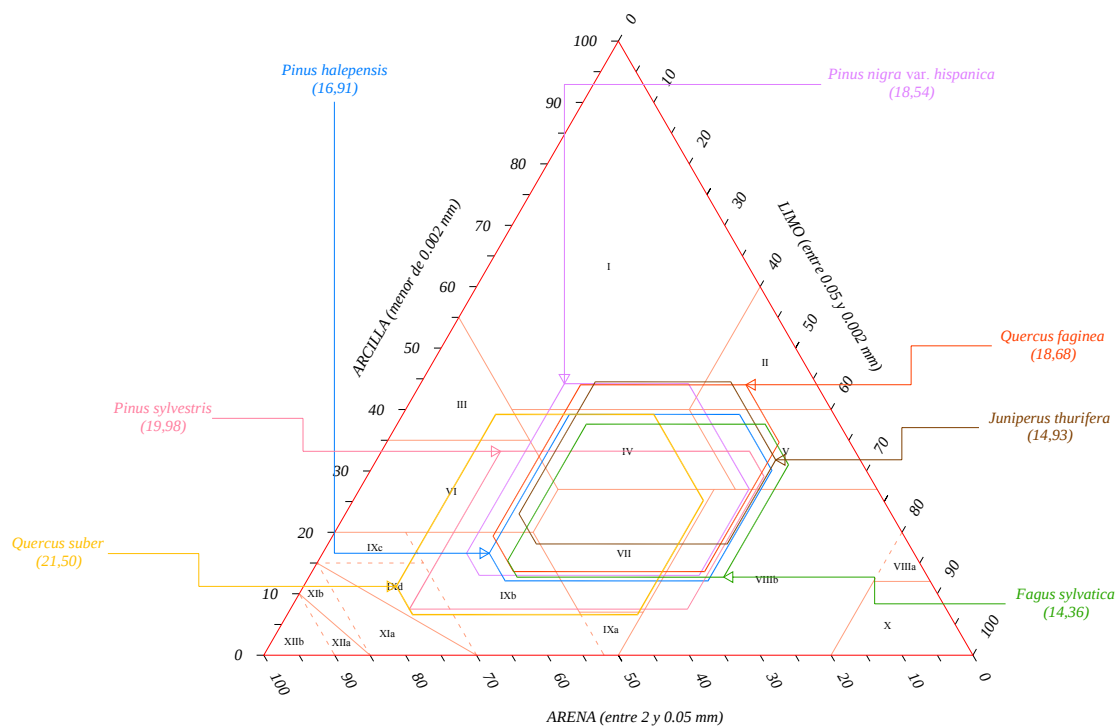


Figura 32. Hábitat textural central de *Juniperus thurifera* y otras especies forestales ibéricas “cercanas” desde un punto de vista textural. Los números entre paréntesis indican la valencia textural (GANDULLO, 1998) de cada especie.

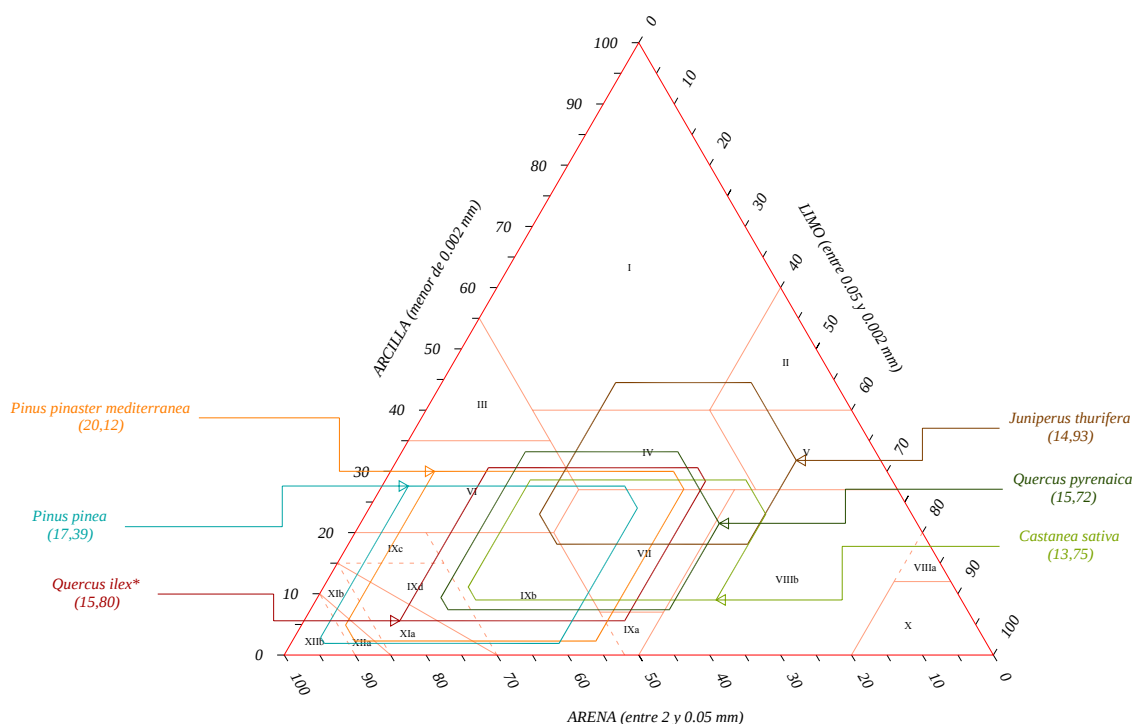


Figura 33. Hábitat textural central de *Juniperus thurifera* y otras especies forestales ibéricas “alejadas” desde un punto de vista textural. Los números entre paréntesis indican la valencia textural (GANDULLO, 1998) de cada especie.

Así pues, este somero análisis comparativo de los hábitats de varias especies forestales españolas abunda en lo expuesto en el apartado III.4 sobre la estrechez del ámbito climático en el que vive *J. thurifera* y la plasticidad que manifiesta en su hábitat edáfico, lo que se traduce en una notable fragilidad frente a otros táxones si atendemos a variables climáticas y mayor agresividad si son las edáficas las que se tienen en consideración.

IV. CARACTERIZACIÓN Y TIPOLOGÍA DE LAS PARCELAS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL CON PRESENCIA DE *JUNIPERUS THURIFERA*.

En el extenso territorio ocupado por la sabina albar en la península Ibérica es muy útil determinar una serie de tipos de masa con sabina que faciliten el estudio de los diversos aspectos de estas formaciones, así como su gestión a través de propuestas selvícolas detalladas para cada tipo de masa. Esta tipología de masas puede ser el resultado de múltiples factores, reflejo de la gran diversidad de situaciones ecológicas donde se encuentra la especie así como la consecuencia de la gestión y los usos presentes e históricos de las masas.

Según el Inventario Forestal Nacional (IFN2 y IFN3), aproximadamente la mitad de las parcelas con presencia de pies mayores de *J. thurifera* son monoespecíficas (47,4% de las parcelas con más de un 90% del número de pies de sabina). Además, en las masas mixtas, un 32 % de las parcelas tiene a la sabina como especie principal. La distribución de parcelas del IFN con presencia de sabina por provincias se presenta en la Tabla 76. En la Tabla 77 se exponen los valores medios de las principales variables dasométricas por hectárea de las masas monoespecíficas y mixtas. En general, se observa una gran variabilidad de las principales variables de masa, tanto de las que reflejan su espesura como de las que reflejan el tamaño del árbol medio y del árbol dominante. La espesura media de las parcelas es relativamente baja, en torno 6 m²/ha de área basimétrica y 140 de índice de densidad de Reineke en las masas monoespecíficas, aumentando ligeramente en las masas mixtas. Esta variabilidad observada en los valores dasométricos medios de los sabinares españoles sugiere la necesidad de establecer una tipología basada en variables dasométricas, que permita clasificar los sabinares con el fin de establecer recomendaciones de gestión adaptadas a cada tipo de masa.

Tabla 76. Distribución de parcelas del IFN con presencia de *Juniperus thurifera* por provincia y tipo de masa (monoespecífica o mixta)

Provincia	Nº parcelas			Porcentaje	
	Monoespecíficas	Mixtas	Total	Monoespecíficas	Mixtas
Albacete	23	8	31 (1,72%)	74,2	25,8
Burgos	141	129	270 (14,98%)	52,2	47,8
Castellón	5	17	22 (1,22%)	22,7	77,3
Ciudad Real	5	5	10 (0,55%)	50,0	50,0
Cuenca	92	158	250 (13,87%)	36,8	63,2
Guadalajara	181	147	328 (18,19%)	55,2	44,8
Huesca	2	0	2 (0,11%)	100,0	0,0
Jaén	0	1	1 (0,06%)	0,0	100,0
León	1	1	2 (0,11%)	50,0	50,0
Lérida	0	3	3 (0,17%)	0,0	100,0
Madrid	0	1	1 (0,06%)	0,0	100,0
Murcia	3	3	6 (0,33%)	50,0	50,0
Palencia	3	4	7 (0,39%)	42,9	57,1
Segovia	45	26	71 (3,94%)	63,4	36,6
Soria	290	226	516 (28,62%)	56,2	43,8
Teruel	120	108	228 (12,65%)	52,6	47,4
Valencia	12	13	25 (1,39%)	48,0	52,0
Valladolid	2	7	9 (0,5%)	22,2	77,8
Zaragoza	3	17	20 (1,11%)	15,0	85,0
TOTAL	928	874	1.803	51,5	48,5

Existen trabajos previos con el establecimiento de tipologías dasométricas de masas con una metodología similar para especies como por ejemplo, el roble albar (*Quercus petraea* Liebl.) (REQUE, 2004) o el rebollo (MONTERO *et al.*, 2006). En ambos casos queda de manifiesto la gran importancia de la gestión y uso histórico de las masas en la tipología selvícola actual de estas formaciones.

Tabla 77. Valor medio, desviación estándar y valores mínimo y máximo de las principales variables dasométricas por hectárea de las masas monoespecíficas y mixtas del IFN con presencia de *Juniperus thurifera*.

		<i>Nºpies/ha</i>	<i>Dg (cm)</i>	<i>Do (cm)</i>	<i>Hm (m)</i>	<i>Ho (m)</i>	<i>AB (m²/ha)</i>	<i>SDI</i>
Monoespecíficas	<i>media</i>	267,0	19,3	22,4	5,5	6,0	6,2	142,1
	<i>desv</i>	251,9	8,2	8,2	1,8	2,0	5,8	127,7
	<i>min</i>	5,1	7,6	7,6	2,3	2,3	0,4	10,5
	<i>max</i>	1.573,9	62,3	59,2	21,4	24,3	50,7	958,9
Mixtas	<i>media</i>	549,7	18,1	24,8	6,7	8,2	11,6	271,3
	<i>desv</i>	450,6	6,6	8,1	2,2	3,2	8,2	184,2
	<i>min</i>	10,2	8,0	8,3	2,2	2,6-	1,0	24,8
	<i>max</i>	3.370,5	64,3	62,5	16,8	30,2	62,4	1.153,7

Los datos que se han empleado en el establecimiento de los tipos de masa con sabina en España, de forma semejante a los trabajos previos mencionados del roble albar o el rebollo, son los procedentes del Inventario Forestal Nacional, fácilmente disponibles para todo el país. En el caso de la sabina se han seleccionado las parcelas del IFN con presencia de, al menos, un pie mayor de sabina. Se han utilizado los datos del IFN3 en aquellas provincias en las que se disponía ya de estos datos (12 provincias y 1464 parcelas) y en el resto los del IFN2 (8 provincias y 339 parcelas). Las variables dasométricas utilizadas para establecer la tipología de los sabinares (Tabla 78) son las obtenidas mediante el programa BASIFOR (BRAVO *et al.*, 2002) (variables que reflejan la espesura y el tamaño del árbol medio y dominante) y otra serie de variables que describen la diferenciación horizontal y vertical de la masa, la presencia de regenerado y el porcentaje de sabina en las masas mixtas, que se han obtenido directamente de la base de datos de pies mayores y pies menores del IFN.

Ante las dificultades de interpretación y cálculo de emplear el total de parcelas con sabina en la Península, se ha seleccionado una muestra aleatoria de 500 parcelas para elaborar la tipología de los sabinares, comprobando que la muestra representaba de forma adecuada a la población total. Sobre esta muestra se realizó un análisis de componentes principales para sintetizar la información de las 14 variables consideradas y posteriormente se realizó un análisis *cluster* aglomerativo (método Ward y distancia euclídea) a partir de los componentes principales construidos. Se definieron los grupos de sabinares a partir de la clasificación y tras el análisis comparativo de las variables dasométricas entre grupos. La consistencia de la clasificación se probó realizando el mismo proceso con diferentes muestras aleatorias de 500 parcelas sobre el total de las parcelas con sabina del IFN.

El análisis factorial agrupó las 14 variables dasométricas seleccionadas en cinco ejes que absorbían el 88,4 % de la variabilidad total (Tabla 79). El primer eje (37,9 % de variabilidad absorbida) da idea de la espesura de las masas al estar altamente correlacionado con las variables número de pies por hectárea, área basimétrica e índice de densidad de Reineke. El segundo eje (25,6 %) está más relacionado con el tamaño de

los árboles al existir una correlación positiva con los diámetros medio y dominante así como el porcentaje de pies gruesos. Sólo el cuarto eje (7,9 %) destaca la variable de regeneración y el quinto eje (6,1 %) la estructura vertical de las masas.

Tabla 78. Variables utilizadas en el ACP previo a la determinación de grupos de sabinares en España

N (pies/ha)	Densidad
Dg (cm)	Diámetro medio cuadrático
Do (cm)	Diámetro dominante
Hm (m)	Altura media
Ho (m)	Altura dominante
AB (m²/ha)	Área basimétrica
Índice de Reineke	Índice de espesura
% pies delgados (f1)*	Indicadores de la distribución diamétrica de la masa (estructura horizontal)
% pies medios (f2)*	
% pies gruesos (f3)*	
% pies muy gruesos (f4)*	
Rango de alturas (m)	Rango de alturas en la parcela ($h_{\max}-h_{\min}$). Indicador de la estructura vertical de la masa (rh)
Pies menores	Número de pies menores de sabina en la parcela de 5 m de radio (78,54 m ²). Indicador de la regeneración de la masa (Nreg)
Grado de mezcla	% de pies de sabina en la parcela (n38)

* pies delgados: $7,5 \text{ cm} \leq d < 12,5 \text{ cm}$; pies medios: $12,5 \text{ cm} \leq d < 22,5 \text{ cm}$; pies gruesos: $22,5 \text{ cm} \leq d < 42,5 \text{ cm}$; pies muy gruesos: $d \geq 42,5 \text{ cm}$.

A partir de las 500 parcelas seleccionadas al azar se ha construido la tipología de las masas con sabina. Este proceso se ha repetido varias veces (selección de parcelas al azar, síntesis de la información según componentes principales, análisis cluster, análisis de los conglomerados) para estudiar la coherencia de la clasificación, habiéndose obtenido resultados consistentes.

Tabla 79. Resultado del ACP sobre 13 variables dasométricas y 500 parcelas aleatorias del IFN con presencia de sabina. Definición de variables según tabla 3. Rotación Varimax. En negrita, valores superiores a 0,7.

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
N	0,8623	-0,3669	-0,1657	-0,0068	0,0283
Dg	-0,1183	0,9096	0,0153	0,0808	0,1859
Do	0,2954	0,8067	0,0023	0,0285	0,3614
Hm	0,2001	0,4822	0,1072	0,0784	0,7442
Ho	0,3381	0,3035	0,0743	0,0349	0,8459
AB	0,8929	0,1747	0,0618	0,0057	0,3567
SDI	0,9435	0,0483	0,0275	0,0016	0,3089
rh	0,3273	0,0735	0,0867	0,0105	0,7979
f1	0,1216	-0,7297	-0,5984	-0,1581	-0,1188
f2	0,0016	-0,0647	0,9880	0,0499	0,0637
f3	-0,0939	0,8079	-0,2378	0,1710	0,0364
Nreg	0,0396	-0,2429	-0,1243	-0,9078	-0,0375
n38	-0,3323	0,3201	0,1906	-0,4731	-0,5450
<i>Var. explicada</i>	2,9294	3,3265	1,4994	1,1195	2,6126
<i>Prop. total</i>	0,2253	0,2559	0,1153	0,0861	0,2010
<i>Autovalor</i>	4,9292	3,3289	1,4061	1,0269	0,7964
<i>% var acumulada</i>	37,917	63,524	74,340	82,239	88,365

La clasificación aglomerativa tuvo como resultado el dendrograma de la Figura 34. Se definieron siete grupos que mostraron diferencias significativas en el espacio de los cinco ejes del ACP (Figura 35 y Tabla 80). Para cada grupo definido se compararon los estadísticos descriptivos de las variables originales para cada grupo con el total para definir los grupos y evaluar la tipología de masas.

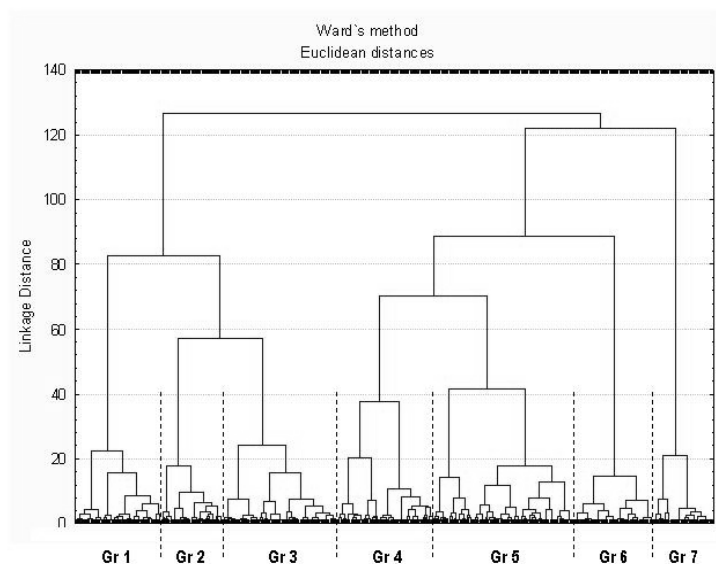


Figura 34. Dendrograma de clasificación de los sabinos españoles a partir de los factores derivados del ACP sobre 13 variables dasométricas de 500 parcelas del IFN.

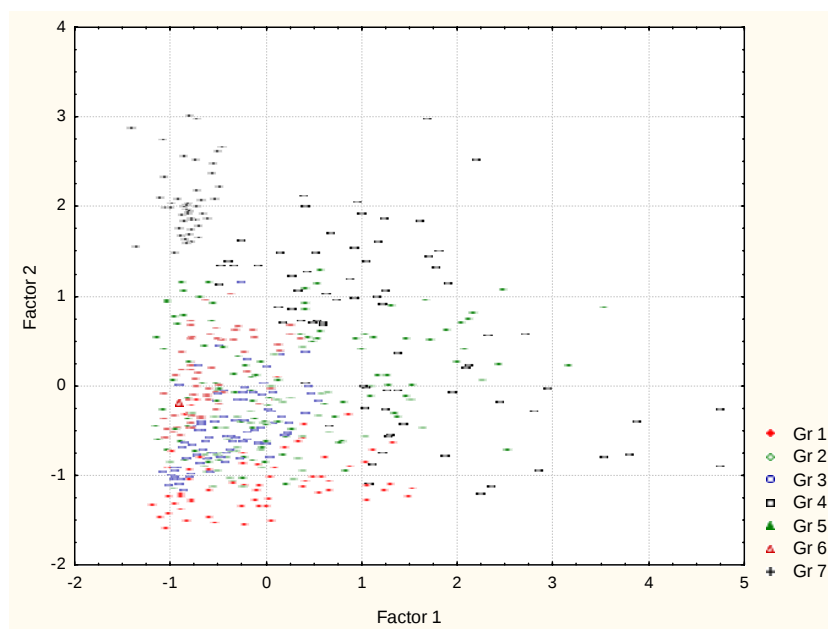


Figura 35. Distribución de las parcelas empleadas para la elaboración de una tipología de los sabinos españoles según los dos primeros ejes del ACP.

Por un lado, los grupos 1, 2 y 3 aparecen en una rama del dendrograma. Se trata de tres conjuntos con abundancia de pies finos y medios y una distribución de tamaños propia de masas irregulares. El grupo 1 (13,54% de las parcelas) engloba a las masas

mixtas de sabina (20% en número de pies de sabina de media) con otras especies, generalmente con *Quercus ilex*; son masas irregulares, bastante jóvenes y tamaños no muy elevados (Dg medio = 13,1 cm). Los grupos 2 y 3 son masas monoespecíficas, irregulares, más o menos jóvenes con dominancia de pies finos y medios. El grupo 2 (9,49% de las parcelas) presenta densidades mayores (N=518,6 pies/ha) frente al 3 (N=286,9 pies/ha). El grupo 3 (17,98% de las parcelas) muestra masas irregulares, con abundancia de pies finos, pero también con porcentajes considerables de pies medios y gruesos ($f_1=63,4\%$; $f_2=30,4\%$, $f_3=5,7\%$).

Tabla 80. Media y desviación típica (en tamaño menor) de las variables originales empleadas en el establecimiento de una tipología de los sabinares, según los 7 grupos definidos. Variables según Tabla 78.

	<i>N</i>	<i>Dg</i>	<i>Do</i>	<i>Hm</i>	<i>Ho</i>	<i>AB</i>	<i>SDI</i>	<i>f₁</i>	<i>f₂</i>	<i>f₃</i>	<i>f₄</i>	<i>rh</i>	<i>Nreg</i>	<i>n38</i>
Grupo 1	546,08	13,09	18,57	5,08	6,39	7,01	183,36	77,17	15,68	6,27	0,88	4,92	0,38	18,59
	295,66	3,25	5,85	1,15	2,34	3,62	90,60	12,53	10,97	8,38	1,96	3,65	0,69	19,03
Grupo 2	518,62	13,41	18,95	5,15	6,24	7,43	189,90	72,91	20,70	5,81	0,59	3,87	8,34	84,03
	244,24	3,66	6,48	0,93	2,02	4,72	110,92	18,63	14,13	7,20	1,75	3,09	3,60	22,63
Grupo 3	286,97	13,80	17,11	4,69	5,31	4,58	114,73	63,38	30,37	5,68	0,57	2,60	1,96	95,38
	131,10	3,66	5,34	1,09	1,36	2,76	63,57	26,38	23,52	7,78	2,79	2,02	1,84	10,99
Grupo 4	684,91	21,01	29,15	6,04	7,09	16,10	364,84	29,32	39,10	28,51	3,07	5,09	1,43	74,64
	574,09	7,18	7,16	1,24	1,61	5,86	145,71	30,96	16,65	23,95	5,19	2,22	1,65	34,81
Grupo 5	427,20	20,52	27,04	7,83	9,74	12,98	286,90	18,13	56,26	23,05	2,56	7,64	0,63	36,49
	288,51	4,50	6,34	1,99	2,95	8,45	182,78	19,65	19,29	18,03	4,57	3,70	1,21	32,19
Grupo 6	118,22	19,38	19,95	5,28	5,41	3,69	81,61	0,00	83,69	14,88	1,42	2,13	0,55	96,66
	81,24	3,76	4,00	0,92	1,05	2,73	58,79	0,00	14,67	14,48	4,73	1,89	0,83	9,51
Grupo 7	37,04	34,54	34,16	7,19	7,20	3,14	56,85	0,00	0,00	78,74	21,26	2,02	0,21	85,89
	30,18	9,60	9,37	2,17	2,19	2,60	46,81	0,00	0,00	37,47	37,47	2,18	0,51	27,80
TOTAL	390,02	18,91	23,48	6,04	7,03	8,55	197,86	4,45	37,10	38,47	20,99	3,45	3,44	67,12
	359,81	7,98	8,51	1,95	2,70	7,09	159,02	3,51	35,37	29,27	27,35	13,17	3,18	38,14

La otra rama del dendrograma agrupa los tipos 4, 5, 6 y 7, masas generalmente regulares o semirregulares (Figura 34) con distintos grados de evolución. En conjunto suponen casi el 60% de las parcelas, por lo que debería cuando menos matizarse el postulado generalizado de que los sabinares son en su mayoría masas irregulares (DENIA & OROZCO, 1996; DEL CERRO & BRIONGOS, 2000), hecho que se repite en los montes de *Juniperus* estadounidenses (GOTTFRIED, 2004), si bien en ese país se considera apropiado para la especie la forma de masa regular (BASSET, 1988). Los grupos definidos como 6 y 7 son dos tipos de masas adehesadas. En el grupo 7 (9,29% de las parcelas) encontramos masas de muy escasa densidad (N=37 pies/ha), monoespecíficas y formadas exclusivamente por pies gruesos y muy gruesos ($f_3=78,7\%$; $f_4=21,3\%$; Dg=34,6 cm). El grupo 6 (12,73% de las parcelas) tiene características parecidas pero las masas son más densas (N=118,2 pies/ha), más jóvenes ($f_2=83,7\%$) y con menor altura (Ho= 5,4 m frente a 7,2 m en el grupo 7). Por otro lado, en la misma rama del dendrograma, los grupos 4 y 5 engloban a las masas regulares, con mayor densidad que las dehesas (N₄=684,9 y N₅=427,2 pies/ha) y mayoría de pies medios y gruesos. El grupo 4 (14,95% de las parcelas) son masas monoespecíficas de sabina con espesura media de 16,1 m²/ha, mientras que el grupo 5 (22,02% de las parcelas) son masas mixtas con *Pinus nigra*, con grado de mezcla variable.

A continuación se adjuntan las gráficas comparativas de las variables dasométricas empleadas en la tipología según los siete tipos definidos de masas con sabina albar así como los valores de la media, mediana, máximo, mínimo y desviación típica de todas estas variables según los tipos de masa (significado de las abreviaturas de las variables según Tabla 78; *n38m*: % en número de pies de sabina; *n25m*: % en número de pies de pino laricio; *n45m*: % en número de pies de encina). En negrita se señalan algunos valores característicos para la definición de los distintos grupos de masas con sabina albar.

Tabla 81. Estadísticos descriptivos de las variables dasométricas definitorias de las 7 tipologías de sabinas albares en España. En negrita, valores característicos para la definición de cada grupo.

GRUPO 1 (13,4% de las parcelas)					
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv.típ.</i>
N	546,08	509,30	146,56	1.368,73	295,66
Dg	13,09	12,03	8,79	25,08	3,25
Do	18,57	17,86	9,05	33,76	5,85
Hm	5,08	4,79	3,00	9,34	1,15
Ho	6,39	5,84	2,75	15,12	2,34
AB	7,01	6,53	1,29	15,13	3,62
HART	87,13	75,45	27,38	216,83	40,35
REINEKE	183,36	180,83	37,44	384,84	90,60
rh	4,92	4,00	0,50	16,00	3,65
f1	77,17	79,61	51,43	100,00	12,53
f2	15,68	16,67	0,00	38,46	10,97
f3	6,27	3,72	0,00	37,31	8,38
f4	0,88	0,00	0,00	8,76	1,96
Nreg	0,39	0,00	0,00	3,00	0,70
Hmreg	7,28	0,00	0,00	35,00	11,96
n38m	18,59	12,26	1,63	100,00	19,03
n25m	12,80	0,00	0,00	96,73	28,77
n45m	40,23	35,89	0,00	98,14	40,30
GRUPO 2 (9,4% de las parcelas)					
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv.típ.</i>
N	518,62	445,63	142,60	1206,04	244,24
Dg	13,41	12,61	7,68	27,72	3,66
Do	18,95	18,29	7,70	33,05	6,48
Hm	5,15	5,05	3,56	7,27	0,93
Ho	6,24	5,94	2,80	13,56	2,02
AB	7,43	6,36	1,18	23,68	4,72
HART	88,32	82,07	21,99	167,16	36,67
REINEKE	189,90	168,35	38,27	578,17	110,92
rh	3,87	2,80	0,00	14,50	3,09
f1	72,91	77,70	31,86	100,00	18,63
f2	20,70	20,00	0,00	54,22	14,13
f3	5,81	3,08	0,00	28,32	7,20
f4	0,59	0,00	0,00	10,71	1,75
Nreg	8,34	7,00	4,00	20,00	3,60
Hmreg	31,04	30,00	20,00	45,00	5,93
n38m	84,03	100,00	3,02	100,00	22,63
n25m	3,57	0,00	0,00	61,51	12,29
n45m	2,42	0,00	0,00	35,71	8,18

Tabla 81 (cont.)

GRUPO 3 (17,8% de las parcelas)					
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv.típ.</i>
N	286,97	261,72	77,81	604,79	131,10
Dg	13,80	13,35	7,55	31,65	3,66
Do	17,11	17,51	7,55	30,94	5,34
Hm	4,69	4,63	2,30	8,73	1,09
Ho	5,31	5,28	2,30	9,08	1,36
AB	4,58	4,74	0,57	11,71	2,76
HART	139,17	119,94	58,76	398,91	70,09
REINEKE	114,73	118,03	18,63	269,55	63,57
rh	2,60	2,50	0,00	8,50	2,02
f1	63,38	65,90	0,00	100,00	26,38
f2	30,37	27,27	0,00	95,63	23,52
f3	5,68	2,41	0,00	27,96	7,78
f4	0,57	0,00	0,00	24,94	2,79
Nreg	1,97	2,00	0,00	8,00	1,84
Hmreg	19,62	22,00	0,00	45,00	13,85
n38m	95,38	100,00	46,55	100,00	10,99
n25m	1,01	0,00	0,00	33,33	4,95
n45m	1,21	0,00	0,00	40,00	5,83

GRUPO 4 (14,8% de las parcelas)					
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv.típ.</i>
N	684,91	433,26	84,46	2687,95	574,09
Dg	21,01	22,01	9,50	37,12	7,18
Do	29,15	29,74	15,28	46,59	7,16
Hm	6,04	5,94	3,25	8,90	1,24
Ho	7,09	6,84	4,32	11,18	1,61
AB	16,10	14,88	4,39	30,97	5,86
HART	76,51	61,84	29,91	237,69	42,27
REINEKE	364,84	348,20	90,23	796,06	145,71
rh	5,09	5,00	1,00	12,00	2,22
f1	29,32	24,02	0,00	90,83	30,96
f2	39,10	37,71	0,00	74,26	16,65
f3	28,51	26,39	0,00	85,25	23,95
f4	3,07	0,54	0,00	25,79	5,19
Nreg	1,43	1,00	0,00	5,00	1,66
Hmreg	14,73	20,00	0,00	40,00	14,29
n38m	74,64	95,55	1,38	100,00	34,81
n25m	0,98	0,00	0,00	39,27	5,12
n45m	15,77	0,00	0,00	98,62	31,82

Tabla 81 (cont.)

GRUPO 5 (21,8% de las parcelas)					
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv.típ.</i>
N	427,20	351,70	60,13	1524,35	288,51
Dg	20,52	19,57	11,93	31,01	4,50
Do	27,04	26,52	15,38	42,45	6,34
Hm	7,83	7,34	4,56	14,05	1,99
Ho	9,74	9,29	4,62	18,08	2,95
AB	12,98	10,13	2,30	42,05	8,45
HART	73,09	60,18	18,99	260,07	46,75
REINEKE	286,90	233,46	50,62	909,43	182,78
rh	7,64	7,00	0,50	20,00	3,70
f1	18,13	15,13	0,00	66,67	19,65
f2	56,26	52,94	12,37	100,00	19,29
f3	23,05	18,01	0,00	68,97	18,03
f4	2,56	0,00	0,00	24,66	4,57
Nreg	0,63	0,00	0,00	7,00	1,21
Hmreg	9,60	0,00	0,00	40,00	14,23
n38m	36,49	25,60	2,09	100,00	32,19
n25m	24,59	4,44	0,00	97,91	34,15
n45m	11,28	0,00	0,00	96,55	25,47

GRUPO 6 (12,6% de las parcelas)					
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv.típ.</i>
N	118,22	106,10	31,83	300,63	81,24
Dg	19,38	19,15	12,60	32,90	3,76
Do	19,95	19,60	12,60	28,19	4,00
Hm	5,28	5,25	2,50	7,26	0,92
Ho	5,41	5,25	2,50	8,66	1,05
AB	3,69	2,99	0,40	10,12	2,73
HART	226,72	211,89	89,09	524,28	111,67
REINEKE	81,61	64,04	10,60	221,14	58,79
rh	2,13	1,50	0,00	7,00	1,89
f1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
f2	83,69	84,00	52,94	100,00	14,67
f3	14,88	12,90	0,00	47,06	14,48
f4	1,42	0,00	0,00	32,43	4,73
Nreg	0,56	0,00	0,00	3,00	0,84
Hmreg	10,00	0,00	0,00	40,00	13,24
n38m	96,66	100,00	55,00	100,00	9,51
n25m	0,56	0,00	0,00	24,10	3,19
n45m	1,56	0,00	0,00	45,00	7,31

Tabla 81 (cont.)

GRUPO 7 (9,2% de las parcelas)					
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv.típ.</i>
N	37,04	28,29	5,09	127,32	30,18
Dg	34,54	31,00	22,70	64,30	9,60
Do	34,16	31,16	22,70	62,05	9,37
Hm	7,19	6,70	4,00	13,00	2,17
Ho	7,20	6,70	4,00	13,00	2,19
AB	3,14	2,10	0,57	10,01	2,60
HART	346,12	276,43	81,46	917,50	196,48
REINEKE	56,85	38,36	12,12	185,24	46,81
rh	2,02	1,50	0,00	7,50	2,18
f1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
f2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
f3	78,74	100,00	0,00	100,00	37,47
f4	21,26	0,00	0,00	100,00	37,47
Nreg	0,22	0,00	0,00	2,00	0,51
Hmreg	4,20	0,00	0,00	35,00	9,49
n38m	85,89	100,00	11,11	100,00	27,80
n25m	8,12	0,00	0,00	88,89	22,18
n45m	1,60	0,00	0,00	73,53	10,84
TOTAL					
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Desv.típ.</i>
N	390,02	298,86	5,09	2687,95	359,81
Dg	18,91	17,10	7,55	64,30	7,98
Do	23,48	22,38	7,55	62,05	8,51
Hm	6,04	5,57	2,30	14,78	1,95
Ho	7,03	6,41	2,30	18,08	2,70
AB	8,55	6,52	0,40	42,05	7,09
HART	133,08	95,33	18,99	917,50	118,62
REINEKE	197,86	157,64	10,60	909,43	159,02
rh	4,45	3,95	0,00	20,00	3,51
f1	37,10	35,98	0,00	100,00	35,37
f2	38,47	34,18	0,00	100,00	29,27
f3	20,99	10,00	0,00	100,00	27,35
f4	3,45	0,00	0,00	100,00	13,17
Nreg	1,63	0,00	0,00	20,00	2,78
Hmreg	13,30	0,00	0,00	45,00	14,67
n38m	67,12	91,99	1,38	100,00	38,14
n25m	8,95	0,00	0,00	100,00	23,48
n45m	10,97	0,00	0,00	98,62	26,37

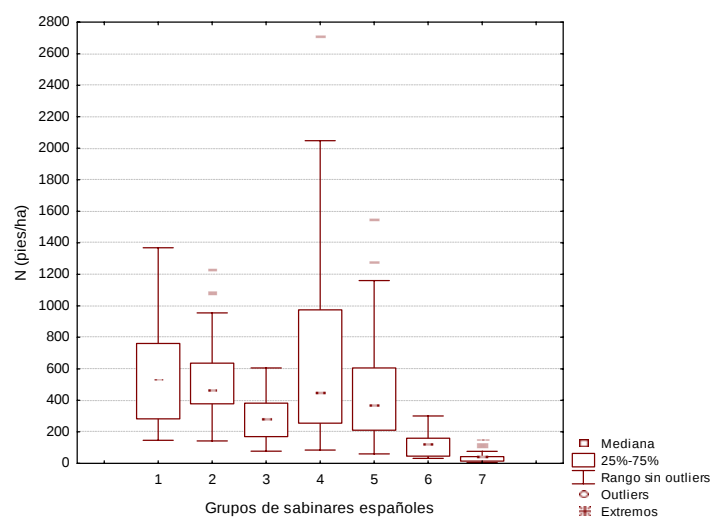


Figura 36. Densidad según tipos de masa definidos.

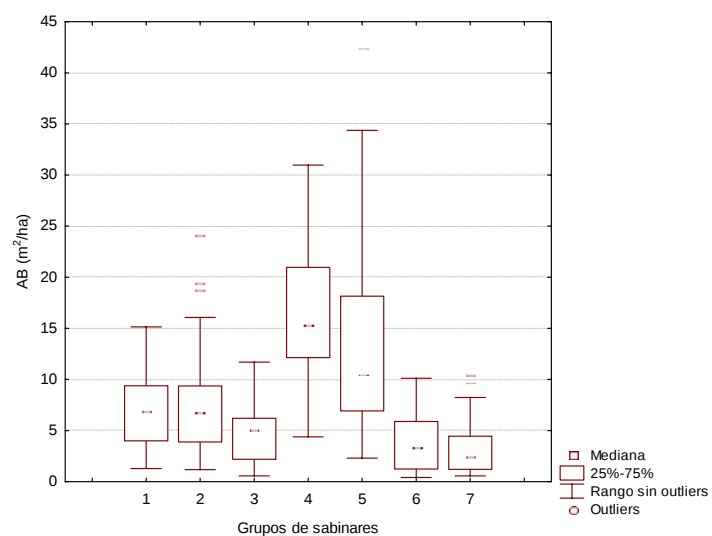


Figura 37. Área basimétrica según tipos de masa definidos.

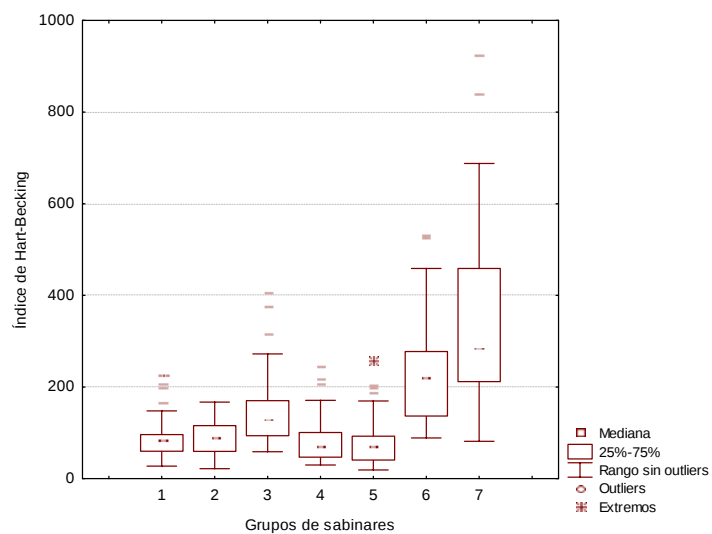


Figura 38. Índice de Hart-Becking según tipos de masa definidos.

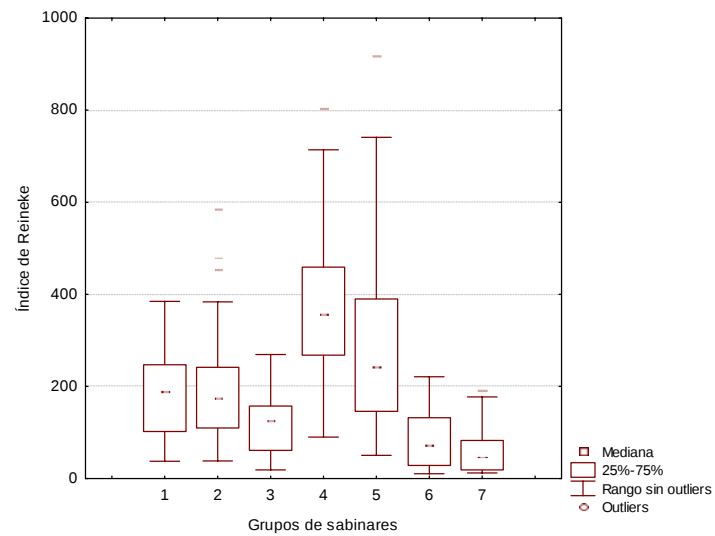


Figura 39. Índice de Reineke según tipos de masa definidos

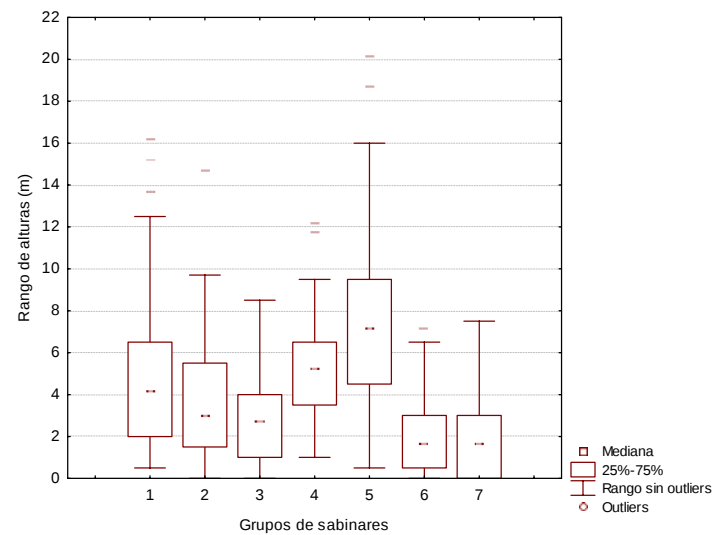


Figura 40. Rango de alturas por parcela según tipos de masa definidos

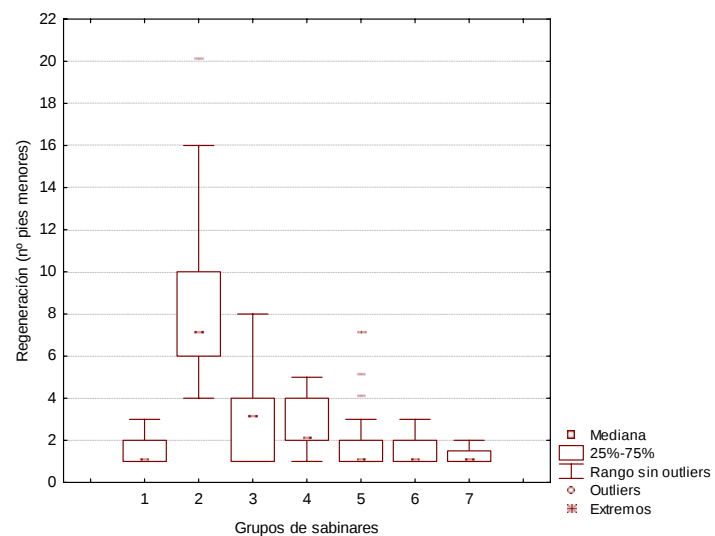


Figura 41. Número de pies menores por parcela según tipos de masa definidos

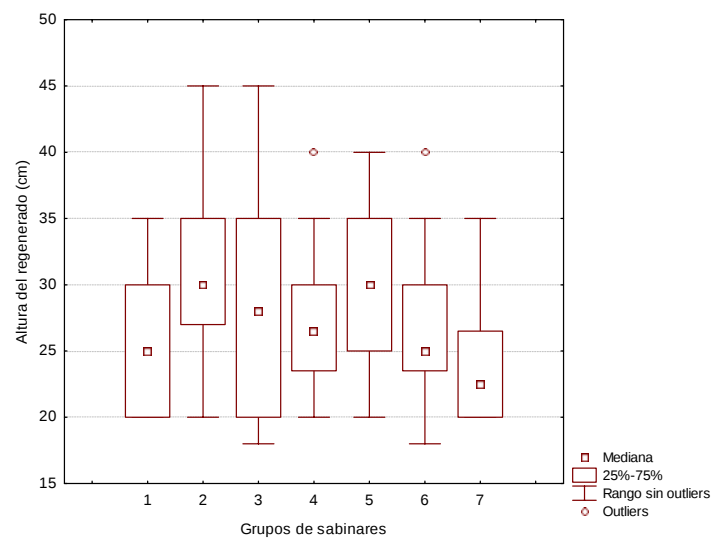


Figura 42. Altura del regenerado según tipos de masa definidos

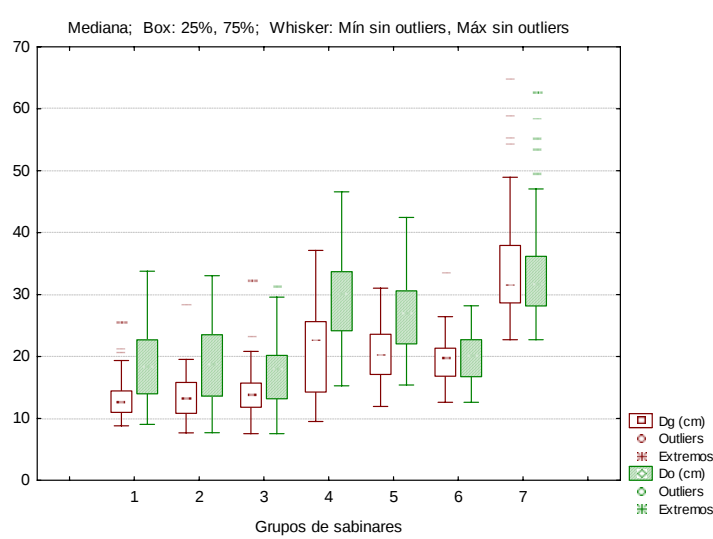


Figura 43. Diámetros cuadrático medio y dominante según tipos de masa definidos

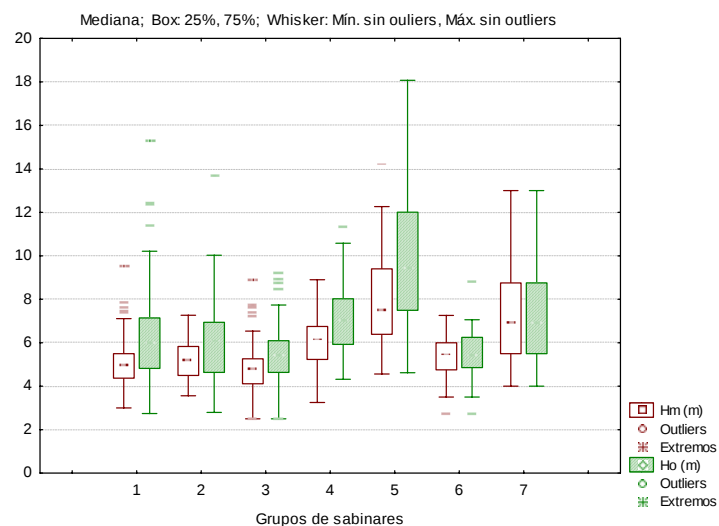


Figura 44. Alturas media y dominante según tipos de masa definidos

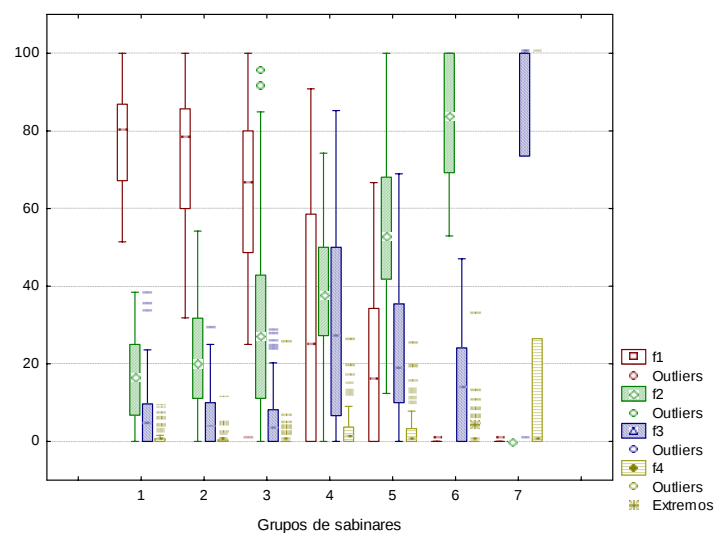


Figura 45. Distribuciones diamétricas de los distintos grupos de sabinars definidos según pies finos, medios, gruesos y muy gruesos (f_1 , f_2 , f_3 , f_4).

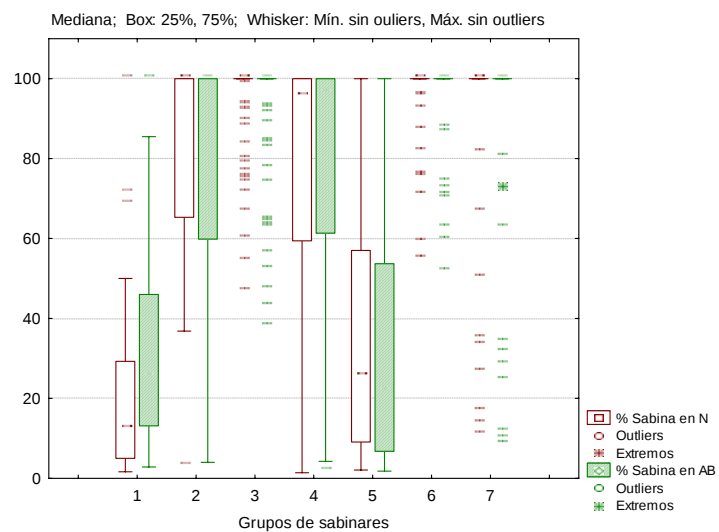


Figura 46. Porcentaje de sabina en densidad y área basimétrica para los distintos tipos de masa definidos.

En resumen, se propone dividir las masas con sabina españolas en los siete grupos siguientes (a modo ilustrativo, de la Figura 67 a la Figura 73 del ANEXO III se presentan imágenes de parcelas representativas de cada grupo definido):

Grupo 1: masas irregulares mixtas con sabina y otras especies entre las que destaca la encina; las masas son jóvenes, con diámetros pequeños.

Grupo 2: sabinares irregulares, monoespecíficos, jóvenes, dominados por pies de diámetros pequeños.

Grupo 3: sabinares irregulares, monoespecíficos, menos densos y más desarrollados que el grupo 2, con mayores diámetros.

Grupo 4: sabinares regulares, monoespecíficos, con densidades superiores a 500 pies/ha, con dominancia de madera fina y mediana y alturas considerables de los pies de sabina.

Grupo 5: masas regulares mixtas con sabina y otras especies entre las que destaca *Pinus nigra*.

Grupo 6: masas adehesadas de sabina, dominadas por pies de grandes dimensiones.

Grupo 7: dehesas de baja densidad de sabina, dominadas en mayor medida que en el grupo 6 por pies de grandes diámetros y edades elevadas.

Así pues, las variables dasométricas más importantes en la definición de estos grupos han sido espesura, distribución diamétrica y composición específica. Independientemente del grupo de que se trate, los resultados obtenidos permiten matizar algunas referencias sobre la especie, como la supuesta y extremadamente baja densidad de los sabinares. Bien es cierto que con apenas 300 pies/ha de media en las masas monoespecíficas no se puede hablar de un bosque cerrado creador de un ambiente nemoral, pero tampoco es ajustado hablar de valores medios de 15 a 30 pies/ha (COSTA TENORIO *et al.*, 1996). Por otro lado, los cambios socioeconómicos y de aprovechamientos derivados que se han producido en las últimas décadas (abandono de agricultura marginal, grado de pastoreo, etc.) han podido permitir una mayor extensión de esta especie y un incremento de sus existencias que ha podido verse reflejado en los últimos inventarios.

Posteriormente a la definición de grupos de sabinares se ha realizado un análisis discriminante (sobre el primer conjunto de 500 parcelas aleatorias) con el objetivo de conseguir una regla discriminante que permita clasificar cualquier otra parcela con sabina según los datos del IFN o de cualquier otro inventario de gestión. El análisis discriminante se ejecutó por el procedimiento *stepwise* y tuvo los resultados que se exponen en la Tabla 82 y la Tabla 83. Las variables seleccionadas para la construcción de la regla discriminante son sobre todo las que definen la distribución diamétrica de las masas (f_1 , f_3 y f_4), el porcentaje de sabina frente a otras especies (n_{38m}), dos índices de espesura (N , AB) y del tamaño de los árboles dominantes (H_o , D_o). La matriz de clasificación obtenida muestra una excelente separación de los grupos de dehesas (6 y 7) y muy buena para las masas puras regulares (grupo 4). La mayor confusión se produce entre los grupos 2 y 3, probablemente porque ambos sean análogos pero en distinto estado de desarrollo (más viejo y más aclarado el tipo 3).

A pesar de ello, la regla discriminante propuesta clasifica notablemente bien en conjunto las parcelas, por lo que puede ser de utilidad a la hora de asignar una masa en concreto a alguno de los grupos. Estas tipologías, a su vez, deben servir para definir recomendaciones de gestión específicas para cada grupo ya que, como ha podido

comprobarse, existen tópicos sobre las formas fundamentales de masa más comunes de los sabinares que deberían, cuando menos, ser matizados, con las implicaciones en cuanto a la silvicultura a aplicar que esto conlleva. Por otro lado, y dados los exigüos recursos económicos con los que se cuenta para la gestión de los sabinares albares (poco productivos, en general y hasta la fecha, desde un punto de vista económico), la clasificación tipológica expuesta puede ofrecer una guía para dar prioridad a unos tipos sobre otros.

Tabla 82. Resultado del análisis discriminante (stepwise).

Orden entrada	Variable	Lambda de Wilks	Lambda parcial	F-salir	p-level	Toler.	1-Toler.
1	f1	0,02675	0,38057	130,48430	0,00000	0,53847	0,46154
2	n38m	0,02114	0,48156	86,30637	0,00000	0,73956	0,26044
3	f3	0,02770	0,36744	138,00820	0,00000	0,33640	0,66360
4	f4	0,01351	0,75335	26,24669	0,00000	0,29138	0,70862
5	AB	0,01357	0,75024	26,68825	0,00000	0,20529	0,79471
6	N	0,01425	0,71437	32,05417	0,00000	0,27525	0,72475
7	Ho	0,01315	0,77415	23,38715	0,00000	0,45712	0,54288
8	Do	0,01090	0,93421	5,64536	0,00001	0,21150	0,78850

Tabla 83. Matriz de clasificación resultado del análisis discriminante

		Porcentaje	Grupo predicho						
		correcto	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
Grupo observado	Grupo 1	94,03	63	2	2	0	0	0	0
	Grupo 2	31,91	2	15	27	2	1	0	0
	Grupo 3	79,78	2	6	71	1	0	9	0
	Grupo 4	85,14	2	4	2	63	2	1	0
	Grupo 5	75,23	5	1	6	5	82	8	2
	Grupo 6	100,00	0	0	0	0	0	63	0
	Grupo 7	100,00	0	0	0	0	0	0	46
Total		81,41	74	28	108	71	85	81	48

Así, por ejemplo, el grupo 6 y sobre todo el 7, con muy bajas densidades y falta casi total de regeneración, deberían reclamar del gestor su atención prioritaria puesto que su persistencia no está asegurada. Por su parte, en el grupo 4, con forma de masa regular o semirregular y altas densidades, podrían plantearse, donde fuera conveniente, cortas con un enfoque maderero y siempre bajo la premisa de la persistencia de la masa. O en el grupo 1, en el que la sabina albar no es la especie mayoritaria, estudiar cuál será su evolución natural (hacia mayor o menor presencia de *J. thurifera*), plantearse si sería recomendable favorecerla mediante tratamientos selvícolas apropiados o, por el contrario, tender a eliminar su competencia con la encina, principalmente.

Son estas tan solo algunas de las consideraciones que pueden extraerse de la tipología propuesta y su interés en la gestión de los sabinares. En próximos trabajos será necesario relacionar esta tipología fisonómica con otros factores no considerados como la historia de usos y aprovechamientos de estas masas, la dinámica vegetal de las formaciones o con otras clasificaciones ecológicas.

V. RELACIÓN ENTRE CALIDAD DE ESTACIÓN Y PARÁMETROS ECOLÓGICOS

V.1. Establecimiento del índice de calidad para los sabinos albares

Hasta la fecha no se ha podido disponer de un modelo de calidad de estación de sencilla aplicación para esta especie. PASCUAL (2003) presentó un estudio comparativo entre dos propuestas, una basada en la relación altura-edad y otra en el crecimiento en área basimétrica, obteniendo resultados prometedores. Sin embargo, el mencionado trabajo se apoyaba en una muestra muy reducida y no desarrolló curvas de crecimiento para ninguna de las dos variables. En 2006, en el *III Coloquio Internacional sobre sabinos y enebrales (género Juniperus)* se presentó una comunicación en la que se proponía un índice para masas irregulares de *J. thurifera* basado en la esbeltez, definido como la “altura alcanzada por un árbol que ha crecido sin competencia aérea a la edad en que llega a 25 cm de diámetro normal” (BARRIO DE MIGUEL, 2006).

A la vista de la predominancia de sabinos regulares y semirregulares (ver apartado IV), en el presente informe se presenta un modelo de crecimiento en altura para *J. thurifera*, a partir del cual se ha definido un índice de sitio basado en la altura de los árboles dominantes a una edad de referencia. Los datos a partir de los cuales se ha elaborado el modelo proceden del análisis de tronco de 77 árboles apeados en 54 de las 120 parcelas que constituyeron el colectivo de muestreo, tal y como se explicó en el apartado III.1. En cada uno de estos puntos de muestreo se apearon 1 ó 2 individuos, dependiendo de la disponibilidad de árboles sanos, sin pudriciones y claramente dominantes. La exposición completa de la elaboración, validación y análisis del modelo puede consultarse en el trabajo de ALONSO PONCE & MADRIGAL (2007).

La función base elegida entre todas las analizadas en dicho trabajo para la confección del modelo fue la de Richard-Chapman, según la denominación de (KIVISTE *et al.*, 2002), obteniendo mediante la metodología GADA y ajuste a través de la aproximación *dummy* (CIESZEWSKI & BAILEY, 2000; CIESZEWSKI *et al.*, 2000) un haz de curvas invariantes con respecto a la edad de referencia, polimórficas y de asíntota variable, cuya expresión matemática es:

$$H = e^{X_0} \left(1 - e^{-0,008885t} \right)^{1,104732 + \frac{1}{X_0}}$$

siendo

$$X_0 = \frac{1}{2} \left[-L_0 + \sqrt{L_0^2 - 4 \ln(1 - e^{-0,008885t_0})} \right]$$

$$L_0 = 1,104732 \ln(1 - e^{-0,008885t_0}) - \ln H_0$$

y H y H_0 son sendas alturas, en metros, a dos diferentes edades, y t y t_0 son las edades, en años, a las que se alcanzan las alturas H y H_0 , respectivamente.

La ausencia de práctica prolongada en la gestión de sabinos albares impidió recurrir al turno “habitual” para fijar la edad de referencia, por lo que se consideró el criterio propuesto por ÁLVAREZ GONZÁLEZ *et al.* (2004), según el cual la edad de referencia será aquella en la que el error relativo (ER) sea menor y el número de observaciones suficientemente alto, siendo ER el porcentaje que representa el error medio cuadrático respecto de la media de las alturas observadas. Dicha edad se fijó en los 100 años, contemplándose cuatro clases de calidad centradas en alturas de 10.5, 8.0,

5.5 y 3.0 metros a dicha edad (Figura 47). En cualquier caso, este modelo es apropiado para el rango de edades utilizado en su construcción, por lo que no debe extrapolarse más allá de los 200 años.

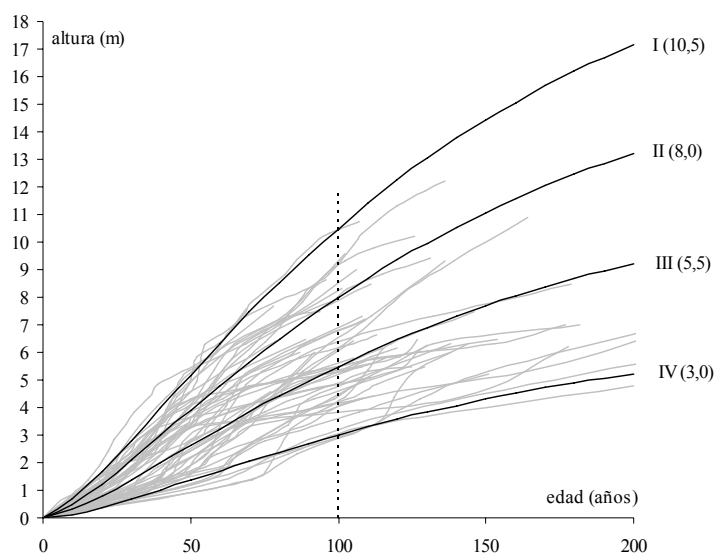


Figura 47. Modelo de crecimiento en altura para *Juniperus thurifera*, representado para las clases de calidad definidas. Las líneas sinuosas representan los análisis de tronco empleados.

V.2. Relación entre calidad de estación y parámetros ecológicos

Las secuelas del retroceso del sector agropecuario en buena parte del campo español, y muy especialmente en las comarcas castellanas y aragonesas por las que se extiende con preferencia la sabina, han propiciado una expansión y densificación de sus montes en las últimas décadas (CMA, 2005). A la vista de la gran extensión ocupada por la especie y las enormes diferencias de crecimiento entre unas localidades y otras, huelga decir que la administración forestal debe concentrar los esfuerzos de mejora encaminada a la producción maderera (anecdótica en la actualidad) únicamente en aquellas estaciones con una mayor potencialidad y donde los condicionantes socioeconómicos así lo aconsejen (GONZALO *et al.*, 2006; SANZ *et al.*, 2006). Para ello, el empleo de un índice de calidad de estación, como puede ser el definido en el apartado anterior, debe servir de guía para la toma de decisiones en este sentido.

La distribución de las 119 parcelas en las que se ha podido calcular el índice de calidad (IS o altura de los pies sin competencia aérea a los 100 años de edad) a partir de la ecuación 0 (en una de las 120 del colectivo total no fue posible conocer la edad al encontrarse huecos todos los pies) arroja una distribución por clases de calidad aproximadamente normal ($p \geq 0,10$ del test de adherencia de Kolmogorov-Smirnov), encontrándose los grupos bastante equilibrados en cuanto al número de observaciones que los conforman, a excepción del IV, con aproximadamente la mitad que el resto (Tabla 84). El valor de IS y la clase de calidad para cada una de las parcelas puede consultarse en la Tabla 98.

No se ha encontrado ningún tipo de relación entre las tipologías de masa definidas en el apartado IV y las clases de calidad: en la misma Tabla 84 se aprecia claramente que podemos encontrar todo tipo de calidades en cualquiera de los tipos definidos. De

hecho, mediante un sencillo contraste de X^2 de la tabla de contingencia clases de calidad – tipología de masa, se aprecia que no existen diferencias significativas ($p=0,508$) entre las frecuencias esperadas y las observadas (agrupando por un lado las clases I y II y por otro la III y la IV, ya que el número de individuos en cada cruce de la tabla resultaba demasiado reducido para este test).

Tabla 84. Tabla de contingencia fruto del cruce entre las tipologías definidas en el apartado IV y las clases de calidad definidas

TIPOLOGÍA	CALIDAD				Total
	I	II	III	IV	
1	1	1	2	0	4
2	13	9	12	4	38
3	2	5	6	3	16
4	11	7	11	3	32
5	0	1	0	0	1
6	3	6	7	7	23
7	1	3	0	1	5
Total	31	32	38	18	119

Por el contrario, sí se han encontrado tendencias significativas a la presencia de mejores o peores calidades en unas ecorregiones con respecto a otras ($p<0,001$). Así, en la ecorregión Duriense (agrupación A), existe una frecuencia mayor de estaciones con calidad I ($p=0,028$), mientras que, por el contrario, en la agrupación B (ecorregiones 3, 4 y 6) falta significativamente ($p=0,016$) esa clase de calidad. En la Figura 48 puede contemplarse la distribución territorial por clases de calidad.

Tabla 85. Número de parcelas por clases de calidad y agrupaciones territoriales (ver apartado III.5), según el índice de sitio definido a partir de la ecuación 0. * indica diferencias significativas ($p<0,01$) de las frecuencias encontradas respecto de las esperadas.

Grupo territorial	CALIDAD				Total
	I	II	III	IV	
A	26 ^(*)	17	17	5	65
B	5 ^(*)	15	21	13	54
Total	31	32	38	18	119

Sin embargo, a pesar de que la inmensa mayoría (93%) de las parcelas castellano-leonesas se ubica en la región Duriense, por comunidades autónomas las únicas diferencias significativas en cuanto a mayor concentración de unas calidades con respecto a otras se dan en Aragón, con una frecuencia menor de lo esperable por azar de las calidades I y II ($p=0,015$) y mayor de lo esperable de las calidades III y IV ($p=0,010$) (véase Tabla 86).

Tabla 86. Número de parcelas por clases de calidad y comunidad autónoma, según el índice de sitio definido en el apartado V.1. ^(*) indica diferencias significativas ($p<0,02$) de las frecuencias encontradas respecto de las esperadas.

CCAA	CALIDAD		Total
	I-II	III-IV	
Aragón	4 ^(*)	20 ^(*)	24
Comunidad Valenciana	2	3	5
Castilla-La Mancha	12	8	20
Castilla y León	45	25	70
Total	63	56	119

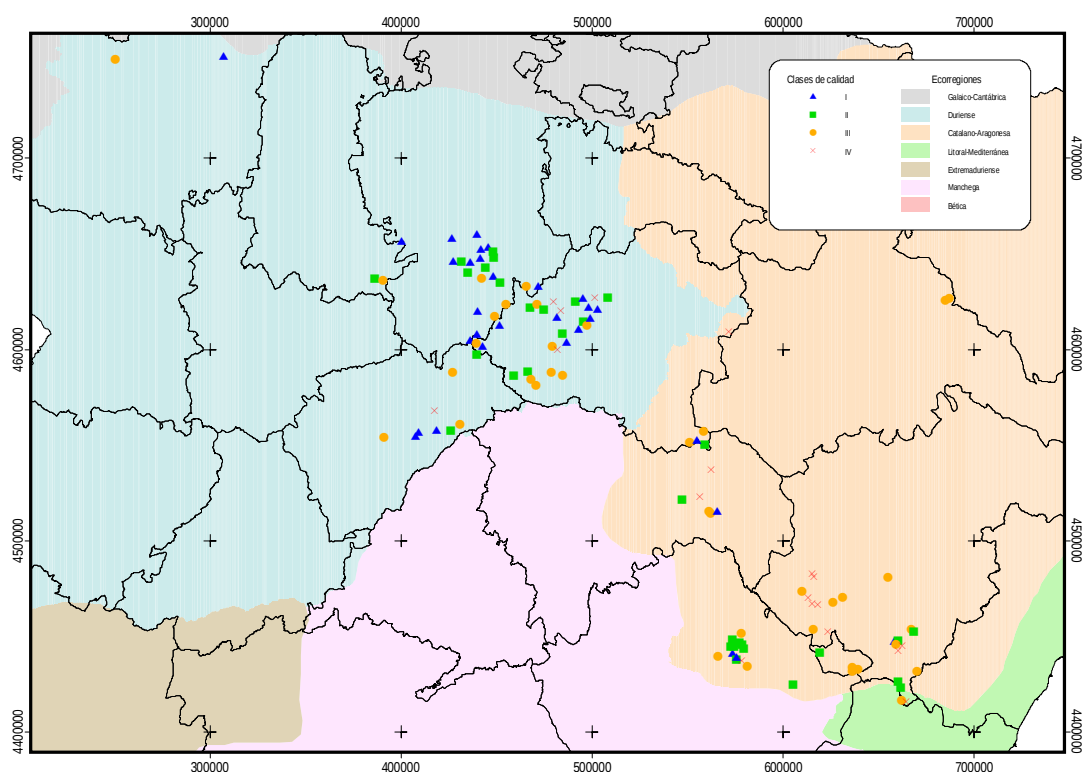


Figura 48. Distribución de las parcelas muestradas, según las calidades asignadas.

Por otro lado se trató de encontrar un conjunto de variables dasométricas que definieran de manera eficiente la clasificación en calidades propuesta. Para ello se realizó un análisis discriminante paso a paso hacia delante, tras las imprescindibles transformaciones previas de variable para lograr la normalidad en su distribución (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998).

Como paso previo, y dada la notable correlación entre variables explicativas, se realizó un sencillo análisis de varianza unidimensional para cada uno de los parámetros selvícolas, y de esta manera poder seleccionar aquéllas que presentasen diferencias significativas entre las distintas clases de calidad. En la Tabla 87 se muestran las cuatro variables dasométricas que presentaron diferencias significativas entre clases de calidad ($p < 0,05$) y que posteriormente fueron empleadas en el análisis discriminante.

Tabla 87. Variables dasométricas que han presentado diferencias significativas entre grupos de calidad. El test de Barlett se ha realizado para comprobar la homocedasticidad entre grupos. *Do*: diámetro dominante de la parcela; *Ho*, altura dominante; *REINEKE*: índice de Reineke.

Variable	p-valor	Diferencias entre grupos	Test de Barlett
N	0,024	I>IV	0,044
$\ln(Do)$	0,026	II>III	0,986
$\ln(Ho)$	<0,001	I,II>III,IV	0,585
$\sqrt{REINEKE}$	0,036	I>IV	0,810

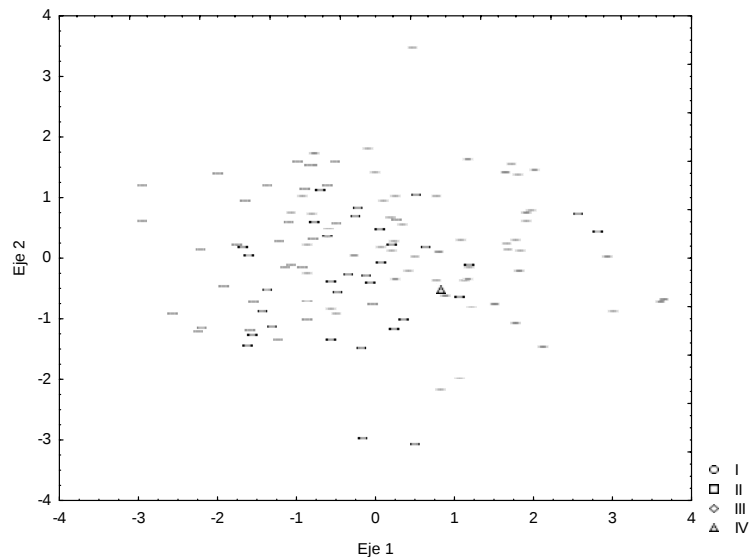


Figura 49. Gráfico de dispersión de las 119 observaciones sobre el plano canónico definido por el análisis discriminante con variables dasométricas.

Dicho análisis discriminante únicamente incluyó dos variables significativas ($p < 0,001$) en el modelo, a saber, la altura dominante (hecho lógico, ya que el índice de sitio empleado se basa precisamente en esta variables) y el diámetro dominante. La correlación canónica obtenida fue de 0,695 y el valor de la λ de Wilks de 0,478 ($p < 0,001$, ambas funciones discriminantes significativas). De los dos ejes canónicos extraídos, el primero presentó una alta correlación negativa con la primera de las variables mencionadas (-0,796), mientras que el segundo lo hizo, también negativamente, con el diámetro dominante (-0,999) y en menor medida con la altura dominante (-0,605). Por su parte, el poder predictivo del modelo fue sólo moderadamente satisfactorio: únicamente el 56,3% de las parcelas resultan clasificadas correctamente, si bien aumenta a un 77,3% para las observaciones de calidad I. En la Figura 49 se puede observar la mediocre separación entre grupos que proporciona el modelo, si bien es factible percibir un gradiente más o menos paralelo al primer eje con mejores calidades cuanto más a la izquierda.

Por otro lado, la evaluación de la potencialidad de una estación a partir de variables ecológicas (climáticas, fisiográficas, edáficas y edafoclimáticas) constituye una herramienta de gran utilidad con la que ya se ha trabajado durante muchas décadas (HÄGGLUND, 1981). Ha sido empleada principalmente con coníferas, tanto en nuestro país (BRAVO & MONTERO, 2001; BRAVO & MONTERO, 2005) como fuera de él (VERBYLA & FISHER, 1989; MONSERUD *et al.*, 1990; WANG & KLINKA, 1996; BEAUMONT *et al.*, 1999; CURT *et al.*, 2001; HAMEL *et al.*, 2004).

En una primera etapa se abordó la cuestión desde un punto de vista univariante, de manera análoga a como se hizo con las variables dasométricas. De esta manera se encontraron 14 variables que presentaban diferencias significativas (tras las necesarias transformaciones para cumplir la hipótesis de normalidad y homocedasticidad) entre clases de calidad, las cuales pueden consultarse en la Tabla 88. Contemplando los parámetros en su conjunto, parece deducirse que las mejores estaciones para *Juniperus thurifera* serían aquellas con menor continentalidad (expresado por menores altitudes, menores valores del índice de Vernet, menor precipitación estival, mayor duración del periodo de sequía, mayor índice hídrico anual) pero que se viera compensado por unas condiciones edáficas favorables (mayor porcentaje de tierra fina y mayor capacidad de

retención de agua), lo cual en conjunto posibilitan una mayor actividad fisiológica, que queda reflejado en los parámetros ETRM y SF. En resumen, en las comarcas más continentales, la mayor precipitación, sobre todo estival, no compensa la reducción de la actividad fisiológica fruto del acortamiento del periodo vegetativo.

Tabla 88. Parámetros ecológicos que han presentado diferencias significativas entre grupos de calidad. El test de Barlett se ha realizado para comprobar la homocedasticidad entre grupos.

Variable	p-valor	Diferencias entre grupos	Test de Barlett
<i>ALTI</i>	0,004	I<II,IV	0,055
<i>PINV</i>	0,006	II>III,IV	0,119
<i>PVER</i> ²	0,002	I<II,IV	0,572
<i>ln(SUP)</i>	0,007	II>III,IV	0,050
<i>(ln(IH+20))</i> ²	0,014	II>III	0,035
<i>DSEQ</i>	0,026	I>IV	0,036
<i>VERN</i>	0,000	I,II,III<IV	0,010
<i>TF</i> ^{0.25}	0,000	I>III,IV	0,711
<i>LIM</i>	0,013	I<IV	0,960
<i>ln(ARE)</i>	0,006	I>II,III,IV	0,8864
<i>HE</i>	0,001	I<II,III,IV	0,938
<i>ln(CRA)</i>	0,022	I<IV	0,124
<i>SF</i>	0,004	I<III,IV	0,510
<i>ETRM</i>	0,015	I>IV	0,695

Las técnicas multivariantes empleadas no han arrojado unos resultados definitivos, dado el reducido porcentaje de la variabilidad explicada. Sin embargo, se pueden extraer varias conclusiones interesantes de cada uno de ellos.

En un primer lugar se abordó el problema de la multicolinealidad existente entre muchos de los parámetros (sobre todo climáticos) mediante el uso del análisis PLS (*Partial Least Squares*, en terminología inglesa). En la Figura 50 pueden observarse los valores de R² acumulados al ir añadiendo componentes, tanto para las variables predictoras (parámetros ecológicos) como la dependiente (IS). Se comprueba que la máxima variabilidad explicada del índice de sitio no alcanza el 54%, apreciándose además una estabilización de R² a partir de la tercera componente. Así, en la Tabla 89 se presentan los pesos de las variables predictoras, es decir, la contribución de cada una de ellas a las sucesivas componentes; además, se han incluido únicamente los valores mayores que 0,3 para las tres primeras componentes, que dan cuenta del 40,7% de la variabilidad total. Puede comprobarse que los parámetros más correlacionados con la primera componente son dos que ya presentaron diferencias significativas entre las distintas clases de calidad en el análisis de la varianza expuesto más arriba, a saber, el índice de Vernet y el porcentaje de tierra fina, con signos opuestos. Así, hacia los valores positivos de la primera componente se orientarán las estaciones en las que se den simultáneamente condiciones de mayor mediterraneidad y menor pedregosidad (y por consiguiente mayor capacidad de retención de agua; es notorio que la correlación del parámetro CRA con esta primera componente presenta un valor sólo ligeramente menor, 0,2552), lo cual es congruente con lo expuesto en el análisis de varianza. La segunda componente muestra mayor correlación positiva con parámetros relativos al balance hídrico del clima: superávit e índice hídrico anual. Por último, en la tercera componente ya aparecen parámetros que no presentaron diferencias significativas en el análisis de la varianza, como son la pendiente, el contenido en arcillas y en materia orgánica superficial.

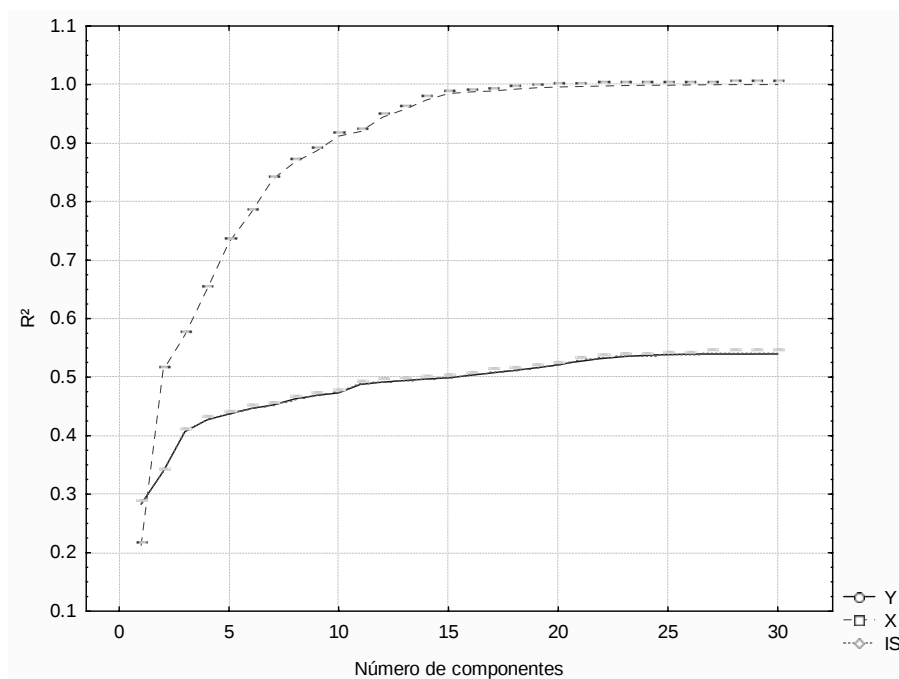


Figura 50. Gráfico de valores de R^2 frente al número de componentes extraídas en análisis PLS.

Tabla 89. Correlación entre las variables predictoras y las tres primeras componentes generadas tras la regresión *PLS*. Únicamente se han incluido las variables que han presentado valores mayores que 0,3 para esas tres primeras componentes, que explican un 40,7% de la variabilidad total.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
$(PEND+2)^{0,125}$			0,5321
$\ln(SUP)$		0,3229	
$(\ln(IH+20))^2$		0,3087	
$VERN$	-0,3137		
$TF^{0,25}$	0,3310		
ARC			-0,3388
$\ln(MOS)$			0,3178

Una vez definidas las componentes es preceptivo estudiar su significancia, es decir, si la regresión entre la variable dependiente y la primera componente, los residuos de ésta y la segunda componente, y así sucesivamente, son significativas. En los tres casos resultaron serlo, tal y como se expone en la Tabla 90.

Tabla 90. Significancia de las tres primeras componentes del análisis *PLS*.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
R^2	0,28298	0,077521	0,10330
$F(1,117)$	46,17624	9,832089	13,47796
p	0,00000	0,002169	0,00037

En segundo lugar se realizó un análisis discriminante con el objetivo de intentar encontrar una sencilla regla de clasificación en calidades a partir de parámetros ecológicos. Como veremos a continuación, los resultados, si bien poco satisfactorios en cuanto a capacidad predictiva, sí mostraron coherencia con el resto de análisis practicados.

El tipo de técnica empleada fue paso a paso hacia delante, dado el elevado número de variables predictoras (todas las que presentaron diferencias significativas entre distintas calidades en el ANOVA). El resumen del análisis se expone en la Tabla 91, en la que puede observarse que únicamente se han incluido cinco variables en el modelo, de las cuales sólo cuatro son significativas ($p < 0,10$). Además, es notorio el bajo poder discriminante de todas ellas, a la vista de los elevados valores de las λ de Wilks parciales (muy cercanos a 1). Esto mismo queda puesto de manifiesto si consultamos la matriz de clasificación (Tabla 92), ya que apenas el 46,2% de las observaciones son clasificadas correctamente; este porcentaje aumenta al 61,3% en el caso de las pertenecientes a la primera clase de calidad. La relativa debilidad de esta clasificación puede visualizarse igualmente en la Figura 51, donde es notable la poca separación entre grupos. A pesar de ello, sí es posible percibir cierta acumulación de parcelas pertenecientes a las clases de calidad III y IV hacia el sector inferior izquierda del plano canónico.

Tabla 91. Resumen del análisis discriminante para cuatro clases de calidad con 14 parámetros ecológicos como variables independientes.

	λ de Wilks	λ parcial	F-eliminar	p	Toler.	1-Toler.
<i>VERN</i>	0,602429	0,940411	2,344518	0,076831	0,268010	0,731990
<i>TF</i> ^{0,25}	0,646695	0,876040	5,235509	0,002038	0,814099	0,185901
$(\ln(IH+20))^2$	0,626136	0,904804	3,892825	0,010924	0,350870	0,649130
$\ln(ARE)$	0,603014	0,939498	2,382728	0,073236	0,657007	0,342994
<i>PVER</i> ²	0,597487	0,948189	2,021761	0,114978	0,268520	0,731480

Tabla 92. Matriz de clasificación del análisis discriminante para cuatro clases de calidad con 14 parámetros ecológicos como variables independientes

		Porcentaje correctamente clasificado	Calidad predicha			
			1	2	3	4
Calidad observada	1	61,3	19	6	6	0
	2	40,6	7	13	11	1
	3	39,5	8	8	15	7
	4	44,4	0	2	8	8
	Total	46,2	34	29	40	16

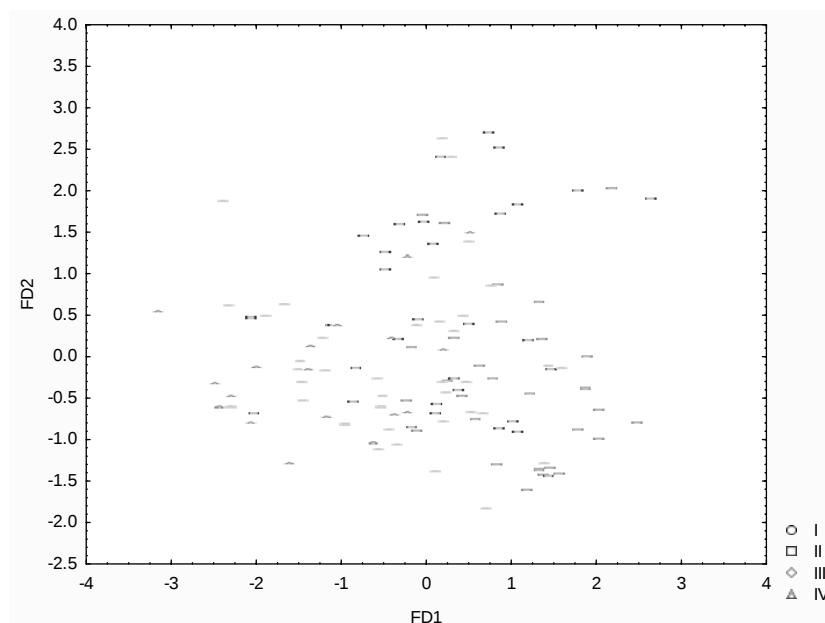


Figura 51. Gráfico de dispersión de las 119 observaciones sobre el plano canónico definido en el análisis discriminante con variables ecológicas.

El posterior análisis canónico nos permite determinar cuántas de las tres posibles funciones discriminantes son significativas (Tabla 93), en este caso sólo las dos primeras ($p < 0,05$). Además, los bajos valores de correlación canónica vuelven a apuntar a un bajo poder discriminante de las variables empleadas.

Tabla 93. Significancia de las tres posibles funciones discriminantes canónicas.

Func. discr. canónicas	Autovalor	Corr. canónica	λ de Wilks	Chi ²	gdl	p
1 a 3	0,529006	0,588201	0,566531	64,49346	15	0,000000
2 a 3	0,101112	0,303029	0,866228	16,29937	8	0,038290
3	0,048422	0,214909	0,953814	5,36703	3	0,146812

Por último, la matriz de estructura de las dos funciones discriminantes significativas nos informa sobre su correlación con las variables predictoras, es decir, sirven para interpretar el significado de dichas funciones. Así, en la Tabla 94 puede comprobarse que la primera función está fundamentalmente correlacionada, en sentidos opuestos, con el índice de Vernet y con el contenido en tierra fina. Es, pues, coincidente con la primera componente extraída en el análisis de mínimos cuadrados parciales, por lo que su interpretación es idéntica. En cuanto a la segunda función, la correlación más intensa se da con los parámetros *IH* y *PVER* (y en menor medida y signo negativo con el contenido en arena), por lo que es análoga a la segunda componente del *PLS* ya mencionado.

Tabla 94. Matriz de estructura de las dos funciones discriminantes canónicas significativas

	FD1	FD2
<i>VERN</i>	-0,563696	-0,250017
<i>TF</i> ^{0,25}	0,560237	-0,250505
$(\ln(IH+20))^2$	0,261431	0,708262
$\ln(ARE)$	0,392963	-0,551384
<i>PVER</i> ²	-0,406470	0,633482

En síntesis, los análisis multivariantes practicados han mostrado una notable coherencia en cuanto a la relación entre parámetros ecológicos y calidad de estación para *Juniperus thurifera*. Se ha constatado la importancia de la concurrencia de mayor mediterraneidad del clima (que, dentro del área de distribución de la especie, implica mayor termicidad y menor precipitación estival) y menor pedregosidad del suelo, de manera que la mayor capacidad de retención de agua compense la sequía climática, para la existencia de buenas calidades. Además, un segundo gradiente relacionado con el régimen hídrico ha podido ser constatado, según el cual mayores superávits propician mejores calidades.

Sin embargo, el porcentaje de variabilidad explicada es bastante reducido, probablemente debido a la relativa idoneidad del índice de calidad empleado. La estructura abierta e irregular de muchos sabinares quizás aconseje manejar otras variables descriptoras de la calidad de estación, como podría ser el índice de esbeltez de los pies no dominados, como ya se está iniciando en la actualidad.

VI. CONCLUSIONES

A modo de recapitulación, se exponen a continuación los aspectos más relevantes presentados en este trabajo:

1. La definición de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de *J. thurifera* en España permite asegurar el gran interés que esta especie debería tener en los planes de reforestación, principalmente en Castilla y León, Castilla-La Mancha y, en menor medida, en Aragón y la Comunidad de Madrid.
2. *J. thurifera* habita en España bajo un patrón climático único de carácter submediterráneo, con sequía estival poco intensa, presentando además un conspicuo gradiente este-oeste de menor a mayor mediterraneidad. Este hábitat climático es marcadamente estenoico.
3. La amplitud del territorio climáticamente apto, unido a los gradientes ecológicos identificados, deben invitar a la reflexión sobre la supuesta querencia por la aridez de *J. thurifera*, al menos en las condiciones climáticas actuales.
4. Por el contrario, la plasticidad de la especie en cuanto a los requerimientos edáficos es muy notable, lo que le permite ocupar los nichos ecológicos del ámbito climático antes mencionado en los que las muy desfavorables condiciones de suelo originan una acusada *aridez edáfica*. Esta circunstancia la hace competitiva ante táxones de los géneros *Pinus* y *Quercus*, perfectamente adaptables al ámbito climático en el que también vive *J. thurifera*.
5. La mayoría de los suelos sobre los que vive *J. thurifera* presenta un grado medio o bajo de evolución, siendo clasificables como cambisoles háplicos y calcisoles hipercálcicos.
6. Los sabinars albares se asientan sobre suelos que pueden llegar a ser muy impermeables, lo cual está a su vez relacionado con el alto porcentaje de paleosuelos sobre material calizo (*terra rossa*), muy ricos en arcilla en horizontes inferiores.
7. La especie no muestra incompatibilidad con suelos ácidos, aunque mayoritariamente se asienta sobre básicos. El grado de descarbonatación es sin embargo muy elevado en algo más de la mitad de los perfiles estudiados. Estos rasgos deben permitir considerar a la especie como susceptible de ser utilizada en repoblaciones sobre materiales silíceos, hecho que no sucede prácticamente en la actualidad.
8. Las características edáficas son las de mayor influencia en la determinación de la calidad de los sabinars albares. Dentro de ellas, los atributos relativos a las propiedades físicas del suelo (pedregosidad, textura, estructura) cobran especial trascendencia, por delante de las de carácter químico (materia orgánica, nitrógeno) y las edafoclimáticas.
9. A pesar de que los modelos predictivos explican solamente un moderado porcentaje de la variabilidad encontrada, la congruencia en los resultados permite afirmar que las mejores estaciones para *J. thurifera* en España se asientan sobre suelos poco pedregosos, de tendencia arenosa, pobres en

limo, permeables y con altas capacidades de retención de agua (en torno a 250 mm) pero que no lleguen a ser tan elevadas como para comprometer un adecuado drenaje.

10. La estructura abierta e irregular de muchos sabinares aconseja utilizar otros índices evaluadores de la calidad de la estación diferentes de la relación altura-edad, como podría ser el índice de esbeltez de los pies no dominados, como ya se está iniciando en la actualidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R.P.; PANDEY, R.N.; GAUQUELIN, T. & BADRI, W.; 2000. Systematics of *Juniperus thurifera* using DNA fingerprinting and leaf essential oils: comparison of the Moroccan *J. thurifera* with populations from Spain and France. *Naturalia Maroccana* 2(1-2): 121-128.
- ALEJANDRE, J.A.; ESCALANTE, M.J.; GARCÍA LÓPEZ, J.M.; MATEO, G.; MOLINA, C.; MONTAMARTA, G. & PINTO, M.A.; 2006. Corología de la sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en la provincia de Burgos. In, *III Coloquio Internacional sobre sabinas y enebrales (género Juniperus): ecología y gestión forestal sostenible*, vol. I, Soria: 179-184.
- ALONSO PONCE, R.; 2008. *Autoecología paramétrica de Juniperus thurifera L. en Castilla y León*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 202 pp.
- ALONSO PONCE, R. & MADRIGAL, G.; 2007. Modelo de crecimiento en altura e índice de sitio para *Juniperus thurifera* L. en España. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 23: 99-105.
- ALONSO PONCE, R. & PÉREZ PÉREZ, E.; 2003. Regeneración natural de la sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en terrenos agrícolas abandonados de la provincia de Soria. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 15: 69-76.
- ALONSO PONCE, R. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 2001. Hábitat fisiográfico-climático de *Juniperus thurifera* L. en Castilla y León. In: Andalucía, S.-J.d. (Ed.), *Actas del III Congreso Forestal Español. Montes para la sociedad del nuevo milenio*. Coria Gráficas, Sevilla, pp. 83-88.
- ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G.; BARRIO ANTA, M.; DIÉGUEZ ARANDA, U. & ROJO ALBORECA, A.; 2004. Metodología para la construcción de curvas de calidad de estación. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 18: 303-309.
- ALLUÉ ANDRADE, J.L.; 1990. *Atlas fitoclimático de España. Taxonomías*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 221 pp.
- ASENJO, S.; 1991. *Estudio de regeneración y cartografía de Juniperus thurifera en varias localidades de la provincia de Segovia*. Proyecto fin de carrera. Universidad Politécnica de Madrid.
- AUSTIN, M.P.; CUNNINGHAM, R.B. & FLEMING, P.M.; 1984. New approaches to direct gradient analysis using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. *Vegetatio* 55: 11-27.
- AUSTIN, M.P.; NICHOLLS, A.O. & MARGULES, C.R.; 1990. Measurement of the realized qualitative niche: environmental niches of five Eucalyptus species. *Ecol. Monogr.* 60(2): 161-177.
- BADRI, W.; GAUQUELIN, T.; BERTAUDIÈRE-MONTES, V. & MONTES, N.; 2004. Structure et dégradation des peuplements à Genévrier thurifère dans les différents massifs atlasiques. *Naturalia Maroccana* 2(1-2): 33-40.
- BARBERO, M.; LEBRETON, P. & QUÉZEL, P.; 1994. Sur les affinités biosystematiques et phytoécologiques de *Juniperus thurifera* L. et de *Juniperus excelsa* Bieb. *Ecologia Mediterranea* 20(3/4): 21-37.
- BARRIO DE MIGUEL, J.M.; 2006. Propuesta de modelo de selvicultura de masas irregulares de sabina albar (*Juniperus thurifera* L.). In, *III Coloquio Internacional sobre sabinas y enebrales (género Juniperus): ecología y gestión forestal sostenible*, vol. II, Soria: 213-221.
- BASSET, R.L. 1988. Silvicultural systems for pinyon-juniper. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-215: 273-278.

- BEAUMONT, J.F.; UNG, C.H. & BERNIER-CARDOU, M.; 1999. Relating site index to ecological factors in Black Spruce stands: test of hypotheses. *Forest Sci.* 45(4): 484-491.
- BEGON, M.; HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R.; 1988. *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega. Barcelona, 886 pp.
- BERGÈS, L.; CHEVALIER, R.; DUMAS, Y.; FRANC, A. & GILBERT, J.M.; 2005. Sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.) site index variations in relation to climate, topography and soil in even-aged high-forest stands in northern France. *Ann. For. Sci.* 62(5): 391-402.
- BLANCO, A.; CASTROVIEJO, M.; FRAILE, J.L.; GANDULLO, J.M.; MUÑOZ, L.A. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1989. *Estudio ecológico del pino canario*. ICONA. Madrid.
- BLANCO, A.; GRAÑA, D.; ELENA, R.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; RUBIO, A. & GÓMEZ, V.; 2003. Autoecología de los hayedos de La Rioja. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 12(1): 21-38.
- BLANCO, A.; RUBIO, A. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1997. Caracterización del biotopo de los castañares navarros. In, *II Congreso Forestal Español*, vol. 1, Irati (Navarra): 213-218.
- BLANCO, A.; RUBIO, A.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; ELENA, R.; GÓMEZ, V. & GRAÑA, D.; 2000a. Autoecología de los castañares de Galicia. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 9(2): 337-361.
- BLANCO, A.; RUBIO, A.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; ELENA, R.; GÓMEZ, V. & GRAÑA, D.; 2000b. Los hayedos de Aragón: notas para una caracterización paramétrica. *Montes* 62: 49-55.
- BOISSEAU, B.; 1993. Autecologie des essences et typologie des stations forestieres. *Les Colloques* 63: 15-32.
- BOTTNER, P.; 1982. Evolutions des sols et conditions bioclimatiques méditerranéennes. *Ecologia Mediterranea* 8(1/2): 115-134.
- BRAVO, A. & MONTERO, G.; 2005. Site index in relation to edaphic variables in stone pine (*Pinus pinea* L.) stands in southwest Spain. *Ann. For. Sci.* 62: 61-72.
- BRAVO, F. & MONTERO, G.; 2001. Site index estimation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in the High Ebro Basin (northern Spain) using soil attributes. *Forestry* 74(4): 395-406.
- BRAVO, F.; RIVAS, J.C.; MONREAL, J.A. & ORDÓÑEZ, C.; 2002. BASIFOR 2.0: aplicación informática para el manejo de las bases de datos del Inventario Forestal Nacional. Departamento de Producción Vegetal y Silvopascicultura. Universidad de Valladolid. <http://www.palencia.uva.es/etsiiaavirtual/PAGINAS/info/pvs/investiga/webPVRF/basifor/Basifor2.pdf>.
- BROWN, J.H.; STEVENS, G.C. & KAUFMAN, D.M.; 1996. The geographic range: size, shape, boundaries and internal structure. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 27: 597-623.
- BUNCE, R.G.H.; BARR, C.J. & WHITTAKER, H.A. 1981. An integrated system of land classification. Annual Report of the Institute of Terrestrial Ecology: 28-33.
- BUSBY, J.R.; 1991. BIOCLIM - A bioclimate analysis and prediction system. In: Margules, C.R., Austin, M.P. (Eds.), *Nature conservation: cost effective biological surveys and data analysis*. CSIRO, Melbourne.
- CARPENTER, G.; GILLINSON, A.N. & WINTER, J.; 1993. DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of plants, animals. *Biodivers. Conserv.* 2: 667-680.
- CARRIÓN, J.S.; YLL, E.I.; WILLIS, K.J. & SÁNCHEZ, P.; 2004. Holocene forest history of the eastern plateaux in the Segura Mountains (Murcia, southeastern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 132(3-4): 219-236.

CESEFOR; 2007. Estudian crear una marca de garantía para impulsar la comercialización de madera de sabina.

CIESZEWSKI, C.J. & BAILEY, R.L.; 2000. Generalized algebraic difference approach: theory based derivation of dynamic site equations with polymorphism and variable asymptotes. *Forest Sci.* 46(1): 116-126.

CIESZEWSKI, C.J.; HARRISON, M. & MARTIN, S.W. 2000. Practical methods for estimating non-biased parameters in self-referencing growth and yield models. University of Georgia. PMRC-TR: 1-11.

CISNEROS, Ó.; 2004. *Autoecología del cerezo de monte (Prunus avium L.) en Castilla y León*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 233 pp.

CMA; 2000. *Plan Forestal de Castilla y León*. Junta de Castilla y León. Valladolid, 248 pp.

CMA; 2005. *Castilla y León crece con el bosque*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León. Serie divulgativa. Valladolid, 48 pp.

COMÍN, P.; 1987. Descripción estructural de las poblaciones de sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en el cuadrante sud-occidental de la provincia de Teruel: análisis de la competencia interespecífica entre la sabina y otras especies arbóreas. *Teruel* 77-78: 9-114.

COMÍN, P.; 1989. Efecto de la competencia interespecífica en poblaciones de *Juniperus thurifera*. *Options Méditerranéennes- Serie Seminaires* 3: 47-52.

COSTA TENORIO, M.; GÓMEZ, F.; MORLA, C. & SÁINZ, H.; 1996. Del tratamiento geobotánico y fitosociológico de los sabinares albares españoles. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 4: 490-503.

COSTA TENORIO, M.; MORLA, C. & SÁINZ, H.; 1997. *Los bosques ibéricos*. Planeta.

CURT, T.; BOUCHAUD, M. & AGRECH, G.; 2001. Predicting site index of Douglas-Fir plantations from ecological variables in the Massif Central area of France. *Forest Ecol. Manag.* 149: 61-74.

DEL CAMPO, A.D.; GONZÁLEZ, E.; NAVARRO, R. & IBÁÑEZ, A.; 2005. Calidad de planta de sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) y respuesta en repoblación en la provincia de Valencia. In: SECF, G.d.A. (Ed.), Libro de Resúmenes, Conferencias y Ponencias. IV Congreso Forestal Español. CD-Rom. Imprenta Repes, S.C., Zaragoza.

DEL CERRO, A. & BRIONGOS, J.M.; 2000. Modelos de gestión integral en los sabinares del Campo de Montiel. *Les dossiers forestiers* 6: 212-217.

DENIA, M. & OROZCO, E.; 1996. Evolución de las masas mixtas de sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) y encina (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*) en la provincia de Albacete (España). *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 3: 63-68.

DÍAZ MAROTO, I.J.; FERNÁNDEZ PAJARES, J. & VILA, P.; 2005a. Autécologie du chêne tauzin (*Quercus pyrenaica* Willd.) en Galice (Espagne). *Ann. For. Sci.* 63.

DÍAZ MAROTO, I.J.; VILA, P. & DÍAZ MAROTO, M.C.; 2006. Autoecology of sessile oak (*Quercus petraea*) in the north-west Iberian Peninsula. *Scan J For Res* 21(6): 458-469.

DÍAZ MAROTO, I.J.; VILA, P. & SILVA-PANDO, F.J.; 2005b. Autoécologie des chênaies de *Quercus robur* L. en Galice (Espagne). *Ann. For. Sci.* 62: 737-749.

DUCHAUFOR, P.; 1984. *Edafología. 1: Edafogénesis y clasificación*. Masson. Barcelona.

DUNCAN, D.P.; 1952. Autecological Studies of Important Forest Trees. *Ecology* 33(2): 285-286.

ELENA, R.; CASTEJÓN, M.; SÁNCHEZ SERRANO, F. & TELLÁ, G.; 1997. *Clasificación biogeoclimática de España peninsular y balear*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

- ELENA, R.; RUBIO, A.; SÁNCHEZ, F.; GÓMEZ, V.; AUNÓS, A.; BLANCO, A. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 2001. Autoecología de los hayedos catalanes. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 10(1): 21-42.
- ELENA, R. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1985. Estudio fisiográfico y climático de los pinares autóctonos de *Pinus nigra* Arn. *Comunicaciones INIA* 36.
- ELENA, R. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1991. Los pinares españoles de *Pinus nigra* Arn.: síntesis ecológica. *Comunicaciones INIA* 81.
- FAO; 2006. *World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication*. World Soil Resources Reports No.103. FAO. Roma, 132 pp.
- FARJON, A.; 1992. The taxonomy of multiseed junipers (*Juniperus* sect. *sabina*) in southwest Asia and East Africa. *Edinburgh Journal of Botany* 49(3): 251-283.
- FITZPATRICK, E.A.; 1971. *Pedology. A systematic approach to soil science*. Oliver & Boyd. Edinburgh, 306 pp.
- GANDULLO, J.M.; 1972. *Ecología de los pinares españoles III. Pinus halepensis* Mill. IFIE. Madrid.
- GANDULLO, J.M.; 1974. Ensayo de la evaluación cuantitativa de la insolación en función de la orientación y de la pendiente del terreno. *Anales INIA. Serie Recursos Naturales* 1: 95-107.
- GANDULLO, J.M.; 1997. Implicaciones térmicas de la topografía: ensayo de un parámetro termotopográfico. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 6(1/2): 7-15.
- GANDULLO, J.M.; 1998. Valencia textural de las especies forestales. *Boletín de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo* 5: 41-46.
- GANDULLO, J.M.; 2000. *Climatología y ciencia del suelo*. ETSI de Montes. Madrid.
- GANDULLO, J.M.; BLANCO, A.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; RUBIO, A.; ELENA ROSELLÓ, R. & GÓMEZ SANZ, V.; 2004a. *Las estaciones ecológicas de los castaños españoles*. Monografías INIA. Serie Forestal nº7. Madrid, 224 pp.
- GANDULLO, J.M.; BLANCO, A.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; RUBIO, A.; ELENA ROSELLÓ, R. & GÓMEZ SANZ, V.; 2004b. *Las estaciones ecológicas de los hayedos españoles*. Monografías INIA. Serie Forestal nº8. Madrid, 264 pp.
- GANDULLO, J.M.; GONZÁLEZ, S. & SÁNCHEZ, O.; 1974. *Ecología de los pinares españoles IV. Pinus radiata* D. Don. INIA. Madrid.
- GANDULLO, J.M.; GONZÁLEZ, S. & SÁNCHEZ, O.; 1983. *Estudio ecológico de las tierras altas de Asturias y Cantabria*. INIA. Madrid, 210 pp.
- GANDULLO, J.M. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1994. *Estaciones ecológicas de los pinares españoles*. ICONA. Madrid, 188 pp.
- GANDULLO, J.M. & SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 2000. Programa Pinares. *Montes* 60: 5-9.
- GANDULLO, J.M. & SERRADA, R.; 1977. *Mapa de Productividad Potencial Forestal de España*. INIA. Madrid.
- GARCÍA LÓPEZ, J.M. & ALLUÉ, C.; 2003. Aplicación de la teoría de la envolvente convexa a la mejora del sistema fitoclimático Allué-Andrade. *Ecología* 17: 329-343.
- GARCÍA LÓPEZ, J.M. & ALLUÉ CAMACHO, C.; 2005. Caracterización y potencialidades fitoclimáticas de la sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en la península Ibérica. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 14(1): 98-109.
- GARCÍA MOROTE, F.A.; LÓPEZ SERRANO, F.R.; DEL CERRO, A. & ANDRÉS, M.D.P., E.; 2005. Viabilidad de las repoblaciones empleando *Juniperus thurifera* L. en tres zonas de Castilla-La Mancha. In: SECF, G.d.A. (Ed.), Libro de Resúmenes, Conferencias y Ponencias. IV Congreso Forestal Español. CD-Rom. Imprenta Repes, S.C., Zaragoza.

- GAUQUELIN, T.; BERTAUDIERE, V.; MONTES, N.; BADRI, W. & ASMODE, J.F.; 1999. Endangered stands of thuriferous juniper in the western Mediterranean basin: ecological status, conservation and management. *Biodivers. Conserv.* 8: 1479-1498.
- GAUQUELIN, T. & DAGNAC, J.; 1988. Caractéristiques édaphiques des groupements à genévrier thurifère des Atlas marocains: étude des niveaux superficiels des sols sous couvert et hors couvert. *Oecologia Mediterranea* 14(3-4): 43-56.
- GAUQUELIN, T.; FROMARD, F.; BADRI, W. & DAGNAC, J.; 1992. Apports d'éléments minéraux au sol par l'intermédiaire de la litière, des pluies et des pluviollessivats dans un peuplement à genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) du Haut Atlas occidental (Maroc). *Ann. Sci. For.* 49(6): 599-614.
- GAUQUELIN, T.; IDRISSE HASSANI, M. & LEBRETON, P.; 1988. Le genévrier thurifère, *Juniperus thurifera* L. (cupressacées): analyse biométrique; propositions systématiques. *Oecologia Mediterranea* 14(3/4): 31-42.
- GÉGOUT, J.C. & PIERRAT, J.C.; 1998. Plant species autecology: a non parametric regresion approach. *Écologie* 29(3): 473-482.
- GIL, A.; BARRIO DE MIGUEL, J.M.; PEÑA, M.; BARREÑADA, E.; CISNEROS, Ó.; LLORENTE, R. & VAQUERO, E.; 2006. Resultados de la plantación de *Juniperus thurifera* L. en terrenos agrarios de Soria (España). In, *III Coloquio Internacional sobre sabinas y enebrales (género Juniperus): ecología y gestión forestal sostenible*, vol. II: 57-63.
- GÓMEZ MANZANEQUE, F.; 1991. *Los sabinas de Juniperus thurifera de la Península Ibérica. Cartografía, flora, tipificación y consideraciones paleobiogeográficas*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- GÓMEZ MANZANEQUE, F.; COSTA, M.; MORLA, C. & SÁINZ, H.; 2000. Elementos para una interpretación paleogeográfica de los sabinas albares de la Península Ibérica. *Les dossiers forestiers* 6: 171-178.
- GÓMEZ, V.; BLANCO, A.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; RUBIO, A.; ELENA, R. & GRAÑA, D.; 2002. Autoecología de los castaños andaluces. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 11(1): 205-226.
- GONZÁLEZ, J. & CANDAS, M.A.; 1991. Características de suelos bajo sabinas albares sobre material calizo. *Suelo y planta* 1(3): 425-438.
- GONZÁLEZ, J.; CRUZ, M.T.; FERNÁNDEZ, M.C.; GONZÁLEZ, C.; HERNANDO, J.; HERNANDO, M.I.; LÓPEZ, A.; MORENO, A.M. & PALOMAR, M.L.; 1993. Naturaleza de suelos de sabinar (*Juniperus thurifera*). In, *Memorias del XI congreso latinoamericano y II congreso cubano de la ciencia del suelo*, Cuba: 376-379.
- GONZALO, G.; GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, M.; DE LA FUENTE, J.; LAFUENTE, E. & GARCÍA GONZÁLEZ, M.D.; 2006. Los aprovechamientos de madera de sabina en la provincia de Soria. In, *III Coloquio Internacional sobre sabinas y enebrales (género Juniperus): ecología y gestión forestal sostenible*, vol. II: 317-324.
- GORSZINSKY, P.; 1920. Sur le calcul du degré du continentalisme et son application dans la climatologie. *Geog. Ann.* 324.
- GOTTFRIED, G.J. 2004. Silvics and silviculture in the Southwestern pinyon-juniper woodlands. U.S. For. Serv. Proc. RMRS-34: 64-79.
- GRANDJOUAN, G.; 1998. Expression probabiliste des relations écologiques en milieu naturel. *Océanis* 24(3): 175-197.
- GUISAN, A. & ZIMMERMANN, N.E.; 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Model.* 135(2-3): 147-186.
- HÄGGLUND, B.; 1981. Evaluation of forest site productivity. *Forestry Abstracts* 42(11): 515-527.

- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. & BLACK, W.C.; 1999. *Análisis multivariante*. Prentice Hall Iberia. Madrid, 832 pp.
- HAMEL, B.; BÉLANGER, N. & PARÉ, D.; 2004. Productivity of black spruce and Jack pine stands in Quebec as related to climate, site biological features and soil properties. *Forest Ecol. Manag.* 191: 239-251.
- HARPER, K.T. & DAVIS, J.N.; 1997. Biotic, edaphic, and other factors influencing pinyon-juniper distribution in the Great Basin. In, *Ecology and management of pinyon-juniper communities within the interior West*, Provo (Utah): 51-54.
- HERRERA, C.M.; 1987. Vertebrate-dispersed plants of the Iberian Peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecol. Monogr.* 57: 305-331.
- HILL, M.O.; 1979. *TWINSPAN: a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. Cornell University Press. Ithaca, New York.
- IGME. 1994. Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, escala 1:1.000.000. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- JIMÉNEZ, J.F.; WERNER, O.; SÁNCHEZ GÓMEZ, P.; FERNÁNDEZ, S. & GUERRA, J.; 2003. Genetic variations and migration pathway of *Juniperus thurifera* L. (Cupressaceae) in the western Mediterranean region. *Israel Journal of Plant Sciences* 51(1): 11-22.
- JOVELLAR, L.C.; 2004. *Definición paramétrica de los hábitats edáfico y climático del alcornoque (Quercus suber L.) en el centro-oeste de España (Salamanca y Zamora)*. Universidad Politécnica de Madrid. 236 pp.
- KIVISTE, A.; ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G.; ROJO, A. & RUIZ, A.D.; 2002. *Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal*. Monografías INIA. Serie Forestal nº4. Madrid.
- KUNZ, R. & PLESSIS, M.D.; 1999. A procedure for identifying optimum growing areas of Eucaliptus grandis X Eucaliptus nitens (GN) hybrids. *ICFR Newsletter* Agosto: 12-14.
- LAWTON, J.H.; 1993. On the Behavior of Autecologists and the Crisis of Extinction. *Oikos* 67(1): 3-5.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L.; 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier Science B.V. Amsterdam, 853 pp.
- LEMOINE-SÉBASTIAN, C.; 1965. Ecologie des genévriers au Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc.* 45: 49-116.
- LEVINS, R.; 1966. The Strategy of Model Building in Population Biology. *American Scientist* 54: 421-431.
- LUCAS, J.A.; 1998. Gestión, aprovechamiento y desarrollo sostenible de las masas de enebro, jabino o sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en la provincia de Soria. *Montes* 52: 121-130.
- MAHALANOBIS, P.C.; 1936. On the generalized distance in statistic. *Proc. Nat. Inst. Sci. India* 2: 49-55.
- MARGALEF, R.; 1974. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona, 951 pp.
- MONSERUD, R.A.; MOODY, U. & BREUER, D.W.; 1990. A soil site study for inland Douglas-fir. *Can. J. For. Res.* 20: 686-695.
- MONTERO, G.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; DEL RÍO, M.; ROIG, S.; CAÑELLAS, I. & CALAMA, R. 2006. Informe final del convenio entre el INIA y la Junta de Castilla y León: Estudio autoecológico y modelos de gestión de los rebollares (*Quercus pyrenaica* Willd.) y de normas selvícolas para *Pinus pinea* L., *P. sylvestris* L., *P. pinaster* Ait. y *P. nigra* Arn. en Castilla y León.

MONTSERRAT, P. & VILLAR, L.; 2005. Las montañas como reserva de biodiversidad, eficiencia ecológica y belleza paisajística. In: SECF, G.d.A. (Ed.), Libro de Resúmenes, Conferencias y Ponencias. IV Congreso Forestal Español. CD-Rom. Imprenta Repes, S.C., Zaragoza.

NAVARRO GARNICA, M.; 1940. *Estudio selvícola de los sabinares de Soria*. Proyecto fin de carrera. Universidad Politécnica de Madrid.

NICOLÁS, A. & GANDULLO, J.M.; 1967. *Ecología de los pinares españoles I. Pinus pinaster Ait.* IFIE. Madrid.

NICOLÁS, A. & GANDULLO, J.M.; 1969. *Ecología de los pinares españoles II. Pinus sylvestris L.* IFIE. Madrid.

ORIA DE RUEDA, J.A.; 1996. El enebro. *Revista Medio Ambiente* 9: 9-12.

ORIA DE RUEDA, J.A. & Díez, J.; 2002. *Guía de árboles y arbustos de Castilla y León*. Ediciones Cálamo S.L. Palencia, 381 pp.

OROZCO, E.; 2003. Regeneración natural de los sabinares albares (*Juniperus thurifera* L.) occidentales de la provincia de Albacete. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 15: 69-76.

PASCUAL, H.; 2003. *Índice de sitio para Juniperus thurifera L. en Castilla y León*. Proyecto fin de carrera. Universidad de Valladolid. 90 pp.

PEREIRA, I.; FERNÁNDEZ, A. & MANRIQUE, E.; 1998. Ámbito fitoclimático de existencia de *Juniperus thurifera* L. y separación entre sus sintaxones. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 7: 61-67.

PÉREZ PÉREZ, E.; 1999. *Estudio sobre la regeneración de la sabina albar (Juniperus thurifera L.) en terrenos agrícolas abandonados en los términos de Abejar, Calatañazor y Cabrejas del Pinar (Soria)*. Proyecto fin de carrera. Universidad de Valladolid. 249 pp.

PRENTICE, I.C.; CRAMER, W.; HARRISON, S.P.; LEEMANS, R.; MONSERUD, R.A. & SOLOMON, A.M.; 1992. A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. *J. Biogeogr.* 19: 117-134.

PUEYO, Y. & ALADOS, C.L.; 2006. Factores condicionantes de la regeneración del sabinar de *Juniperus thurifera* L. en el centro de la depresión del Ebro. In, *III Coloquio Internacional sobre sabinares y enebrales (género Juniperus): ecología y gestión forestal sostenible*, vol. I, Soria: 373-380.

RANDIN, C.F.; DIRNBOCK, T.; DULLINGER, S.; ZIMMERMANN, N.E.; ZAPPA, M. & GUISAN, A.; 2006. Are niche-based species distribution models transferable in space? *J. Biogeogr.* 33(10): 1689-1703.

REQUE, J.A.; 2004. *Estructura, dinámica y selvicultura de los bosques de roble albar (Quercus petraea Matts. Liebl.) en la Cordillera Cantábrica Meridional*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.

RIPOLL, M.A.; NAVARRO, F.B.; JIMÉNEZ, M.N.; SIMÓN, E.D. & GALLEGU, E.; 2006. Evaluación de la supervivencia, crecimiento aéreo, biomasa aérea y radical de *Quercus ilex* L. ssp. *ballota* (Desf.) Samp., *Pinus halepensis* Mill. y *Juniperus thurifera* L. en condiciones mediterráneas limitantes: aplicación a la forestación de tierras agrarias. In, *III Coloquio Internacional sobre sabinares y enebrales (género Juniperus): ecología y gestión forestal sostenible*, vol. II, Soria: 37-46.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. ICONA. Madrid, 268 pp.

ROBERTSON, M.P.; PETER, C.I.; VILLET, M.H. & RIPLEY, B.S.; 2003. Comparing models for predicting species' potential distributions: a case study using correlative and mechanistic predictive modelling techniques. *Ecol. Model.* 164(2-3): 153-167.

- ROMO, A. & BORATYŃSKI, A.; 2007. Nomenclatural note on *Juniperus thurifera* subsp. *africana* (Cupressaceae). *Annales Botanici Fennici* 44(1): 72-75.
- ROSENZWEIG, M.L.; 1968. Net primary productivity of terrestrial communities: prediction from climatological data. *The American Naturalist* 102(923): 67-74.
- RUBIO, A.; ELENA, R.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; BLANCO, A.; SÁNCHEZ, F. & GÓMEZ, V.; 1999. Autoecología de los castaños catalanes. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 8(2): 387-405.
- RUBIO, A.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; GÓMEZ, V.; GRAÑA, D.; ELENA, R. & BLANCO, A.; 2002. Autoecología de los castaños de Castilla (España). *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 11(2): 373-393.
- RUSSEL, J.S. & MOORE, A.W.; 1968. Comparison of different depth weightings in the numerical analysis of anisotropic soil profile data. *Proc. 9th Int. Cong. Soil Sci.* 4: 205-213.
- SÁNCHEZ HERRERO, A.; ZALDÍVAR, P. & SAN MARTÍN, R.; 2006. Estudio de la regeneración del enebro de Peña Lampa (Palencia). In, *III Coloquio Internacional sobre sabinas y enebrales (género Juniperus): ecología y gestión forestal sostenible*, vol. I, Soria: 389-396.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 2001. Los estudios autoecológicos paramétricos de especies forestales. Modelos digitales. In: SECF, J.d.A. (Ed.), *Actas del III Congreso Forestal Español. Montes para la sociedad del nuevo milenio*. Coria Gráficas, Sevilla.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O. & BLANCO, A.; 1985. Un modelo de estimación del equivalente de humedad de los suelos. *Montes* 4: 26-30.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; ELENA, R. & CARRETERO, P.; 1990. Caracterización edáfica de los pinares autóctonos de *Pinus nigra* Arn. *Comunicaciones INIA* 55.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; JOVELLAR, L.C.; SARMIENTO, L.A.; RUBIO, A. & GANDULLO, J.M.; 2007. *Las estaciones ecológicas de los alcornocales españoles*. Monografías INIA. Serie Forestal nº14. Madrid.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; ROIG, S.; DEL RÍO, M.; RUBIO, A. & GANDULLO, J.M.; 2008. *Las estaciones ecológicas actuales y potenciales de los rebollares españoles*. Monografías INIA. Serie Forestal nº17. Madrid.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; RUBIO, A. & BLANCO, A.; 2004. Definición y cartografía de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de hayedo en España. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* Fuera de serie: 13-62.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; RUBIO, A.; BLANCO, A.; ELENA, R. & GÓMEZ, V.; 2003. Autoecología paramétrica de los hayedos de Castilla y León. *Inv. Agrar.: Sist. Recur. For.* 12(1): 87-110.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O.; SÁNCHEZ SERRANO, F. & CARRETERO, M.P.; 1999. *Modelos y cartografía de estimaciones climáticas termopluviométricas para la España peninsular*. INIA. Madrid, 192 pp.
- SANTOS, T. & TELLERÍA, J.L.; 1994. Influence of forest fragmentation on seed consumption and dispersal of Spanish juniper *Juniperus thurifera*. *Biological Conservation* 70(2): 129-134.
- SANZ, A.; PINILLOS, P.; LAFUENTE, E.; BROTO, M. & ALCALDE, F.; 2006. Aprovechamiento maderero de sabina en Castilla y León: estudio de rendimientos en la fabricación de tarima de sabina. In, *III Coloquio Internacional sobre sabinas y enebrales (género Juniperus): ecología y gestión forestal sostenible*, vol. II, Soria: 395-403.
- SARMIENTO, L.A.; 2005. *Autoecología paramétrica de los alcornocales (Quercus suber L.) extremeños*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 327 pp.

- SERRADA, R.; 2005. La calidad de las repoblaciones forestales y repoblaciones forestales de calidad. In: SECF, G.d.A. (Ed.), Libro de Resúmenes, Conferencias y Ponencias. IV Congreso Forestal Español. CD-Rom. Imprenta Repes, S.C., Zaragoza.
- SIEMCALSA; 1997. *Mapa geológico y minero de Castilla y León*. Siemcalsa. Valladolid, 459 pp.
- THORNTHWAITE, C.W.; 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38: 55-94.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R.; 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balances. *Climatology* 10: 181-311.
- USDA. 1975. Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA Handbook 436.
- USFS. 1965. Silvics of forest trees of the United States. Agricultural Handbook 271.
- VÁZQUEZ, D.P.; 2005. Reconsiderando el nicho hutchinsoniano. *Ecología Austral* 15: 149-158.
- VERBYLA, D. & FISHER, R.F.; 1989. An alternative approach to conventional soil-site regression modeling. *Can. J. For. Res.* 19: 179-184.
- VERNET, J.L. & VERNET, P.; 1966. Sur un indice bioclimatique applicable aux climats de la France. *Natur. Monsp.* 17: 253-261.
- WALTER, H. & LIETH, H.; 1960. *Klimadiagramm Weltatlas*. Gustav Fischer. Jena, 253 pp.
- WALTER, H. & WALTER, E.; 1953. Das Gesetz der relativen Standortskonstanz: das Wesen der Pflanzengesellschaften. *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 66: 228-236.
- WANG, G.G. & KLINKA, K.; 1996. Use of synoptic variables in predicting white spruce site index. *Forest Ecol. Manag.* 80: 95-105.
- WEST, N.E.; 1968. Outline for Autecological Studies of Range Grasses. *J. Range Manage.* 21(2): 102-105.
- WEST, N.E.; TAUSCH, R.J. & TUELLER, P.T. 1998. A management-oriented classification of pinyon-juniper woodlands of Great Basin. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. RMRS-12: 1-42.
- WHITTAKER, R.H.; 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biological Review* 42: 207-264.
- YEE, T.W.; 2006. Constrained additive ordination. *Ecology* 87(1): 203-213.
- YEE, T.W. & MITCHELL, N.D.; 1991. Generalized additive models in plant ecology. *J. Veg. Sci.* 2: 587-602.

ANEXO I. TABLAS

Tabla 95. Localización de las 120 parcelas muestreadas. El campo *Parcela* corresponde al identificador del IFN, precedido de los dos dígitos del código postal de la provincia, en caso de no hallarse en Castilla y León; en las parcelas de esta comunidad se trata de un número correlativo del 1 al 70 (ya que no coinciden con parcelas del IFN). Los campos *X30* e *Y30* muestran las coordenadas UTM referidas al huso 30. El campo estrato se refiere a la estratificación empleada en el diseño del muestreo (ver apartado III.1).

Parcela	Provincia	Municipio	Estrato	X30	Y30	Grupo Territorial
1	Burgos	La Vid y Barrios	1	457200	4607860	A
2	Burgos	Santa Cruz de la Salceda	1	453925	4604504	A
3	Soria	Langa de Duero	1	469090	4612670	A
4	Soria	El Burgo de Osma	1	496950	4601240	A
5	Burgos	San Juan del Monte	1	457420	4619980	A
6	Burgos	Brazacorta	1	467030	4616790	A
7	Soria	El Burgo de Osma	1	499705	4599690	A
8	Soria	Valdenebro	1	504149	4603709	A
9	Segovia	Arevalillo de Cega	1	426560	4556710	A
10	Segovia	Villovela de Pirón	1	408750	4553202	A
11	Burgos	Torrepadre	1	417689	4656714	A
12	Palencia	Cévico Navero	1	403790	4636870	A
13	Soria	Ciria	1	589380	4608880	B
14	Segovia	Sepúlveda	1	435155	4567800	A
15	Palencia	Castrillo de Don Juan	1	408520	4635640	A
16	Soria	Arcos de Jalón	1	576680	4550000	B
17	Soria	Arcos de Jalón	1	576320	4556760	B
18	Soria	Arcos de Jalón	1	569030	4550650	B
19	Soria	Blacos	2	513200	4614250	A
20	Soria	Castillejo de Robledo	2	457055	4602440	A
21	Soria	Rioseco de Soria	2	510600	4610700	A
22	Burgos	Huerta del Rey	2	472940	4622980	A
23	Segovia	Maderuelo	2	457055	4597020	A
24	Soria	Valdemaluque	2	498940	4616740	A
25	Soria	Rioseco de Soria	2	515100	4611840	A
26	Soria	El Burgo de Osma	2	501890	4607570	A
27	Burgos	Santibáñez de Val	2	459025	4647852	A
28	Soria	San Esteban de Gormaz	2	476850	4586020	A
29	Soria	Recuerda	2	496660	4587350	A
30	Burgos	Retuerta	2	459380	4652555	A
31	Segovia	Valdevacas y Guijar	2	424777	4554520	A
32	Segovia	Santo Tomé del Puerto	2	448495	4560177	A
33	Burgos	Nebreda	3	449040	4645200	A
34	Soria	Fuentearmegil	3	485080	4621620	A
35	Burgos	Ciruelos de Cervera	3	452473	4639693	A
36	Burgos	Espinosa de Cervera	3	460311	4636227	A
37	Soria	Castillejo de Robledo	3	460230	4601580	A
38	Burgos	Santa Inés	3	444163	4657985	A
39	Segovia	Prádena	3	443608	4557313	A
40	Burgos	Solarana	3	445080	4646030	A
41	Soria	San Esteban de Gormaz	3	483750	4587970	A
42	Soria	Herrera de Soria	4	497300	4624600	A
43	Soria	Golmayo	4	520300	4620960	A
44	Burgos	Hontoria del Pinar	4	489220	4633120	A
45	Soria	Cabrejas del Pinar	4	515720	4621920	A
46	Soria	Santa María de las Hoyas	4	489000	4623180	A
47	Soria	Nafría de Ucero	4	492360	4620740	A
48	Soria	Talveila	4	501250	4619740	A
49	Soria	Calatañazor	4	516540	4616500	A
50	Burgos	Araúzo de Miel	4	465500	4638090	A
51	Burgos	Araúzo de Miel	4	469450	4634550	A
52	Burgos	Contreras	4	463300	4653170	A
53	Burgos	Tejada	4	453890	4645573	A
54	Soria	Recuerda	4	502660	4585830	A

Tabla 95. Localización de las 120 parcelas muestreadas. El campo *Parcela* corresponde al identificador del IFN, precedido de los dos dígitos del código postal de la provincia, en caso de no hallarse en Castilla y León; en las parcelas de esta comunidad se trata de un número correlativo del 1 al 70 (ya que no coinciden con parcelas del IFN). Los campos *X30* e *Y30* muestran las coordenadas UTM referidas al huso 30. El campo estrato se refiere a la estratificación empleada en el diseño del muestreo (ver apartado III.1).

Parcela	Provincia	Municipio	Estrato	X30	Y30	Grupo Territorial
55	Segovia	Cedillo de la Torre	4	444854	4587308	A
56	Soria	Montejo de Tiermes	4	485790	4583980	A
57	Segovia	Orejana	4	435800	4557482	A
58	Burgos	Covarrubias	5	457080	4660180	A
59	Soria	Cabrejas del Pinar	5	508860	4624370	A
60	Burgos	Santo Domingo de Silos	5	461749	4642115	A
61	Burgos	Contreras	5	465495	4650630	A
62	Soria	Villaciervos	5	525600	4626720	A
63	Burgos	Santo Domingo de Silos	5	466000	4647864	A
64	Soria	Abejar	5	518910	4626700	A
65	Burgos	Hontoria del Pinar	5	483450	4632410	A
66	Soria	Cabrejas del Pinar	5	512640	4626780	A
67	Soria	Arcos de Jalón	5	572350	4552630	B
68	Soria	Montejo de Tiermes	5	488400	4580650	A
69	León	Crémenes	5	324680	4753290	A
70	León	Los Barrios de Luna	5	268080	4751310	A
160721	Cuenca	Cuenca	32	590974	4448005	B
160764	Cuenca	Cuenca	32	596007	4450959	B
161117	Cuenca	Palomera	32	583953	4439008	B
161169	Cuenca	Buenache de la Sierra	32	590017	4443995	B
161177	Cuenca	Buenache de la Sierra	32	591023	4440999	B
161188	Cuenca	Cuenca	32	591999	4444028	B
161194	Cuenca	La Cierva	32	593024	4437042	B
161195	Cuenca	La Cierva	32	592993	4439012	B
161217	Cuenca	Cuenca	32	595006	4445958	B
161222	Cuenca	La Cierva	32	596045	4437000	B
161226	Cuenca	Cuenca	32	596037	4444989	B
161234	Cuenca	Cuenca	32	596989	4443051	B
161245	Cuenca	La Cierva	32	598989	4434007	B
161955	Cuenca	Campillos-Paravientos	32	623024	4424012	B
190852	Guadalajara	Olmeda de Cobeta	32	564986	4521034	B
190919	Guadalajara	Cobeta	32	573917	4522923	B
190970	Guadalajara	Estables	32	580018	4536929	B
191521	Guadalajara	Corduente	32	579055	4514952	B
191529	Guadalajara	Corduente	32	580000	4513952	B
191554	Guadalajara	Valhermoso	32	582985	4515038	B
441152	Teruel	Albarracín	32	633060	4481996	B
441158	Teruel	Albarracín	32	633984	4481021	B
441186	Teruel	Albarracín	32	627988	4473004	B
441204	Teruel	Albarracín	32	630995	4469950	B
441212	Teruel	Teruel	32	648956	4469990	B
441235	Teruel	Saldón	32	633029	4466971	B
441241	Teruel	Bezas	32	644002	4467018	B
441261	Teruel	Cuevas Labradas	32	673036	4479965	B
441570	Teruel	Saldón	32	636029	4466006	B
441688	Teruel	Jabaloyas	32	634033	4452997	B
441704	Teruel	Tormon	32	641013	4452004	B
441912	Teruel	La Puebla de Valverde	31	684970	4453013	B
441918	Teruel	Valbona	31	686004	4451958	B
441985	Teruel	La Puebla de Valverde	32	675989	4447071	B
441987	Teruel	Sarrión	32	677948	4446989	B
441999	Teruel	Sarrión	32	676978	4444965	B
442000	Teruel	Sarrión	32	680011	4445021	B
442014	Teruel	Sarrión	31	678021	4441978	B

Tabla 95. Localización de las 120 parcelas muestreadas. El campo *Parcela* corresponde al identificador del IFN, precedido de los dos dígitos del código postal de la provincia, en caso de no hallarse en Castilla y León; en las parcelas de esta comunidad se trata de un número correlativo del 1 al 70 (ya que no coinciden con parcelas del IFN). Los campos *X30* e *Y30* muestran las coordenadas UTM referidas al huso 30. El campo estrato se refiere a la estratificación empleada en el diseño del muestreo (ver apartado III.1).

Parcela	Provincia	Municipio	Estrato	X30	Y30	Grupo Territorial
442171	Teruel	Manzanera	31	687998	4430956	B
442197	Teruel	Abejuela	31	677963	4425960	B
442215	Teruel	Abejuela	11	680008	4415991	B
442217	Teruel	Abejuela	11	682010	4415020	B
442222	Teruel	Manzanera	31	688025	4429976	B
460047	Valencia	Ademuz	31	654013	4432954	B
460053	Valencia	Ademuz	31	654025	4430978	B
460079	Valencia	Puebla de San Miguel	32	657019	4431977	B
460113	Valencia	La Yesa	31	679001	4423015	B
462163	Valencia	Castielfabib	32	636945	4440969	B
500669	Zaragoza	Perdiguera	31	704957	4626007	B
500674	Zaragoza	Perdiguera	31	703034	4625044	B

Tabla 96. Parámetros fisiográficos y climáticos para las 120 parcelas muestreadas. Véase el apartado II.2 para la definición de los parámetros. RESG aparece en tanto por mil y RUGO en milésimas de varianza esférica.

Parcela	ALTI	PEND	PNDE	INSO	TTOP	RESG	RUGO	VHME	VHMA	PANU	PPRI	PVER	POTO	PINV	TANU	TEST	TINV	OSCI	ETP	SUP	DEF	IH	DSEQ	ISEQ	VERN
1	900	10	7,2	0,965	1,121	0	9	6	17	518	146	150	87	136	19,1	19,1	3,3	30,4	664	177	321	-2,41	2,40	0,098	-3,929
2	900	5	8,2	1,040	1,119	143	9	48	34	515	145	149	87	135	19,1	19,1	3,3	30,4	664	175	322	-2,81	2,40	0,099	-3,889
3	950	10	8,7	0,932	0,909	1	13	116	22	560	160	160	93	146	18,7	18,7	3,0	30,3	652	207	300	4,14	2,20	0,066	-3,566
4	930	10	4,4	0,980	1,143	0	3	33	87	507	136	143	90	137	19,0	19,0	3,1	30,3	659	164	317	-3,92	2,28	0,089	-3,242
5	900	8	10,2	0,997	1,139	0	5	23	69	534	152	154	89	139	19,0	19,0	3,2	30,4	661	189	316	-0,09	2,36	0,087	-3,830
6	910	11	11,6	1,088	1,118	15	9	113	63	532	150	153	90	140	19,0	19,0	3,2	30,4	660	186	312	-0,27	2,31	0,083	-3,685
7	990	9	5,4	1,073	1,110	0	6	72	111	555	155	156	96	148	18,6	18,6	2,8	30,2	647	202	294	4,01	2,10	0,060	-3,100
8	965	6	8,7	1,046	1,134	47	8	177	60	535	146	151	94	143	18,7	18,7	2,9	30,3	651	186	303	0,65	2,16	0,068	-3,142
9	1070	5	2,4	0,987	0,999	0	2	119	1	607	180	175	93	161	18,5	18,5	2,7	30,1	639	255	285	13,12	2,09	0,054	-4,213
10	955	8	5,4	0,973	1,118	0	5	9	42	504	144	145	80	135	19,3	19,3	3,3	30,5	662	173	331	-3,92	2,50	0,121	-4,546
11	835	28	14,2	0,794	1,044	133	22	42	17	543	159	155	85	144	19,1	19,1	3,5	30,4	668	196	320	0,52	2,47	0,097	-4,521
12	860	36	21,1	1,204	1,084	364	19	105	54	545	162	157	85	141	19,2	19,2	3,4	30,4	667	200	321	1,05	2,48	0,100	-4,687
13	1130	11	14,1	0,910	1,021	0	7	47	77	538	127	159	115	137	18,7	18,7	3,1	29,5	651	158	271	-0,66	1,77	0,053	-1,944
14	990	10	9,8	0,980	1,148	0	10	123	40	548	159	159	88	144	18,9	18,9	3,0	30,3	652	204	306	3,17	2,29	0,079	-4,095
15	925	0	3,7	1,000	1,053	0	2	51	49	597	182	170	91	154	18,7	18,7	3,1	30,3	653	244	300	9,79	2,25	0,064	-4,643
16	1210	15	13,3	1,114	1,145	20	10	69	32	524	118	157	115	134	18,2	18,2	3,2	28,4	640	133	249	-2,54	1,64	0,053	-1,838
17	1060	16	10,0	0,890	1,069	24	9	48	15	489	107	150	107	124	19,1	19,1	3,7	29,0	663	109	284	-9,27	1,90	0,073	-2,254
18	1280	10	10,3	0,995	1,168	0	7	40	8	544	125	162	117	139	17,8	17,8	2,8	27,9	628	149	235	1,33	1,55	0,047	-1,824
19	1040	10	10,3	0,912	1,000	0	7	5	81	608	174	170	104	163	18,1	18,1	2,5	30,0	634	247	270	13,33	1,87	0,041	-2,994
20	970	14	13,5	0,867	0,918	244	9	27	19	571	167	163	92	148	18,7	18,7	2,9	30,2	651	219	300	6,02	2,22	0,066	-3,944
21	1010	10	6,8	1,010	1,174	0	3	38	62	579	162	162	100	154	18,4	18,4	2,7	30,1	641	219	282	7,81	1,99	0,051	-2,927
22	1000	17	13,7	0,841	0,841	0	15	72	36	615	181	174	98	160	18,3	18,3	2,7	30,1	641	254	281	13,22	2,04	0,049	-3,751
23	1000	10	6,8	1,071	1,188	0	10	81	25	590	173	170	94	153	18,6	18,6	2,8	30,2	646	236	292	9,42	2,14	0,058	-3,921
24	1030	12	8,9	0,901	1,016	2	10	3	94	615	177	173	101	162	18,2	18,2	2,6	30,1	636	251	274	13,67	1,94	0,044	-3,321
25	1060	17	7,2	1,126	1,252	0	8	77	91	622	177	173	105	165	18,0	18,0	2,4	30,0	631	256	267	15,16	1,84	0,039	-2,971
26	985	8	9,3	0,973	0,947	0	9	126	88	560	156	158	96	149	18,6	18,6	2,8	30,2	646	206	293	4,66	2,09	0,059	-3,175
27	965	18	16,2	1,122	1,276	25	13	90	11	623	185	177	98	163	18,3	18,3	2,8	30,1	643	260	280	14,27	2,04	0,048	-3,895
28	1055	17	7,9	0,923	0,814	0	12	81	50	611	178	174	98	161	18,3	18,3	2,6	30,0	635	252	277	13,59	1,99	0,048	-3,626
29	1060	7	7,9	0,944	0,963	0	8	100	91	603	173	170	100	160	18,2	18,2	2,6	30,0	634	244	275	12,50	1,95	0,046	-3,286
30	965	20	23,6	0,845	1,025	218	25	14	15	628	188	178	99	164	18,3	18,3	2,8	30,1	642	264	278	15,23	2,02	0,045	-3,899
31	1090	4	3,1	0,971	1,009	0	2	96	100	623	186	179	93	166	18,4	18,4	2,6	30,1	636	269	281	15,84	2,06	0,050	-4,372
32	1080	9	11,0	0,996	1,157	0	9	24	20	612	179	175	95	162	18,4	18,4	2,6	30,1	637	255	281	13,64	2,04	0,051	-3,935
33	980	11	6,1	0,994	0,927	0	5	77	10	639	192	182	99	166	18,3	18,3	2,8	30,1	641	275	277	16,93	2,02	0,044	-4,004
34	1020	11	11,0	1,086	1,186	0	12	113	116	623	183	176	101	162	18,2	18,2	2,6	30,0	637	259	274	14,87	1,96	0,044	-3,537
35	980	5	5,2	0,999	1,105	0	5	96	85	631	189	179	98	163	18,3	18,3	2,8	30,1	642	267	279	15,48	2,03	0,047	-4,008
36	1030	9	6,5	1,053	1,177	0	3	87	87	667	202	190	104	172	18,0	18,0	2,5	30,0	633	298	262	22,16	1,88	0,036	-3,807
37	985	15	8,0	1,012	1,229	50	14	24	24	581	170	166	94	151	18,6	18,6	2,9	30,2	648	227	294	7,80	2,15	0,060	-3,831
38	925	11	9,3	0,960	1,120	2	11	111	127	608	181	172	95	160	18,5	18,5	3,0	30,2	650	247	289	11,34	2,13	0,052	-4,098

Tabla 96. Parámetros fisiográficos y climáticos para las 120 parcelas muestreadas. Véase el apartado II.2 para la definición de los parámetros. RESG aparece en tanto por mil y RUGO en milésimas de varianza esférica.

Parcela	ALTI	PEND	PNDE	INSO	TTOP	RESG	RUGO	VHME	VHMA	PANU	PPRI	PVER	POTO	PINV	TANU	TEST	TINV	OSCI	ETP	SUP	DEF	IH	DSEQ	ISEQ	VERN
39	1155	7	5,4	0,998	1,138	0	5	111	6	681	204	195	100	180	17,9	17,9	2,3	29,9	623	315	259	25,67	1,87	0,038	-4,087
40	965	7	8,0	0,957	0,949	0	7	14	7	629	190	179	98	163	18,4	18,4	2,8	30,1	644	268	282	15,35	2,07	0,049	-4,080
41	1050	8	5,2	0,939	1,045	0	2	9	16	605	174	173	98	159	18,3	18,3	2,6	30,1	636	246	277	12,48	1,99	0,049	-3,492
42	1100	15	9,3	1,055	1,253	0	8	108	122	691	205	195	110	181	17,6	17,6	2,2	29,8	621	316	246	27,10	1,71	0,032	-3,320
43	1110	16	10,5	1,128	1,191	0	7	172	84	676	197	188	111	180	17,6	17,6	2,1	29,7	619	302	245	24,99	1,67	0,033	-3,034
44	1070	35	14,1	0,918	0,610	42	19	180	141	680	204	192	108	178	17,8	17,8	2,3	29,8	625	308	252	25,15	1,76	0,034	-3,485
45	1090	15	4,9	1,121	1,183	0	4	116	87	663	193	185	109	176	17,7	17,7	2,3	29,9	624	291	251	22,45	1,73	0,034	-3,099
46	1140	14	16,6	1,098	1,233	77	12	7	121	734	222	208	113	191	17,4	17,4	2,0	29,7	614	357	237	35,04	1,63	0,028	-3,454
47	1065	11	7,5	1,082	1,192	18	3	141	121	657	195	186	106	172	17,9	17,9	2,4	29,9	628	290	259	21,36	1,82	0,036	-3,432
48	1105	9	5,4	0,996	1,149	0	4	39	73	686	203	193	110	181	17,7	17,7	2,2	29,8	621	313	247	26,56	1,71	0,033	-3,274
49	1095	8	3,1	1,068	1,135	0	2	4	69	660	192	185	109	175	17,8	17,8	2,2	29,8	624	289	252	22,15	1,73	0,035	-3,076
50	1095	9	8,9	1,060	1,175	81	2	113	127	726	223	206	109	187	17,5	17,5	2,2	29,8	620	350	245	32,75	1,73	0,030	-3,813
51	1160	26	16,7	1,127	1,380	0	28	111	100	781	243	222	115	202	17,1	17,1	1,9	29,5	608	405	231	43,90	1,56	0,025	-3,704
52	1055	11	10,9	0,916	0,890	12	19	59	40	708	216	200	108	184	17,7	17,7	2,3	29,8	626	332	249	29,11	1,77	0,031	-3,752
53	1050	15	8,6	0,882	1,025	84	5	5	9	700	215	198	105	181	17,8	17,8	2,4	29,8	627	327	255	27,69	1,82	0,033	-3,990
54	1120	11	5,6	0,961	0,908	0	5	107	75	652	189	185	106	173	17,8	17,8	2,2	29,9	622	285	254	21,32	1,78	0,037	-3,214
55	1140	13	4,4	0,972	0,893	0	7	170	151	713	219	205	105	183	17,7	17,7	2,2	29,8	619	344	251	31,29	1,81	0,034	-4,045
56	1150	7	5,4	1,008	1,144	0	3	31	0	692	205	196	107	182	17,6	17,6	2,2	29,8	617	319	245	27,81	1,74	0,034	-3,516
57	1065	12	16,9	1,060	1,227	371	19	100	60	599	177	172	92	159	18,5	18,5	2,7	30,1	640	248	288	11,79	2,11	0,055	-4,216
58	1115	20	10,0	1,126	1,059	171	15	96	128	775	241	218	114	202	17,2	17,2	2,0	29,6	613	395	233	41,71	1,59	0,025	-3,750
59	1220	12	10,9	1,046	0,992	3	6	96	80	798	243	225	122	210	16,8	16,8	1,6	29,4	598	419	216	48,30	1,40	0,019	-3,195
60	1190	31	19,1	1,200	1,388	259	4	171	111	825	259	235	119	212	16,9	16,9	1,7	29,4	601	446	222	52,04	1,47	0,021	-3,665
61	1230	29	22,9	0,835	0,616	195	35	126	20	872	275	247	124	227	16,5	16,5	1,5	29,2	592	489	209	61,43	1,35	0,016	-3,549
62	1240	17	8,2	1,109	1,273	103	7	33	6	806	243	224	125	213	16,7	16,7	1,5	29,2	594	422	210	49,79	1,33	0,016	-2,988
63	1220	25	19,6	1,110	1,369	119	26	12	25	859	270	244	122	223	16,6	16,6	1,6	29,3	594	478	213	58,88	1,39	0,018	-3,603
64	1250	20	25,1	1,150	1,268	207	10	68	16	822	249	230	126	218	16,6	16,6	1,4	29,2	591	440	208	53,23	1,31	0,016	-3,018
65	1170	17	20,7	0,836	0,866	227	8	66	145	779	240	221	117	203	17,1	17,1	1,8	29,5	606	402	227	43,78	1,52	0,024	-3,508
66	1170	45	32,5	1,122	1,548	127	30	92	121	748	224	209	118	197	17,2	17,2	1,8	29,5	607	368	227	38,19	1,51	0,025	-3,121
67	1210	21	7,9	0,876	0,750	518	32	66	53	526	120	159	115	134	18,2	18,2	3,2	28,3	640	137	249	-1,91	1,65	0,054	-1,919
68	1200	20	28,9	0,831	0,988	0	30	8	65	734	220	209	112	194	17,3	17,3	1,9	29,6	608	361	234	36,30	1,61	0,029	-3,440
69	1110	44	36,2	1,277	1,436	187	51	146	125	992	338	262	115	277	16,4	16,4	2,0	29,2	607	594	209	77,14	1,43	0,018	-4,949
70	1350	74	40,0	1,256	1,672	353	68	31	13	1158	403	306	121	328	14,8	14,8	0,9	28,2	563	772	178	118,22	1,15	0,006	-4,748
160721	1331	41	32,5	1,241	1,412	0	55	9	102	818	266	217	117	219	18,0	18,0	2,3	32,0	622	436	239	47,14	1,68	0,030	-4,360
160764	1412	12	10,9	1,088	1,218	10	9	43	55	874	288	227	125	237	17,1	17,1	2,0	31,4	604	490	217	59,62	1,49	0,022	-4,064
161117	1259	12	8,6	0,926	1,097	0	6	40	45	768	245	207	109	207	18,8	18,8	2,7	32,6	639	389	260	36,50	1,85	0,035	-4,690
161169	1366	8	6,8	1,040	1,190	30	6	18	26	839	274	220	119	227	17,7	17,7	2,2	31,9	615	457	232	51,75	1,62	0,027	-4,318
161177	1326	3	3,8	0,993	1,104	0	16	34	1	809	261	215	115	218	18,1	18,1	2,4	32,0	624	428	243	45,32	1,72	0,031	-4,410
161188	1378	10	5,2	1,077	1,144	0	2	12	8	846	277	220	120	229	17,5	17,5	2,2	31,7	612	463	229	53,23	1,60	0,027	-4,272

Tabla 96. Parámetros fisiográficos y climáticos para las 120 parcelas muestreadas. Véase el apartado II.2 para la definición de los parámetros. RESG aparece en tanto por mil y RUGO en milésimas de varianza esférica.

Parcela	ALTI	PEND	PNDE	INSO	TTOP	RESG	RUGO	VHME	VHMA	PANU	PPRI	PVER	POTO	PINV	TANU	TEST	TINV	OSCI	ETP	SUP	DEF	IH	DSEQ	ISEQ	VERN
161194	1307	10	10,5	0,926	1,064	0	10	6	51	793	254	211	114	214	18,2	18,2	2,5	31,9	628	411	246	41,94	1,74	0,032	-4,367
161195	1308	7	7,0	1,052	1,167	0	3	18	60	795	256	211	114	214	18,2	18,2	2,5	32,0	628	413	246	42,35	1,74	0,032	-4,418
161217	1419	11	6,5	0,902	0,985	0	12	68	96	876	288	225	124	238	17,1	17,1	2,0	31,5	602	492	219	59,88	1,51	0,023	-4,112
161222	1248	9	11,7	1,066	1,119	0	23	30	51	755	239	203	109	203	18,8	18,8	2,9	32,0	641	372	259	33,76	1,85	0,036	-4,515
161226	1460	7	4,2	1,019	1,172	0	3	48	66	904	299	231	128	247	16,7	16,7	1,9	31,2	594	520	209	66,52	1,42	0,019	-3,969
161234	1448	3	4,4	1,008	1,120	0	2	53	38	894	294	230	127	244	16,8	16,8	1,9	31,2	596	510	211	64,28	1,44	0,020	-3,964
161245	1180	2	8,0	1,011	1,077	0	6	60	60	711	222	195	105	189	19,3	19,3	3,2	32,2	656	330	274	25,17	1,96	0,040	-4,555
161955	1136	10	7,0	0,914	0,966	0	4	15	62	683	207	187	105	183	19,5	19,5	3,6	31,2	665	296	280	19,32	2,00	0,043	-4,092
190852	1157	17	11,2	0,991	1,242	0	22	111	59	738	216	209	97	215	18,9	18,9	2,6	31,7	646	363	272	30,89	1,96	0,044	-4,719
190919	1115	39	16,4	1,039	0,741	4	50	77	30	701	201	201	94	206	19,2	19,2	2,8	32,2	655	331	284	24,57	2,05	0,051	-4,923
190970	1215	3	14,1	0,989	1,026	364	21	41	57	519	115	155	117	132	18,1	18,1	3,2	27,9	638	125	244	-3,38	1,59	0,049	-1,712
191521	1231	7	4,5	1,057	1,145	0	2	63	3	786	230	225	102	229	18,4	18,4	2,1	31,6	632	411	257	40,70	1,84	0,039	-4,456
191529	1245	3	3,1	0,995	1,097	0	10	114	25	796	233	227	104	233	18,3	18,3	2,1	31,6	629	421	252	42,82	1,80	0,038	-4,334
191554	1080	41	26,2	1,233	1,179	427	71	90	92	682	193	196	93	199	19,6	19,6	3,0	32,6	664	309	293	20,11	2,09	0,057	-4,921
441152	1211	6	2,1	1,042	1,154	0	5	19	53	518	119	138	123	138	18,6	18,6	3,2	30,6	646	135	264	-3,51	1,69	0,038	-0,824
441158	1211	8	4,9	1,037	1,045	0	6	7	60	518	117	139	123	138	18,5	18,5	3,2	30,6	644	133	260	-3,62	1,69	0,038	-0,954
441186	1204	27	24,9	0,746	0,759	71	43	7	19	541	133	143	119	146	18,7	18,7	3,2	30,8	647	161	266	0,16	1,74	0,041	-1,167
441204	1335	22	8,7	0,814	0,982	0	13	77	70	557	138	143	123	153	17,4	17,4	2,6	30,2	618	180	241	5,67	1,41	0,027	-1,172
441212	1013	14	7,7	1,075	1,262	0	10	35	9	481	99	133	120	130	20,0	20,0	4,3	30,4	686	90	294	-12,63	1,95	0,062	-1,684
441235	1414	7	7,0	0,991	1,143	0	5	37	91	567	142	144	124	158	16,7	16,7	2,3	29,8	602	196	230	9,66	1,19	0,017	-1,262
441241	1165	7	5,2	0,975	1,121	27	4	85	98	517	115	138	121	142	18,9	18,9	3,6	30,2	655	127	266	-4,99	1,72	0,042	-1,196
441261	1374	56	29,1	0,807	1,392	0	39	102	78	514	96	138	136	145	16,6	16,6	2,8	28,2	609	113	208	-1,87	0,00	0,000	-1,775
441570	1444	3	4,7	1,020	1,081	0	2	30	53	566	139	142	126	159	16,3	16,3	2,2	29,6	596	194	223	10,02	0,93	0,010	-1,194
441688	1348	25	25,5	0,778	0,746	516	75	56	9	579	149	147	120	164	17,4	17,4	2,7	30,0	617	205	242	9,69	1,39	0,027	-1,689
441704	1191	18	15,8	1,008	1,278	104	32	36	55	547	132	144	118	153	18,7	18,7	3,5	30,3	651	162	266	0,34	1,69	0,040	-1,503
441912	939	19	10,3	0,826	0,924	0	12	37	42	497	94	138	118	147	20,2	20,2	5,1	28,8	700	85	288	-12,59	1,83	0,057	-2,540
441918	921	21	12,1	1,138	1,137	7	11	4	44	496	94	137	118	148	20,4	20,4	5,2	28,8	705	83	291	-12,95	1,85	0,059	-2,602
441985	1279	24	10,7	1,167	1,300	58	14	35	14	554	119	145	126	164	17,6	17,6	3,4	28,3	632	151	229	2,21	1,18	0,018	-1,682
441987	1195	34	9,1	1,167	1,055	18	13	45	20	543	114	145	125	161	18,3	18,3	3,8	28,5	649	137	241	-1,17	1,33	0,025	-1,846
441999	1425	7	6,8	0,963	0,979	0	5	28	41	575	126	147	129	172	16,2	16,2	2,7	27,7	602	178	205	9,05	0,50	0,005	-1,546
442000	1222	14	16,7	0,875	0,969	40	11	4	3	552	116	146	125	165	18,0	18,0	3,7	28,4	644	143	234	0,33	1,28	0,022	-1,880
442014	1411	19	14,4	1,031	0,922	6	31	18	28	579	129	147	128	175	16,3	16,3	2,8	27,7	605	181	207	9,42	0,63	0,005	-1,587
442171	1195	8	8,4	0,972	1,132	10	8	0	20	578	128	152	120	178	18,2	18,2	4,0	28,0	650	167	239	3,66	1,39	0,026	-2,214
442197	1409	31	29,8	0,757	0,626	280	28	51	62	603	142	153	123	185	16,4	16,4	2,9	27,7	607	208	212	13,31	0,86	0,009	-2,101
442215	1131	8	8,6	0,997	1,168	0	5	24	17	582	136	154	113	178	18,9	18,9	4,3	28,6	664	176	260	3,08	1,63	0,036	-2,692
442217	1051	27	11,9	1,081	1,412	240	17	63	31	572	131	153	110	176	19,5	19,5	4,6	28,7	681	165	275	-0,07	1,78	0,046	-2,908
442222	1186	13	10,0	0,915	1,090	217	10	31	29	578	128	152	120	178	18,3	18,3	4,0	28,1	652	166	241	3,38	1,40	0,027	-2,222
460047	1150	29	16,4	1,078	1,428	117	29	90	74	557	134	147	114	162	19,0	19,0	3,9	29,7	661	167	271	0,71	1,76	0,042	-2,095

Tabla 96. Parámetros fisiográficos y climáticos para las 120 parcelas muestreadas. Véase el apartado II.2 para la definición de los parámetros. RESG aparece en tanto por mil y RUGO en milésimas de varianza esférica.

Parcela	ALTI	PEND	PNDE	INSO	TTOP	RESG	RUGO	VHME	VHMA	PANU	PPRI	PVER	POTO	PINV	TANU	TEST	TINV	OSCI	ETP	SUP	DEF	IH	DSEQ	ISEQ	VERN
460053	1254	22	22,0	1,083	0,984	205	31	90	51	575	141	149	117	168	18,1	18,1	3,3	29,4	639	188	252	5,83	1,49	0,032	-2,043
460079	1324	21	17,5	1,111	1,346	109	24	22	87	581	140	149	118	172	17,4	17,4	3,1	29,1	624	194	239	8,17	1,34	0,024	-2,077
460113	1308	47	36,4	0,961	1,497	363	43	56	52	597	139	154	121	183	17,3	17,3	3,4	28,0	627	197	227	9,66	1,16	0,017	-2,223
462163	1254	78	47,7	0,949	1,660	193	63	45	18	579	150	148	115	166	18,2	18,2	3,2	30,2	638	201	260	7,02	1,64	0,037	-2,101
500669	534	16	9,8	0,862	0,987	84	19	121	160	451	94	142	80	135	22,1	22,1	5,2	31,5	751	88	387	-19,26	2,55	0,250	-5,274
500674	612	13	9,3	1,101	1,118	0	14	80	134	460	94	147	82	138	21,8	21,8	4,9	31,6	738	91	368	-17,60	2,44	0,210	-5,256

Tabla 97. Tipificación edáfica de las 120 parcelas muestreadas.

Parcela	Clasificación edáfica		
	Horizontes edáficos	WRB2006 (FAO, 2006)	Básica forestal (GANDULLO, 2000)
1	A;A/C;C;2C1;2C2	Regosol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina evolucionada caliza xérica
2	A;Bw/C;2C1;2C2	Cambisol háplico (calcárico)	Rendzina evolucionada caliza xérica subhúmica
3	A;Bw;Bwk;C	Calcisol hipercálcico (límico)	Rendzina evolucionada caliza xérica
4	A;Bw;Bw/C;2A;2C	Cambisol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina evolucionada caliza xérica rojiza
5	A;Bt;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico)	Rendzina evolucionada caliza xérica rojiza subhúmica
6	A;Bt;C;2C1;2C2;2C3	Cambisol háplico (calcárico, húmico, arcílico)	Suelo argilúvico calizo xérico
7	Ah;Bw/C;R	Cambisol léptico (calcárico, húmico, esquelético)	Rendzina caliza xérica lítica humífera
8	A;Bw;C;2C	Cambisol háplico (calcárico, ródico)	Suelo argilúvico calizo xérico rojizo
9	A;A/C;R	Regosol léptico (calcárico, húmico)	Rendzina evolucionada calco-silícea xérica lítica rojiza
10	A;Bt;Bt/C;C;2C	Cambisol háplico (calcárico)	Suelo argilúvico calco-silíceo xérico subhúmico
11	Ae;Bw;Bwk/C;2C1;2C2	Calcisol háplico (arénico)	Rendzina evolucionada caliza xérica erosionada subhúmica
12	A;Ek;Bt;C	Calcisol lúvico	Rendzina evolucionada caliza xérica
13	Ah;Bw;Bwk/C;C	Calcisol hipercálcico	Rendzina evolucionada caliza xérica humífera
14	A;Bw;Ck	Calcisol hipocálcico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica subhúmica
15	A;Bw;Ck	Calcisol hipocálcico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica rojiza
16	A;Bt;Ck	Calcisol háplico (esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico
17	A;Bw1;Bw2;C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, crómico)	Rendzina evolucionada caliza xérica rojiza
18	A;Bw;C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, crómico)	Rendzina evolucionada caliza xérica rojiza
19	Ad;Bwk;Bw/C;C;2C	Calcisol háplico	Suelo argilúvico calizo xérico rojizo
20	Ae;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica erosionada
21	A;Bt;Bts/C;2C1;2C2	Cambisol háplico (éutrico, arcílico, ródico)	Suelo ferriargilúvico calco-silíceo xérico aluvial rojizo
22	A;Bw;Bw/C;Ck	Calcisol hipercálcico (arcílico)	Rendzina evolucionada caliza xérica hidromórfica
23	A;Bt;C	Phaeozem lúvico (calcárico)	Suelo argilúvico calizo xérico
24	A;Bw;Bw/C;2Bt1g;2Bt2g	Cambisol stágnico (dístico, crómico)	Suelo ferriargilúvico silíceo xérico hidromórfico rojizo
25	A;Bw;Ck	Calcisol háplico (arcílico)	Rendzina evolucionada caliza xérica rojiza
26	A;Bw;Bw/C;2Bt1;2Bt2	Cambisol háplico (dístico, crómico)	Suelo ferriargilúvico silíceo xérico rojizo
27	A;Bw;Ck	Kastanozem háplico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica
28	A;Bw/C;R	Cambisol léptico (calcárico, húmico, esquelético)	Rendzina caliza xérica
29	A;Bw/C;R	Cambisol léptico (calcárico, húmico, esquelético, límico)	Rendzina caliza xérica humífera
30	Ae;A;Bwk;C	Kastanozem háplico (esquelético, crómico)	Rendzina evolucionada caliza xérica erosionada
31	A;A/Ck	Kastanozem háplico (límico)	Rendzina caliza xérica lítica subhúmica
32	A;Bt;Bt/C	Cambisol háplico (esquelético, dístico)	Suelo argilúvico silíceo xérico lítico

Tabla 97. Tipificación edáfica de las 120 parcelas muestreadas.

Parcela	Clasificación edáfica		
	Horizontes edáficos	WRB2006 (FAO, 2006)	Básica forestal (GANDULLO, 2000)
33	Au1;Au2;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, límico, crómico)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica rojiza
34	A;Bt;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, límico)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico rojizo
35	A;Bw;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina evolucionada caliza xérica
36	A;Bts;Btsg;Cg	Cambisol stágnico (éutrico, arcílico, crómico)	Suelo ferriargilúvico silíceo xérico hidromórfico subhúmico
37	Ah;E;Bts1;Bts2	Luvisol háplico (húmico, esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico húmifero
38	Ad;A/Bt;Bt/C;2Bt;2C	Luvisol háplico (dístico, crómico)	Suelo ferriargilúvico silíceo xérico rojizo subhúmico erosionado
39	A;Bw;C;R	Cambisol léptico (calcárico)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica subhúmica
40	A;Bw/C	Phaeozem háplico (calcárico, esquelético, ródico)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica rojiza
41	A;A/C;Ck	Calcisol háplico (esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico rojizo
42	A;Bt;Ck;R	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico rojizo
43	A;A/Bwk;Bw/C	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica
44	A;Bwk/C;R	Calcisol léptico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica húmifera
45	Au1;Au2;Bw;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica rojiza
46	O;Ah/C;R	Leptosol háplico (calcárico, húmico, esquelético)	Rendzina caliza xérica lítica húmifera
47	A;A/Ck	Calcisol hipocálcico (esquelético)	Rendzina caliza xérica lítica húmifera
48	A;A/Ck	Calcisol hipocálcico (esquelético)	Rendzina caliza xérica lítica húmifera
49	Au1;Au2;Bw;C	Cambisol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina evolucionada caliza xérica
50	Ad;Bt;Ck	Kastanozem lúvico (esquelético, arcílico, crómico)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico rojizo húmifero
51	A/C;R	Regosol léptico (calcárico, esquelético, húmico)	Rendzina caliza xérica
52	A;Bw/C;2Btgk;2Cgk	Calcisol háplico (arcílico)	Rendzina evolucionada caliza xérica hidromórfica rojiza
53	A;Bwk;C	Calcisol léptico	Rendzina evolucionada caliza xérica
54	Au1;Au2;Bwk/C	Kastanozem háplico (esquelético, crómico)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica rojiza
55	A;Bts;C1;C2	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, arcílico)	Suelo ferriargilúvico calizo xérico lítico
56	Ad;Bt;C;2Ck;2C	Calcisol hipercálcico	Suelo argilúvico calizo xérico rojizo
57	A;Bw;Bw/C;2A;2Bt	Cambisol háplico (calcárico, arénico, crómico)	Suelo argilúvico calco-silíceo xérico rojizo
58	A;Bw;Ck;C	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica
59	Ah;Bt;C;2C;R	Cambisol léptico (calcárico, húmico, esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico húmifero
60	A;Ak/C;R	Calcisol léptico (esquelético, límico)	Suelo ferriargilúvico calizo xérico lítico rojizo húmifero
61	A;Bw;Ckg	Kastanozem háplico (límico)	Rendzina evolucionada caliza xérica hidromórfica
62	A;Bt;Btk/C	Calcisol hipocálcico (esquelético, límico)	Suelo argilúvico calizo húmedo lítico húmifero
63	A;Bt;Ck	Calcisol hipocálcico (esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico léptico rojizo húmifero
64	A;Bw;Cgk	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica hidromórfica
65	A;Bt;C;2C	Luvisol léptico (húmico, esquelético, crómico)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico rojizo húmifero
66	Ae;Bw/C;C	Phaeozem háplico (calcárico, esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica subhúmica erosionada

Tabla 97. Tipificación edáfica de las 120 parcelas muestreadas.

Parcela	Clasificación edáfica		
	Horizontes edáficos	WRB2006 (FAO, 2006)	Básica forestal (GANDULLO, 2000)
67	A;Bw;Bw/C;2C1;2C2k;2C3	Calcisol hipercálcico	Rendzina evolucionada caliza xérica hidromórfica
68	A;Btsk;R	Calcisol léptico (esquelético)	Suelo ferriargilúvico calizo xérico lítico
69	A;Bt/C;Cg1;Cg2	Cambisol stágico (calcárico, húmico, arcílico, crómico)	Suelo argilúvico calizo húmedo hidromórfico rojizo
70	A/C;R	Leptisol háplico (esquelético, éutrico)	Rendzina caliza húmeda húmifera
160721	Ah;Bw;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, crómico)	Rendzina evolucionada dolomítica húmeda lítica rojiza húmifera
160764	A;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, crómico)	Suelo argilúvico calizo húmedo rojizo
161117	A;Bt/C	Phaeozem lúvico (calcárico, esquelético, crómico)	Suelo argilúvico calizo húmedo lítico húmifero rojizo
161169	Au1;Au2;Bts/C	Luvisol háplico (húmico)	Suelo ferriargilúvico silíceo húmedo
161177	A;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, crómico)	Suelo argilúvico calizo húmedo lítico húmifero rojizo
161188	A;Bwk;C	Calcisol hipercálcico (arcílico)	Rendzina evolucionada caliza húmeda rojiza
161194	O;Bs/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, crómico)	Suelo ferrilúvico calizo húmedo lítico húmifero rojizo
161195	Ah;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, crómico)	Rendzina evolucionada caliza húmeda lítica rojiza húmifera
161217	Ah;Btkg	Calcisol hipercálcico lúvico (esquelético)	Suelo argilúvico calizo húmedo lítico rojizo húmifero
161222	O;Bts;Bts/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, crómico)	Suelo ferriargilúvico calizo húmedo lítico rojizo húmifero
161226	O;Bts/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, crómico)	Suelo ferriargilúvico calizo húmedo lítico rojizo húmifero
161234	A;Bt/C	Luvisol háplico (húmico, límico, crómico)	Suelo argilúvico calizo húmedo rojizo húmifero
161245	A;Bs/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, crómico)	Suelo ferrilúvico calizo xérico lítico rojizo húmifero
161955	A;Bt/C	Luvisol háplico (húmico, esquelético, crómico)	Suelo argilúvico calco-silíceo xérico rojizo
190852	Ah;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, crómico)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica rojiza húmifera
190919	A;A/C	Phaeozem réndzico (esquelético)	Rendzina dolomítica xérica lítica húmifera
190970	A;Bts/C	Luvisol háplico (húmico, esquelético, crómico)	Suelo ferriargilúvico calizo xérico subhúmico
191521	A;Bwk/C	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza húmeda lítica rojiza
191529	Ah;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, arcílico, crómico)	Rendzina evolucionada caliza húmeda lítica rojiza húmifera
191554	A;Bt;C	Luvisol háplico (crómico)	Suelo argilúvico calizo xérico rojizo subhúmico
441152	A;Bt/C	Luvisol háplico (húmico, esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico húmifero
441158	Ah;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico húmifero
441186	Ae;Bwk;Ck	Calcisol hipercálcico	Rendzina evolucionada caliza xérica erosionada rojiza húmifera
441204	Ah;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, ródico)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico húmifero
441212	A;Bt;Bt/C	Luvisol háplico (crómico)	Suelo argilúvico calco-silíceo xérico subhúmico
441235	Ah;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético, límico)	Suelo argilúvico calco-silíceo xérico lítico húmifero
441241	A;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico
441261	Ah;Bt/C	Phaeozem lúvico (calcárico, esquelético)	Suelo argilúvico calco-silíceo xérico lítico húmifero
441570	A;Ak/C	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Rendzina caliza xérica lítica rojiza húmifera
441688	Ae;Ak;Ak/C	Calcisol hipercálcico (límico)	Rendzina caliza xérica erosionada húmifera

Tabla 97. Tipificación edáfica de las 120 parcelas muestreadas.

Parcela	Clasificación edáfica		
	Horizontes edáficos	WRB2006 (FAO, 2006)	Básica forestal (GANDULLO, 2000)
441704	A;Bwk/C	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica rojiza
441912	A;A/C	Regosol háplico (calcárico)	Rendzina calco-silícea xérica rojiza subhúmica
441918	Ae;Bt;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, crómico)	Suelo argilúvico calizo xérico erosionado rojizo subhúmico
441985	Au1;Au2;A/C	Regosol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina caliza xérica lítica humífera
441987	Ah;Btk/C	Kastanozem lúvico (esquelético, arcillico, crómico)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico rojizo humífero
441999	Ah;Btk/C	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico humífero
442000	A;A/C	Regosol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina caliza xérica lítica humífera
442014	Ad;Bt;C	Phaeozem lúvico (calcárico, crómico)	Suelo ferriargilúvico calizo xérico rojizo humífero
442171	A;Bt/C	Cambisol háplico (calcárico, crómico)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico
442197	A;Bwk/C	Calcisol hipercálcico (esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica humífera
442215	Ah;Bt;R	Cambisol léptico (calcárico, húmico, esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico humífero
442217	A;Btk/C	Calcisol háplico (esquelético)	Suelo argilúvico calizo xérico lítico humífero
442222	Ah;Bt;C	Cambisol háplico (calcárico, húmico, límico)	Suelo argilúvico calco-silíceo xérico humífero
460047	Au1;Au2;Bw/C	Cambisol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica humífera
460053	A;Bw;Bw/C	Phaeozem háplico (calcárico, esquelético)	Rendzina evolucionada caliza xérica lítica humífera
460079	A;A/C	Regosol háplico (calcárico, húmico)	Rendzina caliza xérica lítica humífera
460113	Ae;A;Bw/C	Phaeozem háplico (calcárico, límico)	Rendzina evolucionada caliza xérica erosionada humífera
462163	O;A;A/C	Phaeozem háplico (calcárico, esquelético)	Rendzina caliza xérica lítica rojiza humífera
500669	Ad;Bw/C	Cambisol háplico (gipsírico, calcárico)	Rendzina evolucionada yesosa xérica subhúmica
500674	A;Bwk;Bw/C	Calcisol hipercálcico (límico)	Rendzina evolucionada caliza xérica humífera

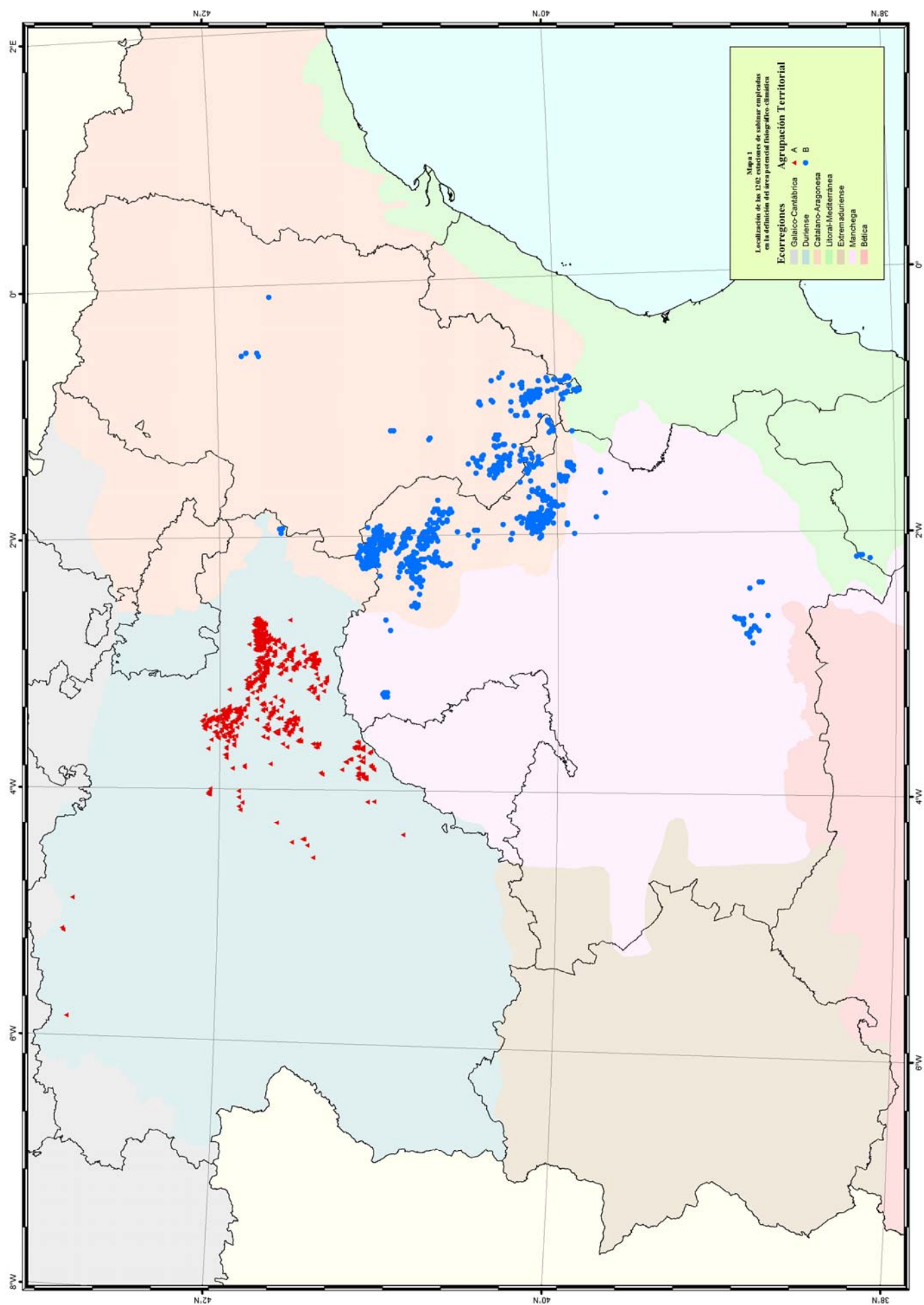
Tabla 98. Parámetros dasométricos calculados para las 120 parcelas muestreadas. Véase el apartado IV para la definición de los parámetros salvo: NregE, que aquí está expresado en número de individuos por hectárea; Dm es el diámetro medio; IS es la altura estimada a los 100 años de edad y CAL la clase de calidad asignada.

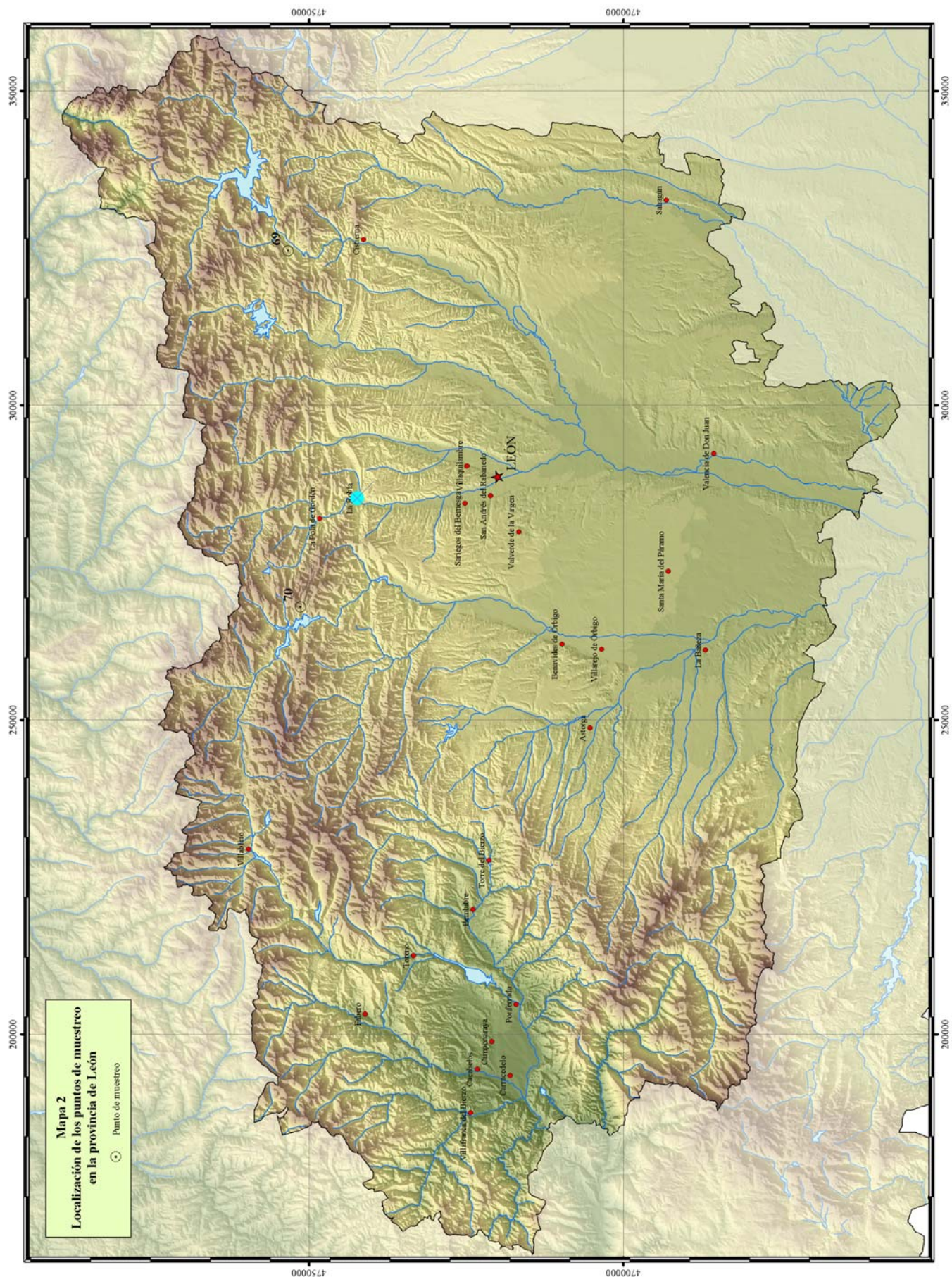
Parcela	N	Dg	Dm	Do	Ho	AB	HART	REINEKE	f1	f2	f3	f4	NregE	n38m	n25m	n45m	IS	CAL	TIPOL
1	480	19,4	18,3	27,5	9,90	14,18	49,57	319,38	20,8	32,6	37,7	42,9	170	87,5	0,00	12,50	10,39	I	4
2	2220	10,7	10,3	16,6	6,78	20,01	33,66	580,63	82,3	17,7	0,0	0,0	840	41,6	0,00	58,41	9,81	I	1
3	420	27,6	26,9	34,6	11,50	25,21	45,59	493,62	0,0	23,8	76,2	0,0	40	100,0	0,00	0,00	10,63	I	4
4	330	17,7	16,5	23,0	6,19	8,09	95,56	189,35	27,3	60,6	12,1	0,0	330	87,9	0,00	0,00	5,29	III	4
5	600	17,8	16,5	16,8	9,51	14,91	46,13	347,45	30,0	50,0	20,0	0,0	640	100,0	0,00	0,00	9,62	I	4
6	980	16,8	16,0	22,0	7,59	21,68	45,23	517,79	30,6	57,1	12,2	0,0	20	59,2	0,00	0,00	5,62	III	4
7	700	17,6	16,5	23,1	7,02	16,99	57,86	399,22	22,9	57,1	20,0	0,0	240	100,0	0,00	0,00	4,12	IV	4
8	500	18,1	17,5	22,3	8,82	12,93	54,49	298,96	16,0	68,0	16,0	0,0	720	92,0	0,00	0,00	10,03	I	4
9	980	11,8	10,9	16,3	6,41	10,34	53,59	294,00	65,3	32,7	2,0	0,0	140	98,0	0,00	2,04	9,21	I	2
10	800	12,8	11,8	17,1	5,69	10,13	66,77	273,08	60,0	35,0	5,0	0,0	220	27,5	0,00	62,50	6,25	III	1
11	960	11,8	11,1	19,7	6,82	10,23	50,85	289,66	64,6	33,3	2,1	0,0	340	100,0	0,00	0,00	9,98	I	2
12	900	16,0	14,4	22,6	8,75	18,03	40,94	438,41	46,7	48,9	2,2	2,2	840	71,1	0,00	28,89	7,91	II	2
13	400	19,3	16,8	25,5	5,79	11,58	92,80	264,05	50,0	5,0	45,0	0,0	80	100,0	0,00	0,00	4,38	IV	4
14	550	11,6	10,7	14,8	4,26	5,64	107,47	160,94	74,5	25,5	0,0	0,0	280	100,0	0,00	0,00	3,97	IV	2
15	330	17,4	16,8	24,7	6,45	7,86	91,64	184,78	18,2	63,6	18,2	0,0	230	97,0	0,00	0,00	4,91	III	4
16	540	18,4	17,8	26,5	7,81	14,32	59,21	329,47	11,1	74,1	14,8	0,0	60	100,0	0,00	0,00	7,60	II	4
17	760	14,7	13,8	25,7	5,86	12,91	66,52	325,20	42,1	55,3	2,6	0,0	320	65,8	0,00	34,21	5,93	III	4
18	510	9,9	9,2	17,5	5,89	3,64	80,85	114,61	82,4	17,6	0,0	0,0	90	100,0	0,00	0,00	5,95	III	2
19	700	13,0	11,5	19,7	7,14	8,94	56,92	245,92	57,1	34,3	8,6	0,0	540	100,0	0,00	0,00	6,87	II	2
20	520	16,2	15,5	17,3	6,91	10,70	68,15	258,77	30,8	61,5	7,7	0,0	100	100,0	0,00	0,00	6,37	III	4
21	320	14,9	13,5	24,5	8,20	5,53	73,21	139,32	56,3	31,3	12,5	0,0	40	65,6	0,00	0,00	11,41	I	2
22	480	15,4	14,6	21,3	6,24	8,90	78,54	220,55	37,5	58,3	4,2	0,0	40	95,8	0,00	4,17	5,99	III	4
23	305	15,1	11,9	35,4	8,82	5,30	69,72	135,29	80,3	1,6	18,0	0,0	225	29,5	0,00	0,00	7,85	II	7
24	600	18,6	17,4	22,9	9,61	16,17	45,63	372,31	23,3	60,0	16,7	0,0	100	100,0	0,00	0,00	10,69	I	4
25	780	14,0	13,0	20,2	7,01	11,80	54,89	306,53	51,3	43,6	5,1	0,0	20	100,0	0,00	0,00	6,14	III	2
26	980	14,8	13,7	23,5	8,81	16,75	38,98	421,87	51,0	36,7	12,2	0,0	280	67,3	0,00	32,65	7,11	II	2
27	1200	14,0	12,9	15,6	7,89	18,25	39,29	474,97	56,7	38,3	5,0	0,0	460	70,0	0,00	30,00	11,76	I	2
28	560	14,0	12,3	23,9	6,75	8,34	67,27	219,87	64,3	25,0	10,7	0,0	200	100,0	0,00	0,00	8,49	II	2
29	410	12,5	11,6	19,0	6,00	4,90	88,45	135,40	58,5	41,5	0,0	0,0	190	100,0	0,00	0,00	6,27	III	2
30	480	14,9	13,9	20,1	10,27	8,29	47,78	208,44	41,7	50,0	8,3	0,0	460	95,8	0,00	4,17	11,46	I	4
31	370	10,8	9,6	16,4	7,28	3,10	76,68	95,89	73,0	27,0	0,0	0,0	160	100,0	0,00	0,00	10,98	I	3
32	230	28,3	24,6	44,8	7,78	14,52	91,07	281,40	26,1	26,1	34,8	13,0	0	39,1	0,00	60,87	5,68	III	3
33	800	10,5	10,0	16,9	5,43	6,65	69,97	198,32	77,5	22,5	0,0	0,0	260	53,8	0,00	46,25	6,91	II	1
34	220	15,8	14,7	21,8	5,93	4,23	122,27	105,28	27,3	63,6	9,1	0,0	420	100,0	0,00	0,00	7,84	II	3
35	400	12,9	12,6	18,2	6,30	5,52	85,22	145,88	57,1	42,9	0,0	0,0	220	90,5	0,00	9,52	7,17	II	2
36	1040	10,4	9,7	13,5	5,45	8,43	61,14	254,20	80,8	17,3	1,9	0,0	620	100,0	0,00	0,00	6,18	III	2
37	640	21,5	19,9	34,2	10,27	23,32	41,34	503,92	25,0	31,3	43,8	0,0	360	100,0	0,00	0,00	9,28	I	4
38	720	12,6	11,9	14,8	6,39	9,01	62,67	240,46	72,2	22,2	5,6	0,0	2080	61,1	0,00	0,00	10,49	I	2
39	660	14,4	13,4	21,7	6,34	10,65	66,03	271,86	51,5	42,4	6,1	0,0	460	100,0	0,00	0,00	7,19	II	2
40	920	12,0	11,6	14,4	5,99	10,59	59,14	288,58	76,6	21,3	2,1	0,0	360	93,6	0,00	6,38	8,80	I	2
41	420	17,3	16,2	28,1	6,15	9,85	85,26	232,83	28,6	57,1	14,3	0,0	180	100,0	0,00	0,00	6,75	II	4
42	370	11,5	10,9	13,9	6,16	3,71	90,62	105,69	70,3	29,7	0,0	0,0	400	100,0	0,00	0,00	4,24	IV	3
43	270	17,7	16,7	21,7	8,00	6,58	81,75	154,60	25,9	55,6	18,5	0,0	110	100,0	0,00	0,00	9,26	I	4
44	170	20,5	19,3	32,0	8,89	5,63	92,71	124,03	11,8	58,8	29,4	0,0	120	100,0	0,00	0,00	8,94	I	6
45	640	10,5	9,6	19,3	5,97	5,16	71,21	158,35	78,1	21,9	0,0	0,0	760	100,0	0,00	0,00	8,80	I	2
46	380	17,6	16,1	25,8	6,22	9,18	88,58	217,05	26,3	55,3	18,4	0,0	150	100,0	0,00	0,00	5,59	III	4
47	340	15,8	14,4	25,4	7,41	6,60	78,65	162,31	41,2	52,9	5,9	0,0	620	94,1	0,00	5,88	7,18	II	4
48	340	19,8	17,6	22,3	5,82	10,46	100,19	234,79	41,2	26,5	32,4	0,0	70	100,0	0,00	0,00	3,40	IV	4
49	640	12,3	11,3	17,9	7,89	7,31	53,84	204,66	62,5	34,4	3,1	0,0	300	100,0	0,00	0,00	10,48	I	2
50	390	15,2	14,1	21,3	7,39	7,00	73,63	174,78	43,6	43,6	12,8	0,0	160	100,0	0,00	0,00	8,65	I	2
51	400	20,5	18,9	33,1	7,53	13,20	71,40	290,83	25,0	45,0	30,0	0,0	40	100,0	0,00	0,00	7,85	II	4
52	360	13,8	13,0	19,8	7,55	5,30	75,06	138,52	44,4	55,6	0,0	0,0	120	100,0	0,00	0,00	10,71	I	2
53	780	13,7	12,9	24,7	8,35	11,48	46,11	298,40	56,4	38,5	5,1	0,0	440	97,4	0,00	2,56	8,54	I	2
54	680	11,9	11,1	16,9	5,20	7,36	79,32	207,32	67,6	32,4	0,0	0,0	640	100,0	0,00	0,00	4,52	III	2
55	530	19,0	16,8	25,4	8,07	15,02	57,84	341,36	47,2	26,4	24,5	1,9	60	69,8	0,00	26,42	5,29	III	4
56	1140	14,1	13,5	18,9	7,35	17,78	43,30	454,31	43,9	54,4	1,8	0,0	40	28,1	0,00	71,93	6,18	III	1
57	840	18,0	16,1	31,8	11,70	21,15	31,69	493,69	38,1	40,5	21,4	0,0	80	100,0	0,00	0,00	9,62	I	4
58	700	10,8	9,9	14,5	6,49	6,09	62,53	181,34	87,1	11,4	1,4	0,0	110	67,1	0,00	0,00	10,95	I	2
59	500	23,4	19,5	31,6	7,24	21,44	66,42	449,96	28,0	48,0	16,0	8,0	200	100,0	0,00	0,00	7,72	II	4
60	330	12,9	12,0	25,6	7,16	4,23	82,62	114,08	63,6	30,3	6,1	0,0	250	100,0	0,00	0,00	6,67	II	3
61	210	16,8	16,3	21,0	7,14	4,63	103,85	110,56	14,3	76,2	9,5	0,0	60	100,0	0,00	0,00	8,25	II	3
62	440	26,7	22,6	33,4	9,73	24,66	52,68	489,43	36,4	22,7	27,3	13,6	100	63,6	0,00	36,36	7,42	II	4
63	640	12,7	11,7	16,7	6,57	7,87	64,65	215,70	53,1	43,8	3,1	0,0	280	100,0	0,00	0,00	7,15	II	2
64	860	13,9	12,9	25,8	6,76	13,02	54,20	336,96	58,1	34,9	7,0	0,0	60	83,7	0,00	16,28	4,30	IV	2
65	290	16,6	14,6	29,4	6,11	6,26	103,36	150,70	48,3	31,0	20,7	0,0	70	100,0	0,00	0,00	5,21	III	2
66	210	22,5	20,8	35,7	9,88	8,35	75,05	177,72	19,0	38,1	42,9	0,0	60	100,0	0,00	0,00	8,90	I	6
67	520	13,4	12,9	14,7	6,34	7,27	74,33	190,53	38,5	61,5	0,0	0,0	440	100,0	0,00	0,00	9,48	I	4
68	200	21,8	17,2	42,2	7,28	7,40	104,37	160,78	40,0	35,0	20,0	5,0	30	100,0	0,00	0,00	6,34	III	3
69	460	9,3	7,9	24,7															

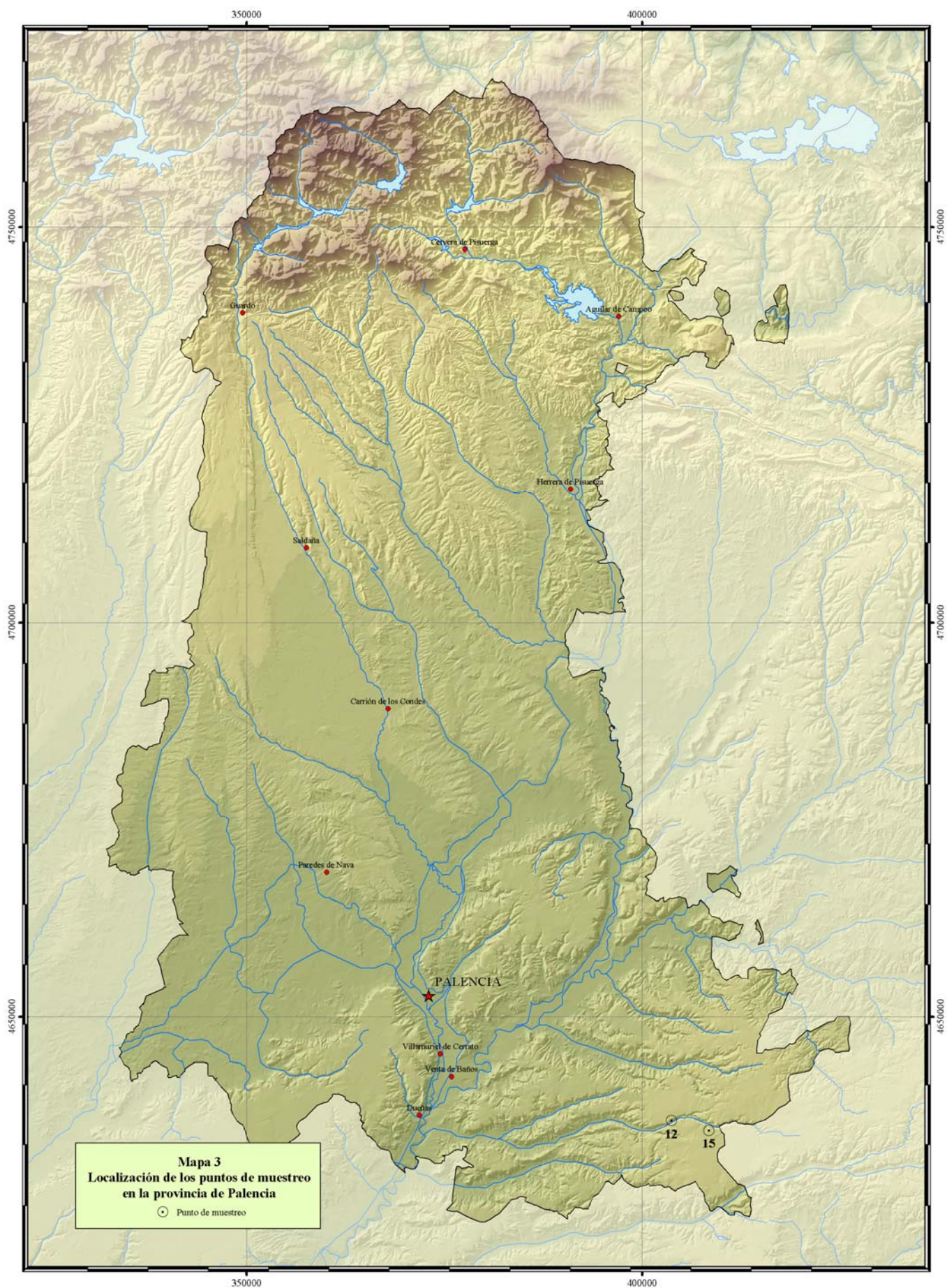
Tabla 98. Parámetros dasométricos calculados para las 120 parcelas muestreadas. Véase el apartado IV para la definición de los parámetros salvo: NregE, que aquí está expresado en número de individuos por hectárea; Dm es el diámetro medio; IS es la altura estimada a los 100 años de edad y CAL la clase de calidad asignada.

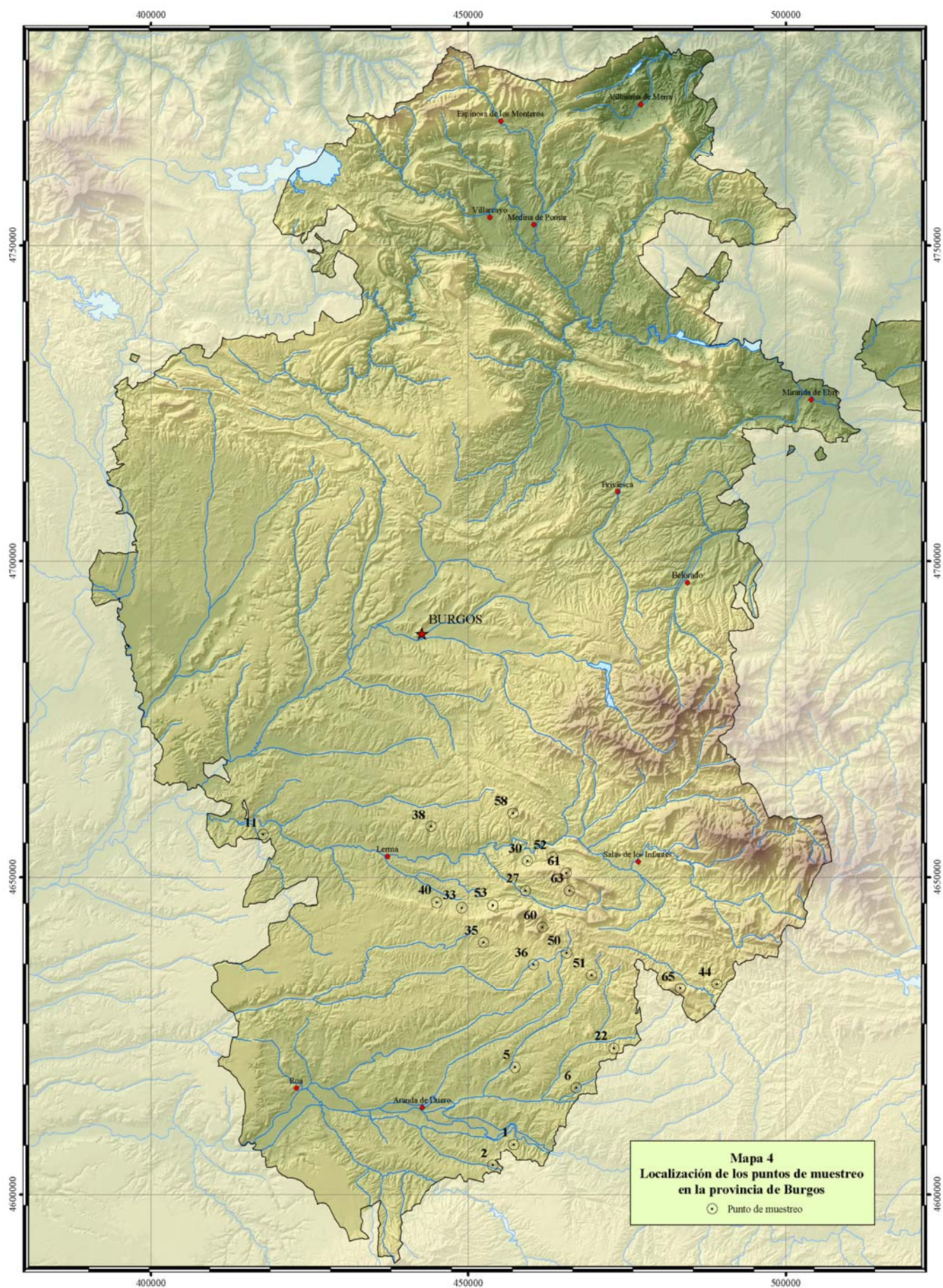
Parcela	N	Dg	Dm	Do	Ho	AB	HART	REINEKE	f1	f2	f3	f4	NregE	n38m	n25m	n45m	IS	CAL	TIPOL
161177	321	21,1	18,4	29,6	9,61	11,28	60,11	245,57	39,6	39,6	17,6	3,2	0	98,4	1,58	0,00	9,72	I	3
161188	60	29,2	28,0	28,0	7,88	4,04	169,39	77,31	0,0	52,9	47,1	0,0	0	100,0	0,00	0,00	7,90	II	6
161194	35	62,3	59,2	59,2	9,22	10,53	191,09	149,50	0,0	0,0	41,0	59,0	0	100,0	0,00	0,00	8,25	II	7
161195	163	29,0	25,8	34,1	11,35	10,83	71,37	207,90	49,2	24,6	16,4	9,8	0	46,2	14,89	0,00	9,49	I	6
161217	173	32,2	31,3	37,1	10,69	14,09	73,58	259,76	0,0	18,4	81,6	0,0	0	67,4	32,65	0,00	7,54	II	6
161222	218	25,0	21,7	31,7	5,75	10,73	121,78	218,58	0,0	58,3	32,4	9,3	0	100,0	0,00	0,00	3,66	IV	6
161226	333	24,1	19,5	36,7	8,41	15,22	67,50	314,43	38,3	38,3	12,8	10,7	255	100,0	0,00	0,00	8,15	II	4
161234	233	28,7	25,6	35,0	10,32	15,04	65,76	290,14	0,0	54,7	36,5	8,8	0	78,0	21,96	0,00	8,14	II	6
161245	460	14,3	13,5	21,2	7,16	7,34	67,44	186,74	55,4	41,5	3,1	0,0	255	100,0	0,00	0,00	4,59	III	2
161955	316	19,2	17,0	27,9	9,11	9,16	63,88	207,08	40,3	40,3	17,9	1,6	0	85,5	14,53	0,00	8,24	II	3
190852	767	16,1	14,2	30,9	9,61	15,72	38,88	380,56	66,4	20,7	12,9	0,0	382	100,0	0,00	0,00	6,87	II	2
190919	262	21,0	20,3	26,4	6,22	9,10	102,87	198,37	0,0	73,0	27,0	0,0	0	100,0	0,00	0,00	4,47	IV	6
190970	169	31,8	28,8	35,5	5,71	13,40	139,46	248,25	0,0	37,7	50,3	12,1	0	100,0	0,00	0,00	3,25	IV	6
191521	410	14,4	13,4	20,9	5,42	6,69	94,33	169,51	62,1	31,0	6,9	0,0	637	100,0	0,00	0,00	4,60	III	2
191529	187	20,0	19,5	22,0	6,53	5,87	115,86	130,67	0,0	84,9	15,1	0,0	127	100,0	0,00	0,00	5,44	III	6
191554	586	17,8	16,1	29,3	8,58	14,54	49,86	338,91	43,4	43,4	9,7	3,5	255	100,0	0,00	0,00	8,67	I	4
441152	97	23,6	22,3	22,3	4,12	4,25	255,37	88,51	0,0	65,6	29,2	5,2	0	100,0	0,00	0,00	2,68	IV	6
441158	79	29,9	27,9	27,9	6,32	5,57	183,90	105,70	0,0	40,1	53,5	6,4	0	100,0	0,00	0,00	4,01	IV	6
441186	332	11,3	10,8	14,2	4,14	3,36	137,26	93,54	76,6	19,1	4,3	0,0	1019	100,0	0,00	0,00	5,72	III	3
441204	244	21,1	17,9	27,9	4,05	8,52	163,74	185,50	52,3	26,1	17,4	4,2	127	100,0	0,00	0,00	3,51	IV	6
441212	393	16,0	14,9	22,4	6,42	7,86	81,33	191,25	32,4	56,8	10,8	0,0	509	100,0	0,00	0,00	5,17	III	4
441235	258	19,5	16,6	28,9	5,79	7,73	111,32	173,69	49,3	12,3	38,4	0,0	255	100,0	0,00	0,00	3,40	IV	3
441241	127	8,1	8,1	8,1	4,00	0,65	229,37	20,65	100,0	0,0	0,0	0,0	0	100,0	0,00	0,00	5,50	III	3
441261	110	18,1	17,8	17,9	4,39	2,82	225,27	65,20	0,0	87,1	12,9	0,0	1019	100,0	0,00	0,00	5,05	III	6
441570	492	11,4	10,5	18,2	4,46	5,01	104,70	139,31	77,7	19,4	2,9	0,0	509	93,5	0,00	6,47	2,24	IV	2
441688	503	16,5	13,9	29,2	4,55	10,82	101,36	259,49	75,9	12,6	8,4	3,0	0	48,4	1,01	0,00	5,08	III	2
441704	14	27,6	27,6	27,6	4,00	0,84	688,12	16,53	0,0	0,0	100,0	0,0	0	100,0	0,00	0,00	3,50	IV	7
441912	382	11,6	11,3	15,1	5,64	4,05	93,98	111,65	66,7	33,3	0,0	0,0	255	100,0	0,00	0,00	5,31	III	3
441918	265	18,6	17,5	23,8	5,61	7,21	113,23	165,07	0,0	84,0	16,0	0,0	127	88,0	0,00	0,00	6,87	II	6
441985	71	29,7	29,5	29,5	7,50	4,90	164,13	93,32	0,0	0,0	100,0	0,0	127	100,0	0,00	0,00	9,13	I	7
441987	1065	11,0	10,5	19,0	6,46	10,16	49,12	285,92	83,7	15,0	1,3	0,0	1528	100,0	0,00	0,00	7,72	II	2
441999	364	14,8	14,3	19,0	4,54	6,24	119,47	156,59	35,0	61,2	3,9	0,0	255	100,0	0,00	0,00	4,67	III	4
442000	64	14,0	14,0	14,0	4,50	0,97	288,34	25,00	0,0	100,0	0,0	0,0	0	100,0	0,00	0,00	3,91	IV	6
442014	661	15,3	14,3	24,4	5,11	12,13	78,72	300,21	57,8	33,7	8,6	0,0	509	100,0	0,00	0,00	4,41	IV	2
442171	233	19,3	17,5	21,9	4,89	6,83	138,83	154,00	0,0	95,6	0,0	4,4	637	100,0	0,00	0,00	5,12	III	6
442197	110	20,9	19,3	19,6	3,97	3,78	248,88	82,48	0,0	87,1	12,9	0,0	0	87,1	0,00	0,00	6,76	II	6
442215	32	21,8	21,8	21,8	5,00	1,19	367,00	25,55	0,0	100,0	0,0	0,0	0	100,0	0,00	0,00	5,60	III	6
442217	100	7,0	5,2	14,6	4,00	0,38	268,64	12,95	80,0	20,0	0,0	0,0	360	100,0	0,00	0,00	3,96	IV	3
442222	83	45,2	42,6	42,6	8,89	13,34	127,62	215,12	0,0	0,0	51,0	49,0	0	100,0	0,00	0,00	-	-	7
460047	224	18,9	15,9	24,0	5,64	6,31	122,48	143,54	56,7	28,4	12,6	2,3	0	100,0	0,00	0,00	5,03	III	3
460053	78	15,4	14,9	14,9	4,18	1,45	280,66	35,82	0,0	81,8	18,2	0,0	0	59,1	40,91	0,00	5,88	III	6
460079	638	12,1	10,7	21,2	4,96	7,30	82,63	198,38	79,8	15,0	4,4	0,8	127	100,0	0,00	0,00	6,05	III	2
460113	237	16,4	16,3	18,1	4,00	5,02	168,13	120,76	0,0	94,0	6,0	0,0	0	100,0	0,00	0,00	8,40	II	6
462163	686	17,6	16,6	26,5	7,21	16,69	54,80	390,55	37,1	46,4	16,5	0,0	255	47,9	52,06	0,00	7,73	II	5
500669	180	26,1	24,6	30,3	8,27	9,63	93,23	192,94	0,0	52,9	47,1	0,0	0	68,6	0,00	0,00	5,44	III	6
500674	474	14,1	13,6	19,6	5,94	7,43	80,06	189,70	53,7	40,3	6,0	0,0	509	87,3	0,00	0,00	5,89	III	2

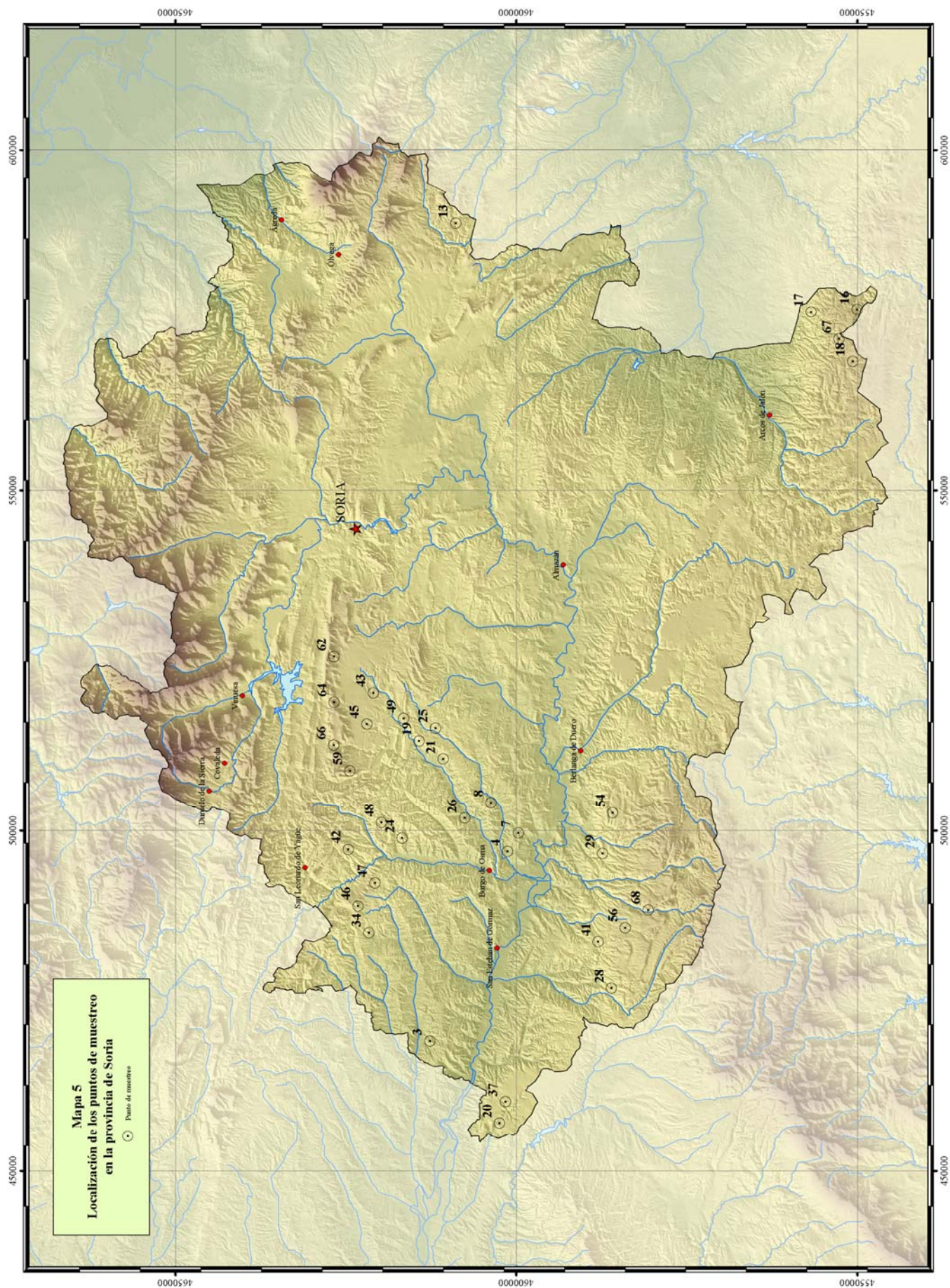
ANEXO II. CARTOGRAFÍA

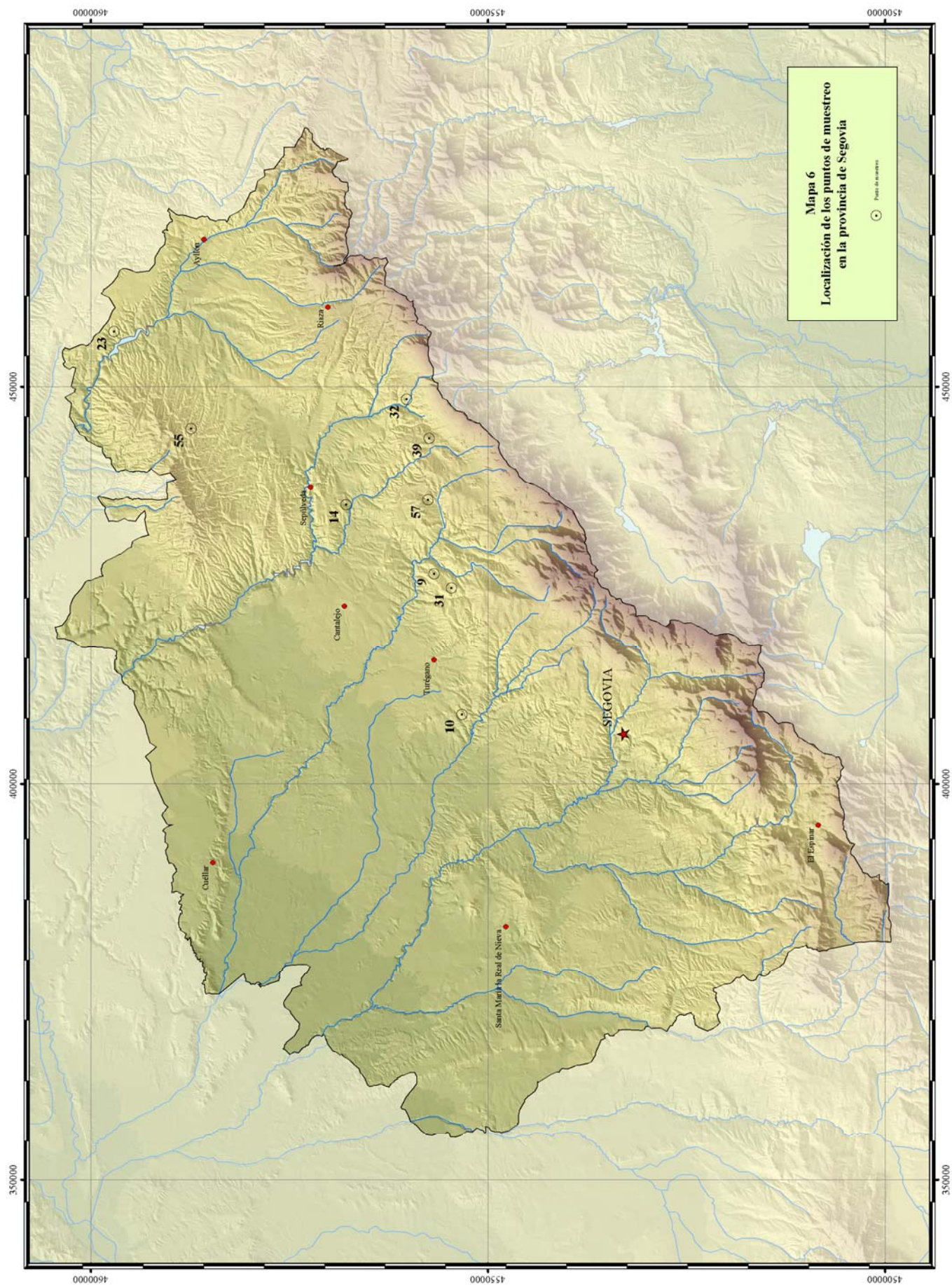


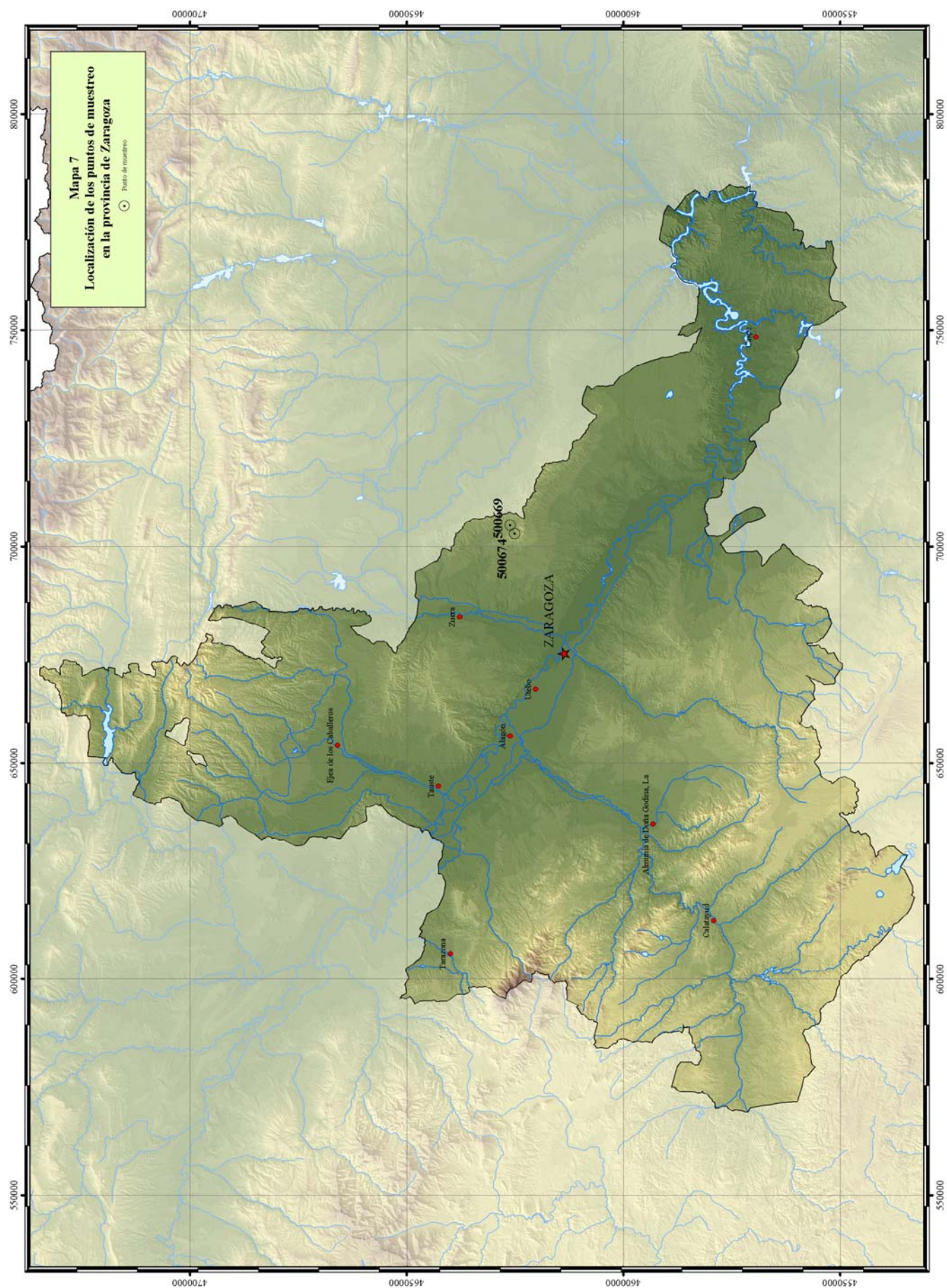


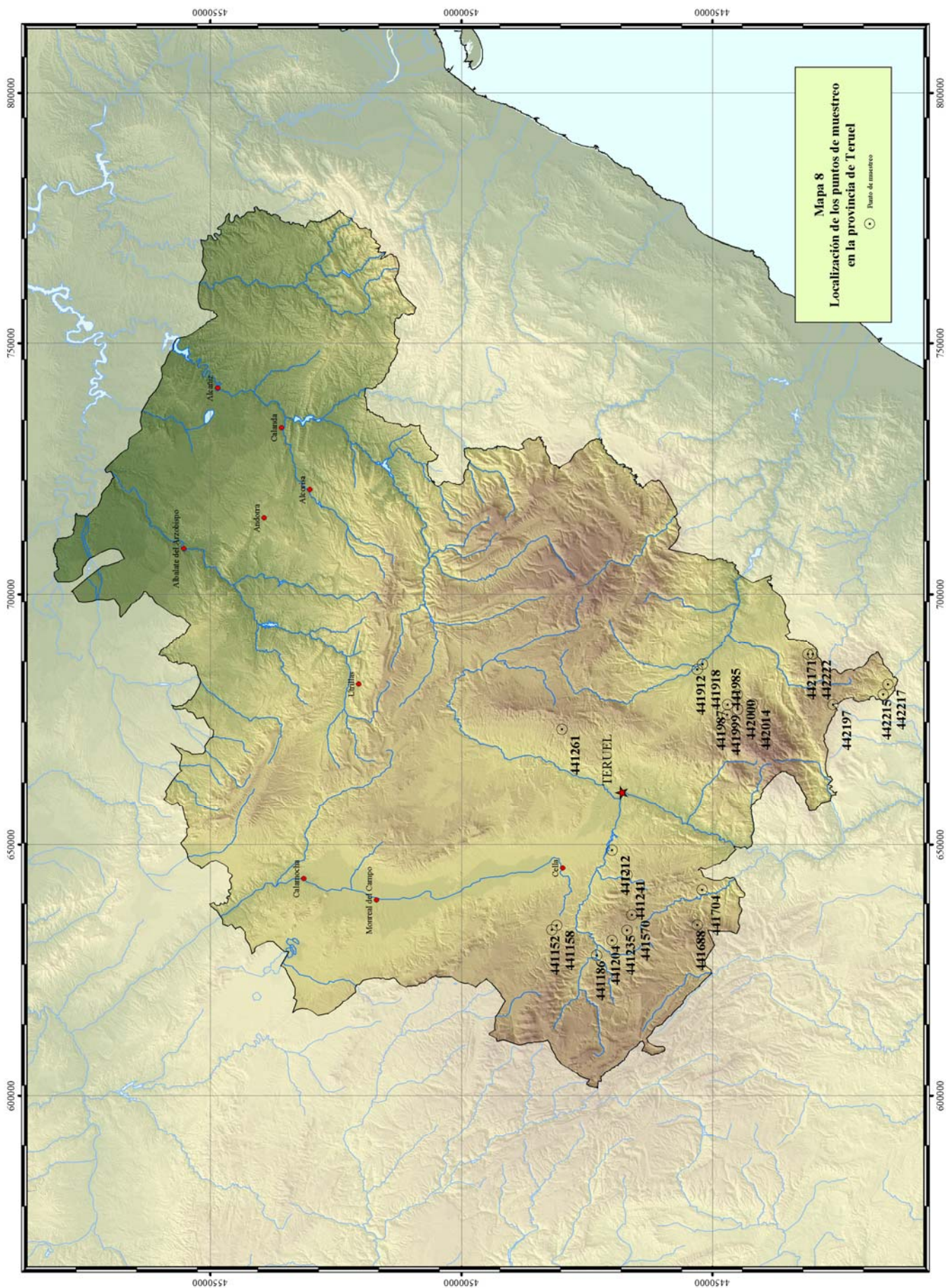


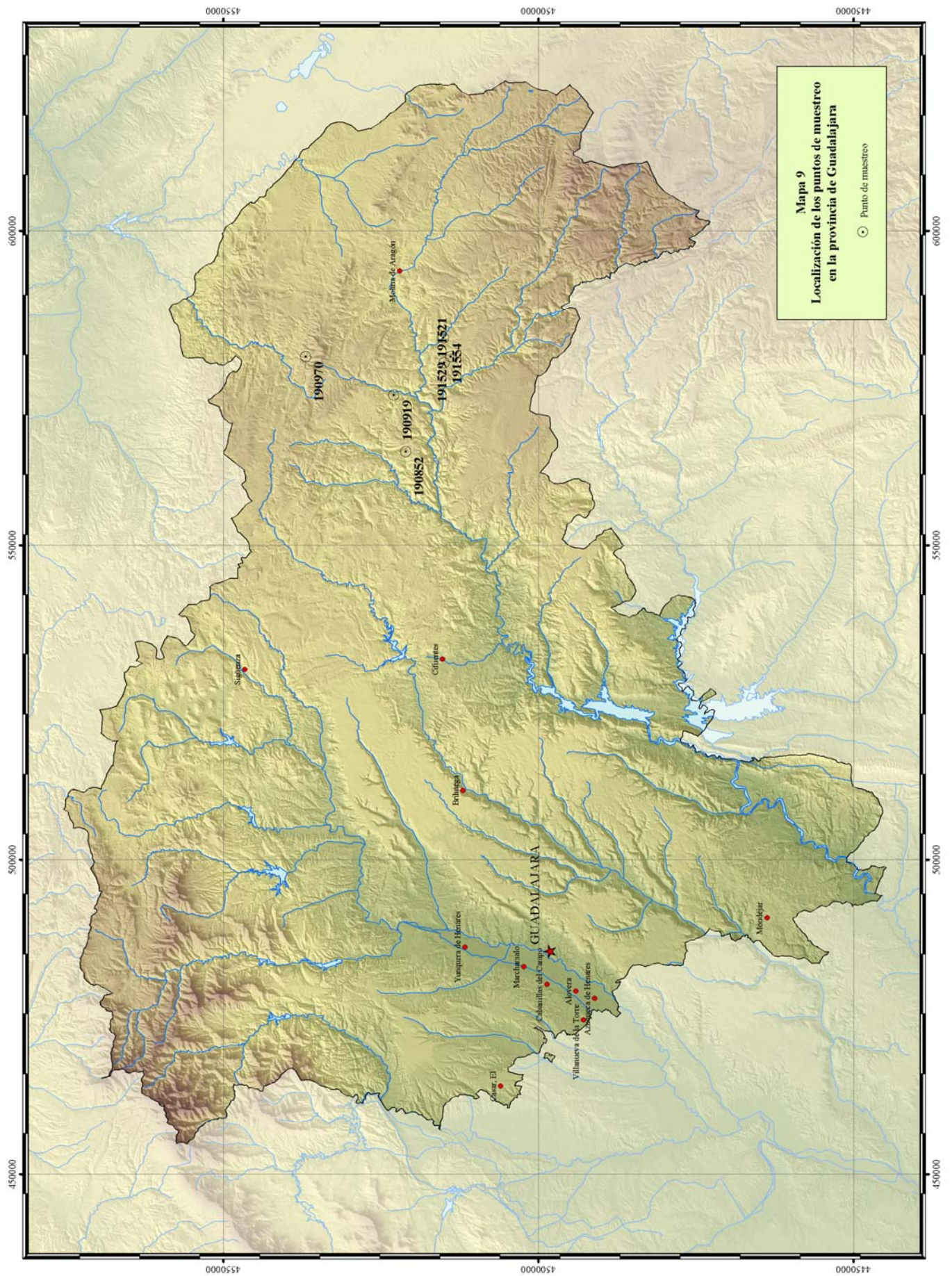




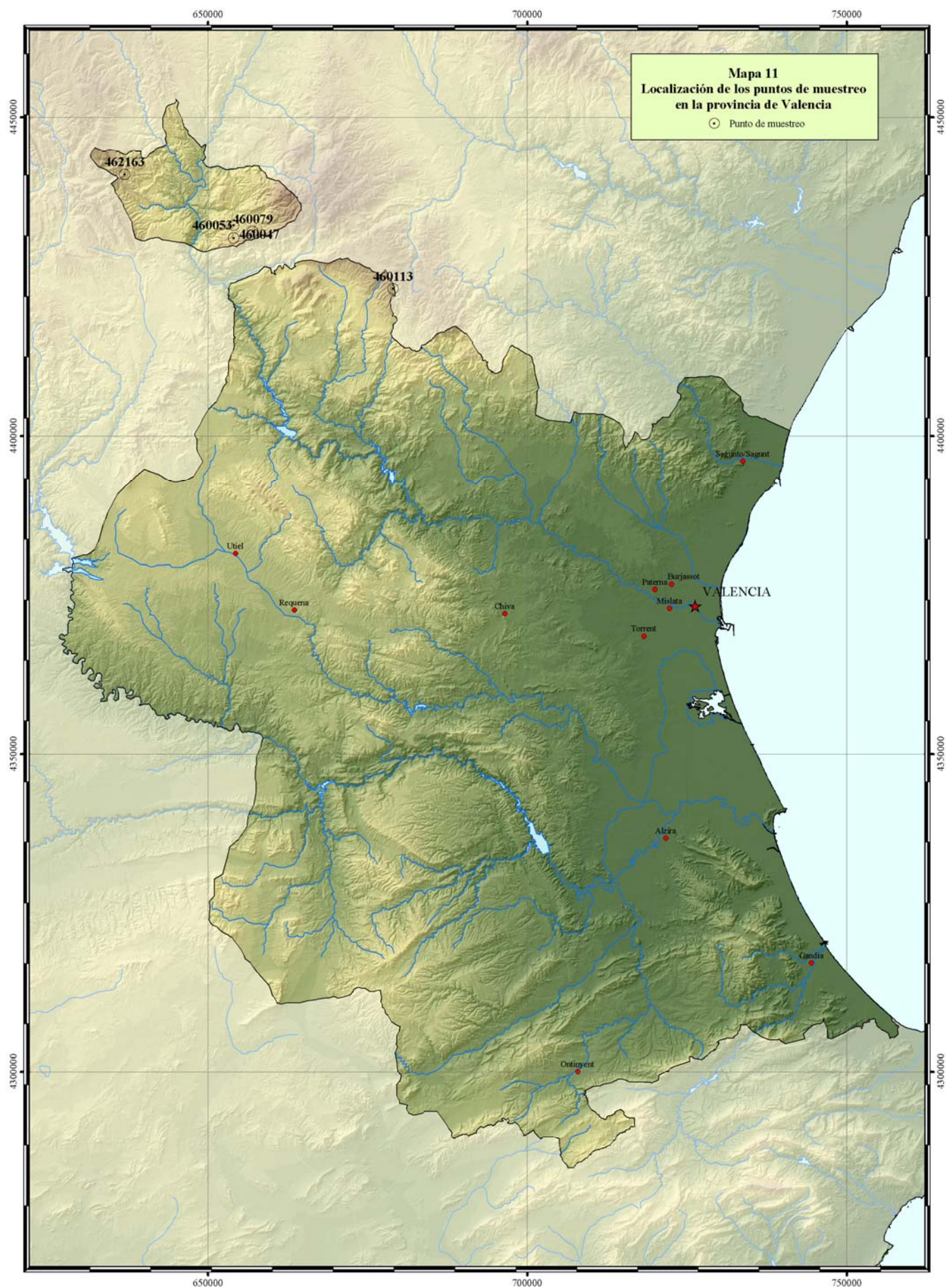


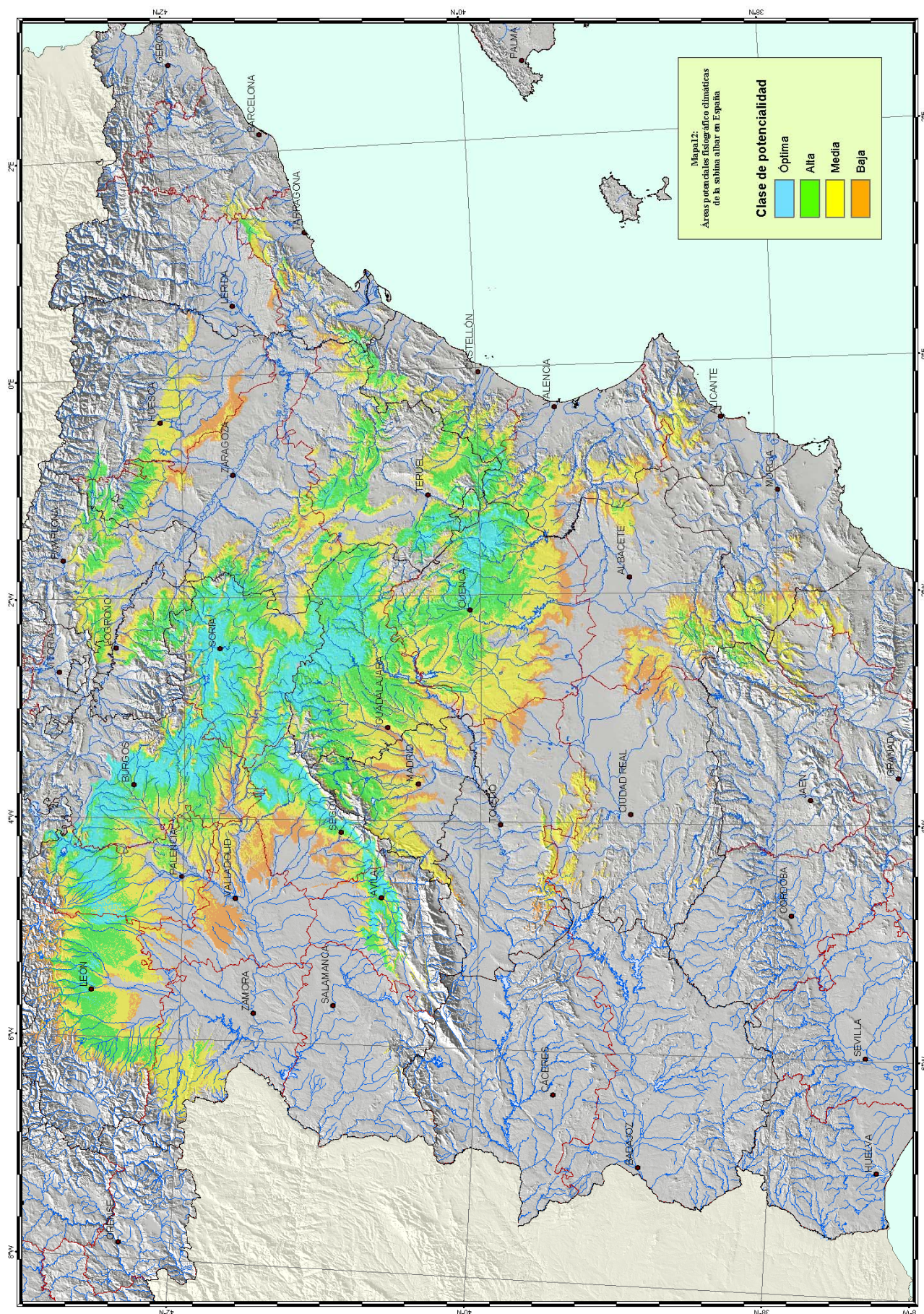


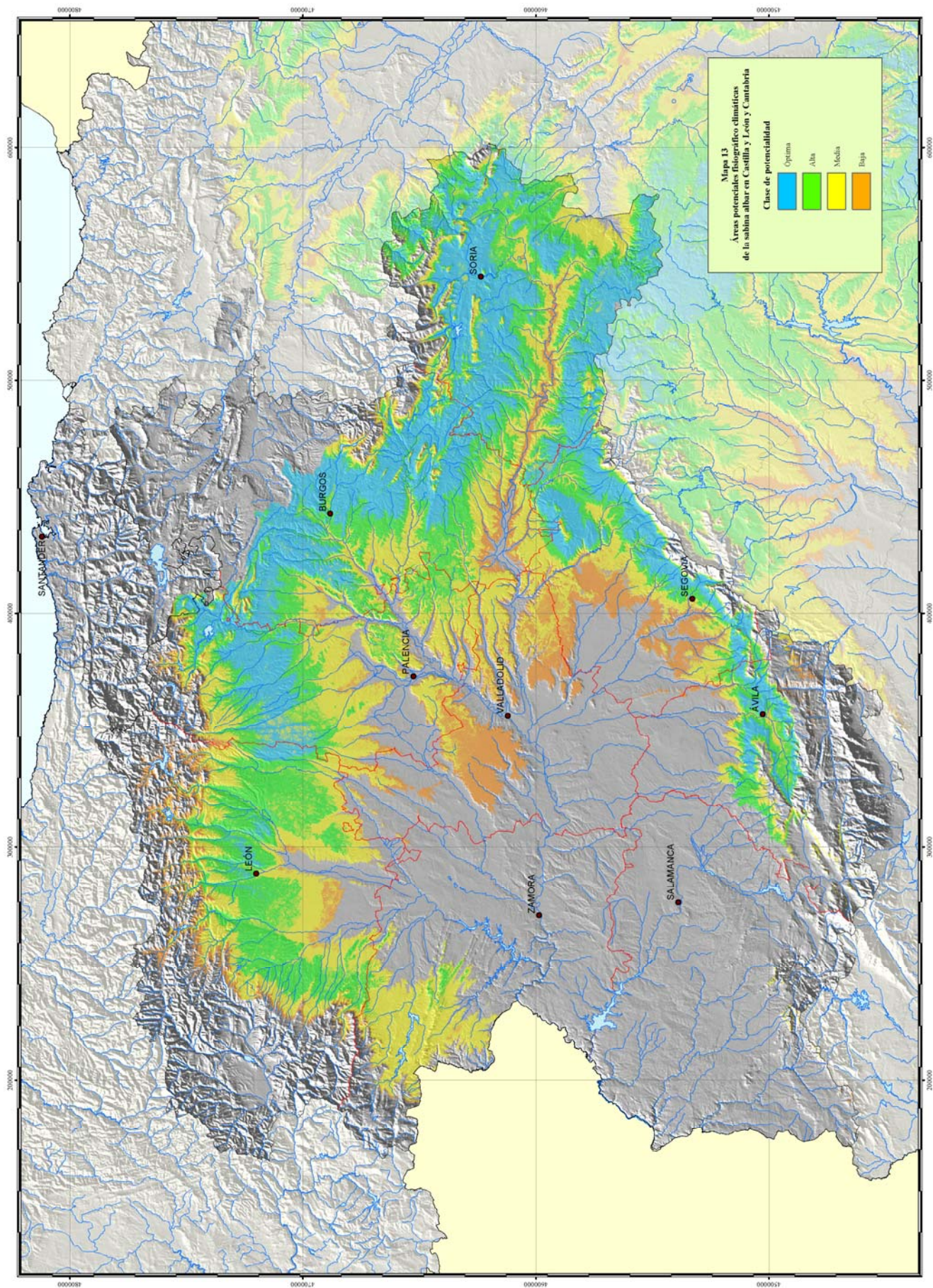


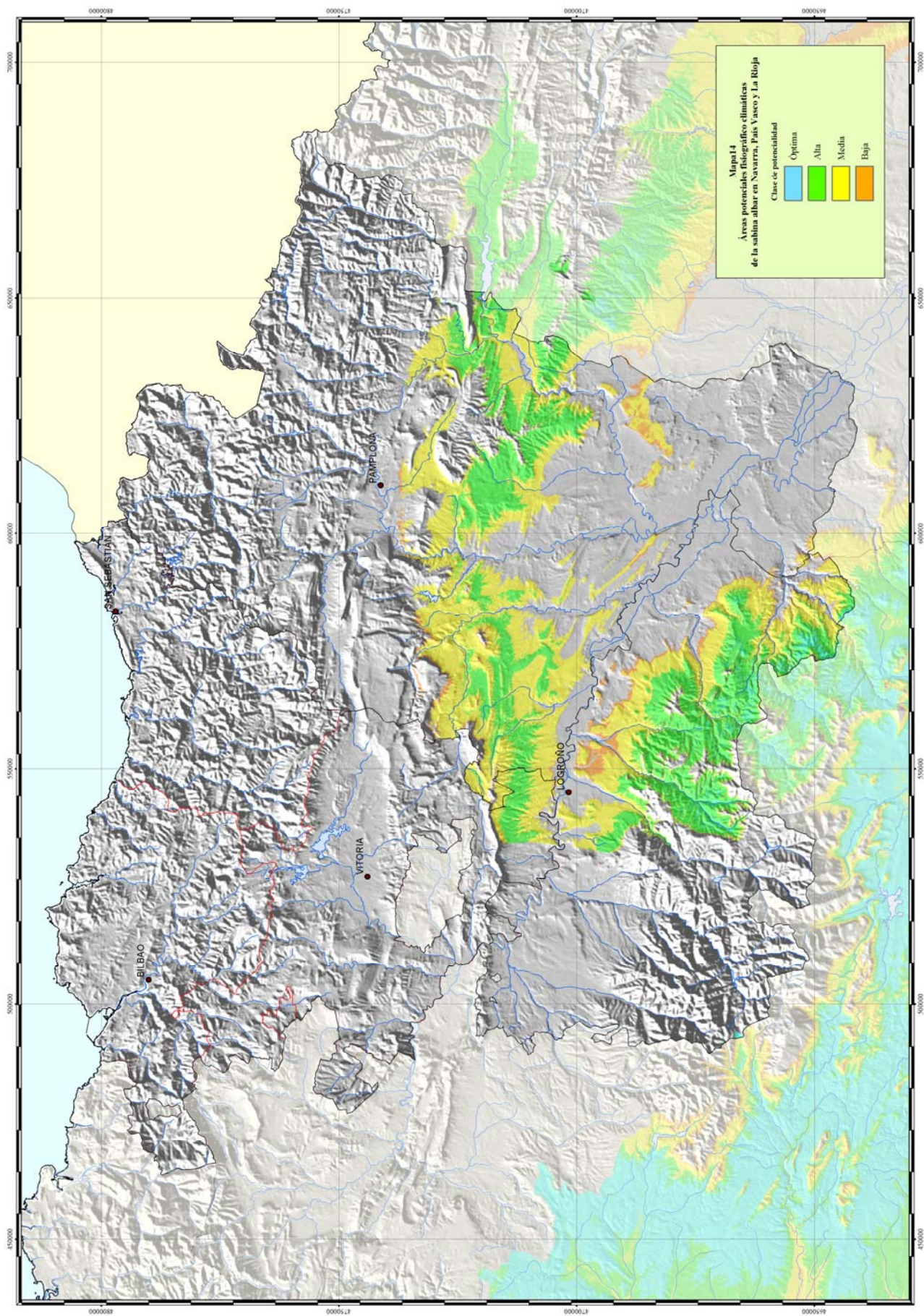


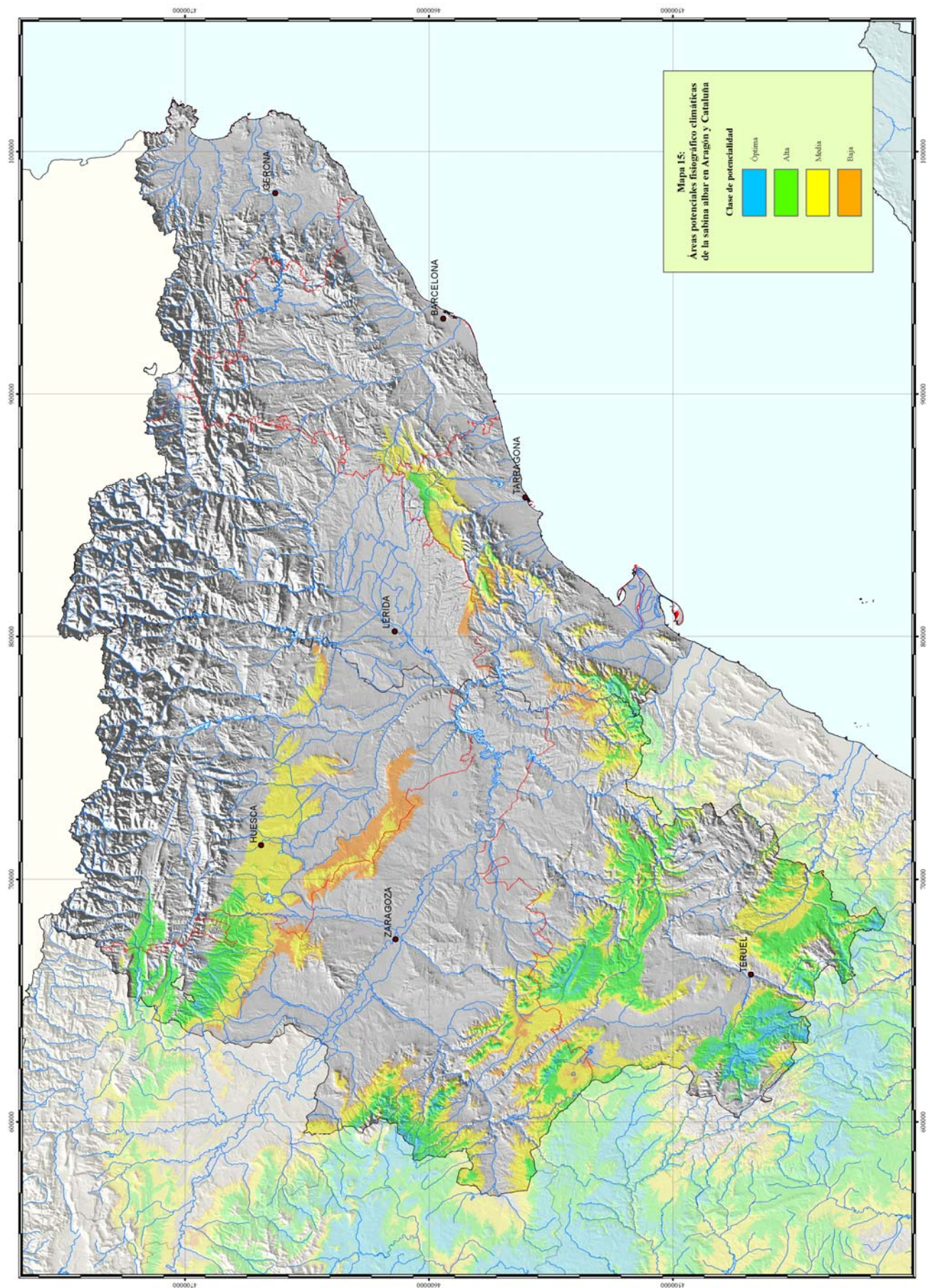


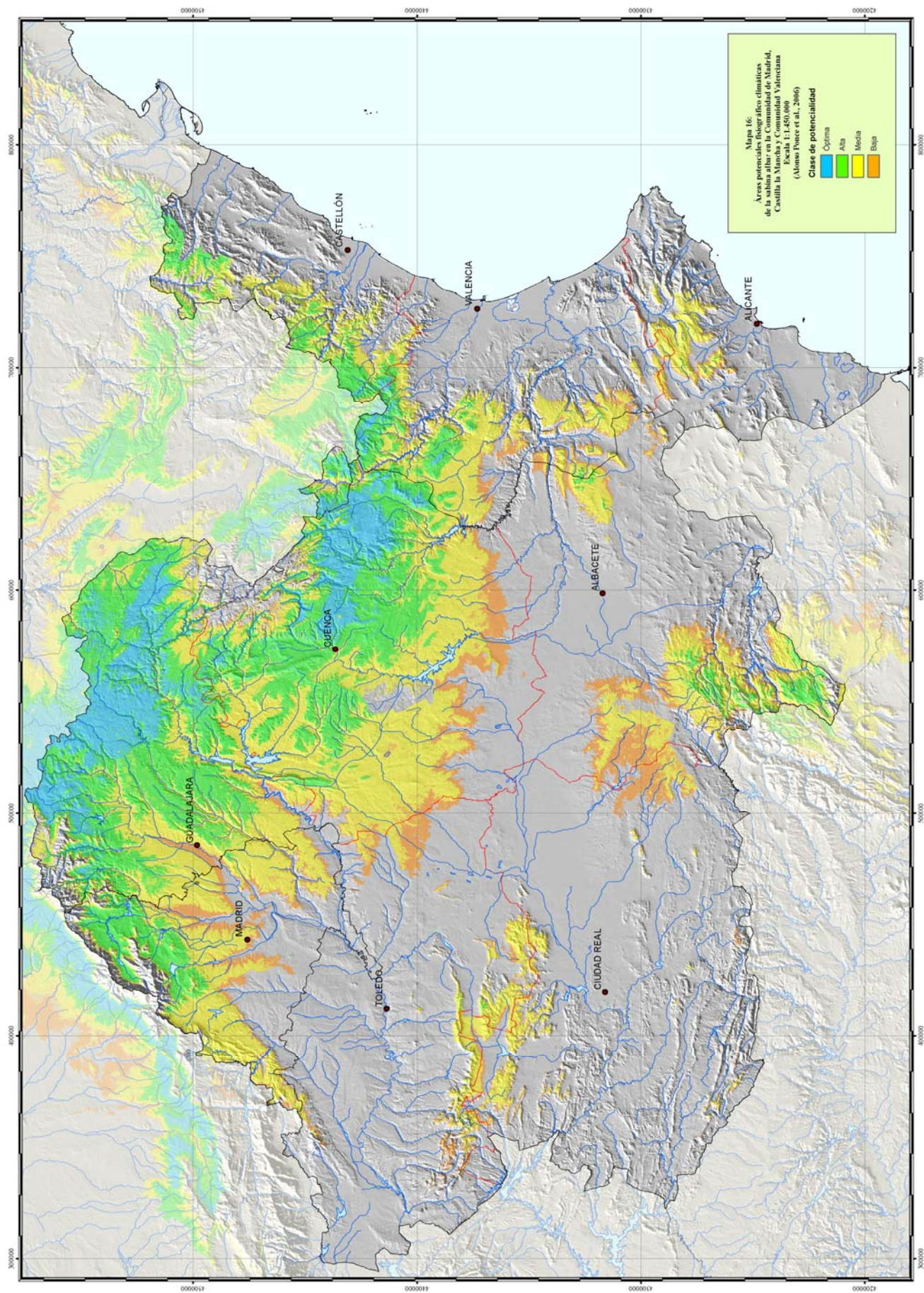


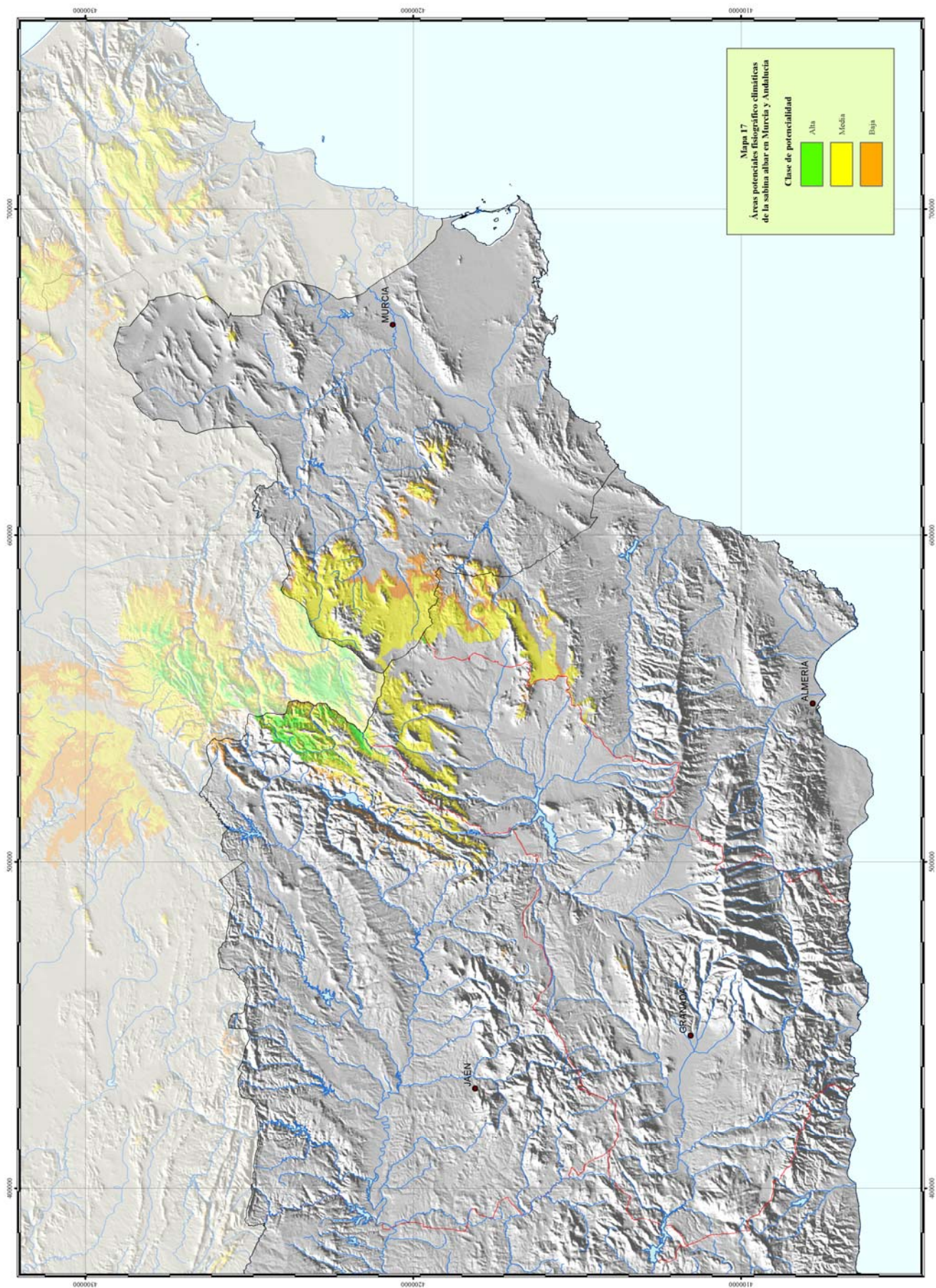


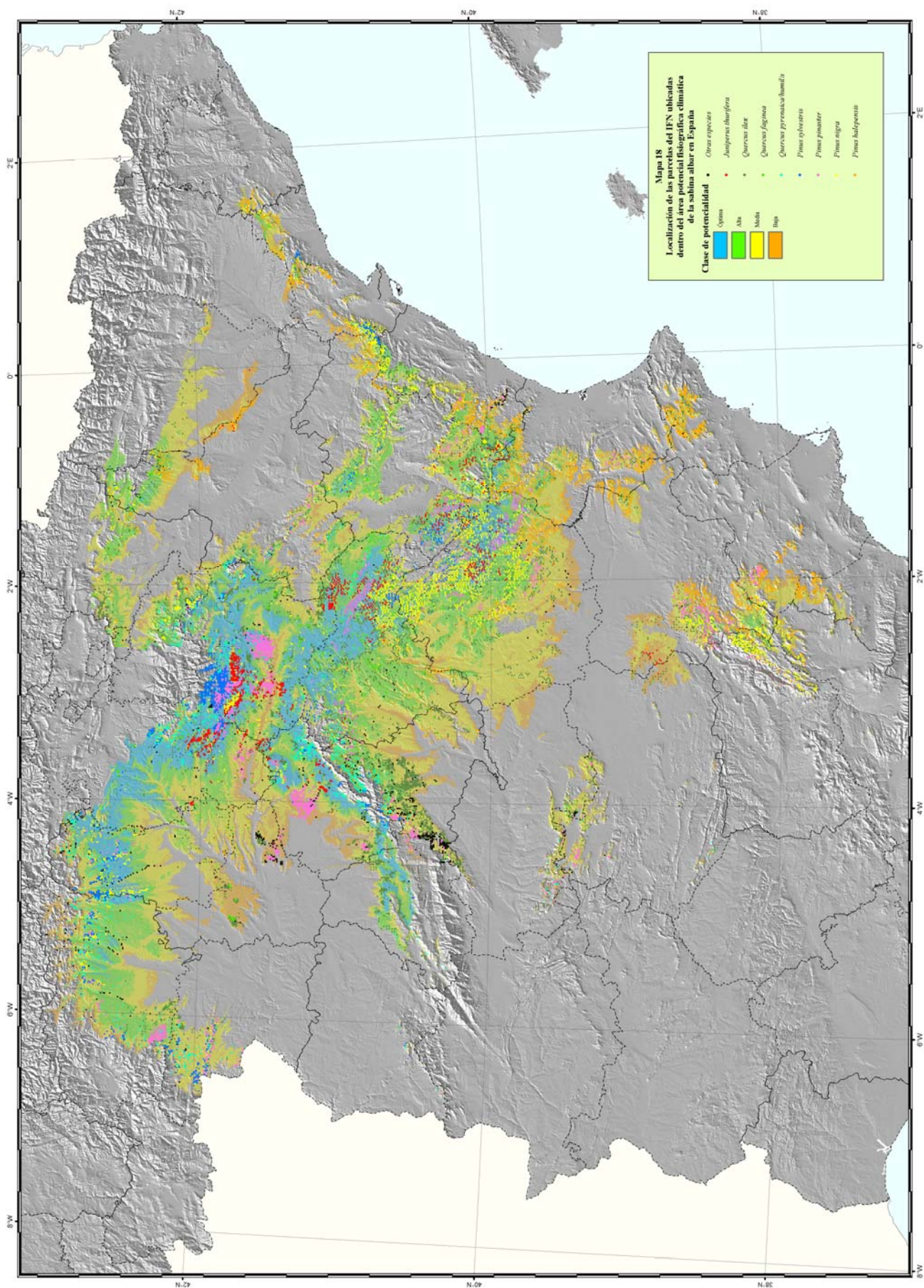


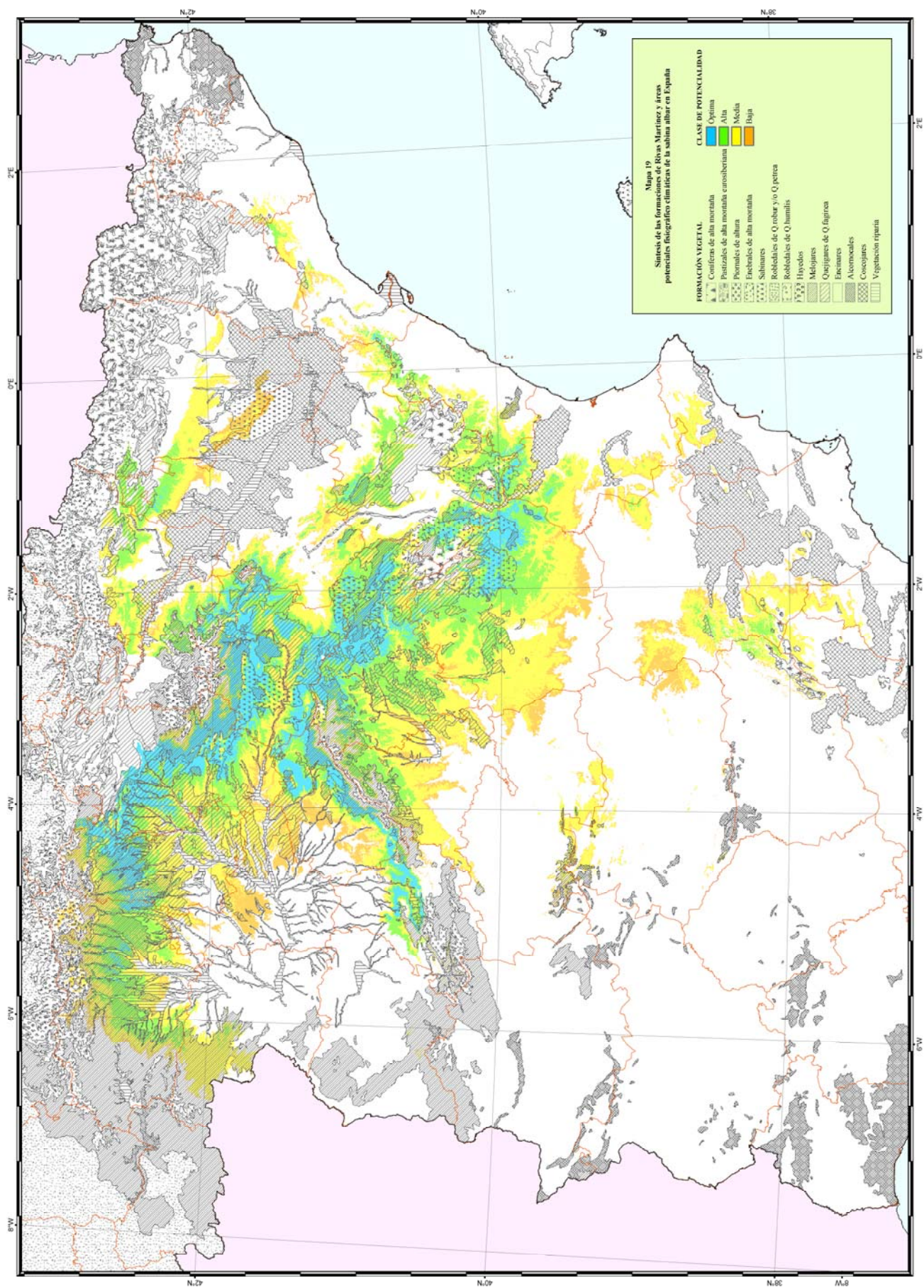












ANEXO III. IMÁGENES



Figura 52. Perfil 51 (Araúz de Miel, Burgos): A/C;R. Regosol léptico (calcárico, esquelético, húmico) sobre calizas grises cretácicas de grano medio-grueso. Precipitación anual: 781 mm. Pendiente: 26%.



Figura 53. Perfil 70 (Mirantes de Luna, León): A/C;R. Leptosol háptico (esquelético, éutrico) sobre calizas grises devónicas con contenido fosilífero. Precipitación anual: 1158 mm. Pendiente: 74%.



Figura 54. Perfil 29 (Mosarejos, Soria): A;A/C;R. Cambisol léptico (calcárico, húmico, esquelético, límico) sobre calizas grises cretácicas de grano medio-grueso. Precipitación anual: 603 mm. Pendiente: 7%.



Figura 55. Perfil 7 (Lodares de Osma, Soria): Ah;Bw/C;R. Cambisol léptico (calcárico, húmico, esquelético) sobre calizas grises cretácicas de grano muy fino y fractura algo concoidea. Precipitación anual: 555 mm. Pendiente: 9%.



Figura 56. Perfil 13 (Ciria, Soria): Ah;Bw;Bwk;C. Calcisol hipercálcico sobre calizas margosas pardo-grisáceas jurásicas. Precipitación anual: 538 mm. Pendiente: 11%.



Figura 57. Perfil 64 (Abejar, Soria): A;Bw;Cgk. Calcisol hipercálcico (esquelético) sobre calizas grises cretácicas de grano medio. Precipitación anual: 822 mm. Pendiente: 20%.



Figura 58. Perfil 49 (Calatañazor, Soria): A;Bw;C1;C2. Cambisol háplico (calcárico, húmico) sobre conglomerados y margas calizas miocenas. Precipitación anual: 660 mm. Pendiente: 8%.

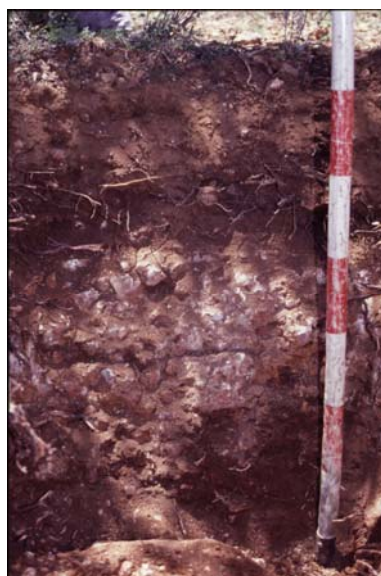


Figura 59. Perfil 41 (Quintanas Rubias de Abajo, Soria): A;A/Bt;Btk. Calcisol háplico (esquelético) sobre conglomerados calizos y arcillas miocenas. Precipitación anual: 605 mm. Pendiente: 8%. Suelo policíclico ss.



Figura 60. Perfil 56 (Hoz de Arriba, Soria): Ad;Bt;C;2C1;2C2. Calcisol hipercálcico sobre conglomerados calizos y arcillas miocenas. Precipitación anual: 692 mm. Pendiente: 7%. Suelo compuesto.



Figura 61. Perfil 4 (La Olmeda, Soria): Ae;Bw;Bw/C;2C1;2C2. Cambisol háplico (calcárico, húmico) sobre conglomerados calizos y margas eo-oligocenas. Precipitación anual: 507 mm. Pendiente: 10%. Suelo complejo.



Figura 62. Perfil 30 (Retuerta, Burgos): Ae;A;Bwk;C. Kastanozem háplico (esquelético, crómico) sobre conglomerados calizos paleógenos. Precipitación anual: 628 mm. Pendiente: 20%.



Figura 63. Perfil 23 (Maderuelo, Segovia): A;Bt;C. Phaeozem lúvico (calcárico) sobre calizas ocreas miocenas, ligeramente margosas. Precipitación anual: 590 mm. Pendiente: 10%.



Figura 64. Perfil 26 (Velasco, Soria): A;E1;E2;Bts1;Bts2. Cambisol háplico (dístico, crómico) sobre raña pliocena de arcillas silíceas y cantos de cuarcita. Precipitación anual: 560 mm. Pendiente: 8%.



Figura 65. Perfil 24 (Valdeavellano de Ucero, Soria): A;E1;E2;Btsg1;Btsg2. Cambisol stágnico (dístico, crómico) sobre raña pliocena de arcillas silíceas y cantos de cuarcita. Precipitación anual: 615 mm. Pendiente: 12%.



Figura 66. Perfil 38 (Santa Inés, Burgos): Ae;E;Bt;Bts;C. Luvisol háplico (dístico, crómico) sobre raña pliocena de arcillas silíceas y cantos de cuarcita. Precipitación anual: 608 mm. Pendiente: 11%.



Figura 67. Parcela 2 (Santa Cruz de la Salceda, Burgos), representativa del grupo dasométrico 1



Figura 68. Parcela 69 (Crémenes, León), representativa del grupo dasométrico 2



Figura 69. Parcela 60 (Hortezuelos, Burgos), representativa del grupo dasométrico 3



Figura 70. Parcela 7 (Lodares de Oisma, Soria), representativa del grupo dasométrico 4.



Figura 72. Parcela 462163 (Castielfabib, Valencia), representativa del grupo dasométrico 5.



Figura 71. Parcela 44 (Hontoria del Pinar, Burgos), representativa del grupo dasométrico 6.



Figura 73. Parcela 161169 (Buenache de la Sierra, Cuenca), representativa del grupo dasométrico 7.