



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA

# **Autoecología paramétrica de *Pinus pinea* L. en la España peninsular**

**Autores:**

OTILIO SÁNCHEZ-PALOMARES  
EDUARDO LÓPEZ-SENEPLEDA  
RAFAEL CALAMA  
RICARDO RUIZ-PEINADO  
GREGORIO MONTERO

Centro de Investigación Forestal (CIFOR)  
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)  
Ctra. de La Coruña km 7,5. 28040 Madrid (España)  
montero@inia.es

**2013**

**Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria**  
Ctra. de La Coruña km 7,5 – 28040 Madrid (España)  
Tel.: 913473916 – Fax: 913572293 – [publinia@inia.es](mailto:publinia@inia.es)

# ÍNDICE

|                                                                                                                 | <i>Página</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| RESUMEN .....                                                                                                   | 7             |
| SUMMARY .....                                                                                                   | 8             |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                                                                           | 9             |
| I.1. Antecedentes.....                                                                                          | 9             |
| I.2. El pino piñonero.....                                                                                      | 10            |
| I.3. Origen de las parcelas de pino piñonero.....                                                               | 16            |
| II. DEFINICIÓN Y CARTOGRAFÍA DE LAS ÁREAS POTENCIALES FISIAGRÁFICO-CLIMÁTICAS DEL PINO PIÑONERO EN ESPAÑA ..... | 19            |
| II.1. Datos de partida. Agrupaciones territoriales .....                                                        | 19            |
| II.2. Elaboración de parámetros ecológicos fisiográficos y climáticos .....                                     | 21            |
| II.3. Definición paramétrica de hábitats fisiográficos y climáticos .....                                       | 22            |
| II.4. Indicadores de potencialidad y modelos digitales .....                                                    | 24            |
| II.4.1. Metodología.....                                                                                        | 24            |
| II.4.2. Clases de potencialidad.....                                                                            | 28            |
| II.4.3. Modelos territoriales de áreas potenciales fisiográfico-climáticas .....                                | 28            |
| II.5. Localización geográfica de las áreas potenciales elaboradas.....                                          | 30            |
| II.6. Discusión .....                                                                                           | 34            |
| III. HÁBITAT GENERAL DEL PINO PIÑONERO EN ESPAÑA .....                                                          | 61            |
| III.1. Diseño del muestreo y muestreo de las parcelas .....                                                     | 61            |
| III.2. Elaboración de parámetros ecológicos .....                                                               | 64            |
| III.3. Análisis individual de los parámetros .....                                                              | 65            |
| III.3.1. Metodología.....                                                                                       | 65            |
| III.3.2. Parámetro ALTITUD (ALT) (m) .....                                                                      | 68            |
| III.3.3. Parámetro PENDIENTE (PND) (%) .....                                                                    | 69            |
| III.3.4. Parámetro INSOLACIÓN (INS) .....                                                                       | 70            |
| III.3.5. Parámetro PRECIPITACIÓN ANUAL (PT) (mm).....                                                           | 72            |

|                                                                              | <i>Página</i> |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| III.3.6. Parámetro PRECIPITACIÓN DE PRIMAVERA (PP) (mm) .....                | 73            |
| III.3.7. Parámetro PRECIPITACIÓN DE VERANO (PV) (mm) .....                   | 74            |
| III.3.8. Parámetro PRECIPITACIÓN DE OTOÑO (PO) (mm) .....                    | 76            |
| III.3.9. Parámetro PRECIPITACIÓN DE INVIERNO (PI) (mm) .....                 | 77            |
| III.3.10. Parámetro TEMPERATURA MEDIA ANUAL (TM) (°C) .....                  | 78            |
| III.3.11. Parámetro TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS CÁLIDO (TMC) (°C) .....    | 80            |
| III.3.12. Parámetro TEMPERATURA MEDIA DEL MES MÁS FRÍO (TMF) (°C) .....      | 81            |
| III.3.13. Parámetro OSCILACION MEDIA (OSC1)(°C) .....                        | 82            |
| III.3.14. Parámetro MEDIA DE LAS MÁXIMAS DEL MES MÁS CÁLIDO (MMC) (°C) ..... | 84            |
| III.3.15. Parámetro MEDIA DE LAS MÍNIMAS DEL MES MÁS FRÍO (MMF) (°C) ..      | 85            |
| III.3.16. Parámetro OSCILACIÓN TOTAL (OSC2) (°C) .....                       | 86            |
| III.3.17. Parámetro EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP) (mm) .....            | 88            |
| III.3.18. Parámetro SUMA DE SUPERÁVITS HÍDRICOS (SUP) (mm) .....             | 89            |
| III.3.19. Parámetro SUMA DE DÉFICITS HÍDRICOS (DEF) (mm) .....               | 90            |
| III.3.20. Parámetro ÍNDICE HÍDRICO ANUAL (IH) .....                          | 92            |
| III.3.21. Parámetro DURACION DE LA SEQUÍA (DSQ) (meses) .....                | 93            |
| III.3.22. Parámetro TIERRA FINA (TF) (%) .....                               | 94            |
| III.3.23. Parámetro ARENA (ARE) (%) .....                                    | 96            |
| III.3.24. Parámetro LIMO (LIM) (%) .....                                     | 97            |
| III.3.25. Parámetro ARCILLA (ARC) (%) .....                                  | 98            |
| III.3.26. Parámetro PERMEABILIDAD (PER) .....                                | 100           |
| III.3.27. Parámetro HUMEDAD EQUIVALENTE (HE) (%) .....                       | 101           |
| III.3.28. Parámetro CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) (mm) .....          | 102           |
| III.3.29. Parámetro ACIDEZ ACTUAL (PHA) .....                                | 104           |
| III.3.30. Parámetro ACIDEZ DE CAMBIO (PHK) .....                             | 105           |
| III.3.31. Parámetro MATERIA ORGÁNICA (MO) (%) .....                          | 106           |
| III.3.32. Parámetro MATERIA ORGÁNICA SUPERFICIAL (MOS) (%) .....             | 108           |
| III.3.33. Parámetro NITRÓGENO SUPERFICIAL (NS) (%) .....                     | 109           |
| III.3.34. Parámetro RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO SUPERFICIAL (CNS) ..          | 110           |
| III.3.35. Parámetro CARBONATOS INACTIVOS (CI) (%) .....                      | 112           |
| III.3.36. Parámetro CARBONATOS ACTIVOS (CA) (%) .....                        | 113           |
| III.3.37. Parámetro SEQUÍA FISIOLÓGICA (SF) (mm) .....                       | 114           |
| III.3.38. Parámetro EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL MÁXIMA (ETRM) (mm) .....         | 115           |
| III.3.39. Parámetro DRENAJE CALCULADO (DRJ) (mm) .....                       | 117           |
| III.4. Análisis sintético de todos los parámetros .....                      | 118           |
| III.5. Hábitat general del pino piñonero .....                               | 120           |
| III.5.1. Introducción .....                                                  | 120           |
| III.5.2. Hábitat fisiográfico y climático .....                              | 121           |
| III.5.3. Hábitat edáfico y edafoclimático .....                              | 126           |
| III.5.4. Calificación del hábitat del pino piñonero en España .....          | 130           |
| III.5.4.1. Calificación del hábitat fisiográfico y climático .....           | 130           |
| III.5.4.2. Calificación del hábitat edáfico y edafoclimático .....           | 140           |
| III.5.5. Tipificación edáfica de los pinares de pino piñonero .....          | 148           |

|                                                                                                                                                 | <i>Página</i> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| IV. COMPARACIÓN DEL HÁBITAT DEL PINO PIÑONERO CON EL DE OTRAS ESPECIES FORESTALES .....                                                         | 153           |
| IV.1. Introducción .....                                                                                                                        | 153           |
| IV.2. Comparación parámetro a parámetro .....                                                                                                   | 153           |
| IV.3. Valencia ecológica global .....                                                                                                           | 194           |
| V. APLICACIONES PRÁCTICAS.....                                                                                                                  | 197           |
| V.1. Estimación de la posibilidad de introducción del pino piñonero en una determinada estación .....                                           | 197           |
| V.2. Modelos de estimación de la calidad de la estación para el pino piñonero, en función de los parámetros ambientales más significativos..... | 199           |
| VI. INTEGRACIÓN ECOLÓGICA DE LAS REPOBLACIONES DE PINO PIÑONERO .....                                                                           | 205           |
| VI.1. Valoración ecológica de las parcelas del IFN / INIA de repoblación seleccionadas .....                                                    | 205           |
| VI.2. Integración de las parcelas de repoblación muestreadas.....                                                                               | 207           |
| AGRADECIMIENTOS .....                                                                                                                           | 211           |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                                                              | 213           |
| ANEXOS .....                                                                                                                                    | 219           |
| ANEXO 1: Localización de las parcelas muestreadas .....                                                                                         | 221           |
| ANEXO 2: Parámetros de las parcelas.....                                                                                                        | 228           |
| ANEXO 3: Tipos de suelos.....                                                                                                                   | 256           |
| ANEXO 4: Índices de calidad de estación .....                                                                                                   | 263           |
| ANEXO 5: Mapas .....                                                                                                                            | 264           |
| Mapa 1. Localización de las parcelas IFN/INIA .....                                                                                             | 264           |
| Mapas 2-13. Áreas potenciales en España y Comunidades Autónomas.....                                                                            | 265           |
| Mapas 14-25. Localización de las parcelas de muestreo en España y Comunidades Autónomas .....                                                   | 277           |
| ANEXO 6: Fotografías.....                                                                                                                       | 289           |
| Tipos de suelos.....                                                                                                                            | 289           |
| Sistemas radicales.....                                                                                                                         | 291           |
| Productos .....                                                                                                                                 | 293           |
| Masas en Cataluña .....                                                                                                                         | 295           |
| Masas en Cuenca .....                                                                                                                           | 297           |
| Masas en Huelva y Sierra Morena .....                                                                                                           | 299           |
| Masas en Madrid .....                                                                                                                           | 302           |
| Masas en Valladolid.....                                                                                                                        | 304           |

## RESUMEN

### AUTOECOLOGÍA PARAMÉTRICA DE *PINUS PINEA* L. EN LA ESPAÑA PENINSULAR

El pino piñonero, *Pinus pinea* L., es una especie característica de la cuenca Mediterránea, que ocupa cerca de 700.000 ha desde la Península Ibérica hasta Siria y Líbano. España cuenta con la mayor representación superficial del pino piñonero (475.000 ha), lo que justifica abordar la tarea de conocer de una manera profunda y descriptiva sus requerimientos ecológicos. El marco de la metodología empleada en los estudios autoecológicos de las especies forestales españolas se basa en el concepto de envolvente ecológica y, a partir de este concepto, se ha caracterizado el hábitat fisiográfico, climático, edáfico y edafoclimático de *P. pinea*. La especie se ha encontrado vegetando principalmente sobre Regosoles, Arenosoles o Luvisoles. Cuando es comparada con el resto de especies ya estudiadas, aplicando los conceptos de valencia textural y definiendo la valencia ecológica global a partir de una ordenación de las especies según todos los parámetros que definen el hábitat, el pino piñonero posee la tercera valencia más baja, atribuyéndole así una cierta estenoicidad textural. Se ha definido el área de distribución potencial de la especie mediante la proyección del hábitat actual en todo el territorio español, definiendo cuatro clases jerárquicas. De esta forma, puede considerarse que en España existen más de siete millones de hectáreas potencialmente óptimas para *P. pinea*. Se ha realizado un análisis de la relación entre parámetros ecológicos y el índice de sitio de las masas de piñonero, obteniéndose correlaciones significativas de distintos parámetros con el índice de sitio según el grupo considerado.

**Palabras clave:** pino piñonero; autoecología; hábitat paramétrico; modelos de distribución de especies.

## SUMMARY

### AUTECOLOGY OF STONE PINE IN THE PENINSULAR REGION OF SPAIN

The stone pine (*Pinus pinea* L.) is a typical Mediterranean species covering near 700,000 ha from the Iberian Peninsula to Syria and Lebanon. The stone pine biggest area is located in Spain and covers 475,000 ha. This large area is one of the main reasons that justifies this research in order to obtain a deeper understanding of its ecological requirements. Methodology of autecology studies for Spanish forest species was based in the environmental envelope concept, in order to define the physiographic, climatic and edaphic habitats. The main soil types where stone pine is found are Regosols, Arenosols and Luvisols under Mediterranean climate conditions. When compared to other studied species, stone pine has the third lowest textural valency, being classified as a stenoecius species. The potential distribution of stone pine was defined by projecting the current habitat in Spain, and four hierarchical classes were defined. According to this study, optimal area for stone pine covers over seven million hectares in Spain. Site index shows the best significant correlations with the ecological parameters.

**Key words:** autecology; habitat; species distribution models; stone pine.

# I. INTRODUCCIÓN

## I.1. Antecedentes

Esta monografía recoge el contenido de la memoria realizada como consecuencia de la ejecución del Subproyecto de investigación CPE03-001-C5-1 y 2 de Título “Modelos de aptitud ecológica para las masas de *Pinus pinea* L. en la Península Ibérica”, enmarcado dentro del proyecto general “Bases para la gestión sostenible de las masas de *P. pinea* en la Península Ibérica: modelos ecológico-selvícolas, diversidad genética y valoración económica y social de las producciones”, dentro de la convocatoria correspondiente al Plan Estratégico del INIA y ejecutado entre los años 2004 a 2007.

El citado contenido ha sido adaptado al formato ya habitual utilizado en anteriores monografías publicadas, relativas a estudios de estaciones ecológicas de diferentes especies forestales españolas (Nicolás y Gandullo, 1967; Nicolás y Gandullo, 1969; Gandullo *et al.*, 1972; Elena Rosselló y Sandra Palomares, 1991), con enfoque paramétrico y con vistas a su aplicación práctica para la planificación y gestión de los espacios forestales.

Estos trabajos corresponden a una línea de investigación iniciada hace bastantes años, que ha sido aplicada sucesivamente a la mayoría de los pinares españoles. Hasta la fecha se han publicado trabajos sobre la autoecología de *Pinus pinaster*, *Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris*, *Pinus radiata*, *Pinus nigra*, *Pinus canariensis*, *Fagus sylvatica*, *Castanea sativa*, *Quercus suber*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus ilex*, *Juniperus thurifera* y *Punus avium*, estando en fase de elaboración actualmente los estudios correspondientes a *Pinus uncinata*, *Quercus faginea*, *Quercus robur*, *Quercus petraea* y *Abies alba*, con los cuales se prevé poner fin a esta serie y preparar una revisión comparada de las 19 especies estudiadas.

Con carácter general los objetivos de estos estudios se resumen: conociendo el hábitat actual de una especie, intentar determinar si podría vivir en sitios donde ahora no existe y, a ser posible, prever alguna de las características de las masas que se crearán en dichas localizaciones.

El conocimiento del hábitat actual de una especie exige, primero, saber su localización y, segundo, definir dicho hábitat. La metodología que aplicamos consiste en llegar a esa definición de forma cuantitativa, no calificativa, esto es: mediante parámetros.

Naturalmente, ello exige identificar geográficamente una serie de puntos (parcelas) donde existe la especie para, en ellos, calcular los parámetros del biotopo que permitan la definición del hábitat.

| Comunidad                | Provincia   | Nº de parcelas |           |       |
|--------------------------|-------------|----------------|-----------|-------|
|                          |             | Natural        | Repoblado | Total |
| Total Castilla y León    |             | 622            | 160       | 782   |
| Cataluña                 | Barcelona   | 163            | 33        | 196   |
|                          | Gerona      | 120            | 33        | 153   |
|                          | Tarragona   | 1              | 5         | 6     |
|                          | Lérida      |                | 1         | 1     |
| Total Cataluña           |             | 284            | 72        | 356   |
| Castilla-La Mancha       | Ciudad Real |                | 116       | 116   |
|                          | Cuenca      | 35             | 12        | 47    |
|                          | Toledo      | 9              | 30        | 39    |
|                          | Albacete    | 21             | 7         | 28    |
|                          | Guadalajara |                | 2         | 2     |
| Total Castilla-La Mancha |             | 65             | 167       | 232   |
| Madrid                   | Madrid      | 118            | 52        | 170   |
| Total Madrid             |             | 118            | 52        | 170   |
| Extremadura              | Badajoz     | 2              | 134       | 136   |
|                          | Cáceres     | 3              | 28        | 31    |
| Total Extremadura        |             | 5              | 162       | 167   |
| C. Valenciana            | Alicante    | 5              | 5         | 10    |
| Total C. Valenciana      |             | 5              | 5         | 10    |
| Aragón                   | Zaragoza    | 4              | 1         | 5     |
|                          | Huesca      |                | 4         | 4     |
| Total Aragón             |             | 4              | 5         | 9     |
| Total nacional           |             | 1.595          | 1.283     | 2.878 |

## II. DEFINICIÓN Y CARTOGRAFÍA DE LAS ÁREAS POTENCIALES FISIAGRÁFICO-CLIMÁTICAS DEL PINO PIÑONERO EN ESPAÑA

### II.1. Datos de partida. Agrupaciones territoriales

En el capítulo anterior ha quedado señalado que el manejo de parámetros de naturaleza fisiográfica y climática, permite, de forma inmediata, establecer la aptitud del territorio para sustentar masas estables de la especie estudiada, en este caso del pino piñonero, estableciendo una aproximación a los territorios potenciales para la especie, a partir de los valores paramétricos de naturaleza fisiográfica y climática correspondientes a estaciones forestales donde la especie está presente.

De acuerdo con lo anterior, el punto de partida para la elaboración de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas prevista es el examen de los datos correspondientes al colectivo de parcelas del Inventario Forestal Nacional y del INIA con presencia de pino piñonero y correspondientes a masas naturales de la especie que, como se ha señalado en el apartado correspondiente, alcanza un total de 1.595 parcelas, con una distribución por Comunidades y provincias señalada en la Tabla 1.

La dispersión de este conjunto de parcelas en los territorios que ocupan aconseja agruparlas con objeto de obtener subconjuntos lo más homogéneos posible. Para ello se ha utilizado la clasificación biogeoclimática peninsular y balear (Elena Rosselló, 1997) que divide el territorio nacional en siete ecorregiones y, cada una de ellas, en una serie de clases territoriales, a través de dendrogramas elaborados en base a datos fisiográficos, climáticos y litológicos.

De acuerdo con lo anterior, estas 1.595 parcelas seleccionadas se reparten entre las diferentes ecorregiones. Si este reparto lo combinamos con la presencia en las distintas Comunidades autónomas obtenemos la distribución que figura en la Tabla 2.

A la vista de los datos que figuran en la Tabla 2 y teniendo en cuenta que las agrupaciones de parcelas asumidas deberán contener un número suficiente y razonable para proceder a la elaboración de los valores paramétricos que definen los hábitat correspondientes a cada grupo generado, tal como posteriormente se describirá, se establecen los siguientes tres grupos territoriales que figuran en la Tabla 3, definidos a partir de las Comunidades afectadas en cada uno, que prácticamente asumen ecorregiones completas o agrupaciones de las mismas.

**Tabla 2.** *Reparto de parcelas según ecorregiones y Comunidades*

| Comunidad          | Ecorregión |     |   |    |     |     | Total parcelas |
|--------------------|------------|-----|---|----|-----|-----|----------------|
|                    | 2          | 3   | 4 | 5  | 6   | 7   |                |
| Andalucía          |            |     |   |    |     | 492 | 492            |
| Aragón             |            | 4   |   |    |     |     | 4              |
| C. Valenciana      |            |     | 5 |    |     |     | 5              |
| Castilla y León    | 600        |     |   | 21 | 1   |     | 622            |
| Castilla-La Mancha |            |     |   |    | 65  |     | 65             |
| Cataluña           |            | 284 |   |    |     |     | 284            |
| Extremadura        |            |     |   | 5  |     |     | 5              |
| Madrid             | 20         |     |   |    | 98  |     | 118            |
| Total              | 620        | 288 | 5 | 26 | 164 | 492 | 1.595          |

A la vista de los datos que figuran en la Tabla 2 y teniendo en cuenta que las agrupaciones de parcelas asumidas deberán contener un número suficiente y razonable para proceder a la elaboración de los valores paramétricos que definen los hábitat correspondientes a cada grupo generado, tal como posteriormente se describirá, se establecen los siguientes tres grupos territoriales que figuran en la Tabla 3, definidos a partir de las Comunidades afectadas en cada uno, que prácticamente asumen ecorregiones completas o agrupaciones de las mismas.

**Tabla 3.** *Generación de grupos territoriales*

| Grupo territorial    | Comunidad          | Total parcelas |
|----------------------|--------------------|----------------|
| 1                    | Aragón             | 4              |
|                      | Cataluña           | 284            |
| <b>Total grupo 1</b> |                    | <b>288</b>     |
| 2                    | Castilla y León    | 622            |
| <b>Total grupo 2</b> |                    | <b>622</b>     |
| 3                    | Andalucía          | 492            |
|                      | C. Valenciana      | 5              |
|                      | Castilla-La Mancha | 65             |
|                      | Extremadura        | 5              |
|                      | Madrid             | 118            |
| <b>Total grupo 3</b> |                    | <b>685</b>     |
| <b>Total</b>         |                    | <b>1.595</b>   |

La provincia de Jaén es la que mayor ocupación de pinaster ofrece dentro de áreas potenciales de piñonero en Andalucía, para clases bastante repartidas de las altas a las bajas. La localización preferente corresponde a las comarcas de Sierra Morena y El Condado, a base de repoblaciones de la especie. En las comarcas orientales de las sierras de Segura y Cazorla, la presencia es importante, formando generalmente masas naturales. El valor medio altitudinal para la provincia de las parcelas de pinaster consideradas corresponde a 844 m.

La provincia de Málaga sigue a Jaén en presencia de parcelas de pinaster ocupando potencialidades para el piñonero en la comunidad, en clases mayoritariamente medias y bajas, con localizaciones preferentes dentro de la mitad occidental de la comarca de Guadalhorce, a base fundamentalmente de masas naturales, siendo el valor medio altitudinal de 508 m.

Con menor ocupación destaca la provincia de Córdoba, donde el pinaster de repoblación se sitúa dentro de áreas potenciales para el piñonero, en clases predominantemente altas y localizándose en la comarca de La Sierra, con un valor medio altitudinal de 517 m.

Citamos, por último, la provincia de Huelva, donde el pinaster tiene presencia escasa, dentro de áreas potenciales de piñonero, en clases generalmente altas. Su localización, a base de repoblaciones de la especie, es dispersa y corresponde fundamentalmente a La Sierra y borde nororiental del Andévalo Oriental, situándose las altitud media de las parcelas en los 416 m.

*Eucalyptus camaldulensis* sigue a *P. pinaster* en ocupación de áreas potenciales de piñonero en Andalucía, con un 2,79% de parcelas y un valor medio altitudinal de 230 m.

En la provincia de Huelva se encuentran la mayor parte de las plantaciones de este eucalipto, ocupando las áreas potenciales citadas, dentro de clases preferentemente altas y localización muy dispersa por toda la provincia, siendo el valor medio altitudinal de 213 m.

Considerablemente menor es la presencia de *E. camaldulensis* en la provincia de Sevilla, dentro de áreas potenciales para el piñonero, ocupando también clases preferentemente altas y con localización dispersa. El valor medio altitudinal de esas parcelas se sitúa en los 216 m.

Citamos, por último, la escasa presencia de este eucalipto en la provincia de Córdoba (comarca de La Sierra) con valor medio altitudinal de 368 m y en Cádiz (Campiña) con valor medio altitudinal de 87 m, ocupando en ambas provincias áreas de potencialidad preferentemente altas para el piñonero.

Dentro del conjunto de otras especies, cuya ocupación individual en áreas potenciales de piñonero no supera el 2% para toda España, citamos, para esta comunidad, la presencia de *Olea europaea* con un 4,85% y de *Eucalyptus globulus* con un 4,46%, respecto al total de especies en la comunidad.

Las parcelas de acebuche son bastante frecuentes en Cádiz, para clases de potencialidad altas y medias, dentro de la mitad oriental de la provincia y con valor medio altitudinal de 193 m. En las provincias de Sevilla, Córdoba y Málaga la especie tiene una aceptable presencia, ocupando clases de potencialidad altas para el piñonero y localizaciones serranas para las dos primeras provincias citadas y bastante dispersas en Málaga, siendo los valores medios altitudinales de 229, 260 y 369 m respectivamente.

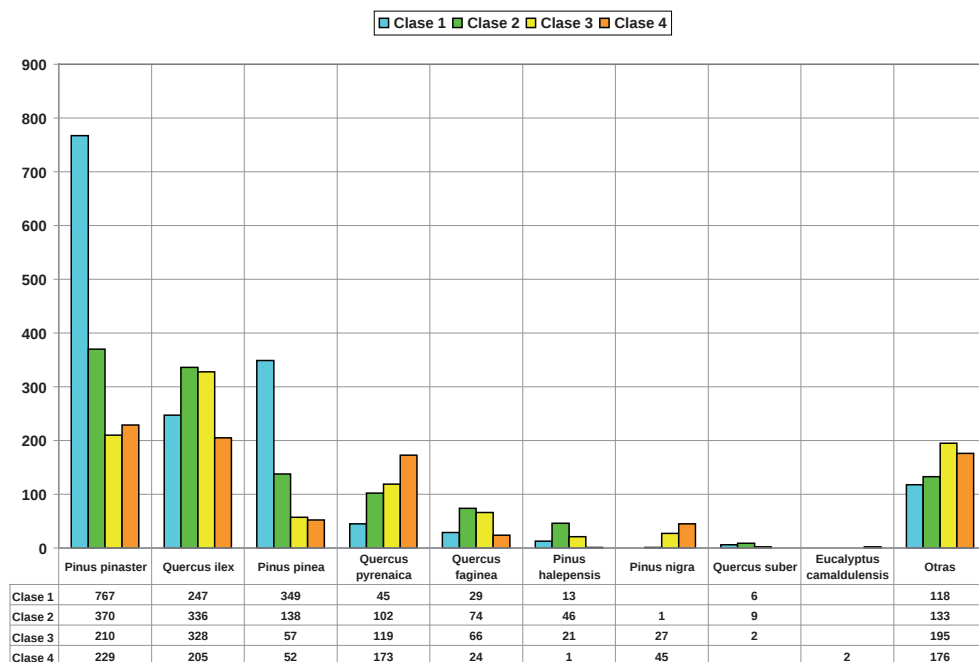
Las parcelas de *E. globulus* se localizan de forma preferente en la provincia de Huelva, de forma bastante repartida por su superficie y generalmente dentro de clases de potencialidad altas para el piñonero, con un valor medio altitudinal de 250 m.

### **Análisis de la distribución de parcelas para Castilla y León**

La Figura 6 muestra de forma gráfica la distribución que para Castilla y León presentan las diferentes especies del IFN consideradas en este análisis. De ella se deduce que corresponde a *P. pinaster* la especie con mayor ocupación de parcelas dentro de las áreas potenciales definidas para el pino piñonero, con un 33,43% respecto al total de especies consideradas en esta comunidad, siendo el valor medio altitudinal para el conjunto de 856 m.

Corresponde a Segovia la provincia que presenta una mayor presencia de parcelas de pino pinaster, dentro de potencialidades generalmente altas para el piñonero. Es muy importante la densidad de parcelas existentes para esta especie en las comarcas de Cuellar y Sepúlveda, mayoritariamente a base de masas naturales, siendo el valor medio altitudinal de las parcelas 844 m.

Valladolid, con bastante menor ocupación, sigue a Segovia en presencia de parcelas de pinaster, dentro de áreas potenciales de piñonero, para clases generalmente altas, localizándose de forma relativamente dispersa al sureste y sur de la provincia, tanto a base de masas naturales como de repoblación y con un valor medio altitudinal de 774 m.



**Figura 6.** Distribución de especies del IFN dentro del área potencial del pino piñonero en Castilla y León

A Valladolid sigue de cerca la provincia de Ávila, donde el pinaster ocupa áreas potenciales para el piñonero, fundamentalmente en dos núcleos diferenciados, el primero al norte de la provincia, dentro de la comarca de Arévalo, mayoritariamente a base de repoblaciones de la especie y ocupando clases altas de potencialidad para el piñonero; el otro núcleo se sitúa en la comarca de Valle Bajo del Alberche y parte oriental del Valle del Tiétar, con masas generalmente naturales y ocupaciones preferentes en clases de potencialidad medias y bajas. Para todo el conjunto provincial, el valor medio altitudinal de estas parcelas de pinaster corresponde a 898 m.

La provincia de Soria sigue a Ávila en ocupación de parcelas de pinaster dentro de áreas potenciales para piñonero, generalmente para clases medias y bajas. Su localización preferente ocurre en el sector centro-occidental de la provincia, entre las comarcas de Burgo de Osma, Tierra de Soria y Almazán, generalmente a base de masas naturales, con un valor medio altitudinal de 954 m.

A Soria sigue la provincia de Zamora, donde el pinaster ocupa áreas potenciales de piñonero, en clases de potencialidad medias y bajas, con una localización relativamente dispersa dentro de la comarca de Aliste, a base de repoblaciones y con un valor medio altitudinal de 831 m.

### III. HÁBITAT GENERAL DEL PINO PIÑONERO EN ESPAÑA

#### III.1. Diseño del muestreo y muestreo de las parcelas

Como se ha señalado anteriormente, un análisis paramétrico global con vistas al establecimiento del hábitat general de una especie, en nuestro caso del pino piñonero, implica la consideración conjunta de parámetros de naturaleza fisiográfica, climática y edáfica y que la inclusión de este último tipo de parámetros sólo es posible si se realiza una prospección de campo que implique un muestreo representativo del colectivo de estaciones disponible en las que la especie esta presente (Sánchez Palomares y Carretero, 1997; Sánchez Palomares *et al.*, 2004; Sarmiento, 2005).

Este colectivo de estaciones disponible corresponde, en un primer bloque, a las 1.595 parcelas naturales del IFN y del INIA que han sido anteriormente utilizadas en la elaboración de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas para el pino piñonero. En un segundo bloque contamos con las 1.283 parcelas de repoblación que también son objeto de muestreo, pues aunque en este apartado solo se analizarán paramétricamente las naturales, las artificiales quedarán para su tratamiento en el apartado correspondiente a la integración de dichas repoblaciones.

Para establecer el diseño y posterior reparto de puntos de muestreo es preciso volver a considerar la estratificación inicial de las parcelas disponibles, establecida anteriormente para la elaboración de las áreas potenciales. Dicha estratificación se corresponde con la consideración de los tres grupos territoriales definidos, identificados como estratos también a los efectos del muestreo.

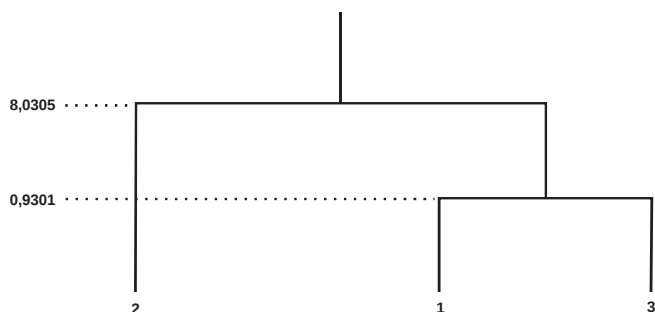
En consecuencia, se ha procedido al reparto del número de parcelas de campo a prospectar entre los tres grupos territoriales asumidos y, dentro de cada uno de ellos, por provincias.

Como se ha señalado anteriormente, el muestreo de parcelas ha incidido tanto en masas naturales como de repoblación. Habiéndose fijado inicialmente un número total de parcelas de muestreo del orden de 200, una vez realizado el reparto conjunto, el número final ha ascendido a 205, muy ligeramente superior al previsto. En la Tabla 11 queda reflejada la distribución de las parcelas muestreadas, en el Anexo 1 los datos de localización de las mismas y su posición en los Mapas 14 al 25.

**Tabla 11.** *Reparto de las parcelas muestreadas por Comunidades Autónomas, provincias y origen de las masas*

| Grupo territorial     | Comunidad                | Provincia   | Origen  |             | Total |
|-----------------------|--------------------------|-------------|---------|-------------|-------|
|                       |                          |             | Natural | Repoblación |       |
| 1                     | Cataluña                 | Barcelona   | 10      | 1           | 11    |
|                       |                          | Gerona      | 11      | 5           | 16    |
|                       | Total Cataluña           |             | 21      | 6           | 27    |
| Total grupo 1         |                          |             | 21      | 6           | 27    |
| 2                     | Castilla y León          | Ávila       | 12      |             | 12    |
|                       |                          | Segovia     | 2       |             | 2     |
|                       |                          | Valladolid  | 34      | 9           | 43    |
| Total Castilla y León |                          |             | 48      | 9           | 57    |
| Total grupo 2         |                          |             | 48      | 9           | 57    |
| 3                     | Andalucía                | Cádiz       | 3       | 1           | 4     |
|                       |                          | Córdoba     | 2       | 9           | 11    |
|                       |                          | Huelva      | 31      | 15          | 46    |
|                       |                          | Jaén        | 1       | 18          | 19    |
|                       |                          | Sevilla     | 1       |             | 1     |
|                       | Total Andalucía          |             | 38      | 43          | 81    |
|                       | Castilla-La Mancha       | Ciudad Real |         | 6           | 6     |
|                       |                          | Cuenca      | 9       | 1           | 10    |
|                       |                          | Toledo      |         | 2           | 2     |
|                       | Total Castilla-La Mancha |             | 9       | 9           | 18    |
|                       | Extremadura              | Badajoz     |         | 11          | 11    |
|                       | Total Extremadura        |             |         | 11          | 11    |
|                       | Madrid                   | Madrid      | 10      | 1           | 11    |
|                       | Total Madrid             |             | 10      | 1           | 11    |
| Total grupo 3         |                          |             | 57      | 64          | 121   |
| Total general         |                          |             | 126     | 79          | 205   |

La fijación de las parcelas y el muestreo consiguiente se realizó siempre haciendo coincidir los puntos elegidos con la ubicación lo más exacta posible de la parcela del IFN en el caso de ser una de ellas la referencia o directamente con toda precisión si se trata de una parcela del INIA, dado que estas están perfectamente localizadas en el terreno.



**Figura 20.** Dendrograma de distancias entre grupos territoriales

Como en el parámetro anterior, la precipitación de invierno presenta coeficientes de variación bajos para los grupos 1 y 3, con distribución normal en el grupo 1.

También es muy marcada la estenoicidad para el grupo 1, siendo claramente eurioico en los restantes.

El dendrograma muestra la escasa diferenciación entre los grupos 1 y 2 que se unen en un primer nivel, a los cuales se incorpora el grupo 3 a distancia significativa.

El poder discriminante del parámetro es bajo.

### III.3.10. *Parámetro TEMPERATURA MEDIA ANUAL (TM) (°C)*

**Tabla 28.** *Análisis univariable del parámetro en el conjunto total de las parcelas muestreadas y en cada uno de los tres grupos definidos*

| Estadístico       | Conjunto total | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
|-------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Media             | 14,5           | 14,7    | 12,3    | 16,4    |
| Mínimo            | 10,80          | 13,10   | 10,80   | 13,30   |
| Máximo            | 18,60          | 15,60   | 14,50   | 18,60   |
| Rango             | 7,80           | 2,50    | 3,70    | 5,30    |
| % del rango total | 10             | 32      | 47      | 68      |
| Varianza          | 5,59           | 0,51    | 0,53    | 3,95    |
| Desv. estándar    | 2,36           | 0,71    | 0,73    | 1,99    |
| Sesgo             | 1,94           | -1,42   | 2,86    | -1,36   |
| Curtosis          | -2,69          | -0,44   | 3,48    | -2,34   |
| C. Variación      | 16,27          | 4,86    | 5,93    | 12,14   |

El Índice hídrico anual presenta unos coeficientes de variación muy elevados en todos los grupos, con una distribución normal para los grupos 1 y 3.

El parámetro es moderadamente estenoico en el grupo 1 y claramente eurioico en los restantes.

El dendrograma muestra una diferencia prácticamente nula entre los grupos 2 y 3 y una distancia baja, aunque significativa, en la unión del grupo 1 con los restantes.

El poder discriminante del parámetro es bajo.

### III.3.21. *Parámetro DURACION DE LA SEQUÍA (DSQ) (meses)*

**Tabla 50.** *Análisis univariable del parámetro en el conjunto total de las parcelas muestreadas y en cada uno de los tres grupos definidos*

| Estadístico       | Conjunto total | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
|-------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Media             | 3,3            | 1,6     | 3,1     | 4,1     |
| Mínimo            | 0,30           | 0,30    | 2,40    | 2,90    |
| Máximo            | 4,70           | 2,50    | 3,70    | 4,70    |
| Rango             | 4,40           | 2,20    | 1,30    | 1,80    |
| % del rango total | 100            | 50      | 30      | 41      |
| Varianza          | 1,06           | 0,37    | 0,11    | 0,31    |
| Desv. estándar    | 1,03           | 0,61    | 0,34    | 0,56    |
| Sesgo             | -3,04          | -0,52   | -1,11   | -3,01   |
| Curtosis          | 0,07           | -0,53   | -1,51   | -0,58   |
| C. Variación      | 31,08          | 38,58   | 10,88   | 13,52   |

**Tabla 51.** *Matriz de distancias*

|         | Grupo 2 | Grupo 3 | $\Sigma$ |
|---------|---------|---------|----------|
| Grupo 1 | 12,0764 | 19,6881 | 31,7645  |
| Grupo 2 |         | 4,6800  | 16,7564  |
| Grupo 3 |         |         | 24,3681  |
|         |         |         | 72,8890  |

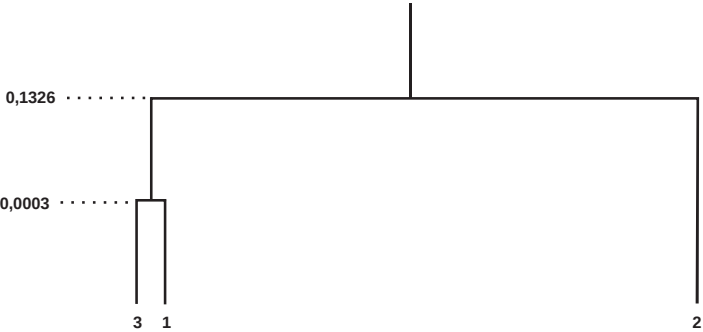


Figura 32. Dendrograma de distancias entre grupos territoriales

Este parámetro presenta bajos valores del coeficiente de variación para los grupos 2 y 3 y moderados para el 1, siendo la distribución normal en los grupos 1 y 2.

El parámetro se muestra moderadamente estenoico en el grupo 2, siendo más eurioico en los restantes.

El dendrograma pone de manifiesto la clara diferencia de los tres grupos, generándose en un primer nivel la aglomeración de los grupos 2 y 3.

El poder discriminante del parámetro es muy alto.

III.3.22. **Parámetro TIERRA FINA (TF) (%)**

Tabla 52. *Análisis univariable del parámetro en el conjunto total de las parcelas muestreadas y en cada uno de los tres grupos definidos*

| Estadístico       | Conjunto total | Grupo 1  | Grupo 2 | Grupo 3 |
|-------------------|----------------|----------|---------|---------|
| Media             | 76,1           | 65,3     | 82,2    | 74,9    |
| Mínimo            | 9,84           | 11,31    | 44,59   | 9,84    |
| Máximo            | 100,00         | 100,00   | 99,97   | 100,00  |
| Rango             | 90,16          | 88,69    | 55,38   | 90,16   |
| % del rango total | 100            | 98       | 61      | 100     |
| Varianza          | 572,52         | 1.076,67 | 235,12  | 618,92  |
| Desv. estándar    | 23,93          | 32,81    | 15,33   | 24,88   |
| Sesgo             | -5,31          | -1,34    | -1,72   | -2,83   |
| Curtosis          | 1,55           | -1,08    | -0,71   | -0,03   |
| C. Variación      | 31,45          | 50,27    | 18,66   | 33,21   |

Tabla 71. Matriz de distancias

|         | Grupo 2 | Grupo 3 | $\Sigma$ |
|---------|---------|---------|----------|
| Grupo 1 | 1,8152  | 0,6103  | 2,4255   |
| Grupo 2 |         | 0,2274  | 2,0426   |
| Grupo 3 |         |         | 0,8377   |
|         |         |         | 5,3058   |

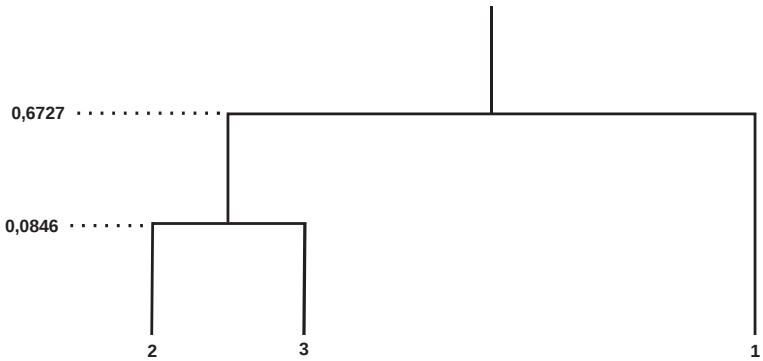


Figura 42. Dendrograma de distancias entre grupos territoriales

La materia orgánica presenta en todos los grupos altos valores del coeficiente de variación, siendo su distribución alejada de la normalidad.

La eurioicidad es alta en los grupos 1 y 3 y moderada en el 2.

El dendrograma muestra diferencias significativas entre los tres grupos, generándose en una primera aglomeración la unión de los grupos 2 y 3.

El poder discriminante del parámetro es bajo, si bien sensiblemente mayor que el correspondiente a los anteriores parámetros de naturaleza edáfica examinados.

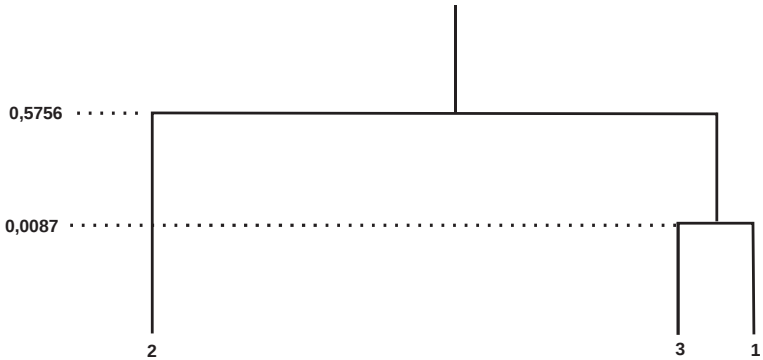
III.3.32. **Parámetro MATERIA ORGÁNICA SUPERFICIAL (MOS) (%)**

**Tabla 72.** *Análisis univariable del parámetro en el conjunto total de las parcelas muestreadas y en cada uno de los tres grupos definidos*

| Estadístico       | Conjunto total | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
|-------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Media             | 1,46           | 2,41    | 1,04    | 1,46    |
| Mínimo            | 0,20           | 0,58    | 0,20    | 0,36    |
| Máximo            | 5,84           | 5,34    | 3,23    | 5,84    |
| Rango             | 5,64           | 4,76    | 3,03    | 5,48    |
| % del rango total | 100            | 84      | 54      | 97      |
| Varianza          | 1,35           | 1,87    | 0,47    | 1,47    |
| Desv. estándar    | 1,16           | 1,37    | 0,69    | 1,21    |
| Sesgo             | 8,20           | 0,88    | 4,55    | 6,65    |
| Curtosis          | 7,09           | -0,53   | 3,85    | 7,17    |
| C. Variación      | 79,80          | 56,80   | 66,22   | 82,78   |

**Tabla 73.** *Matriz de distancias*

|         | Grupo 2 | Grupo 3 | Σ      |
|---------|---------|---------|--------|
| Grupo 1 | 2,1106  | 0,5634  | 2,6740 |
| Grupo 2 |         | 0,1805  | 2,2911 |
| Grupo 3 |         |         | 0,7439 |
|         |         |         | 5,7090 |



**Figura 43.** *Dendrograma de distancias entre grupos territoriales*

**Pendiente (PND) (%)****Tabla 97.** *Intervalos de pendientes*

| <b>Categoría</b> | <b>Pendiente (%)</b> |
|------------------|----------------------|
| Escasa           | $PND \leq 15$        |
| Moderada         | $15 < PND \leq 30$   |
| Fuerte           | $30 < PND \leq 50$   |
| Abrupta          | $PND > 50$           |

**Tabla 98.** *Porcentaje de parcelas de cada categoría en cada grupo territorial y en el conjunto total*

| <b>Categoría</b> | <b>Grupo 1</b> | <b>Grupo 2</b> | <b>Grupo 3</b> | <b>Conjunto total</b> |
|------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| Escasa           | 57             | 88             | 84             | 81                    |
| Moderada         | 24             | 10             | 12             | 13                    |
| Fuerte           | 14             | 2              | 4              | 5                     |
| Abrupta          | 5              | 0              | 0              | 1                     |

Las pendientes escasas predominan en el conjunto total y de forma muy escasa las moderadas.

En el grupo 1 existe un reparto decreciente de las escasas a las fuertes con alguna parcela dentro de las abruptas; en los grupos 2 y 3 dominan claramente las pendientes escasas y están presentes de forma muy reducida las moderadas.

**Insolación (INS)****Tabla 99.** *Categorías para la insolación*

| <b>Categoría</b> | <b>Insolación</b>      |
|------------------|------------------------|
| Umbría           | $INS \leq 0,85$        |
| Media            | $0,85 < INS \leq 1,15$ |
| Solana           | $INS > 1,15$           |

| Grupo FAO | Número de perfiles | Porcentaje | Número de suelos con carácter |
|-----------|--------------------|------------|-------------------------------|
| Cambisol  | 15                 | 12         | eútrico / 11                  |
|           |                    |            | dístrico / 4                  |
|           |                    |            | calcárico / 2                 |
|           |                    |            | crómico / 2                   |
|           |                    |            | léptico / 2                   |
|           |                    |            | estágnico / 1                 |
| Regosol   | 11                 | 9          | eútrico / 9                   |
|           |                    |            | léptico / 8                   |
|           |                    |            | calcárico / 2                 |
|           |                    |            | dístrico / 2                  |
| Calcisol  | 10                 | 8          | lúvico / 6                    |
|           |                    |            | háplico / 4                   |
| Phaeozem  | 6                  | 4          | crómico / 3                   |
|           |                    |            | lúvico / 2                    |
|           |                    |            | estágnico / 1                 |
|           |                    |            | háplico / 1                   |
| Umbrisol  | 2                  | 2          | háplico / 2                   |
| Alisol    | 1                  | 1          | háplico / 1                   |

**Tabla 151.** Suelos de los pinares de repoblación

| Grupo FAO | Número de perfiles | Porcentaje | Número de suelos con carácter |
|-----------|--------------------|------------|-------------------------------|
| Luvisol   | 30                 | 38         | dístrico / 20                 |
|           |                    |            | crómico / 10                  |
|           |                    |            | férrico / 5                   |
|           |                    |            | háplico / 3                   |
|           |                    |            | estágnico / 2                 |
|           |                    |            | léptico / 1                   |
| Cambisol  | 24                 | 30         | eútrico / 14                  |
|           |                    |            | dístrico / 10                 |
|           |                    |            | crómico / 5                   |
|           |                    |            | léptico / 5                   |
|           |                    |            | calcárico / 2                 |

| Grupo FAO | Número de perfiles | Porcentaje | Número de suelos con carácter |
|-----------|--------------------|------------|-------------------------------|
| Arenosol  | 14                 | 18         | eútrico / 12                  |
|           |                    |            | dístico / 2                   |
|           |                    |            | calcárico / 1                 |
|           |                    |            | hipolúvico / 1                |
| Phaeozem  | 4                  | 5          | lúvico / 3                    |
|           |                    |            | crómico / 2                   |
|           |                    |            | léptico / 1                   |
| Calcisol  | 3                  | 4          | háplico / 2                   |
|           |                    |            | lúvico / 1                    |
| Regosol   | 3                  | 4          | eútrico / 3                   |
| Alisol    | 1                  | 1          | háplico / 1                   |

De los datos reflejados en las Tablas 147-151 se desprende que, para las masas naturales de pino piñonero, existe un claro predominio de arenosoles seguido de luvisoles, tanto para el conjunto total como para los grupos territoriales 2 y 3. Mucha menor presencia tienen cambisoles (preferentemente en grupo 3), regosoles (preferentemente en grupo 1) y calcisoles (en grupos 2 y 3); con presencia muy escasa los phaeozems (grupo 2) y testimonial los umbrisoles (grupo 1) y alisoles (grupo 3).

En las masas de repoblación la presencia mayoritaria corresponde a luvisoles seguida de cambisoles, ambos preferentemente dentro del grupo territorial tercero; mucha menor presencia corresponde a los arenosoles (grupo 3) y testimonial la de phaeozem, calcisoles, regosoles y alisoles.

## IV. COMPARACIÓN DEL HÁBITAT DEL PINO PIÑONERO CON EL DE OTRAS ESPECIES FORESTALES

### IV.1. Introducción

La realización, a lo largo de los últimos cuarenta y cinco años, de estudios autoecológicos paramétricos de diferentes especies forestales españolas permite establecer comparaciones de hábitats a través del examen de las diferencias y analogías existentes en cada uno de los parámetros ecológicos que definen dichos hábitats. Las especies que son objeto de comparación son las dieciséis siguientes: *C. sativa*, *F. sylvatica*, *J. thurifera*, *P. canariensis*, *P. halepensis*, *P. nigra* subsp. *hispanica*, *P. nigra* subsp. *pyrenaica*, *P. pinaster* subsp. *atlantica*, *P. pinaster* subsp. *mediterranea*, *P. pinea*, *P. radiata*, *P. sylvestris*, *Q. faginea*, *Q. ilex*, *Quercus pyrenaica* y *Q. suber*.

Los parámetros que se han incluido en este análisis son sólo aquéllos que fueron calculados en todas las especies citadas y son los siguientes: tres fisiográficos (ALT, PND y INS), catorce climáticos (PT, PP, PV, PO, PI, TM, TMC, TMF, OSC1, ETP, SUP, DEF, IH y DSQ) y otros catorce edáficos y edafoclimáticos (TF, ARE, LIM, ARC, PER, HE, CRA, MO, PHA, CAC, CIN, SF, ETRM y DRJ), todos ellos ya definidos anteriormente.

### IV.2. Comparación parámetro a parámetro

La comparación entre especies se ha enfocado, con carácter general, para cada parámetro, considerando tres aspectos: el primero mediante el examen de los valores medios de dicho parámetros, en segundo lugar evaluando la mayor o menor eurioicidad a partir del rango de variación del parámetro considerado (diferencia LS–LI) y, por último, valorando la analogía de las otras especies estudiadas con el hábitat de pino piñonero, analizando el porcentaje del hábitat principal o intervalo central (UI, US) de *P. pinea* que es ocupado por el hábitat principal de las otras especies. Las Tablas 152 a 183 muestran sucesivamente, para cada parámetro considerado, los valores que permiten establecer las comparaciones pretendidas (M: valor medio, LS: límite superior, LI: límite inferior, Rango: LS–LI, US: umbral superior, UI: umbral inferior, HC (hábitat central): US–UI).

- Especies micromesotérmicas (ETP < 600 mm): *F. sylvatica* y *P. sylvestris*.
- Especies mesotérmicas (ETP entre 600 y 700 mm): *C. sativa*, *J. thurifera*, *P. nigra* subsp. *hispanica*, *P. nigra* subsp. *pyrenaica*, *P. pinaster* subsp. *mediterranea*, *P. radiata*, *Q. faginea* y *Q. pyrenaica*.
- Especies megamesotérmicas (ETP > 700 mm): *P. canariensis*, *P. halepensis*, *P. pinaster* subsp. *atlantica*, *P. pinea*, *Q. ilex* y *Q. suber*.

De acuerdo con la oscilación del rango de variación de este parámetro, establecemos la siguiente clasificación de las especies:

- Especies muy estenoicas: (rango < 200 mm): *J. thurifera*, *P. nigra* subsp. *hispanica* y *P. radiata*.
- Especies moderadamente estenoicas (rango entre 200 y 250 mm): *C. sativa*, *F. sylvatica*, *P. canariensis*, *P. nigra* subsp. *pyrenaica*, *P. pinaster* subsp. *atlantica* y *Q. suber*.
- Especies moderadamente eurioicas (rango entre 250 y 300 mm): *P. pinea*, *P. sylvestris*, *Q. faginea* y *Q. pyrenaica*.
- Especies muy eurioicas: (rango > 300 mm): *P. halepensis*, *P. pinaster* subsp. *mediterranea* y *Q. ilex*.

La analogía de este parámetro con el correspondiente del hábitat del pino piñonero es alta para el caso de *Q. ilex* y *Q. suber*; por el contrario destaca la total disparidad con los hábitats de *F. sylvatica*, *J. thurifera*, *P. nigra* subsp. *hisp.* y *P. sylvestris* y casi total para *Q. faginea* y *Q. pyrenaica*.

### Suma de superávits (SUP) (mm)

**Tabla 165.** *Parámetros de la suma de superávits (SUP) para las distintas especies forestales estudiadas y porcentaje de analogía con el hábitat del pino piñonero*

| Especie                             | M     | LS      | LI    | Rango   | US      | UI    | HC    | Analogía piñonero |
|-------------------------------------|-------|---------|-------|---------|---------|-------|-------|-------------------|
| <i>C. sativa</i>                    | 711,9 | 1.543,9 | 138,1 | 1.405,8 | 1.158,4 | 303,3 | 855,1 | 23                |
| <i>F. sylvatica</i>                 | 873,9 | 1.675,3 | 173,6 | 1.501,7 | 1.346,3 | 376   | 970,3 | 0                 |
| <i>J. thurifera</i>                 | 271,4 | 772     | 83    | 689     | 436     | 137   | 299   | 84                |
| <i>P. canariensis</i>               | 380,3 | 883,6   | 89,5  | 794,1   | 660,5   | 154,6 | 505,9 | 77                |
| <i>P. halepensis</i>                | 154,4 | 572,8   | 6,6   | 566,2   | 312,1   | 44,2  | 267,9 | 81                |
| <i>P. nigra</i> subsp. <i>hisp.</i> | 511,8 | 1.303,1 | 142,6 | 1.160,5 | 817,3   | 266,5 | 550,8 | 36                |
| <i>P. nigra</i> subsp. <i>pyr.</i>  | 236,6 | 571,6   | 105,7 | 465,9   | 342,8   | 149,5 | 193,3 | 71                |

| Especie              | M    | LS    | LI   | Rango | US   | UI   | HC   | Analogía piñonero |
|----------------------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------------------|
| <i>P. sylvestris</i> | 3,48 | 10,1  | 0,1  | 10    | 5,9  | 1,3  | 4,6  | 46                |
| <i>Q. faginea</i>    | 3,21 | 10,69 | 0,29 | 10,4  | 5,88 | 0,95 | 4,93 | 65                |
| <i>Q. ilex</i>       | 2,98 | 25,46 | 0,08 | 25,38 | 6,42 | 0,68 | 5,74 | 80                |
| <i>Q. pyrenaica</i>  | 2,62 | 19,59 | 0,15 | 19,44 | 5,27 | 0,7  | 4,57 | 79                |
| <i>Q. suber</i>      | 1,8  | 8,05  | 0,4  | 7,65  | 3,2  | 0,72 | 2,48 | 78                |

Los valores medios de materia orgánica que figuran en la tabla muestran que el pino piñonero es la especie con un menor valor de este parámetro, correspondiendo a lo que se ha calificado como suelos muy poco humíferos, acorde con la circunstancia de ser una especie cuyo tratamiento suele ser muy frecuentemente en masas muy aclaradas o adehesadas.

Los rangos de variación del parámetro clasificar la eurioicidad o la estenoicidad de las diferentes especies con respecto a este parámetro de la forma siguiente.

- Especies muy estenoicas (rango  $\leq 10$ ): *C. sativa*, *P. pinea*, *P. sylvestris* y *Q. suber*.
- Especies moderadamente estenoicas (rango entre 10 y 15): *P. halepensis*, *P. nigra* subsp. *hispanica*, *P. nigra* subsp. *pyrenaica*, *P. pinaster* subsp. *atlantica*, *P. pinaster* subsp. *mediterranea* y *Q. faginea*.
- Especies moderadamente eurioicas (rango entre 15 y 20): *F. sylvatica*, *J. thurifera*, *P. canariensis* y *Q. pyrenaica*.
- Especies muy eurioicas (rango  $> 20$ ): *P. radiata* y *Q. ilex*.

Para este parámetro la analogía con el pino piñonero es nula o mínima en *F. sylvatica*, *P. pinaster* subsp. *atlantica* y *P. radiata*. Por el contrario es alta la coincidencia de hábitats centrales en *P. pinaster* subsp. *mediterranea*, *Q. ilex*, *Q. pyrenaica* y *Q. suber*.

### Acidez actual (PHA)

**Tabla 178.** Parámetros de la acidez actual (PHA) para las distintas especies forestales estudiadas y porcentaje de analogía con el hábitat del pino piñonero

| Especie             | M    | LS   | LI   | Rango | US   | UI   | HC   | Analogía piñonero |
|---------------------|------|------|------|-------|------|------|------|-------------------|
| <i>C. sativa</i>    | 5,07 | 8,3  | 4    | 4,3   | 5,94 | 4,41 | 1,53 | 0                 |
| <i>F. sylvatica</i> | 5,53 | 8,08 | 3,82 | 4,26  | 7,18 | 4,36 | 2,82 | 50                |
| <i>J. thurifera</i> | 7,81 | 8,48 | 5,64 | 2,84  | 8,15 | 7,41 | 0,74 | 29                |

| Parámetro | Significación |
|-----------|---------------|
| TM        | ** (+)        |
| TMF       | ** (+)        |
| OSC1-16   | *** (-)       |
| MMC-31    | ** (+)        |
| MMF       | ** (+)        |
| OSC2-26   | ** (-)        |
| ETP-850   | *** (-)       |
| SUP-250   | *** (-)       |
| DEF-400   | ** (+)        |
| IH        | *** (-)       |
| DSQ-3.5   | ** (+)        |
| TF-70     | ** (+)        |
| LIM-40    | * (-)         |
| PER-4     | * (-)         |
| ETRM      | *** (+)       |
| DRJ-150   | *** (-)       |

**Tabla 186.** Correlaciones significativas de los parámetros con IS (calidad) para el conjunto de parcelas del grupo 1

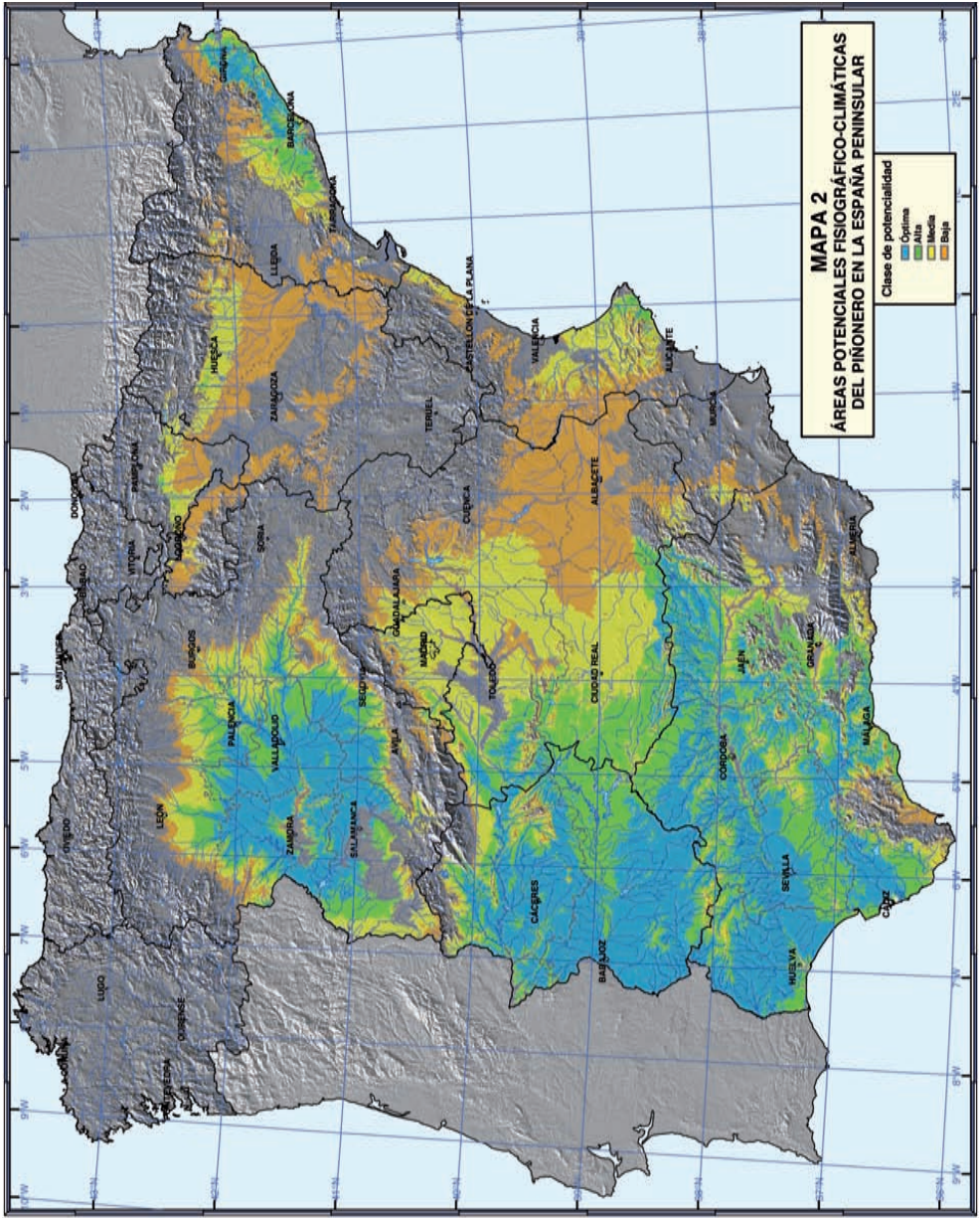
| Parámetro | Significación |
|-----------|---------------|
| MMC       | * (+)         |
| OSC2 - 25 | * (+)         |
| SUP - 210 | * (-)         |
| ARE - 85  | * (+)         |
| LIM - 10  | * (+)         |
| ARC - 25  | * (-)         |
| PER       | ** (-)        |
| HE - 30   | * (-)         |
| CRA - 125 | *** (+)       |
| CNS       | * (-)         |

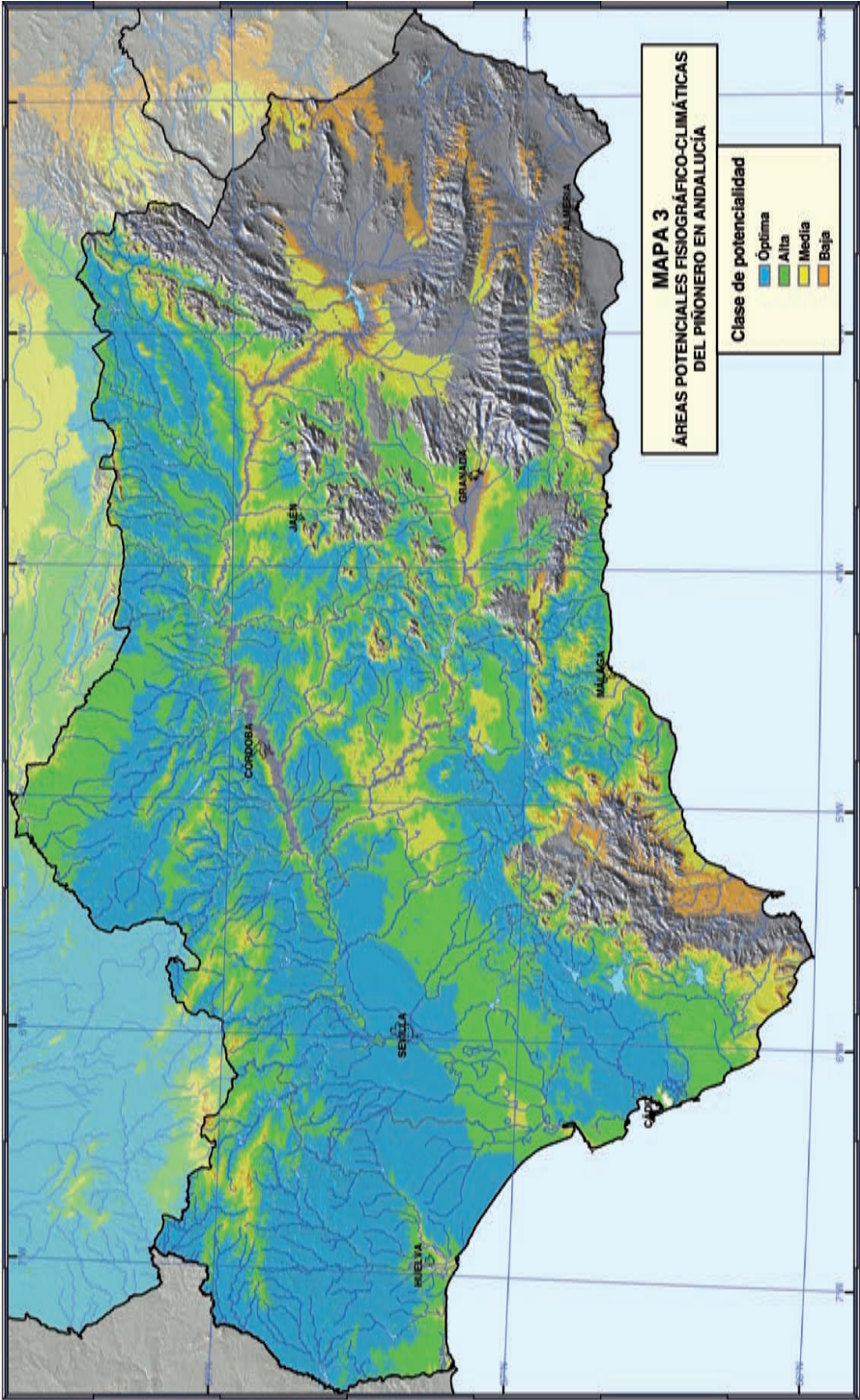
| Parcela | Grupo Territ. | Provincia | Municipio               | X      | Y       | Origen |
|---------|---------------|-----------|-------------------------|--------|---------|--------|
| 3038    | 3             | C. Real   | Luciana                 | 377990 | 4318979 | Rep    |
| 3039    | 3             | C. Real   | Puertollano             | 402000 | 4277000 | Rep    |
| 3040    | 3             | C. Real   | Puertollano             | 408004 | 4276976 | Rep    |
| 3041    | 3             | Jaén      | Montizon                | 497029 | 4254007 | Rep    |
| 3042    | 3             | Jaén      | Montizon                | 491962 | 4252050 | Rep    |
| 3043    | 3             | Jaén      | Castellar               | 481979 | 4244016 | Rep    |
| 3044    | 3             | Jaén      | Santisteban del Puerto  | 481080 | 4242953 | Rep    |
| 3045    | 3             | Jaén      | Aldeaquemada            | 469940 | 4246987 | Rep    |
| 3046    | 3             | Jaén      | Santa Elena             | 456000 | 4251000 | Rep    |
| 3047    | 3             | Jaén      | La Carolina             | 437948 | 4247008 | Rep    |
| 3048    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 399025 | 4235046 | Rep    |
| 3049    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 396002 | 4232048 | Rep    |
| 3050    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 396122 | 4230029 | Rep    |
| 3051    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 401919 | 4223410 | Rep    |
| 3052    | 3             | Jaén      | Marmolejo               | 402122 | 4222424 | Rep    |
| 3053    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 403246 | 4222632 | Nat    |
| 3054    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 409329 | 4223342 | Rep    |
| 3055    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 410361 | 4223720 | Rep    |
| 3056    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 407900 | 4220696 | Rep    |
| 3057    | 3             | Jaén      | Marmolejo               | 401910 | 4219634 | Rep    |
| 3058    | 3             | Jaén      | Marmolejo               | 401704 | 4219006 | Rep    |
| 3059    | 3             | Jaén      | Andujar                 | 406782 | 4219349 | Rep    |
| 3060    | 3             | Córdoba   | Hornachuelos            | 278970 | 4217957 | Rep    |
| 3061    | 3             | Córdoba   | Hornachuelos            | 289000 | 4219000 | Rep    |
| 3062    | 3             | Córdoba   | Espiel                  | 299018 | 4216058 | Nat    |
| 3063    | 3             | Córdoba   | Espiel                  | 302056 | 4218016 | Rep    |
| 3064    | 3             | Córdoba   | Villanueva del Rey      | 307038 | 4220995 | Rep    |
| 3065    | 3             | Córdoba   | Villaviciosa de Cordoba | 310011 | 4211042 | Rep    |
| 3066    | 3             | Córdoba   | Villaviciosa de Cordoba | 311011 | 4211016 | Rep    |
| 3067    | 3             | Córdoba   | Villaviciosa de Cordoba | 313040 | 4209996 | Rep    |
| 3068    | 3             | Córdoba   | Villaviciosa de Cordoba | 326000 | 4203000 | Rep    |
| 3069    | 3             | Córdoba   | Cordoba                 | 342000 | 4206000 | Nat    |

| Parcela | Grupo Territ. | Provincia | Municipio            | X      | Y       | Origen |
|---------|---------------|-----------|----------------------|--------|---------|--------|
| 3070    | 3             | Córdoba   | Cordoba              | 342000 | 4204000 | Rep    |
| 3071    | 3             | Sevilla   | Cazalla de la Sierra | 241995 | 4196877 | Nat    |
| 3072    | 3             | Huelva    | Aroche               | 139953 | 4195166 | Rep    |
| 3073    | 3             | Huelva    | Zufre                | 199374 | 4183324 | Nat    |
| 3074    | 3             | Huelva    | Valverde del Camino  | 176188 | 4165741 | Rep    |
| 3075    | 3             | Huelva    | Valverde del Camino  | 177883 | 4161629 | Rep    |
| 3076    | 3             | Huelva    | Niebla               | 175659 | 4157782 | Rep    |
| 3077    | 3             | Huelva    | Niebla               | 177591 | 4156651 | Rep    |
| 3078    | 3             | Huelva    | Niebla               | 172275 | 4151962 | Rep    |
| 3079    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 126047 | 4146375 | Nat    |
| 3080    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 126166 | 4146391 | Nat    |
| 3081    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 127313 | 4145744 | Nat    |
| 3082    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 124670 | 4143502 | Nat    |
| 3083    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 126043 | 4142232 | Nat    |
| 3084    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 126086 | 4142224 | Nat    |
| 3085    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 136419 | 4143956 | Rep    |
| 3086    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 137257 | 4141642 | Rep    |
| 3087    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 137150 | 4139227 | Rep    |
| 3088    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 137186 | 4139285 | Rep    |
| 3089    | 3             | Huelva    | Aljaraque            | 139037 | 4134546 | Nat    |
| 3090    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 136923 | 4134097 | Nat    |
| 3091    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 136852 | 4134166 | Nat    |
| 3092    | 3             | Huelva    | Aljaraque            | 139390 | 4134096 | Nat    |
| 3093    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 138833 | 4132893 | Rep    |
| 3094    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 138833 | 4132895 | Rep    |
| 3095    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 137872 | 4131279 | Nat    |
| 3096    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 137803 | 4131320 | Nat    |
| 3097    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 139864 | 4131410 | Nat    |
| 3098    | 3             | Huelva    | Cartaya              | 137804 | 4130664 | Nat    |
| 3099    | 3             | Huelva    | Hinojos              | 193613 | 4132196 | Nat    |
| 3100    | 3             | Huelva    | Hinojos              | 196086 | 4134247 | Nat    |
| 3101    | 3             | Huelva    | Hinojos              | 195964 | 4134237 | Nat    |

| Parcela | TF    | ARE   | LIM   | ARC   | PER  | HE    | CRA    | MO   | MOS  |
|---------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|------|------|
| 3113    | 80,15 | 95,62 | 2,51  | 1,87  | 5,00 | 6,30  | 78,31  | 0,32 | 0,60 |
| 3114    | 96,14 | 92,43 | 4,84  | 2,73  | 5,00 | 7,43  | 109,55 | 0,80 | 1,71 |
| 3115    | 76,26 | 92,00 | 4,57  | 3,43  | 5,00 | 7,69  | 91,52  | 0,75 | 1,38 |
| 3116    | 96,95 | 90,40 | 7,36  | 2,24  | 5,00 | 7,69  | 115,73 | 0,34 | 0,56 |
| 3117    | 96,99 | 71,75 | 12,23 | 16,02 | 4,40 | 14,96 | 260,84 | 0,49 | 0,79 |
| 3118    | 95,72 | 90,11 | 6,00  | 3,90  | 5,00 | 8,06  | 120,48 | 0,38 | 0,68 |
| 3119    | 99,75 | 79,73 | 9,21  | 11,06 | 4,60 | 11,95 | 241,62 | 0,29 | 0,42 |
| 3120    | 98,78 | 76,69 | 15,82 | 7,50  | 5,00 | 12,17 | 184,18 | 0,63 | 1,29 |
| 3121    | 98,94 | 88,65 | 5,93  | 5,42  | 5,00 | 8,68  | 132,50 | 0,35 | 0,62 |









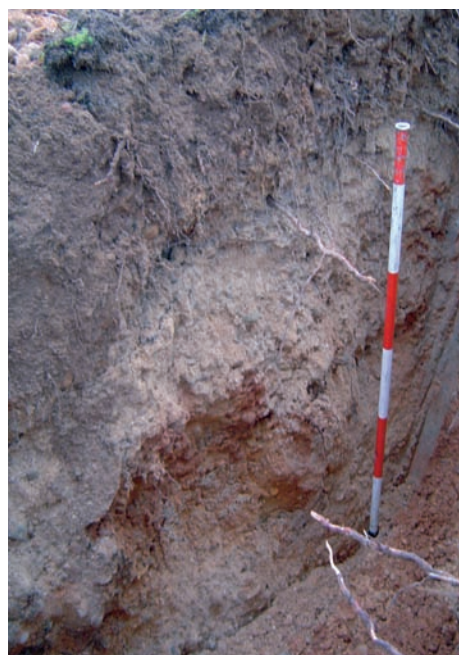
**Foto 5.** *Luvisol dístrico (A; Bt)*



**Foto 6.** *Phaeozem lúvico (A; Bt; Bt/C)*



**Foto 7.** *Regosol éutrico (A; Bw; C)*



**Foto 8.** *Umbrisol háplico (A; Bw/C)*

## **Sistemas radicales**



**Foto 1.** Sistema radical de piñonero



**Foto 2.** Sistema radical de piñonero (Vista general)