

## **CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LAS MASAS CON SABINA (*Juniperus thurifera* L.) DE CASTILLA Y LEÓN.**

**Cabrerizo Soria, V.<sup>1</sup>, San Martín Fernández, R.<sup>2</sup>, García Gonzalez, MD.<sup>1</sup>, Gonzalo Pérez, G.<sup>3</sup>, De La Fuente Leon, J.<sup>3</sup>, Gonzalez Hernández, M.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Departamento de Investigación y Experiencias Forestales de Valonsadero. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.*

<sup>2</sup> *Departamento de estadística e investigación operativa. E. T. S. de Ingenierías Agrarias de Palencia. Universidad de Valladolid.*

<sup>3</sup> *Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. E. U. de Ingenierías Agrarias de Soria. Universidad de Valladolid.*

**Resumen:** Los sabinos albares (*Juniperus thurifera* L.) requieren una especial consideración por su singularidad y su gran interés ecológico. Según el Tercer Inventario Forestal Nacional (2002) la sabina ocupa una extensión de unas 103.288 ha en Castilla y León lo que supone aproximadamente un 3,4 % de la superficie forestal arbolada de Castilla y León. El objetivo de este trabajo es realizar una tipificación de las masas de sabina albar en nuestra región en función de su estructura, sus potencialidades, sus usos preferentes y, por tanto, su posible modelo de gestión sostenible. Se ha tomado una muestra de 853 parcelas del Tercer Inventario Forestal Nacional con algún pie de sabina albar, y tras un análisis de componentes principales se ha realizado un análisis cluster utilizando el método aglomerativo de Ward según distancia euclídea. Se han establecido 6 clases de las cuales se han estudiado los estadísticos descriptivos para ver la coherencia de la clasificación y la posibilidad de reconocerlas fácilmente. Posteriormente se ha realizado una clave dicotómica con las variables del IFN para utilizar esta clasificación y se han representado las clases sobre el Mapa Forestal.

**Palabras clave:** Inventario Forestal Nacional, caracterización dasométrica, tipificación, sabina.

### **CHARACTERIZATION AND TIPIFICATION OF FOREST WITH JUNIPERS (*JUNIPERUS THURIFERA* L.) FROM CASTILE AND LEÓN.**

**Abstract:** The *Juniperus thurifera* L. forest needs a special consideration for his singularity and his ecological interest. According to the third national inventory (M.M.A, 2005) the Spanish savin seats an extension about 103.288 hectares in Castilla y León that means the 3,4 % of the forest area of our region. The objective of this work is to make a classification of the Spanish savin forest in Castilla y León in function of his structure, his potentiality, his preferable uses and so his sustainable management model. We have taken a sampling of 870 plots of the third forest national inventory with some trees of Spanish savin and after a principal components analysis we have done an automatic hierarchical classification using the Ward method. We got 6 groups and we studied his descriptive statistical to check the classification coherence and the possibility of to identify easily the groups. Afterwards we have made a dichotomic key with the forest national inventory to use this classification and we have represented the groups above the Forest Map.

**Key words:** Forest National Inventory, dasometry characterization, typification, Spanish savin.

### **CARACTERISATION ET CLASSIFICATION DES PEUPELEMENTS AVEC GENÉVRIERS (*Juniperus Thurifera* L.) DE CASTILLE ET LEÓN.**

**Résumé** Les genévriers thurifères (*Juniperus thurifera* L.) demandent être considérés par leur singularité et leur grand intérêt écologique. Selon le Troisième Inventaire Forestier National (2002) le genévrier thurifère occupe une extension d'environ 103.288 ha en Castille et Léon, ce qui représente approximativement le 3,4 % de la surface forestière boisée de notre région. Le but de cette étude est de faire une classification des peuplements de genévrier thurifère en Castille et Léon selon sa structure, ses potentialités, ses usages préférentiels et, par conséquent, son possible modèle de gestion durable. Un échantillon de 853 parcelles du Troisième Inventaire Forestier National avec la présence de quelque pied de genévrier thurifère a été pris. Après un analyse des composants principaux une classification (cluster) a été faite, utilisant la méthode agglomérative de Ward selon la distance euclidienne. 6 groupes ont été établis, dont les statistiques descriptives ont été étudiées pour percevoir la cohérence de la classification et la possibilité de reconnaître les groupes facilement. Puis une clé dichotomique avec les variables de l'IFN a été faite pour utiliser cette classification et les groupes ont été représentés sur la Carte Forestière.

**Mots-clés:** Inventaire Forestier National, caractérisation dasométrique, classification, genévrier.

## INTRODUCCIÓN.

Los sabinares albares, y por añadidura su especie principal la sabina (*Juniperus thurifera L.*) constituyen una de las comunidades vegetales más singulares y emblemáticas de Castilla y León donde se encuentran los sabinares más extensos y mejor conservados del mundo.

Es destacable el aumento experimentado por la superficie ocupada por la sabina en los últimos años. Según el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN 3) (M.M.A, 2005) la sabina ocupa una extensión de unas 103.288 ha en Castilla y León y según el Mapa Forestal de España se obtuvo una superficie de 100.921 ha lo que supone aproximadamente un 3,4 % de la superficie forestal arbolada de nuestra región, . Según el IFN 3 Castilla y León ha aumentado un 40 % la superficie arbolada en los últimos 10 años y dentro de este aumento podemos señalar que la sabina ha aumentado su superficie desde la realización del IFN 2 (1992) un 38,5 % (ALBERA, 2005) aunque una parte de este incremento debe atribuirse a los nuevos criterios de selección de parcelas de inventario del IFN3.

Debido al creciente interés que esta despertando esta especie se pretende a través de este trabajo la realización de una clasificación de las masas de sabina albar de Castilla y León que permita adscribirlas a un grupo de bosques, más o menos homogéneos, en función de su estructura, sus potencialidades, sus usos preferentes y, por tanto, su posible modelo de gestión sostenible.

La tipificación de los sabinares, tanto particularizada para una región determinada, como generalizada a todas las formaciones de una región amplia, ha sido objeto de estudio de diversos autores aunque nunca a nivel selvícola. Existen tipificaciones fitoecológicas de los sabinares albares para la provincia de Teruel y el Sistema Ibérico meridional (COSTA *et al*,1987); para la Península Ibérica (COSTA *et al*, 1993) y para el Sistema Ibérico Aragonés (VILLAR & FERNÁNDEZ, 2000). También se han tipificado los sabinares albares geobotánicamente (COSTA *et al*, 1996)

Este trabajo se enclava en la línea de investigación de modelos selvícolas para las principales masas forestales de Castilla y León que la Junta de Castilla y León lleva a cabo en el Departamento de Investigación Forestal de Valonsadero.

## MATERIAL Y METODOS

Se ha partido de los datos de campo revisados del Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN 3) realizado entre los años 2002 y 2004 (MMA, 2005) para Castilla y León (España). Se procedió a la elaboración de una base de datos con las parcelas de Castilla y León que tienen presencia de algún pie de *Juniperus thurifera L.* Para ello se ha utilizado el programa Basifor 2.0 (BRAVO, F.; 2002) el cual permite manejar con flexibilidad y potencia las bases de datos existentes del IFN. Mediante Basifor 2.0 y algunos cálculos adicionales se consiguió una base de datos inicial con 887 parcelas repartidas en las provincias de Burgos, León, Palencia, Segovia, Soria y Valladolid. En la tabla 1 se incluyen las variables de la base de datos estudiadas.

Se procedió a estudiar con las variables incluidas en la tabla 1 los estadísticos descriptivos de cada variable para detectar posibles errores de la base y caracterizar la muestra (tabla 2). Se observaron una serie de datos defectuosos en parcelas incompletas o dudosas por lo que se desearon 34 parcelas quedando finalmente una base de datos de 853 parcelas.

Una vez comprobada la coherencia de la base de datos se procedió a realizar un análisis de los componentes principales en el que se dio la misma importancia a todas las variables y se realizaron los cambios de variable necesarios para conseguir obtener la multinormalidad de la distribución (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Tras esto se hizo un análisis cluster utilizando el método aglomerativo de Ward según distancia euclídea (PEÑA,

1989). Para la realización de estos análisis se utilizó el programa informático de estadística Spad 5.0 (CISIA CERASTA, 1987-2001).

Una vez obtenidas las clases y su correspondencia con las parcelas objeto de estudio, se estudiaron los estadísticos descriptivos de cada variable por clase y un análisis de varianza de cada variable usando el factor clase. Para la separación de medias se utilizó el Test de la mínima diferencia significativa (LSD). Con ello se realizó la descripción de las clases y se elaboró una clave dicotómica con variables sencillas de medir para poder clasificar fácilmente cualquier masa de sabina. Además, se representaron las 853 parcelas del IFN 3 clasificadas sobre el Mapa Forestal para ver su distribución espacial en Castilla y León.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de componentes principales:

Los tres primeros ejes absorben el 75,66 % de la variabilidad. En la tabla 3 se incluye la descripción del porcentaje acumulado de la variabilidad por componente.

La primera componente representa fundamentalmente un gradiente del tamaño de los pies tanto en altura como en diámetro. La segunda componente representa el grado de mezcla de las masas y su estructura (regular frente a irregular). La tercera componente representa la densidad de las masas. En la tabla 4 se incluye la correlación de cada variable con las componentes principales.

### Análisis cluster:

A la vista de la estructura de agrupación de las parcelas se han seleccionado 6 clases, en la figura 1 se incluye el dendrograma obtenido en el análisis cluster.

La descripción de las clases es la siguiente:

- **Clase 1:** Formaciones mixtas, densas con poca sabina pero de gran tamaño. Contiene 100 parcelas (12 % del total). Son las que menor cantidad de sabina tienen, con unos 700 pies/ha y tan solo el 20 % de ellos son de sabina. Son masas mixtas con hasta 6 especies principales diferentes por parcela: *Juniperus thurifera* L., *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, y en menor medida *Quercus ilex* y *Quercus faginea*. Formadas por sabinas de gran tamaño, con una altura media de 9,2 m, y poca variación de altura entre pies de una misma parcela. Su diámetro dominante medio es 30 cm pero pueden aparecer algunos pies de sabina con diámetros superiores a los 60 cm.

- **Clase 2:** Masas puras, maduras y abiertas (dehesas de sabina). Contiene 102 parcelas (12 % del total). Formada por masas casi puras (94 % de los pies) y muy abiertas con unos  $290 \pm 30$  pies totales por hectárea. Masas formadas por sabinas maduras de grandes dimensiones con una altura media en torno a los 7 m pero con ejemplares que llegan hasta los 14,5 m mezclados con pies más jóvenes de regenerado y hasta 11 clases diamétricas distintas con valores que van desde los 5 hasta los 120 cm. Son sabinares puros con una buena estructura de la masa similar a las dehesas, aunque claramente irregular.

- **Clase 3:** Sabinares densos, irregulares y mixtos mezclados con *Quercus ilex*. Contiene 95 parcelas (11 % del total) Formadas por masas muy densas ( $900 \pm 80$  pies/ha). La especie principal es la sabina con un 70 % de los pies, mezclada con: *Quercus ilex* y en menor medida con especies como *Quercus faginea*, *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*.

Pies de talla media con una altura media de unos 5,5 m y un diámetro dominante entre los 22 cm y los 28 cm, aunque pueden presentar algún ejemplar de grandes dimensiones. Masas irregulares con unas 4 clases diamétricas distintas de sabina por parcela y un rango de diámetros elevado. Esta clase es difícil de caracterizar porque incluye algunas parcelas con unas densidades muy altas mayores de 900 pies/ha llegando incluso a los 2400 pies/ha en

cuyo caso la proporción de sabina disminuye. Y otras prácticamente puras con un número de pies de sabina mayor de los 900 pies/ha llegando incluso a los 1500 pies/ha.

- **Clase 4:** Masas en desarrollo, de densidad media, irregulares y puras. Contiene 217 parcelas (25 % del total) y es la clase más extendida en Castilla y León. Formadas por masas de densidad media, (360 pies/ha) y puras ( $95 \pm 2$  % de los pies son sabinas). Ejemplares con alturas entre los 4 y los 7 metros de media. Tienen un diámetro cuadrático medio menor de 20 cm y un diámetro dominante entre los 18 y los 23 cm. Con unas 4 o 5 clases diamétricas distintas por parcela que van desde los 5 cm hasta los 55 cm lo que indica su irregularidad y la presencia de pies en su mayoría jóvenes en desarrollo.

- **Clase 5:** Formaciones mixtas dominadas por *Quercus*, de densidad alta, jóvenes y con poca sabina. Contiene 153 parcelas (18 % del total). Masas densas, con un número total de pies mayor de 700 pies/ha pero tan solo el 23 % de los pies corresponden a sabinas. Presentan entre 2 y 3 especies principales, lo más común es que las sabinas estén mezcladas con *Quercus Ilex* presente en el 80 % de las parcelas, aunque también es frecuente la presencia de otras especies como *Quercus faginea* y algunas especies del género *Pinus* como *P. Sylvestris* y *P. Pinaster*. Masas más jóvenes con altura media entre los 5 y los 6 m. Diámetro dominante menor de 25 cm y diámetro cuadrático medio menor de 15 cm. Al igual que en la clase 1 las demás especies que conviven con las sabinas tienen muchas clases diamétricas y mucho rango sin embargo las sabinas son más regulares.

- **Clase 6:** Masas puras de sabina, claras, regulares y jóvenes. Contiene 186 parcelas (22 % del total). Formada por las masas más claras con un total de unos 160 pies/ha de media de los cuales casi el 95 % de los pies son de sabina. Son masas muy abiertas con ejemplares de sabina jóvenes lo que nos da el menor índice de Reineke de todas las clases (menor de 100), tienen la altura media más baja, menor de los 5 m y diámetros dominantes en su mayoría menores de 18 cm. Tienen poco rango de alturas con algo menos de 1 m de diferencia entre los pies más grandes y los más pequeños de una misma parcela, así como pocas clases diamétricas y poca diferencia entre ellas.

Estudiando estas clases desde el ámbito ecológico de los sabinares albares se puede decir que existe una progresión de las masas incluidas en la clase 6 al 4 y posteriormente al 3. Mientras que la clase 2 da lugar a una fisonomía artificial típica de dehesa, y las clases 1 y 5 podrían significar tránsitos entre sabinares secundarios y otras formaciones clímax que se están recuperando tras la reducción o cese de alguna actividad humana (encinares, quejigares, pinares, etc).

### Clave dicotómica:

Para la realización de la clave dicotómica se han seleccionado las siguientes variables por su facilidad de medición y por ser capaces de determinar a partir de ellas la inclusión de una parcela cualquiera de sabina en una de las clases propuestas, las variables son: Ns, % Ns / Nt, Do, Ho, CDs, y RHs.

En este artículo se incluyen solamente los resultados de los análisis de varianza de aquellas variables que permitan separar mejor las clases de masas definidas. En la figura 2 se incluyen algunos de los anovas de las principales variables utilizadas en la clave.

La clave dicotómica elaborada es la siguiente:

- a. Parcelas con una proporción de pies de sabina inferior al 50%.....**b**
- a. Parcelas con una proporción de pies de sabina superior al 90 %.....**c**
- a. Parcelas con una proporción de pies de sabina entre el 50 % y el 90%.....**d**
  - b. Número de pies/ha de sabina menor de 200, masas mixtas con ejemplares de sabina muy maduros con alturas medias en torno a los 9,5 m y diámetros dominantes mayores de 30 cm.....**clase 1**

- b.** Número de pies/ha de sabina menor de 200, masas mixtas pero con ejemplares de sabina mas jóvenes con alturas medias entre los 4 m y los 6 m y diámetros dominantes entre los 14 cm y los 22 cm.....**clase 5**
- b.** Número de pies/ha de sabina entre 200 y 500, y un numero total de pies/ha mayor de 500, y un diámetro dominante mayor de 19 cm.....**clase 3**
- c.** Número de sabinas menor de 500 pies/ha, masas irregulares con hasta 11 clases diamétricas distintas por parcela y una diferencia de alturas entorno a los 5 m y diámetros cuadráticos mayores de 16cm. Presencia de ejemplares muy maduros de grandes dimensiones.....**clase 2**
- c.** Número de sabinas menor de 700 pies/ha, (unos 360 pies de media) con alturas medias entre los 4 y los 7 m, un diámetro cuadrático medio menor de los 20 cm y hasta 6 clases diamétricas distintas por parcela.....**clase 4**
- c.** Número de sabinas menor de 300 pies/ha, unos 160 pies/ha de media, masas muy abiertas con un índice de Rieneke menor de 150, con una altura media menor de 5 m y un diámetro cuadrático menor de 20 cm.....**clase 6**
- d.** Número total de pies mayor de 500 pies/ha.....**clase 3**
- d.** Número total de pies menor de 500 pies/ha: en este rango de valores se encuentran una serie de parcelas de transición que evolucionaran a unas clases u otras en función de sus tratamientos selvícolas y sus aprovechamientos.

En la figura 3 se representa la distribución geográfica de las distintas clases sobre el Mapa Forestal de Castilla y León. Se agrupan en pequeños grupos de parcelas de una misma clase entremezcladas con las demás clases sin una distribución geográfica homogénea.

## **CONCLUSIONES:**

Se han definido para Castilla y León 6 clases diferentes de masas con presencia de sabina albar a partir de los datos selvícolas del IFN 3, estas clases servirán como base para la definición de modelos selvícolas de gestión, forestal sostenible para los sabinares de Castilla y León.

Además se ha realizado una clave dicotómica que permite la clasificación de los sabinares mediante variables fáciles de medir.

En una segunda etapa será necesario establecer una relación entre estas clases de sabinares y sus potencialidades y actuales usos y aprovechamientos.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- ALBERA MEDIO AMBIENTE S.L.; 2005. Castilla y León crece con el bosque. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.
- ALLUÉ ANDRADE, J.L.; 1990. Atlas fitoclimático de España. Taxonomías. Ministerio de Agricultura, Pesca y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.
- BRAVO. F.; 2002. Basifor versión 2.0. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente. Universidad de Valladolid.
- CISIA CERESTA, 1987-2001. Spad versión 5.0
- COSTA, M.; MORLA C.; SÁINZ, H.; 1987. Contribución a la tipificación de los sabinares albares (*Juniperus thurifera* L.) en el Sistema Ibérico meridional. Lazaroa
- COSTA, M.; GÓMEZ, F.; MORLA C.; SÁINZ, H.; 1993. Caracterización fitoecológica de los sabinares albares de la Península Ibérica. Orsis.

- COSTA, M.; GÓMEZ, F.; MORLA F.; SÁINZ, H.; 1996. Del tratamiento geobotánica y fitosociológico de los sabinares albares españoles. Anales Jardín Botánico.
- I.C.O.N.A. 2003. Mapa Forestal de España. Castilla y León. Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- LEGENDRE & LEGENDRE, L.; 1998. Numerical Ecology. Elsevier. Oxford.
- M.M.A.; 2005. Tercer Inventario Forestal Nacional.
- PEÑA, D.; 1989. Estadística, modelos y métodos 2. Modelos lineales y series temporales. Alianza, Madrid
- VILLAR, L. & FERNANDEZ, J.V.; 2000. Usos etnobotánicos de la sabina albar y arbustos que la acompañan en Aragón. Les Dossiers Forestiers 6.

**Tabla 1.** Variables utilizadas.

Provincia	Altura media (Hm)
Parcela	Altura dominante (Ho)
Numero total de pies (Nt)	Diámetro cuadrático medio (Dg)
Numero de pies de sabina (Ns)	Diámetro dominante (Do)
% de numero de pies de sabina (% Ns/Nt)	Área basimétrica de sabina respecto del total (ABs/ABt)
Altura mínima total (mín Ht)	Numero de especies por parcela (N° ssp parcela)
Altura máxima total (máx. Ht)	Clase diamétrica total (CDt)
Altura mínima de los pies de sabina (mín Hs)	Clase diamétrica de sabina (CDs)
Altura máxima de los pies de sabina (máx. Hs)	Rango de clases diamétricas totales (Rango CDt)
Rango de alturas totales (RHt)	Rango de clases diamétricas de sabina (Rango CDs)
Rango de alturas de los pies de sabina (RHs)	Índice de Reineke (Reineke)

**Tabla 2.** Valores de los estadísticos descriptivos para cada variable.

Variables	Frecuencia	Media	Varianza	Desviación Típica	Mínimo	Máximo	Rango	Asimetría Típica	Curtosis Tipificada
Nt	853	467	167879	409,73	10	2702	2691,9	20,12	20,83
Ns	853	251	53482,6	231,26	5	1573	1568,7	22,51	32,52
% Ns/Nt	853	70,2	1356,57	36,83	0,91	100	99	-8,44	-7,12
min Ht	853	4,5	1,52	1,23	1,5	10,5	9	12,92	12,89
max Ht	853	8,8	13,15	3,62	2,3	37,5	35,2	19,61	34
min Hs	853	4,8	2,32	1,52	2	12,5	10,5	15,86	16,09
max Hs	853	7,4	4,67	2,16	2,3	14,5	12,2	5,68	0,003
RHt	853	4,3	11,84	3,44	0	33,5	33,5	21,52	44,22
RHs	853	2,6	4,53	2,13	0	10,3	10,3	7,79	0,1
Hm	853	5,9	3,19	1,78	2,3	16,75	14,45	17,4	17,95
Ho	853	6,9	6,89	2,62	2,3	30,24	27,94	26,04	56,42
Dg	853	17,2	40,81	6,38	7,6	54,75	47,15	20,1	29,94
Do	853	22,4	61,78	7,86	7,6	62,45	54,85	9,33	6,17
ABs/ABt	853	0,7	0,13	0,36	0,01	1	0,98	-8,84	-6,74
N° ssp parcela	853	1,6	0,6	0,77	1	6	5	13,93	8,85
CDt	853	3,9	4,28	2,06	1	15	14	9,76	5,71
CDs	853	2,9	3,09	1,76	1	11	10	11,43	4,66
Rango CDt	853	24,7	254,68	15,95	5	120	115	17,28	22,15
Rango CDs	853	17,8	177,01	13,3	5	120	115	21,98	36,69
Reineke	853	220'4	31432,9	177,293	10,464	1091,4	1081	16,6392	12,9226

**Tabla 3.** Porcentaje acumulado de variabilidad por componente principal.

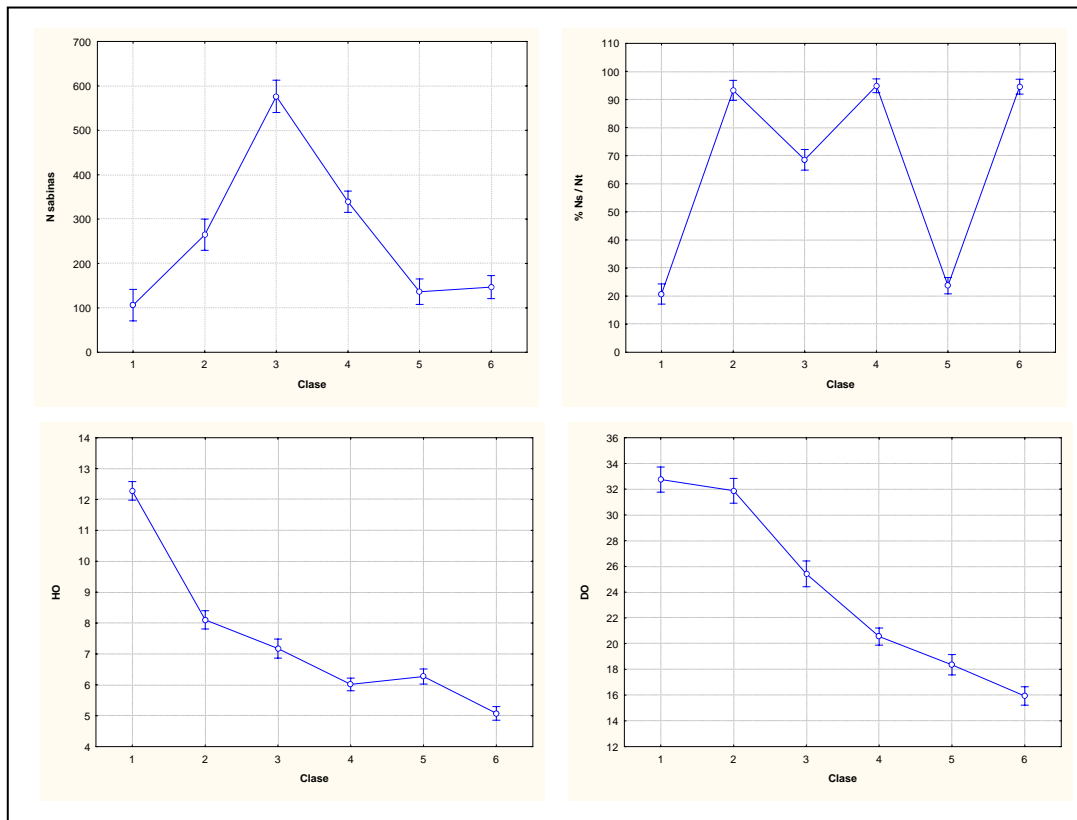
Componente número	% Total varianza	Varianza acumulada
1	38,54902	38,5490
2	22,01101	60,5600
3	15,09688	<b>75,6569</b>
4	5,93281	81,5897
5	5,33428	86,9240

**Tabla 4.** Correlación de las variables iniciales con las componentes principales. Se han remarcado los valores representativos (con coeficiente mayor de 0,7).

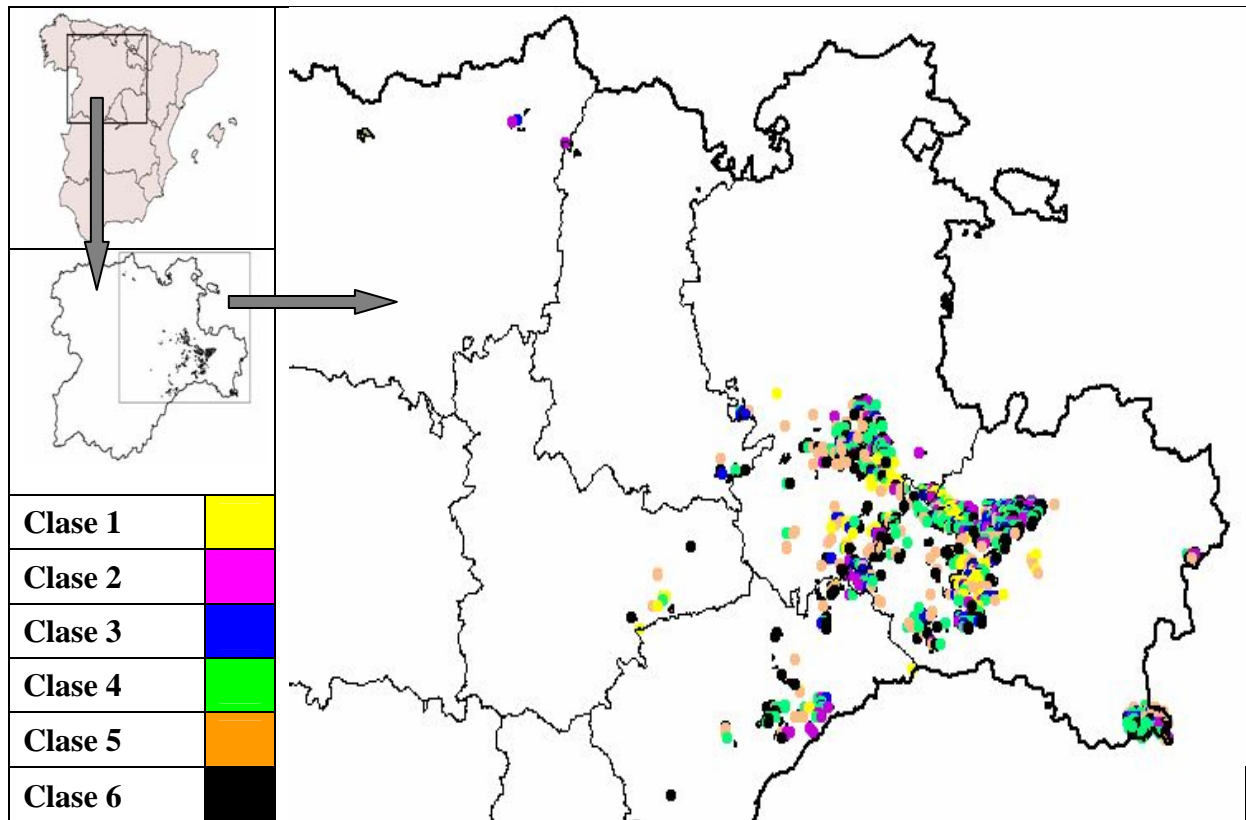
VARIABLES	COMP 1	COMP 2	COMP 3
N total	-0,343031	0,145129	<b>-0,752873</b>
N sabinas	0,016366	-0,586257	-0,446067
% Ns / Nt	0,452427	<b>-0,710707</b>	0,371092
Mín Ht	-0,358730	0,316441	<b>0,702317</b>
Máx Ht	<b>-0,890087</b>	0,078925	0,045811
Mín Hs	-0,441511	0,496327	0,525745
Máx Hs	<b>-0,710606</b>	-0,386427	0,233148
RHt	<b>-0,809649</b>	-0,030239	-0,203469
RHs	-0,405036	<b>-0,746984</b>	-0,139539
HM	<b>-0,801093</b>	0,228729	0,388032
HO	<b>-0,884395</b>	0,204203	0,119844
DG	-0,515711	-0,170431	0,663682
DO	<b>-0,850817</b>	-0,198323	0,230692
AB s / AB t	0,515695	<b>-0,712393</b>	0,352512
N° ssp parcela	-0,512720	0,522835	-0,422749
CDt	<b>-0,846525</b>	-0,277465	-0,191338
CDs	-0,302402	<b>-0,848517</b>	-0,060660
Rango CDt	<b>-0,727984</b>	-0,293521	-0,100194
Rango CDs	-0,303765	<b>-0,802508</b>	-0,003785
REINEKE	<b>-0,757560</b>	0,031804	-0,465768



**Figura 1.** Dendrograma resultante del proceso de agrupación en el espacio de 3 dimensiones.



**Figura 2:** Gráficos de separación de medias (Test LSD con  $p > 95\%$ ) de los análisis de varianza de las variables mas importantes utilizadas para realizar la clasificación.



**Figura 3.** Representación de las parcelas por clase en el Mapa Forestal