

## TIPIFICACIÓN DE LOS ALCORNOCALES CATALANES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DENDROGRAMAS. Y RELACIÓN CON OTROS MÉTODOS

A. Domínguez-Planella, L. Polo y L. Vilar

Dept. de Ciències Ambientals. Universitat de Girona. Campus de Montilivi. 17071 Girona, Spain.

### RESUM

Les suredes del nord-est de la Península Ibèrica s'han dividit en 7 zones segons les seves característiques físiques, principalment l'altitud, el tipus de substrat rocós i les peculiaritats climàtiques. Aquestes zones són: Gavarres O, Gavarres CE, Gavarres S, massís d'Ardenya, Selva-Guilleries, Selva-Depressió i serra de l'Albera.

S'han realitzat prop de 100 inventaris de parcel·les de suredes seguint la metodologia fitosociològica. Les dades s'han tractat estadísticament per tal de realitzar una classificació o *clustering* dels inventaris.

De cada zona s'han obtingut les abundàncies de cada espècie, recollides a la taula 1, la qual cosa permet observar força bé les diferències existents. Comparant aquests resultats amb els grups obtinguts mitjançant el tractament matemàtic, observem que s'obtenen més grups (9 en total) que en dividir l'àrea estudiada en zones (7), i que amb el dendrograma es posen de manifest heterogeneïtats dintre de les zones establertes *a priori*. Tot i això, no tots els grups que s'obtenen del tractament matemàtic són directament interpretables, a causa de l'elevat nombre d'espècies i inventaris a tractar.

### RESUMEN

Los alcornoques del noreste de la Península Ibérica se han dividido en 7 zonas según sus características físicas, principalmente la altitud, el tipo de sustrato rocoso y las peculiaridades climáticas. Estas zonas son: Gavarres O, Gavarres CE, Gavarres S, macizo de Ardenya, Selva-Guilleries, Selva-Depresión y sierra de la Albera.

Se han realizado casi 100 inventarios de parcelas con alcornoque siguiendo la metodología fitosociológica. Estos datos se han tratado estadísticamente para realizar una clasificación o *clustering* de los inventarios.

De cada zona se han obtenido las abundancias de cada especie, recogidas en la tabla 1, lo que permite observar bastante bien las diferencias existentes. Comparando estos resultados con los grupos obtenidos mediante el tratamiento matemático, observamos que se obtienen más grupos (9 en total) que al dividir el área estudiada por zonas (7), y que mediante el dendrograma se ponen de manifiesto heterogeneidades dentro de las zonas establecidas *a priori*. Aun así, no todos los grupos que se obtienen del tratamiento matemático son directamente interpretables, debido al elevado número de especies e inventarios a tratar.

### ABSTRACT

We present a part of a general study about cork-oak forests of the NE of the Iberian Peninsula. The studied area has a mediterranean climate, with some variations due to local causes that affect certain parts of the territory. This area has been divided into seven zones according to the following parameters: altitude, geology and climate characteristics. These zones are Gavarres W, Gavarres C-E, Gavarres S, massif of Ardenya, Selva-Guilleries, Selva-Depression and Sierra of Alberes.

Nearly one hundred of phytosociological inventories have been done in cork-oak forests. Data have been statistically processed for clustering purposes.

The abundance of the different species found in each of the seven zones is shown in Table I and many differences between them can be observed.

Although 7 zones were initially established, clustering results yield 9 different groups. So clustering points out the presence of heterogeneity inside the pre-established zones. However, due to the great number of species and inventories, not all the groups that appear in the dendrogram are directly interpretable.

### RESUMÉ

Cette étude-ci est comprise dans un programme générale de recherche-étude des subéaires catalanes, qui se trouvent dans le nord-est de la Péninsule Ibérique, où le climat est méditerranéen avec des petites variations. Le territoire a été divisé en 7 zones selon ses caractéristiques physiques différentielles: altitude, substrat rocheux et particularités climatiques. Celles-ci sont: Gavarres W, Gavarres C-E, Gavarres S, massiff d'Ardenya, Selva-Guilleries, Selva-Dépression et les Albères.

Environ 100 relevés phytosociologiques ont été accomplis. Le traitement mathématique de ces données a entraîné un classement ou clustering des relevés.

L'abondance de chaque espèce dans les 7 zones révèle des différences parmi les zones. Le groupement résultant montre 9 groupes en face des 7 zones qu'on a établi préalablement dans ce territoire.

**Keywords:** *Quercus suber*, dendrogram, cork-oak forests, NE of Spain.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte de un estudio más amplio sobre los alcornoques catalanes, llevado a cabo por el Laboratori del Suro de la Universitat de Girona (Vilar et al., 1989; Molinas et al., 1989; Molinas & Oliva, 1989) con el fin de abarcar distintos aspectos: la cartografía de las masas de alcornoque (Vilar et al., 1992), el estudio de la composición y estructura del bosque (Vilar et al., 1990), la producción y biomasa del alcornoque (Caritat et al., 1992) y su anatomía (Verdaguer & Molinas, 1992).

Nuestro equipo se ha dedicado al estudio de las masas de alcornoque, principalmente desde el punto de vista fitosociológico (composición florística, estructura del bosque) (Domínguez-Planella et al., 1992, Vilar et al., 1994) y también en relación con el medio físico (Domínguez-Planella et al., 1992). Los inventarios de vegetación se han agrupado en una tabla sintética de especies, y con el propósito de estudiar estos datos desde un punto de vista estadístico, se ha realizado un tratamiento matemático de clasificación mediante Cluster Analysis.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El área estudiada se encuentra situada en el nordeste de la Península Ibérica, e incluye varias sierras situadas en las comarcas de la Selva, el Gironès, el Empordà i el Vallespir, concretamente las Guilleries (Sierra Prelitoral Catalana), la Selva marítima y las Gavarres (Sierra Litoral Catalana) y la Sierra de Albera (Pirineo Oriental). Su altura se halla comprendida entre 0 y 800 m y presenta un clima mediterráneo típico, con

variación a un clima mediterráneo subhúmedo en altitud, que afecta a una parte más o menos importante del territorio.

El área estudiada se ha dividido en 7 zonas (figura 1), que a priori se han diferenciado por sus características físicas, principalmente la altitud, el tipo de substrato rocoso y las peculiaridades climáticas.

La zona estudiada más amplia es el macizo de las Gavarres, situado en la Sierra Litoral Catalana y con una orientación general del relieve en la dirección NO-SE. Es suficientemente amplio (37 km de longitud máxima) como para que en él no haya una uniformidad total (Sala, 1979), y por ello se ha dividido en tres zonas.

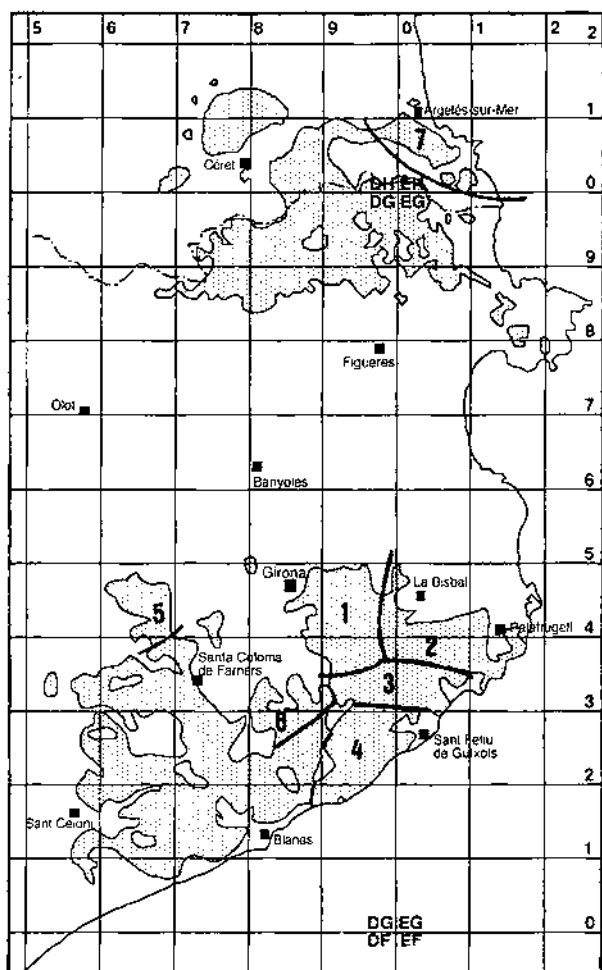


Figura 1. Área ocupada por los alcornoques catalanes (según Vilar et al., 1989, y Suñer y Abós, 1994), mostrando las siete zonas estudiadas: 1: Gavarres O; 2: Gavarres CE; 3: Gavarres S; 4: macizo de Ardenya; 5: Selva-Guilleries; 6: Selva-Depresión, y 7: sierra de la Albera.

- Zonas estudiadas -

**ZONA 1: GAVARRES O.** Comprende los términos municipales de Cassà de la Selva (CS), Girona (GI), Madremanya (MA), Quart (QU), Sant Martí Vell (SM) y Cruïlles-Monells-Sant Sadurní de l'Heura (SS). Es una zona de substrato principalmente pizarroso, y en la que se alcanzan las altitudes máximas del macizo, que en la cima (Puig d'Arques) llegan a 530 m. Las precipitaciones varían entre 750 y 900 mm anuales.

**ZONA 2: GAVARRES CE.** Comprende los términos municipales de Forallac (FL), La Bisbal (LB), Montràs (MR), Palamós (PA) y Vall-llobrega (VL). El substrato rocoso está formado por pizarras, granitos y rocas metamórficas (Roqué y Pallí, 1994). Las altitudes máximas son de 300-350 m, y las precipitaciones oscilan alrededor de los 650 mm anuales. Es una zona abierta al mar y más cálida que la parte oeste del macizo.

**ZONA 3: GAVARRES S.** Comprende los términos municipales de Calonge (CA), Llagostera (LL) y la mayor parte de Santa Cristina (SC), que también tiene una parte en el macizo de Ardenya. El substrato es granítico y granodiorítico, sin pizarras. Las precipitaciones oscilan entre 650 y 800 mm, y la altitud no supera los 400 m. También es una zona abierta al mar y más cálida que la zona 1.

**ZONA 4: MACIZO DE ARDENYA.** Comprende los términos municipales de Sant Feliu de Guíxols (SF), Tossa (TO), Vidreres (VI) y parte del municipio de Santa Cristina (SC). Esta zona se halla al sur del macizo de las Gavarres y separada de este por la depresión del río Ridaura. La altitud máxima son 518 m en el Puig de Cadiretes. El substrato rocoso son leucogranitos, granodioritas y granitos biotíticos. Las precipitaciones de esta zona se encuentran entre 650 y 750 mm anuales y el clima es de tipo mediterráneo litoral, debido a la proximidad del mar.

**ZONA 5: SELVA-GUILLERIES.** En la comarca de la Selva se han estudiado dos zonas: la localidad de Sant Hilari (SH) en la sierra de las Guilleries y la zona del llano o depresión de la Selva. En la primera la altitud es superior a los 800 m, el substrato está formado por granodiorita y granito biotítico, y las precipitaciones son elevadas, superando los 959 mm.

**ZONA 6: SELVA-DEPRESIÓN.** Comprende los términos municipales de Caldes de Malavella (CM) y Maçanet de la Selva (MS). No se sobrepasan los 135 m. El substrato es muy variado, compuesto por granodiorita, granito biotítico y arenas arcósicas silicificadas. Las precipitaciones alcanzan los 800 mm anuales, y existe una acusada inversión térmica hivernal, que da un carácter más húmedo y frío que los macizos próximos.

**ZONA 7: SIERRA DE ALBERA.** Se han realizado inventarios en los términos municipales de Argelers (AR), sobre gneis y esquistos, y El Portús (PO), en granitos y granodioritas biotíticas. Se hallan situados a una altitud que varía entre 250 y 400 m, y presentan unas precipitaciones alrededor de los 880 mm (Vilar et al., 1994).

## MÉTODOS UTILIZADOS

Las técnicas utilizadas para la elaboración del presente trabajo son las siguientes:

## A) Inventarios fitosociológicos

En las distintas zonas de alcornoques, se estudiaron varias parcelas de 100 m<sup>2</sup> de superficie. En cada una se realizó un inventario fitosociológico y se tomó datos sobre el medio físico (altura sobre el nivel del mar, pendiente del terreno, exposición, substrato rocoso). También se recogió información sobre el estado sanitario de los alcornoques, regeneración, explotación forestal, pastoreo, incendios, y variaciones microclimáticas, aunque no se han utilizado en el presente trabajo. Los datos sobre las especies están recogidos en la tabla 1.

	Gavarres O	Gavarres CE	Gavarres S	Ardenya	Selva- Depr.	Selva- Guilleries	Albera	TOTAL
Total inventarios	29	13	15	14	6	5	14	96
<i>Quercus suber</i>	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Quercus ilex</i>	V	V	IV	IV	III	V	IV	IV
<i>Quercus humilis</i>	II	I	II	II	V	II	IV	II
<b>Especies características de la asociación <i>Quercetum ilicis suberetosum</i> y de la alianza <i>Quercion ilicis</i></b>								
<i>Asplenium onopteris</i>	III	III	II	II	I	III	IV	III
<i>Ruscus aculeatus</i>	III	IV	III	II	I	-	II	II
<i>Carex distachya</i>	I	-	I	I	-	-	V	I
<i>Lonicera implexa</i>	III	IV	II	III	I	-	II	III
<i>Phillyrea media</i>	-	-	I	-	I	-	-	R
<i>Viola alba</i> ssp. <i>dehnhardtii</i>	R	I	I	-	-	-	I	I
<i>Lonicera etrusca</i>	I	-	-	-	-	-	II	I
<i>Arbutus unedo</i>	V	V	V	IV	V	III	I	IV
<i>Viburnum tinus</i>	III	II	II	II	II	-	-	II
<i>Daphne gnidium</i>	II	IV	II	II	II	I	II	II
<i>Rhamnus alaternus</i>	-	-	-	-	-	-	I	R
<i>Pistacia lentiscus</i>	I	III	I	II	I	-	-	I
<i>Rosa sempervirens</i> L.	I	-	-	-	-	-	-	R
<b>Especies características del orden <i>Quercetalia ilicis</i> y de la clase <i>Quercetea ilicis</i></b>								
<i>Rubia peregrina</i>	V	V	V	IV	IV	III	-	IV
<i>Phillyrea angustifolia</i>	III	III	II	III	IV	-	-	II
<i>Smilax aspera</i>	III	IV	I	I	I	-	-	II
<i>Quercus coccifera</i>	-	II	-	I	I	-	-	I
<i>Asparagus acutifolius</i>	II	II	II	III	-	-	I	II

	Gavarres O	Gavarres CE	Gavarres S	Ardenya	Selva- Dep.	Selva- Guillerics	Albera	TOTAL.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	R	I	-	I	-	-	-	R
<i>Clematis flammula</i>	I	-	I	I	-	-	I	I
<i>Osyris alba</i>	R	-	I	-	-	III	-	I

**Especies acidófilas de lugares húmedos (alianza *Quercion robori-petraeae*)**

<i>Teucrium scorodonia</i>	R	-	II	-	I	III	V	II
<i>Sarothamnus scoparius</i>	-	-	-	-	I	V	V	I
<i>Luzula forsteri</i>	R	II	II	-	II	I	I	I
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	R	-	II	-	I	-	III	I
<i>Castanea sativa</i>	I	-	-	-	-	IV	I	I
<i>Stachys officinalis</i>	R	I	-	I	II	-	-	I
<i>Hieracium gr. sabaudum</i>	I	-	I	-	-	-	II	I
<i>Lonicera peryclimenum</i>	I	-	I	-	-	I	I	I
<i>Conopodium majus</i>	-	-	-	-	-	-	I	R
<i>Quercus petraea</i>	-	-	-	-	-	IV	-	R

**Especies de bosques húmedos (clase *Quercio-Fageteta*)**

<i>Brachypodium sylvaticum</i>	III	II	II	I	-	II	II	II
<i>Rubus ulmifolius</i>	III	II	II	-	IV	-	II	III
<i>Fragaria vesca</i>	-	-	I	-	-	I	II	I
<i>Crataegus monogyna</i>	I	-	I	I	I	-	II	I
<i>Prunus spinosa</i>	-	-	I	-	-	-	I	R
<i>Prunella grandiflora</i>	R	-	I	-	-	II	II	I
<i>Clematis vitalba</i>	-	I	I	-	I	-	-	R
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	R	-	-	-	I	-	-	R
<i>Juniperus communis</i>	I	-	-	-	IV	I	-	I
<i>Tamus communis</i>	-	-	I	-	-	-	-	R
<i>Deschampsia flexuosa</i>	-	-	-	-	-	-	II	R
<i>Poa nemoralis</i>	-	-	-	-	-	-	II	R
<i>Veronica officinalis</i>	-	-	-	-	-	-	I	R
<i>Pteridium aquilinum</i>	I	-	-	-	-	-	-	R
<i>Fagus sylvatica</i>	-	-	-	-	-	I	-	R

**Especies características de comunidades arbustivas del *Cistion* frecuentes en el alcornoque**

<i>Erica arborea</i>	V	V	V	III	III	I	V	V
<i>Galium maritimum</i>	II	II	III	I	I	III	IV	III
<i>Ulex parviflorus</i>	IV	IV	II	III	-	-	V	III
<i>Cistus monspeliensis</i>	III	II	II	III	II	-	IV	III
<i>Lavandula stoechas</i>	III	IV	II	V	II	-	I	III
<i>Cistus salvifolius</i>	V	V	IV	V	IV	V	II	IV
<i>Cytinus hypocistis</i>	R	-	I	-	-	-	-	R
<i>Calluna vulgaris</i>	II	II	II	III	IV	-	II	II

	Gavarres O	Gavarres CE	Gavarres S	Ardenya	Selva Dep.	Selva Guillerics	Albera	TOTAL
<i>Genista monspessulana</i>	-	-	I	I	-	-	-	R
<i>Euphorbia characias</i>	-	-	I	-	-	-	II	R
<i>Erica scoparia</i>	II	II	I	II	IV	-	I	II
<i>Calicotome spinosa</i>	III	IV	III	III	-	-	II	II
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	I	-	III	-	-	-	I
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	R	-	I	-	I	-	-	R
<i>Cistus crispus</i>	-	I	-	I	-	-	-	R
<b>Acompañantes</b>								
<i>Polypodium vulgare</i>								
ssp. serrulatum	I	I	I	II	I	-	II	I
<i>Arrhenatherum elatius</i>	R	-	II	I	I	II	II	I
<i>Hedera helix</i>	II	II	III	-	-	III	IV	II
<i>Brachypodium retusum</i>	R	III	I	II	-	-	IV	II
<i>Pinus pinaster</i>	II	II	-	III	II	-	-	II
<i>Pinus pinea</i>	II	I	I	II	-	I	-	I
<i>Pinus halepensis</i>	-	II	-	II	-	-	-	I
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>	R	I	-	-	-	-	-	R
<i>Dactylis glomerata</i>	I	I	-	I	I	-	II	I
<i>Sedum rupestre</i> ssp. <i>reflexum</i>	-	-	I	I	I	I	I	I
<i>Centaurea pectinata</i>	III	I	II	II	-	IV	IV	II
<i>Galium pumilum</i>								
ssp. <i>papillosum</i>	R	-	I	-	-	IV	IV	II
<i>Ranunculus bulbosus</i>	-	I	I	-	-	-	-	R
<i>Hieracium murorum</i>	I	-	I	-	-	II	V	I
<i>Cephalanthera longifolia</i>	I	I	I	I	-	-	-	I
<i>Saponaria ocyroides</i>	-	-	-	-	-	II	I	R
<i>Hieracium pilosella</i>	R	I	-	-	-	-	-	R
<i>Spartium junceum</i>	-	I	I	-	-	-	-	R
<i>Psoralea bituminosa</i>	R	-	I	I	-	I	I	I
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-	I	I	II	-	-	-	I
<i>Dorycnium hirsutum</i>	I	I	I	-	II	-	-	I
<i>Agrostis capillaris</i>	-	-	I	-	I	-	-	R
<i>Alyssum maritimum</i>	-	-	-	I	I	-	-	R
<i>Corylus avellana</i>	R	-	-	-	-	IV	-	I
<i>Carex</i> sp. ( <i>flacca</i> )	I	II	I	II	-	-	-	I
<i>Festuca</i> sp.	R	-	I	-	-	II	-	R
<i>Galium parisiense</i>								
subsp. <i>divaricatus</i>	I	-	I	II	-	-	II	I
<i>Galium</i> sp. ( <i>lucidum</i> )	R	I	-	-	-	-	-	R
<i>Helichrysum stoechas</i>	-	I	-	I	-	-	-	R
<i>Molinia coerulea</i>	-	-	-	I	I	-	-	R
<i>Melica pyramidalis</i>	R	-	I	-	-	-	-	R

	Gavarres O	Gavarres CE	Gavarres S	Ardenya	Selva- Depr.	Selva- Guileries	Albera	TOTAL
<i>Prunus avium</i>	R	I	-	-	-	-	-	R
<i>Rubus canescens</i>	R	-	I	-	-	-	I	R
<i>Sorbus domestica</i>	I	I	-	I	-	-	-	R
<i>Sedum sediforme</i>	I	-	-	I	-	-	-	R
<i>Vicia cracca</i>	-	-	I	-	-	III	-	R

*Especies acompañantes presentes en un solo grupo de inventarios:*

**Gavarres Oeste:** *Thymus vulgaris* (R), *Andryala integrifolia* (R), *Avenula pratensis* (R), *Coriaria myrtifolia* (R), *Limodorum abortivum* (R), *Ligustrum vulgare* (R), *Rosa* sp. (I), *Senecio lividus* (R).

**Gavarres Centro-Este:** *Trifolium* sp. (I), *Vicia* sp. (I).

**Gavarres Sur:** *Aira cupaniana* (I), *Danthonia decumbens* (I), *Holcus lanatus* (I), *Hypochoeris divaricata* (I), *Scabiosa* sp. (I), *Sorbus torminalis* (I).

**Ardenya:** *Asperula cynanchica* subsp. *aristata* (I), *Aster sedifolius* (I), *Anagallis arvensis* (I), *Bupleurum fruticosum* (I), *Brachypodium phoenicoides* (I), *Cephalaria leucantha* (I), *Galactites tomentosa* (I), *Hypochocris radicata* (I), *Hypparrhenia hirta* (I), *Iberis linifolia* sub sp. *dunaldii* (I), *Leontodon taraxacoides* (I), *Leontodon tuberosus* (I), *Lactuca virosa* (I), *Odontites lutea* (I), *Ruta chalepensis* subsp. *angustifolia* (I), *Reichardia picroides* (I), *Ricinus communis* (I), *Senecio vulgaris* (I), *Vincetoxicum hirundinaria* (I).

**Selva-depresión:** *Acacia* sp. (I), *Prunella vulgaris* (I), *Succisa pratensis* (I).

**Selva-Guileries:** *Anthemis arvensis* (I), *Cephalanthera rubra* (I), *Galium uliginosum* (I), *Hieracium* gr. *cordifolium* (I), *Hieracium sabaudum* (I), *Orobanche rapun-genistae* (II), *Rubus caesius* (I), *Sedum telephium* sub sp. *maximum* (I), *Silene vulgaris* (I), *Verbascum boerhavii* (II).

**Albera:** *Carx caryophyllea* (II), *Briza maxima* (II), *Dianthus seguieri* subsp. *gautieri* (I), *Erysimum grandiflorum* (I), *Epipactis atrorubens* (I), *Festuca hervieri* (I), *Genista pilosa* (II).

**Tabla 1.** Tabla resumen de los 96 inventarios realizados en el área estudiada, ordenados según las categorías fitosociológicas de las cuales son características. Las cifras del I al V representan el porcentaje de inventarios de cada zona en el que está presente cada especie: V: 80,1 al 100 % de los inventarios, IV: de un 60,1 al 80 %, III: del 40,1 al 60 %, II: del 20,1 al 40 %, I: del 5,1 al 20 %, y R indica una presencia igual o inferior al 5 %.

## B) Estructura del bosque

Los datos sobre la vegetación se han tomado siguiendo la metodología fitosociológica, pero además se han cuantificado por separado los distintos estratos de altura que ocupa una misma especie. De esta manera es posible representar la estructura vertical del bosque en forma de pirámide de vegetación (Baudière, 1974); dichas pirámides se pueden consultar en Domínguez-Planella et al., 1992, y Vilar et. al., 1994.



### C) Tratamiento matemático de los datos: agrupación mediante dendrogramas

En total se han realizado 96 inventarios fitosociológicos, que se han tratado matemáticamente mediante el paquete estadístico SPSS (SPS Inc, 1988) a fin de realizar un agrupamiento (*clustering*). Con los datos se ha calculado la matriz de disimilitudes mediante la distancia SEuclidiana (Legendre & Legendre, 1979), y utilizando el método de uniones medias (Average), se ha obtenido el dendrograma correspondiente (figura 2).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La realización de los inventarios fitosociológicos ha permitido elaborar una tabla de las especies (tabla 1) observadas en las distintas zonas, y agrupadas según la categoría fitosociológica de la que son características.

Según estos datos, se puede observar que hay numerosas diferencias entre las áreas estudiadas, e incluso que algunas especies aparecen en un solo grupo de inventarios.

Las especies propias del encinar y del alcornoque son las especies características de la asociación *Quercetum ilicis galloprovinciale* Br.-Bl. (1915) 1936 subas. *suberetosum* Br.-Bl. 1936 [*Carici depressae-Quercetum suberis*, Rivas-Martínez 1987] y de la alianza *Quercion ilicis*, (como por ejemplo *Arbutus unedo*, *Viburnum tinus* o *Ruscus aculeatus*), así como del orden *Quercetalia ilicis* y de la clase *Quercetea ilicis* (*Rubia peregrina*, *Phyllirea angustifolia*, etc.). Las zonas con mayor abundancia de ellas son las tres de las Gavarres. Ello se debe a que estas zonas son las que tienen los alcornoques mejor estructurados, ya que el bosque se ha podido regenerar al disminuir en gran medida la intervención humana en los últimos años. En Gavarres CE es donde existe una mayor abundancia de estas especies, seguido de Gavarres O y Gavarres S. En Ardenya la abundancia de estas especies es parecida a la de Gavarres S.

En el caso de la Albera, abundan las especies de la asociación y las de la alianza, pero no las del orden y clase. En la comarca de la Selva estas especies son bastante menos abundantes que en las otras zonas, especialmente en Sant Hilari, donde sólo hemos hallado 5: *Asplenium onopteris*, *Arbutus unedo*, *Daphne gnidium*, *Rubia peregrina* y *Osyris alba*.

Las especies típicas de lugares húmedos (alianza *Quercion robori-petraeae* y clase *Querceto-Fagetetea*) son especialmente abundantes en el área de la Selva, sobre todo en Sant Hilari, en el macizo de Guillerics. Destaca la presencia de *Quercus petraea*, *Castanea sativa* y *Sarothamnus scoparius*. Este hecho se explica por la cantidad de precipitaciones que recibe esta localidad (959 mm), situada en altitud y también porque en estos parajes los alcornoques son plantados en pleno dominio del encinar o del roble. También en la sierra de la Albera se dan bastantes especies de lugares húmedos, como por ejemplo *Sarothamnus scoparius* y *Teucrium scorodonia*, puesto que las localidades se sitúan en la vertiente norte y, al igual que en el caso de la Selva, es una zona con precipitaciones elevadas por el efecto de pantalla que ejerce la sierra ante los vientos húmedos de levante.

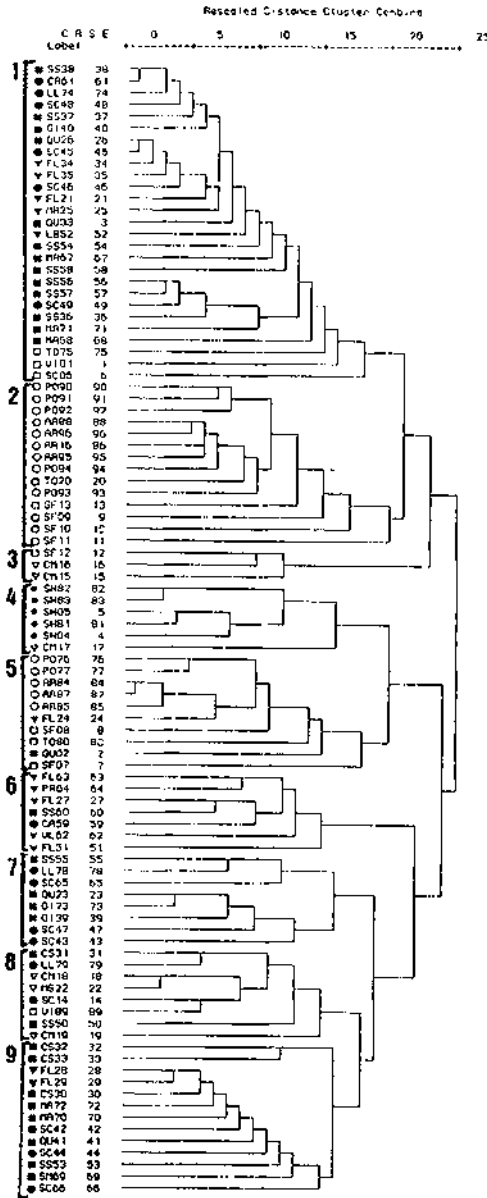


Figura 1. Dendrograma de los inventarios de alcornoques. La distancia a la cual se combinan los clusters se muestra en una escala de 0 a 25, y se trata de una distancia relativa y no real. Los símbolos siguientes identifican las zonas estudiadas: ■, Gavarres O; ▼, Gavarres CE; ●, Gavarres S; □, macizo de Ardenya; \*, Selva-Guilleries; ▽, Selva-Depresión, y ○, sierra de la Albera. Los números identifican los clusters interpretados.

Ardenya, que está bastante próxima al mar y tiene un clima más cálido, es la zona con menor cantidad de especies de lugares húmedos, y además son poco abundantes. Le siguen, por orden creciente de abundancia con valores intermedios, Gavarres CE, Gavarres O y Gavarres S.

En los alcornocales estudiados son abundantes las especies de comunidades arbustivas del *Cistion*, especialmente *Erica arborea*, *Cistus salvifolius*, *Ulex parviflorus* y *Lavandula stoechas*. Estas especies son indicadoras de comunidades abiertas y ambientes termófilos. Por ello no es de extrañar que se presenten en mayor cantidad en el macizo de Ardenya, próximo al mar y con mayores temperaturas. En la Albera se hallan bien representadas, siendo especialmente abundantes *E. arborea*, *U. parviflorus* y *Cistus monspeliensis*. En las Guilleries, al estar a una altitud superior (800 m), tienen una menor proporción. En cambio, son medianamente abundantes en la depresión de la Selva y en las tres zonas de las Gavarres.

Las diferentes especies de pinos (*Pinus pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis* y *P. nigra* subsp. *salzmanii*) son las plantas acompañantes que más relevancia tienen en la estructura del bosque y como especies competidoras del alcornoque, con la consiguiente repercusión negativa que pueden tener en la producción del mismo. Son más abundantes en Ardenya y en la parte centro-este de las Gavarres, y en menor proporción en Gavarres O. En la Albera son inexistentes.

A partir de los datos florísticos se ha realizado una clasificación de los inventarios mediante un análisis matemático de agrupación o *clustering*. Para ello es posible utilizar diversos índices estadísticos y distintos métodos para calcular el grado de disimilaridad entre los inventarios. Se presenta un dendrograma que forma parte de los resultados iniciales obtenidos al aplicar el índice SEuclid y el método Wave-rage. Las especies acompañantes se han suprimido del análisis (excepto los pinos), por considerar que no tienen un valor especial en la estructura y definición de la comunidad.

El dendrograma obtenido mediante este proceso es el que aparece dibujado en la figura 2. Los inventarios vienen identificados con la abreviatura del término municipal, que se ha detallado al principio de este trabajo. Además, para cada una de las zonas se ha utilizado un símbolo, que se halla al principio de cada inventario. Así, Gavarres O (zona 1) se señala mediante un ■, Gavarres CE (zona 2) con ▼, Gavarres S (zona 3) con ●, Ardenya (zona 4) con □, Selva-Guilleries (zona 5) con \*, Selva-Depresión (zona 6) con ∇, y Albera (zona 7) con ○.

En el dendrograma se observa como los inventarios forman nueve grupos o *clusters* en función de su similitud. El *cluster* número cuatro es el de más fácil interpretación, puesto que comprende todos los inventarios procedentes de la Selva-Guilleries, que forman un grupo compacto. En la zona de las Guilleries es muy numerosa la presencia de especies típicas de lugares húmedos, alianza *Quercion robori-petraeae* y clase *Quercio-fagetea*, debido a la mayor altitud y abundancia de precipitaciones. La mayoría de las masas forestales se encuentran en estado puro, aunque a veces hay una mezcla con *Quercus humilis* y *Castanea sativa*. El estado de los alcornocales es bastante bueno, hallándose la mayoría de ellos explotados regularmente. Todos estos inventarios tienen en común la presencia de *Sarothamnus scoparius*, *Cistus salvifolius* y *Quercus ilex*. Además, excepto en un caso, hay *Quercus humilis* y el recubrimiento de *Quercus suber* varía entre 50 y 75 %. En este

grupo también está englobado un inventario de la zona del llano de la Selva (Caldes de Malavella), por su parecido con los de Sant Hilari, puesto que, entre otras cosas, tiene el mismo recubrimiento de alcornoque y también hay *Quercus ilex*. La depresión de la Selva es una zona heterogénea que reparte sus inventarios en distintos grupos, como el *cluster* número tres y el *cluster* número ocho. Una de las características que tienen en común todos los inventarios de esta zona es la presencia de robles (*Quercus humilis*) y de bastantes especies de lugares húmedos.

Sin embargo hay diferencias entre los inventarios del *cluster* 3 y los del 8. El recubrimiento del alcornoque en el estrato arbóreo varía en el primer grupo entre 5 y 25 %, mientras que en el segundo es más elevado, entre el 50 y el 75 %. Además, en los inventarios del *cluster* 8 se encuentran especies que no están presentes en el *cluster* 3, y son *Asplenium onopteris*, *Quercus ilex*, *Ruscus aculeatus*, *Rubia peregrina*, *Rubus ulmifolius* y *Viburnum tinus*.

En el *cluster* número ocho, además de los inventarios del llano de la Selva comentados, hay inventarios de las Gavarres, zonas S y O, y uno de Ardenya. Aparecen juntos en este grupo debido a su composición en especies, que es bastante parecida (en la mayoría de inventarios se encuentran, entre otras, las especies comentadas en el párrafo anterior), y al recubrimiento del alcornoque en el estrato de mesofanerófitos, que en la mayoría varía entre 50 y 75 %.

En la sierra de la Albera el régimen de explotación es bastante distinto del resto de alcornoques, puesto que los desbroces son periódicos, y casi siempre los alcornoques son masas puras de alcornoques (Vilar et al., 1994), sin pinos, árboles de crecimiento rápido y que competirían con el alcornoque. Si son abundantes, en cambio, las especies de lugares húmedos (alianza *Quercion robori-petraeae* y clase *Quercio-Fagetea*).

Los inventarios de la Albera (PO, AR) se distribuyen en dos *clusters*, el 2 y el 5 del dendrograma. Los inventarios que forman parte del *cluster* número cinco presentan como característica significativa el hecho de que el alcornoque presenta en el estrato arbóreo un recubrimiento en todos ellos que varía entre 50 y 75 %. Son inventarios realizados en su mayoría en la vertiente norte. Los inventarios del *cluster* 2, fueron realizados en exposiciones diversas, y con mayor pendiente que en el caso anterior. En ellos, los valores de recubrimiento del alcornoque son mucho más variables, entre 5 y 75 %. Se observa una mayor abundancia de *Quercus ilex*, *Erica arborea* y *Calluna vulgaris*.

En la sierra de Ardenya la mayoría de los alcornoques no están explotados. Su estado no es muy bueno, ya que diversas alteraciones (incendios, plantación de pinos, erosión, etc.) han provocado una cierta degradación del bosque, en el cual los alcornoques se regeneran difícilmente. En la mayoría de los inventarios se observa presencia de pinos (*Pinus pinaster* y/o *P. halepensis*). Un buen ejemplo de ello es una parcela de Sant Feliu de Guíxols (Domínguez-Planella et al., 1992). En Ardenya se da bastante abundancia de especies termófilas del *Cistion*, y en cambio son muy escasas las especies de lugares húmedos.

Los inventarios de Ardenya se encuentran repartidos entre diferentes *clusters*. Donde son más abundantes es en el número dos, formando grupo con algunos inventarios de la Albera. Esta coincidencia es sorprendente, puesto que se trata de zonas con condiciones ambientales diferentes, pero se explica por una estructura del bosque similar, que en el caso de la Albera es debida al tratamiento silvícola, mientras que en Ardenya se debe a los incendios repetidos.

En el *cluster* número cinco, y formando grupo con otros inventarios de la Albera y 2 de las Gavarres, se encuentra otro grupo de inventarios de Ardenya. Coinciden con los inventarios del grupo en el elevado recubrimiento del alcorroque en el estrato de mesofanerófitos, que en la mayoría de casos varía entre 50 y 75 %, y en la escasa presencia de *Erica arborea* y la ausencia de *Calluna vulgaris*, excepto en un inventario de las Gavarres (QU).

En la sierra de las Gavarres la mayor parte de los alcornoques son explotados esporádicamente o no se encuentran en explotación, lo que ha hecho que estos bosques hayan ido evolucionando hacia masas mixtas con encinas y pinos. Por ello no es de extrañar la abundancia de especies características de la asociación *Quercetum ilicis suberetosum* y de la alianza *Quercion ilicis*, así como del orden *Quercetalia ilicis* y de la clase *Quercetea ilicis* en el sotobosque, lo que indica una regeneración de estos estratos y una estructuración del bosque más natural. En general, se da una buena regeneración del alcorroque, que suele encontrarse en todos los estratos.

Hay una abundancia media de las especies del *Cistion*, indicadoras de un carácter termófilo y también de pinos, básicamente *Pinus halepensis* y *P. pinaster*, este último debido a replantaciones.

Los inventarios de las distintas zonas en que se han dividido las Gavarres (S, CE y O), se encuentran en el dendrograma formando parte de varios *clusters*.

El *cluster* número seis engloba sobre todo inventarios de Gavarres CE, la mayoría de ellos orientados al sur. En todos ellos encontramos *Lonicera implexa* y *Ulex parviflorus*. En el *cluster* número uno hay la misma cantidad de inventarios de Gavarres CE, pero se diferencian de los anteriores en que las orientaciones son variadas, y no siempre se encuentra *L. implexa* ni *U. parviflorus*. En cambio en todos los inventarios hay *Ruscus aculeatus* y *Smilax aspera*, que no se encontraban siempre en los inventarios del *cluster* 6.

Gavarres O se encuentra dividido principalmente entre los *clusters* 1, 9 y 7. Gavarres S es la zona que se encuentra más dispersa a lo largo del dendrograma. El número tan elevado de inventarios de estas zonas hace difícil (Gauch, 1982) que se distribuyan en el dendrograma en un solo *cluster* o en dos, como ocurre en otros casos, dificultando la interpretación.

## CONCLUSIONES

La realización de una tabla de especies según la metodología clásica fitosociológica es un método útil para poner de manifiesto las peculiaridades y diferencias entre distintas áreas. En nuestro caso se han considerado 7 áreas en función de criterios geográficos y características del medio físico.

Uno de los problemas que hemos apreciado en este tipo de tablas es que tienden a ocultar las heterogeneidades que puede haber dentro de cada área.

Mediante el análisis multivariable de los datos y la realización de un *cluster*, se obtienen grupos o *clusters* que engloban inventarios en función del parecido que presentan en cuanto a su composición de especies y a los datos de abundancia, dominancia y sociabilidad de cada una.

Los grupos que se obtienen con este sistema no siempre coinciden con los grupos geográficos hechos a priori, lo que nos indica que estos grupos pueden ser heterogéneos.

Sin embargo, los grupos que se obtienen a partir del dendrograma presentado son bastante numerosos, y en varios casos difíciles de interpretar. Esto se debe a que el número de especies (casos) y de inventarios (variables) es muy elevado. Por lo tanto, además de tratar los datos mediante técnicas de clasificación (*cluster*), se aprecia como interesante la aplicación a estos datos de técnicas de ordenación, concretamente el análisis de correspondencias.

Los resultados del dendrograma nos indican que las distintas áreas de alcornocal que consideramos se diferencian no solo respecto al substrato geológico y a la climatología, sino también, y como era lógico esperar, a nivel de la vegetación. El macizo de las Gavarres, que a priori se había dividido en tres áreas, no presenta grandes diferencias debido, probablemente, a una actividad humana uniforme y constante en todo el macizo a lo largo de estos últimos años, por lo que tal vez haya que revisar esta diferenciación.

#### AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha llevado a cabo financiado por la Comisión de las Comunidades Europeas, proyecto *Forest*.

#### Bibliografía

- BAUDIÈRE, A. 1974. Contribution à l'étude structurale des forêts des Pyrénées Orientales: Hétraies et chenaies acidiphiles. *Coll. phytosoc. III: Forêts acidiphiles*: 17-44. Lille.
- CARITAT, A., MOLINAS, M. y OLIVA, M. 1992. Distribución de la biomasa en dos parcelas de alcornocal. *SCIENTIA gerundensis*, 18: 131-141.
- DOMÍNGUEZ-PLANELLA, A., VILAR, L. y POLO, L. 1992. Composición y estructura de los alcornocales de Girona. *SCIENTIA gerundensis*, 18: 163-175.
- GAUCH, H. G. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- LEGENDRE, L. y LEGENDRE, P. 1979. *Écologie numérique*. Masson. Paris. Presses de l'Université du Québec.
- MOLINAS, M. y OLIVA, M. 1989. Introducció al coneixement del suro. *Aecork News.*, 0: 21-26. Girona
- MOLINAS, M., OLIVA, M. y VAZQUEZ, P. 1989. Organización y variaciones estacionales del ápice vegetativo del alcornocal. *SCIENTIA gerundensis*, 16: 40-47.
- ROQUÉ, C Y PALLÍ, L. 1994. Geología del massís de les Gavarres. *Estudis sobre el Baix Empordà*, volum 13. Institut d'Estudis del Baix Empordà.
- SALA, M. 1979. *L'organització de l'espai natural a les Gavarres*. Fundació S. Vives Casajuana. Barcelona. 148 pàgs.

- SEBEL, H. 1983. Contribution à l'étude des suberaies des Pyrénées orientales: Dynamique des strates et approche edaphique. (tesi). Université de Toulouse.
- SPSS INC. 1988. *SPSS-X User's Guide*. (3a ed.) SPSS Inc. Chicago.
- SUÑER, D. y ABÓS, L. 1994. Estudio de la infestación de *Coroebus undatus* (Fabricius) (Col. Buprestidae) en los alcornoques catalanes. *SCIENTIA gerundensis*, 20: 45-53.
- VERDAGUER, D. y MOLINAS, M. 1992. Anatomía y caracterización del sistema radicular del alcornoque. *SCIENTIA gerundensis*, 18: 39-51.
- VILAR, L. POLO, L. y DOMÍNGUEZ-PLANELLA, A. 1989. Los alcornoques de la provincia de Girona. *SCIENTIA gerundensis*, 15: 143-151.
- VILAR, L., DOMÍNGUEZ-PLANELLA, A y VIÑAS, X. 1990. La sureda, un bosc explotat. *L'estoig*, revista anual de l'Arxiu i del Museu de Palafrugell, 2: 13-22.
- VILAR, L., DOMÍNGUEZ-PLANELLA, A. y POLO, L. 1992. Cartografía de la zona suberícola de las Gavarres. *SCIENTIA gerundensis*, 18: 177-1183.
- VILAR, L., DOMÍNGUEZ-PLANELLA, A. y POLO, L. 1994. Aplicació dels inventaris fitosociològics a l'estudi de les suredes catalanes. *SCIENTIA gerundensis*, 20: 35-43.