DEFINICIÓN Y CARTOGRAFÍA DE LAS ÁREAS POTENCIALES FISIOGRÁFICO-CLIMÁTICAS DE LOS ALCORNOCALES CATALANES (*Quercus suber L.*).

[1]O. SÁNCHEZ, [1]M.P. CARRETERO, [2]L. A. SARMIENTO

[1] Departamento de Selvicultura. INIA – CIFOR. Carretera Coruña Km 7,5 28040 Madrid
[2] Junta de Castilla y León. Escuela de Formación Agraria de Almázcara, 24398 Almázcara (León)

RESUMEN

En este trabajo se elabora un modelo digital de las áreas potenciales de *Q. suber* para Cataluña, partiendo de la obtención de 12 parámetros ecológicos de naturaleza climática y fisiográfica. Se han utilizado 366 estaciones de alcornocal como base para la elaboración de los parámetros y la definición de los intervalos correspondientes a los hábitats óptimos y marginales. El manejo de un modelo digital de elevaciones integrado en el GIS ArcInfo, ha permitido obtener el modelo previsto y elaborar la cartografía digital correspondiente.

P.C.: Quercus suber; parámetros; áreas potenciales; Cataluña; modelo digital.

SUMMARY

A digital model for potential areas of *Q. suber* in Catalonia has been elaborated. This model is based on the analysis of twelve climatical and topographical ecological parameters. 366 cork oak sites has been used in the parameters elaboration and interval definition for optimal and marginal habitats. The work with a digital elevation model integrated in ArcInfo GIS has been the key for modelling and mapping the cork oak potential areas in Catalonia.

K.W.: Cork oak; parameters; potential areas; Catalonia; digital model.

INTRODUCCIÓN

Las masas de alcornocal en Cataluña ocupan una superficie algo mayor de 70.000 ha, localizándose mayoritariamente en la provincia de Girona, con una muy escasa representación en la de Barcelona. Su distribución se ajusta esencialmente a la presencia de dos núcleos claramente diferenciados geográficamente (GONZÁLEZ ADRADOS *et al*, 1993): Por un lado, los Montes Alberes en la comarca del Alto Ampurdán, con una superficie de unas 5.000 hectáreas, sobre granitos en altitudes comprendidas entre los 200 y 600 metros. Se trata de alcornocales en buen estado de conservación, asociándose en muchos casos con la encina (*Quercus ilex).*

El otro núcleo, territorialmente más extenso, se localiza principalmente en la zona basal del macizo del Montseny y en el macizo de Las Gabarras, en las comarcas de La Selva y Bajo Ampurdán, y en menor medida, en El Maresme, Gironés y Vallés Oriental, en altitudes próximas a los 500 metros y sobre substratos silíceos (granitos, esquistos, pizarras y cuarcitas). Se trata de las masas mejor conservadas, debido en parte a la gran actividad y tradición forestal de la zona que mantiene las masas en buen estado de limpieza, siendo bastante frecuente la mezcla alcornocal-pinar, consecuencia de las repoblaciones efectuadas. Dentro de este núcleo geográfico se pueden incluir las masas situadas a lo largo de la Cordillera Litoral Catalana, desarrollándose sobre granitos y constituyendo los alcornocales más degradados y abandonados del área de estudio.

Este trabajo corresponde al desarrollo de uno de los objetivos fijados en un proyecto de investigación mas amplio realizado en el INIA, relativo al estudio autoecológico paramétrico de los alcornocales en Cataluña. En dicho proyecto se establece, a partir de la elaboración y análisis de diferentes parámetros ecológicos, la definición de los hábitats correspondientes al alcornoque en el ámbito del territorio catalán. El presente trabajo pretende la extensión a todo el territorio de los resultados numéricos obtenidos en la definición de los hábitats, en lo que se refiere a parámetros de naturaleza fisiográfica y climática, mediante el tratamiento digital de la información obtenida, a partir de un modelo digital del terreno (M.D.T) y el uso de Sistemas de Información Geográfica (S.I.G).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de partida, para la realización de este trabajo, proceden de dos fuentes diferentes.

Por una parte corresponden a la prospección de campo realizada para el estudio general antes referido, por el cual se establecieron un total de 32 parcelas de muestreo, repartidos por las diferentes localizaciones donde hay presencia de masas de *Q. Suber*. La fijación de dichas parcelas ha tratado de reflejar las diferentes situaciones ecológicas que presenta la distribución del alcornoque en Cataluña y ha estado basada en la realización de una estratificación previa del territorio, a partir del empleo de la Clasificación Biogeoclimática de España (ELENA, 1996), así como de la importante contribución que ha supuesto la opinión de los técnicos de los diferentes servicios forestales correspondientes a las Comarcas donde ha incidido el estudio.

A este conjunto de puntos se ha añadido otro correspondiente a las estaciones con presencia de alcornoque como especie principal recogidas de los inventarios forestales disponibles tanto a nivel nacional como catalán. De este conjunto de puntos se han considerado un total de 334 parcelas. En total disponemos de un colectivo de 366 puntos, que son estaciones con presencia de alcornocal.

La posición que ocupan estas parcelas queda reflejada en el gráfico de la Figura 1, dentro del contorno formado por los límites de las provincias de Girona y Barcelona, al cual haremos referencia en lo sucesivo, como ámbito territorial del estudio.

Las características climáticas y fisiográficas que presentan estas estaciones de alcornoque se estiman mediante el cálculo de una serie de parámetros de esa naturaleza, que es la base del estudio general antes referido, como punto de partida para el establecimiento de los hábitats de la especie en Cataluña. De estos parámetros, para la determinación de las áreas potenciales, objeto de este trabajo, vamos a considerar los doce siguientes.

PP: Precipitación de primavera. **PV**: Precipitación de verano. **PO**: Precipitación de otoño. **PIN**: Precipitación de invierno. **TM**: Temperatura media anual. **OSC**: Oscilación térmica. **DSQ**: Duración de la sequía. **SUP**: Suma de superávits hídricos. **DEF**: Suma de déficits hídricos. **ALT**: Altitud de la parcela en m. **PEND**: Pendiente de la parcela en grados. **INS**: Indice de insolación, función de la pendiente y de la orientación.

La definición y utilización de estos parámetros están referidos en numerosos trabajos anteriores de esta naturaleza (GANDULLO & SANCHEZ PALOMARES, 1994 y otros).

Para la evaluación de los nueve primeros parámetros, de naturaleza climática, se ha procedido a realizar las asignaciones para cada punto, mediante el empleo de los modelos de estimaciones climáticas, función de la altitud, de su posición geográfica (coordenadas xutm e yutm) y de la cuenca o subcuenca hidrográfica a que pertenece cada localización (SANCHEZ PALOMARES *et al*, 1999).

Los tres últimos parámetros son de naturaleza fisiográfica. Los valores correspondientes para cada punto correspondientes a la altitud y la pendiente son los datos obtenidos directamente en el campo, para las parcelas fijadas en el estudio paramétrico general (32 puntos). Para los puntos restantes han sido tomados los valores que figuran en las correspondientes bases de datos de los inventarios forestales utilizados. El parámetro insolación se ha calculado a partir de su definición, en función de la orientación y la pendiente (GANDULLO, 1974).

Con los valores obtenidos de los 12 parámetros señalados, para el conjunto de los 366 puntos considerados, de acuerdo con la metodología repetidamente empleada en este tipo de estudios (GANDULLO *et al*, 1974, 1994 y otros), se han definido, para cada parámetro, los límites inferior y superior de variación (LI, LS) y los umbrales inferior y superior (UI, US), obtenidos excluyendo el 10% de las parcelas en las que el parámetro toma los valores menores y otro 10% excluyendo los valores mayores. Estos intervalos definen, para cada parámetro, el tramo central (intervalo entre UI y US) y los tramos marginales (intervalo entre LI y UI junto con el intervalo entre US y LS). Para el conjunto de todos los parámetros considerados, se establecen, siempre desde el punto de vista fisiográfico y climático, como **hábitats óptimos o centrales** aquellos biotopos donde todos y cada uno de los parámetros se encuentran dentro de los tramos centrales. Los biotopos en los que algunos de los parámetros se sitúan en los tramos marginales se consideran como **hábitats marginales**, tanto más cuanto mayor sea el número de parámetros en esas condiciones. Si alguno de los parámetros se sitúa fuera de los límites establecidos por los valores del intervalo LI, LS, corresponderán a **hábitats extramarginales**.

Establecido lo anterior, desde el punto de vista paramétrico, estamos en condiciones de abordar la extensión a todo el territorio de la tipificación ecológica obtenida para las estaciones utilizadas. Esta generalización solo es posible si se dispone de un modelo digital del terreno (MDT) y mediante la integración en un Sistema de Información Geográfica.

En efecto, los valores climáticos necesarios para el cálculo de los parámetros correspondientes son obtenidos mediante el empleo de los mismos modelos utilizados anteriormente para los 366 puntos, aplicándolos a cada una de las celdas que integran la malla del modelo digital de elevaciones (MDE) tipo raster, procedente de la integración en el SIG del MDT. Ello es así dado que los datos intrínsecos al propio MDE son, precisamente, los datos necesarios para la estimación de valores climáticos, como son la posición del punto y la altitud topográfica, a los que podemos añadir la cuenca o subcuenca a la que pertenece el punto, que también está ligado de forma indudable a la posición. Todo ello permite obtener sendos modelos digitales para cada uno de los parámetros climáticos considerados.

Los parámetros fisiográficos relativos a la altitud, como se ha dicho, corresponde al valor directo del MDE. El parámetro pendiente es calculable de forma inmediata mediante algoritmo del GIS, así como la orientación. El índice de insolación, que depende de estos dos últimos valores es, por tanto susceptible de ser generado a partir de las mallas anteriores.

Aplicado lo anterior al territorio ocupado por las provincias de Girona y Barcelona, obtenemos tantos modelos digitales como parámetros considerados, los cuales son susceptibles de ser cartografiados, una vez efectuadas las reclasificaciones que procedan en cada caso.

Estos modelos fisiográfico-climáticos son la base para el establecimiento de los modelos territoriales que van a constituir la información digital de las áreas potenciales para el alcornoque en Cataluña (se entiende en Girona y Barcelona). Para ello se generan para cada parámetro las mallas que corresponden a los intervalos que han sido definidos como óptimos o marginales, de acuerdo con los valores anteriormente calculados. El territorio queda así calificado para el alcornoque y para cada parámetro individualmente.

Para el conjunto de los 12 parámetros considerados, se genera un modelo digital de óptimos como suma de los doce correspondientes y de la misma forma un modelo de marginales. La combinación de ambos modelos permite establecer y definir el hábitat óptimo como aquel conjunto del territorio en el que todos los parámetros considerados se sitúan dentro del intervalo central, como ya se ha mencionado anteriormente y estableciendo diferentes grados de marginalidad en función del número de parámetros que salen fuera del citado intervalo, siempre que estén dentro de los límites inferior y superior (LI,LS), todo ello de acuerdo con los criterios que se muestran en el Cuadro 1.

Para el desarrollo del tratamiento digital realizado, de acuerdo con todo lo anteriormente expuesto, se ha utilizado un MDT de 45 metros de resolución, proporcionado para su uso en este trabajo, por el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. Asimismo, se ha utilizado el GIS ArcInfo ver. 8.0.2.

Cuadro 1. Criterios para establecimiento de hábitats

Nº de parámetros en intervalo central	Nº de parámetros en intervalos de marginalidad	Calificación del hábitat
12	0	**ÓPTIMO**
11	1	**MARGINALIDAD BAJA**
10	2	
9	3	
8	4	**MARGINALIDAD MEDIA**
7	5	
6	6	
5	7	**MARGINALIDAD ALTA**
4	8	
3	9	
2	10	
1	11	
Resto de combinaciones		**EXTRAMARGINAL**

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los valores obtenidos en la definición, para cada parámetro, de sus intervalos central y marginales son los que figuran en el Cuadro 2. Los límites correspondientes establecen para un punto cualquiera del territorio, como ya se ha dicho, su aptitud ecológica para la presencia del alcornoque, desde el punto de vista fisiográfico y climático. Estos valores son los utilizados para generar el

modelo digital de potencialidad de esta especie en Cataluña.

Cuadro 2. Valores que definen los hábitats fisiográfico-climáticos para *Q. suber*

Parámetro	LI	UI	Media	US	LS
PP	169	182	210,2	242	275
PV	72	97	183,4	301	349
PO	224	236	249,2	264	288
PI	135	147	166,9	184	203
TM	11,9	13,6	14,5	15,3	15,8
OSC	21,3	23,3	24,8	26,4	27,9
DSQ	0	0	1,0	2,2	2,8
SUP	172	207	244,7	287	404
DEF	21	61	207,3	331	382
ALT	25	120	245,9	420	750
PEND	0	4,6	10,5	16,2	28,8
INS	0,64	0,83	1,02	1,18	1,32

El resultado de la elaboración del modelo digital correspondiente a las áreas potenciales atribuibles a Cataluña para el *Q. suber***,** desde el punto de vista fisiográfico y climático, conduce a la cartografía que figura representada en la Figura 2.

A partir del modelo anterior se han evaluado las superficies potencialmente aptas para el alcornoque, en sus hábitats óptimos y para los diferentes grados de marginalidad. Asimismo se ha calculado la contribución de cada parámetro de forma individual a dichos hábitats, mediante la superficie que representa respecto al total del área estudiada. Ambas valoraciones son las que, de forma conjunta, se presentan en el Cuadro 3.

Los resultados obtenidos son una aproximación al conocimiento de la aptitud del territorio catalán para sustentar masas de alcornocal. Su utilidad es evidente como herramienta para la gestión y planificación de los espacios forestales.

Cuadro 3. Valoraciones superficiales obtenidas

Reparto superficial de hábitats			Porcentaje de superficie ocupada por cada parámetro en hábitats óptimos, marginales y extramarginales							
Hábitat	Sup. ha	%Tot.	Param.	%Op.	%Marg.	%Ext.	Parám.	%Op.	%Marg.	%Ext.
Óptimo	28731	2,11	PP	59,19	28,60	12,21	DSQ	96,07	3,71	0,21
M. baja	179838	13,19	PV	87,60	10,30	2,10	SUP	29,44	40,02	30,54
M. media	193950	14,23	PO	31,36	29,18	39,46	DEF	79,69	14,77	5,54
M. alta	38409	2,82	PIN	51,26	22,21	26,53	ALT	31,62	41,51	26,87
Extramarg.	922427	67,65	TM	32,54	41,29	26,17	PEND	41,12	54,49	4,39
Total	1363355	100	OSC	37,95	31,47	30,58	INS	77,07	16,95	5,98

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la inestimable colaboración prestada por el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, cuyos Servicios Forestales, tanto a nivel central como de las diferentes Comarcas visitadas han prestado en todo momento una ayuda fundamental para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GANDULLO, J.M.; (1.974). Ensayo de evaluación cuantitativa de la insolación en función de la orientación y de la pendiente del terreno. *Anales INIA. Ser. Rec. Nat.* I. Madrid.

GANDULLO J.M., SANCHEZ PALOMARES, O.; (1994). *Estaciones ecológicas de los pinares españoles*. ICONA. Col. Técnica. Madrid.

GONZALEZ ADRADOS J.R., *et al*; (1993). Caracterización productiva de los alcornocales catalanes. *Investigación Agraria, serie Sistemas y Recursos Forestales. (2) 1*.: 55-69.

ELENA, R. ; (1996). *Clasificación biogeoclimática de España peninsular y balear*. MAPA. Madrid.

SANCHEZ PALOMARES, O. *et al*; (1999). *Modelos y cartografía de estimaciones climáticas termopluviométricas para la España peninsular*. MAPA. INIA. Madrid, 192 p.

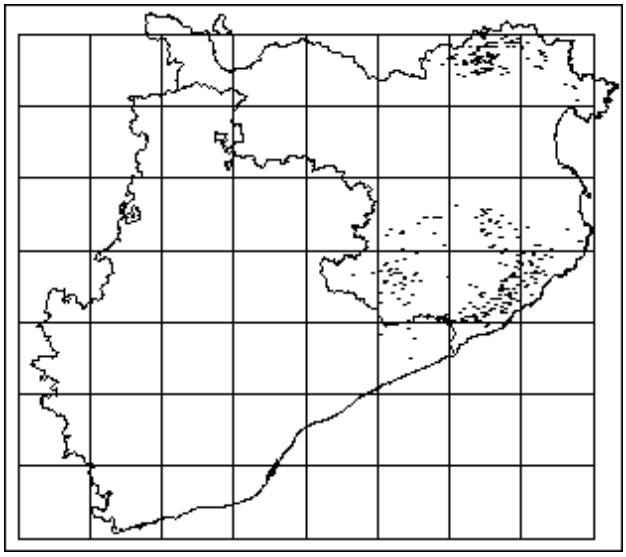


Figura 1. Posición de las estaciones de alcornoque utilizadas

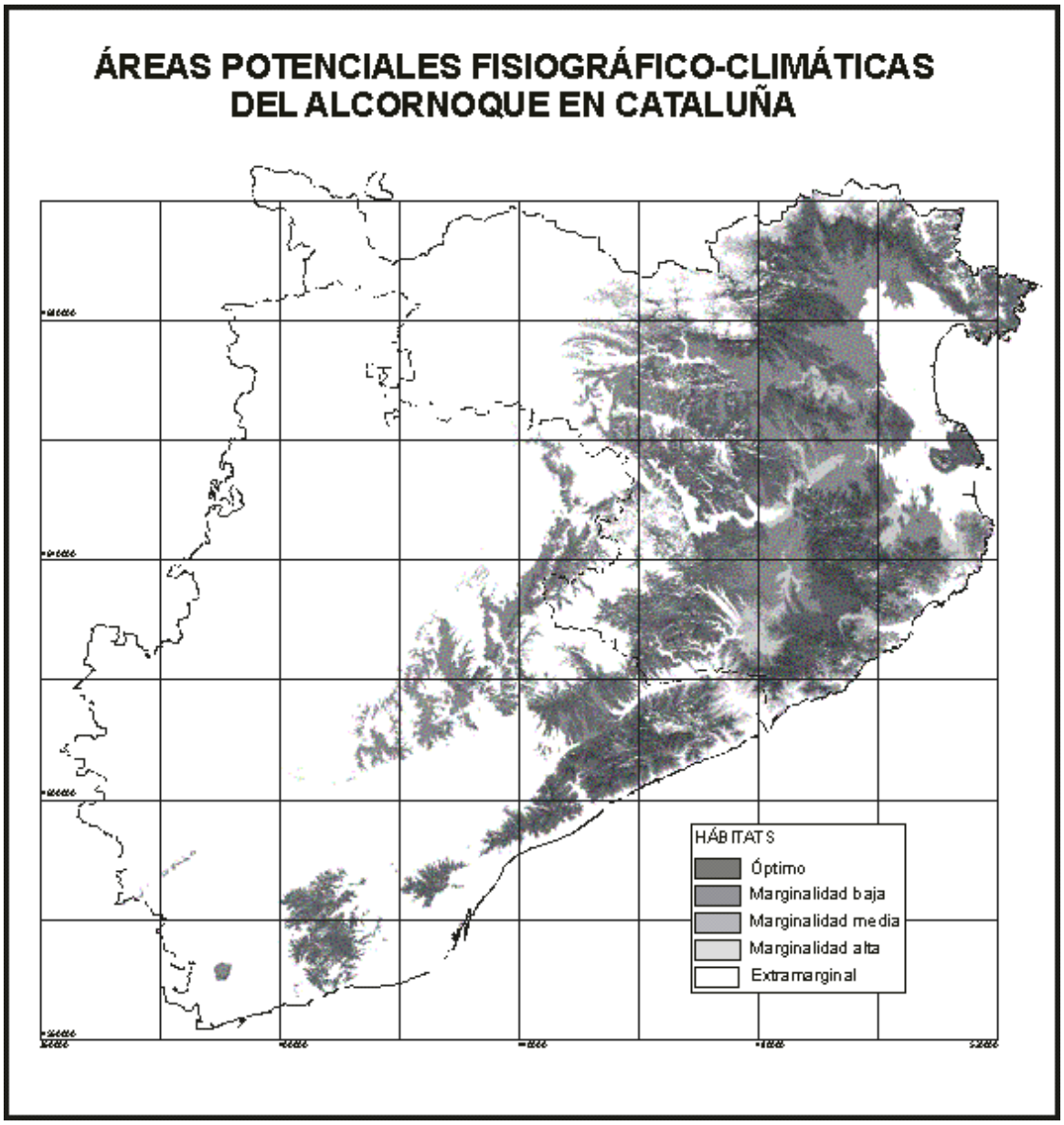


Figura 2. Cartografía de las Areas Potenciales Fisiográfico-climáticas del alcornoque