

1 Caracterización ecológica y selvícola de la población marginal de alcornoque (*Quercus* 2 *suber* L.) de los Montes Obarenes (Burgos)

3
4
5 CÓZAR CASTAÑEDA, A.¹, AVILES RODRIGÁLVAREZ, C.¹ GARCÍA COLINAS, C.²,
6 GARCÍA BLANCO, C.² Y ALLUÉ CAMACHO, C.³

7 ¹ Albera Medio Ambiente S.L.

8 ² Euroestudios, Ingenieros de Consulta

9 ³ Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos. Junta de Castilla y León

10 11 12 **Resumen**

13
14 En el corazón del Parque Natural “Montes Obarenes – San Zadornil”, bisagra
15 estructural que enlaza la Cordillera Cantábrica con los Pirineos, se encuentra una muestra
16 valiosa y representativa de vegetación de transición atlántico-mediterránea de enorme
17 diversidad y originalidad botánica excepcional. El pequeño alcornocal (*Quercus suber* L.) de
18 la localidad burgalesa de Bozoó es por su contexto ambiental, por su aislamiento geográfico
19 respecto de otras poblaciones y por su reducido tamaño, una población atípica, dudando
20 incluso de su carácter natural. Con el objeto de articular una gestión eficaz orientada a la
21 conservación del alcornocal, actualmente en una situación crítica respecto a su pervivencia, se
22 procedió al estudio y caracterización tanto de sus individuos como de su hábitat. En esta
23 comunicación se recogen los parámetros básicos que describen y caracterizan la población
24 (número total de individuos, densidad, distribución espacial, regeneración o estado sanitario)
25 en relación con parámetros de estación (orientación, altitud, pendiente o naturaleza del
26 sustrato), a partir de un muestreo en campo apoyado en una delimitación previa de unidades
27 homogéneas de vegetación. Con los resultados del estudio se contribuye a incrementar el
28 conocimiento de la autoecología de la especie.

29 30 **Palabras clave**

31
32 Montes Obarenes, estación, aislamiento, autoecología, alcornoque

33 34 **1. Introducción**

35
36 La distribución espacio-temporal de cualquier organismo depende de dos series de
37 factores: unos de tipo histórico y evolutivo y otros de tipo ecológico (BLONDEL, 1979).
38 Estos últimos aluden al conjunto de necesidades requeridas por un organismo para sobrevivir
39 en un biotopo dado, tratando de contribuir con este trabajo a ampliar los conocimientos en
40 este sentido. No obstante, en la interpretación de los factores anteriores no debe dejarse de
41 lado el papel preponderante de la influencia humana sobre el medio, efecto que viene
42 ejerciendo a través principalmente de las actividades silvopastorales. Los usos tradicionales y
43 la reciente gestión forestal, han sido hasta la fecha y en gran medida, las causantes de la
44 distribución y estado del arbolado en la zona de estudio y no cabe duda que los cambios en
45 estas actividades condicionarán la evolución de la especie en un futuro.

46
47 El alcornoque (*Quercus suber* L.) se ha considerado tradicionalmente un árbol poco
48 xerófilo (precipitación media anual superior a 600 mm) y termófilo, requiriendo temperaturas
49 medias cercanas a los 15 °C (BLANCO *et al.* 1997). SÁNCHEZ-PALOMARES *et al.* (2007)
50 sólo han localizado estaciones de alcornocal con valores de T inferiores a 12°C en algunas
51 estaciones de Zamora y Salamanca y por debajo de 11°C sólo citan un alcornocal en la

52 salmantina Santiz, con 10,9°C , no habiendo considerado en su trabajo de caracterización
 53 ecológica de *Quercus suber*, la más completa realizada hasta la fecha, la estación de Bozoó.
 54 Estas condiciones propician su aparición en climas litorales o sublitorales, y cuando se
 55 adentra en zonas continentales busca enclaves con influencia marina, a veces atenuada o con
 56 compensación edáfica. En cuanto a las condiciones del sustrato, predomina en suelos con
 57 valores bajos de pH y poco contenido en carbonatos (ARONSON *et al.* 2009), pudiendo
 58 situarse en tierras con poco fondo siempre que la raíz principal pueda profundizar más de un
 59 metro. Requiere suelos frescos y algo húmedos en profundidad, pero no encharcado,
 60 rehuyendo litologías que tiendan a dar suelos excesivamente compactos a causa de sus claras
 61 exigencias de aireación edáfica. Prefiere laderas y colinas poco elevadas, entre 300 y 500 m,
 62 sobrepasando rara vez los 1200 m (RUIZ DE LA TORRE, 2006).

63
 64 La distribución mundial de esta especie se centra en la cuenca Mediterránea (Portugal,
 65 con mayor superficie, seguido de España, Argelia, Marruecos, Túnez, Francia e Italia por este
 66 orden -Fig. 1-).

67 68 2. Objetivos

69
 70 El objetivo principal de este estudio es estudiar la estructura selvícola del alcornocal de
 71 Bozoó así como sus patrones geoclimáticos para contribuir a mejorar el conocimiento de la
 72 autoecología de la especie en su área de distribución, especialmente en pequeñas poblaciones
 73 atípicas como la que es objeto de estudio.

74 75 3. Metodología

76 77 Zona de estudio

78
 79 El alcornocal de Bozoó se encuentra situado en “Sierra Besantes” al noreste de la
 80 provincia de Burgos (Fig. 1). Los datos climáticos termopluviométricos para un punto medio
 81 situado a 900 m de altitud se determinaron a partir de la metodología de regionalización
 82 climática de GONZALO (2008) y el cálculo de los valores factoriales (Tabla 1) se realizó a
 83 través del programa CLIMATFOREST 1.0 (GARCÍA-LÓPEZ y ALLUÉ CAMACHO,
 84 2009). Cabe destacar la escasa termicidad de la estación.

85
 86
 87 *Tabla 1. Factores fitoclimáticos del alcornocal de Bozoó (1951-1999) a 900 m de altitud*

K	A	P	PE	T	TMF	TMC	TMMF	TMMC	HS	PV	OSC
0,001	0,94	826	33	10,1	3,8	17,4	0,9	24,9	0,5	6,4	13,6

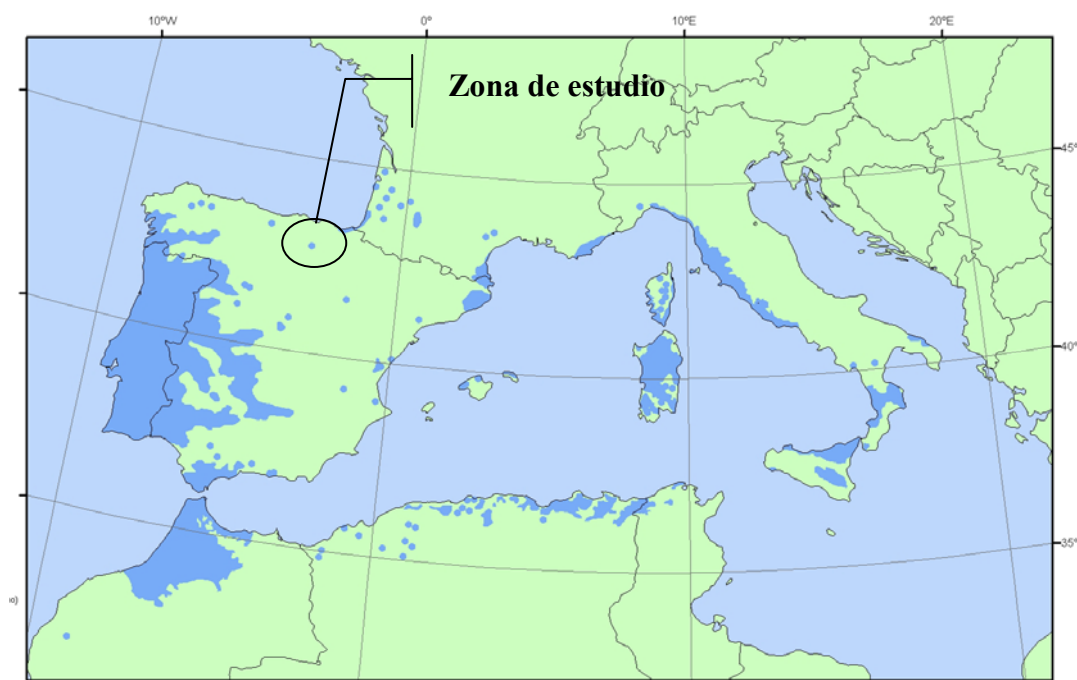
88 *K*: Intensidad de la aridez; *A*: Duración de la aridez (meses); *P*: Precipitación anual total
 89 (mm); *PE*: Precipitación estival mínima (mm); *T*: Temperatura media anual (°C); *TMF*:
 90 Temperatura media mensual más baja (°C); *TMC*: Temperatura media mensual más alta (°C);
 91 *TMMF*: Temperatura media de las mínimas del mes de temperatura media más baja (°C);
 92 *TMMC*: Temperatura media de las máximas del mes de temperatura media más alta (°C); *HS*:
 93 Periodo heladas seguras (meses); *PV*: Periodo actividad vegetal libre (meses); *OSC*:
 94 Oscilación térmica (°C)

95
 96 En cuanto a la fisiografía se trata de una sucesión de pequeños barrancos orientados a
 97 solana con pendientes medias a fuertes. Geológicamente el alcornocal se encuentra sobre
 98 materiales del Cretácico superior, concretamente Santoniense Superior-Campaniense,
 99 consistente en areniscas de grano fino, poco cementadas de tonos rojizos y morados, con
 100 escasas pasadas de arcillas y areniscas más cementadas, correspondiente con la denominada

101 Facies Garumniense, que da lugar a suelos de naturaleza ácida, poco calcáreos.
 102 Estratigráficamente se encuentran sobre calizas cretácicas visibles en forma de crestones, por
 103 encima no aparecen más materiales en el sector por lo que constituyen la parte superior de la
 104 columna estratigráfica.

105
 106 El alcornoque se presenta en Bozoó principalmente bajo repoblaciones de pino o
 107 compartiendo el espacio con encinas (*Quercus ilex* L.) y un estrato arbustivo denso de
 108 *Arbutus unedo* L., *Erica scoparia* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull. o *Cistus salvifolius* L. entre
 109 otros (GARCIA-MIJANGOS, 1995). La ubicación de este alcornoque en un contexto
 110 ambiental distinto del óptimo conocido para la especie, su aislamiento geográfico respecto de
 111 otras poblaciones y su reducido tamaño permiten considerarle como población atípica (DÍAZ-
 112 FERNÁNDEZ *et al.*, 1997).

113



114

115 *Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en el mapa de distribución mundial de Q. suber L. (GIL et al., 2004)*

116

117 Todo parece indicar que el aprovechamiento del monte de Bozoó ha sido
 118 tradicionalmente comunal, fundamentalmente de pastos para abastecer a las numerosas
 119 ganaderías existentes y de leñas para los vecinos. Referencias históricas como el Catastro de
 120 la Ensenada (1753) así lo atestiguan. Esta situación cambia con la repoblación llevada a cabo
 121 en Sierra Besantes por el Patrimonio Forestal del Estado en torno a 1950, quedando
 122 constancia de la situación en la que se encontraba el monte en las memorias informativas que
 123 se redactaban de forma previa a la realización de los consorcios de repoblación. Hacia el año
 124 1950 el monte contaba con una superficie de unas 800 ha, tenía como única producción el
 125 pasto, estando el arbolado representado únicamente por 400 pinos y unos 100 resalvos de
 126 encina y alcornoque.

127

128 **Planteamiento previo**

129

130 El trabajo de caracterización de esta población atípica de alcornoque comprendía una
 131 identificación previa de masas (rodealización) con presencia significativa de alcornoque de
 132 cara a diseñar un posterior análisis en mayor profundidad, consistente en un muestreo

estadístico. Se identificaron todos los tipos de masa forestales del monte, se diferenciaron y delimitaron espacialmente las unidades de vegetación existentes, se realizó un diagnóstico general de la masa, con caracterización de estructuras horizontal, vertical y su variabilidad y se identificaron y delimitaron las áreas con valores naturales destacados, biotopos relevantes, áreas de cambio de vocación forestal, etc. (GONZALEZ *et al.*, 2006).

Bajo este planteamiento, el método de análisis se dividió en dos fases, la primera consistente en una zonificación, identificando los principales grupos funcionales de vegetación, considerando la presencia y estado del alcornoque como una variable de la identidad selvícola de una masa. Y una segunda fase, donde se realizó un muestreo para evaluar en términos cuantitativos la población de alcornoque de forma detallada para cada grupo funcional, así como caracterizar el hábitat o la estación óptima para la especie.

Una vez confirmada la existencia de alcornoque en una masa se procedió a clasificar su grado de presencia a partir del conteo de ejemplares en una parcela circular de 12 ó 20 metros de radio, en función de la densidad.

Diseño del muestreo

Para el diseño del muestreo se tuvo en cuenta no solo la estimación de existencias maderables y sus características, sino también su estado vegetativo y su posible variabilidad asociada a factores fisiográficos, edáficos o selvícolas.

Se optó por realizar bandas de muestreo (transectos), sistema que permite evaluar posibles gradientes en función de variables como la ausencia/presencia de tratamiento selvícola, la naturaleza del sustrato, la altitud, la orientación, etc. Con este método, al ser un tipo de muestreo dirigido, resulta inevitable incurrir en un sesgo. Sin embargo la consecuente pérdida de validez estadística no lo es tanto cuando de forma previa al diseño del muestreo se ha dividido la zona de estudio en unidades homogéneas en cuanto al tipo de masa forestal. El muestreo se dirige partiendo de la hipótesis de homogeneidad en la población muestreada y buscando posibles variabilidades no detectadas en la definición de unidades. Si a este hecho se suma que mediante el muestreo por bandas se puede evaluar la influencia de ciertos gradientes en la composición selvícola del rodal (SCHREUDER *et al.*, 1987; ILES *et al.*, 2006), resulta una opción muy interesante para estudiar no solo la población sino también el hábitat más apropiado para la especie en nuestro monte.

El diseño del muestreo por transectos se realizó adaptando la metodología descrita en GARITACELAYA *et al.* (2005), centrándose en este caso en las unidades que presentaban una densidad de alcornoque alta o media-alta (≥ 10 pies/ha).

Para los transectos o bandas se estableció un ancho fijo de 16 metros, 8 metros a cada lado del eje longitudinal, y una longitud variable en función de la intensidad de muestreo buscada y de la extensión estimada del gradiente supuesto. Este muestreo dirigido se orienta en cada masa según los gradientes que interesan evaluar (pendiente, orientación, densidad de cubierta superior, selvicultura practicada, etc.). Los datos básicos de referencia de cada transecto se representan en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos de referencia de cada transecto

BANDA	X_UTM _{INICIO}	Y_UTM _{INICIO}	REFERENCIA EJE	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (m ²)
-------	-------------------------	-------------------------	-------------------	-----------------	---------------------------------

A-A'	490.758	4.731.831	Rumbo = 117°	423	6.772
B-B'	490.939	4.732.079	Rumbo = 311°	572	9.145
C-C'	490.928	4.732.162	Paralelo a 20m camino	942	15.074
D-D'	490.991	4.732.530	Rumbo = 275°	167	2.667
E-E'	491.031	4.732.320	Rumbo = 139°	645	10.320
F-F'	491.286	4.732.030	Rumbo = 94°	125	2.001
G-G'	491.410	4.732.021	Rumbo = 52°	242	3.867
H-H'	491.475	4.732.945	Rumbo = 58°	364	5.817
I-I'	491.327	4.732.889	Curva nivel	477	7.626
J-J'	491.606	4.732.546	Curva nivel	497	7.948
TOTAL MUESTREO				4.452	71.236

181
182 Cada transecto se dividió a su vez en tramos de 50 metros para los localizados en
183 pendiente y de 100 metros para los que avanzaban por curva de nivel.
184

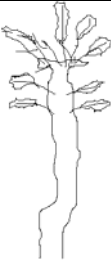



185 En total se ejecutaron diez bandas repartidas por las masas objeto de muestreo. Aquellas
186 donde el alcornoque se encontraba bajo las repoblaciones de pino (*PSY*, *PPR* y *PMX*, ver
187 Tabla 4) se muestrearon con mayor intensidad tratando de obtener el estado selvícola más
188 favorable para la conservación del alcornocal. En la masa de encinar-alcornocal (*ENC*), donde
189 la evolución de la vegetación se produce de una forma más natural y la espesura completa
190 imposibilita prácticamente realizar el muestreo, se optó por una intensidad algo más baja.
191

192 En cada transecto se tomaron datos del estrato superior, del matorral y de los
193 alcornoques. En cada tramo se realizó una medición de pH y una serie de estimaciones sobre
194 la pedregosidad, el drenaje del suelo, la existencia de riesgos de erosión o incendios y la
195 cantidad de regeneración observada, medida en una parcela de 5 m de radio. También se
196 anotó la existencia de tratamientos selvícolas ejecutados y el grado de apertura del dosel
197 superior.
198

199 De los pinos se tomaron los diámetros normales de todos los pies mediante una
200 forcípula registradora y una muestra de alturas de entre 5 y 10 pies en cada tramo en función
201 de la densidad, diferenciando siempre entre especies. Se realizó un conteo del matorral como
202 número de matas y diámetro de cada mata también por especies. Por último, sobre el
203 alcornoque se tomó para cada pie, su diámetro normal a 1,30 m, su forma según la tipología
204 definida para este trabajo (Fig. 2), la altura total medida con distanciómetro láser, su origen de
205 raíz o semilla, la existencia de bellota y su abundancia, el grado de cobertura o dominancia y
206 la existencia de daños.
207

208 Para definir el estado fisiológico de los alcornoques se procedió a diseñar una tipología
209 de pies considerando su fisionomía, su estado sanitario, vigor y grado de dominancia así
210 como sus posibilidades de desarrollo en el presente y futuro inmediato. La tipología se diseñó
211 de forma específica para esta población, combinando criterios de biología de la especie y
212 según el abanico de tipos de árbol identificados en las visitas de campo previas. La clave de
213 tipos se refleja en la Fig. 2.
214

215 *Figura 2. Tipología de pies de Quercus suber L. elaborada para este trabajo*

	<p>Tipo I: En crisis de competencia. Pie en ausencia de copa que ha perdido la guía terminal y las ramas principales. La actividad fotosintética es muy baja y proviene de ramillas de 2 a 5 cm de Ø en su base, más o menos distribuidas por todo el fuste con un penacho superior algo más espeso.</p>
	<p>Tipo II: Superando crisis de competencia. Pie sin copa aparente o en estado de formación, con guía terminal activa y ramas con Ø en su base mayor de 5 cm que otorgan una capacidad fotosintética baja, en disposición horizontal o con ángulo de inserción menor a 45° (condicionado por la competencia).</p>
	<p>Tipo III: Superada la competencia. Pie con porte dominante, con buena estructura de copa (ramas con Ø mayor de 5 cm y ángulo de inserción > 45 °) y capacidad fotosintética media, o baja pero en proceso de desarrollo apreciable.</p>
	<p>Tipo IV: Dominante. Pie con porte dominante con buena estructura de copa que ocupa la mitad de la altura del árbol y le otorga capacidad fotosintética alta.</p>

216

217

218 Los tres parámetros fisiográficos estudiados (orientación, pendiente y altitud), se
 219 extrajeron de un modelo digital de elevaciones construido a partir de la cartografía altimétrica
 a escala 1:10.000.

220

221 Para determinar el valor de pH, de cara a comprobar la reacción del sustrato, se utilizó
 222 la metodología del Tercer Inventario Forestal Nacional (2006) y los protocolos
 223 complementarios internacionales establecidos por JHAN R. *et al.* (2006).

224

225 4. Resultados

226

227 Los trabajos de identificación y delimitación de masas han determinado unas 122
 228 hectáreas de superficie con presencia significativa de alcornoque (*Quercus suber* L.) en
 229 Bozoó. Si se tienen en cuenta las zonas donde la presencia es puntual, bien en forma de pies
 230 aislados o en pequeños grupos dispersos, la superficie se eleva a las 147 ha. Los resultados se
 231 recogen en la Tabla nº 3.

232

233

Tabla 3. Superficie de la población de *Quercus suber* L. en Bozoó

Presencia de <i>Q. suber</i> L.	Superficie (ha)
---------------------------------	-----------------

Alta	86,15
Media-Baja	36,27
Puntual	24,45
Total	146,87

Presencia: Alta (> 10 pies/ha); Media-Baja (< 10 pies/ha); Puntual (ejemplares dispersos)

Los grupos funcionales de vegetación (Tabla 4) a los que se asocia la masa de alcornoque en la zona de estudio son:

- PSY: Alcornocal bajo pinar de pino silvestre. Fustal de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) sobre un estrato de alcornoque (*Quercus suber* L.). En este grupo hay una parcela de investigación que fue sometida a un tratamiento selvícola especial para observar el comportamiento del alcornocal ante una fuerte puesta en luz y la monitorización de todos sus individuos
- PPR: Alcornocal bajo pinar de pino negral. Fustal medio de pino negral (*Pinus pinaster* Ait.) sobre un estrato de alcornoque (*Quercus suber* L.) en zonas de altitud media, expuestas y soleadas. El pino pinaster es natural de la zona y había 400 en el monte antes de su repoblación.
- PMX: Alcornocal bajo pinar mixto. Fustal de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.), pino laricio (*P. nigra* Arn.) y negral (*P. pinaster* Ait.) sobre un estrato denso de alcornoque (*Quercus suber* L.), mezclados por criterios de repoblación, y no por factores ecológicos. El estrato inferior de alcornoque cuenta con las mayores densidades de esta especie en el monte y se encuentra totalmente dominado, existiendo una alta mortalidad. Destaca la presencia de algunos individuos de gran porte.
- ENC: Alcornocal-encinar. Monte bajo leñoso de encina (*Quercus ilex* L.) y alcornoque (*Quercus suber* L.) con porte arbóreo sobre un subpiso de matorral de madroño (*Arbutus unedo* L.), brezo (*Erica scoparia* L.) y enebro (*Juniperus oxycedrus* L.) en espesura fuerte.

Tabla 4 Datos selvícolas de los grupos funcionales con presencia de alcornoque

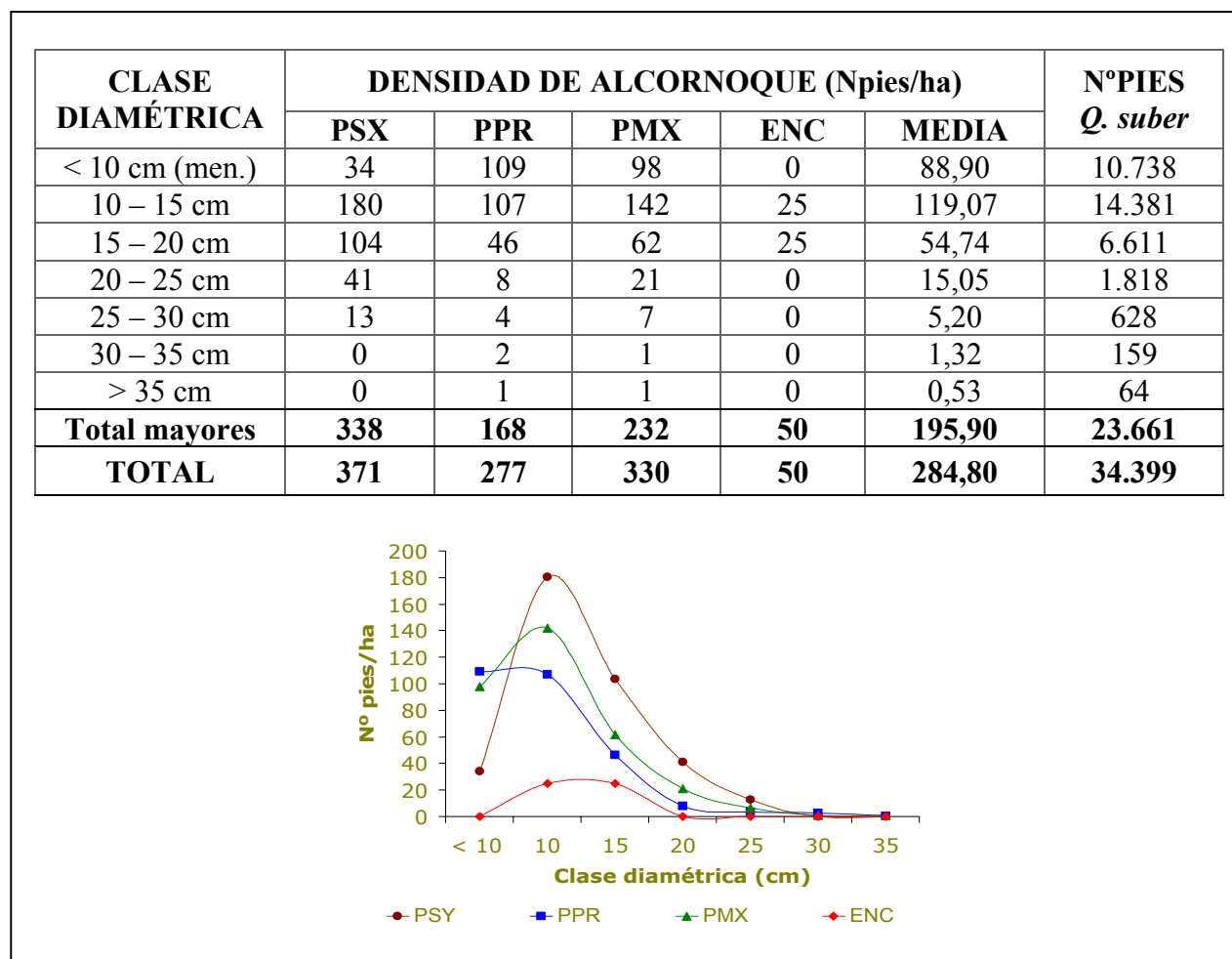
GRUPO FUNCIONAL	SUP. (ha)	CLASE EDAD	Ho (m)	Pinus sp.				Q. suber
				FCC (%)	N (pies/ha)	AB (m ² /ha)	Dm (cm)	N (pies/ha)
PSY	8,27	40-80	16	40-70	254	16	29,5	651
PPR	50,02	40-80	14	40-100	660	25	35	203-240
PMX	129,6	0-40	13	70-100	1000	36	23	339-679
ENC	11,22	0-40	6,5	-	-	-	-	-

Grupo Funcional: PSY: Alcornocal bajo pinar de pino silvestre; PPR: Alcornocal bajo pinar de pino negral; PMX: Alcornocal bajo pinar mixto; ENC: Alcornocal-encinar. Ho (m): altura dominante; FCC (%): Fracción de cabida cubierta; N (pies/ha): Número de pies por hectárea; AB (m²/ha): área basimétrica por hectárea; Dm (cm): diámetro medio tomado a 1,30 m

271 En cada uno de estos grupos funcionales la presencia y el estado del alcornoque resulta
 272 bastante variable. Lo más habitual es que se presente bajo una cubierta más o menos densa de
 273 pino (*PSY*, *PPR*, *PMX*) aunque también se encuentra mezclado con un monte bajo de encina y
 274 matorral (*ENC*), según recoge la Tabla 5.

275
276

Tabla 5. Distribución diamétrica en el alcornocal



277
278

279 Las estimaciones realizadas cifran la población de alcornoque en la zona de estudio en
 280 algo menos de 35.000 individuos. Resulta significativo que el 73 % del total de pies tienen
 281 menos de 15 cm de diámetro normal, por lo que se puede considerar un alcornocal joven con
 282 ejemplares de ciertas dimensiones dispersos en zonas donde el dosel superior presenta alguna
 283 discontinuidad, lo que corrobora la impresión de su avance en la zona tras el acotamiento al
 284 pastoreo al que obligó la repoblación de la que fue objeto.

285

286 En términos generales, la presencia de alcornoque bajo las masas de pinar (*PSY*, *PPR* y
 287 *PMX*) es significativamente mayor que en el tipo de bosque alcornocal-encinar (*ENC*), sin que
 288 la composición específica del pinar represente un factor *a priori* determinante en la presencia
 289 del alcornoque.

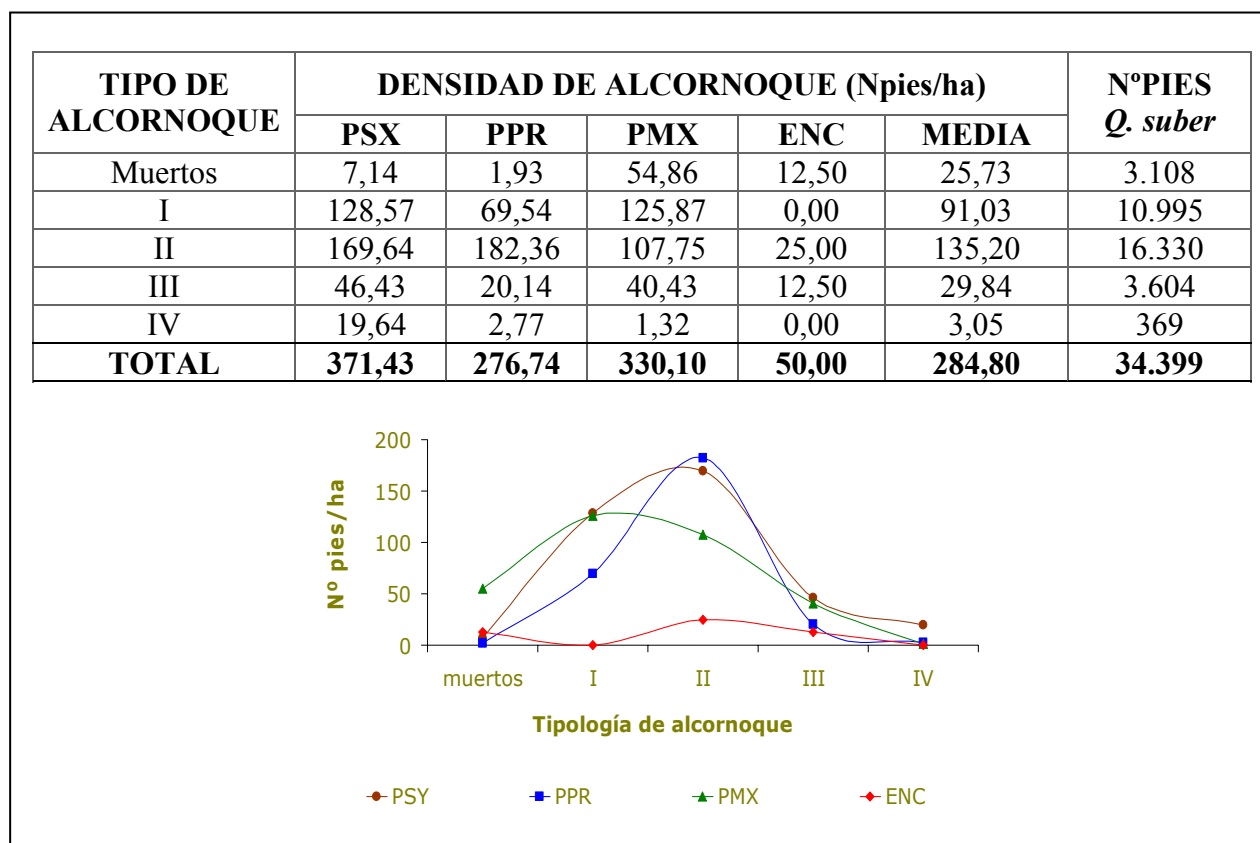
290

291 El estado selvícola de los pies de alcornoque se ha evaluado según la distribución del
 292 número de pies por tipología de alcornoque (Fig. 2). Los resultados se recogen en la Tabla 6,
 293 mostrándose para cada tipo de grupo funcional de vegetación, los pies por hectárea y totales.

294

295
296

Tabla 6. Distribución del número de alcornoques por tipología y grupo funcional

297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310

Se puede observar que aunque el alcornocal está sufriendo una grave crisis de competencia con el pinar, su recuperación todavía es posible. En el caso de las formaciones de alcornoque asociadas al pinar (*PSY*, *PPR* y *PMX*), se observa una frecuencia significativa de ejemplares en fase de superación de dominancia, con un 47,47 % de alcornoques de *Tipo II*, resultado directo de las recientes claras que se han estado realizando en el monte.

En lo que respecta a la fisiografía (Tabla 6), un 85 % de las observaciones se sitúan en orientación Sur y Este, a una altitud media de 842 metros y pendientes medias del 30 % para un total de 65 observaciones. Las mayores densidades de alcornoque se extienden por todo el rango altitudinal y por pendientes mayores del 15 %, siempre con orientación sur.

Tabla 6. Parámetros fisiográficos y edáficos promedios de la estación

ESTADÍSTICO	ORIENTACIÓN	ALTITUD	PENDIENTE	pH
Nº observac.	65	65	65	62
Media	171° (Sur)	842 m	30 %	5,19
Desv. estándar	70°	57 m	15 %	0,66
Max.	289°	951 m	74 %	7,01
Min.	23°	746 m	4 %	4,07

311
312

313 En lo que respecta a la naturaleza del sustrato, la riqueza geológica de la zona da lugar a
 314 una litología variada y su influencia resulta determinante en la presencia/ausencia de
 315 alcornoque. Es generalmente aceptada la relación entre la disponibilidad de nutrientes y el pH
 316 de forma que a determinados valores de este parámetro algunas especies, entre las que se
 317 encuentra el alcornoque, no pueden desarrollarse (NÚÑEZ, 2003; ARONSON *et al.*, 2009).

318
 319 El sustrato de nuestro alcornocal presenta un valor de pH promedio de 5,19, y la
 320 desviación estándar es 0,66, es decir, corresponde a un sustrato de reacción ácida. El pH
 321 máximo obtenido (en una única observación) fue de 7,01, siendo sin embargo un sustrato
 322 carente de carbonatos.

323
 324 La relativamente baja desviación estándar obtenida (0,66) sitúa los valores de pH de
 325 entre 4,5 y 5,9 como el rango sobre el que se asienta esta población de alcornoque.

326 327 5. Conclusiones

328
 329 A la vista de la distribución diamétrica del alcornocal (Tabla 5) se puede considerar que
 330 en el caso de Bozoó se trata de un alcornocal joven con ejemplares de ciertas dimensiones
 331 dispersos en zonas donde el dosel superior presenta alguna discontinuidad, fundamentalmente
 332 en los márgenes de los caminos y otras zonas de borde de masa, donde la insolación es mayor
 333 y el árbol ha podido desarrollar un porte acorde con su genética.

334
 335 La distribución espacial de sus ejemplares habitualmente no es homogénea, sino
 336 agrupada en más o menos desdibujadas matas con separaciones entre pies de unos 2 a 5
 337 metros. Esta distribución espacial y la regularidad de edades parecen indicar el origen
 338 vegetativo de buena parte de los ejemplares, hipótesis que en algunos casos confirma la
 339 presencia de frutos en pies juveniles justificada por la existencia de una cepa de mayor edad
 340 (MONTROYA, 1988).

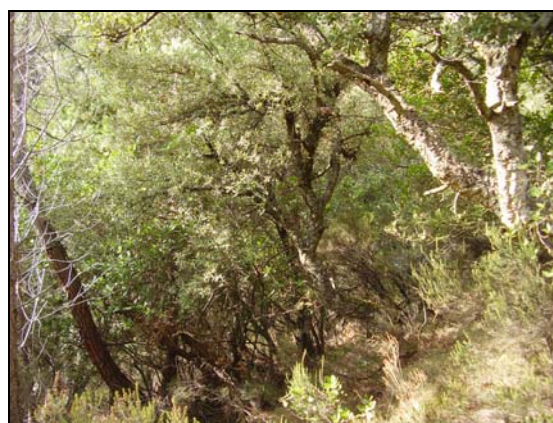
341
 342 La interpretación ecológica del alcornocal bajo los diferentes grupos funcionales en que
 343 se presenta, permite realizar una serie de observaciones. Analizando los datos de densidad de
 344 la masa alcornocal-encinar (*ENC*) se obtiene una discreta densidad de alcornoque (50
 345 pies/ha), sin embargo el 75 % de ellos se encuentran en estado de superación de la
 346 competencia (*Tipo II*) o la han superado ya (*Tipo III*), despuntando sus copas como un estrato
 347 dominante sobre las matas de encina y el matorral. Los mayores problemas de concurrencia
 348 para el alcornoque en este tipo de formación se producen en sus primeros años, cuando el
 349 denso tapiz de matorral heliófilo cubre ampliamente el suelo y se eleva hasta los 2 metros de
 350 altura. En el momento actual, tanto encinas como alcornoques han conseguido ya superar esa
 351 fase y se presentan como un estrato superior. Sin embargo, debido a los tradicionales usos de
 352 aprovechamiento de leñas y carbón la encina se ha regenerado formando matas compactas de
 353 5 a 10 pies, mientras que el alcornoque lo ha hecho como matas abiertas con los pies más
 354 separados, alcanzando portes más esbeltos. Esta sutil diferencia de crecimiento parece estar
 355 favoreciendo al alcornoque, que esta logrando una mejor posición en la concurrencia con la
 356 encina por el estrato dominante, con la que presumiblemente formará un bosque mixto.

357
 358 En el caso del funcionamiento del ecosistema ligado a las formaciones de pinar (*PSY*,
 359 *PPR* y *PMX*), las densidades de entre 270 y 370 pies/ha son superiores a las del alcornocal-
 360 encinar (*ENC*) (50 pies/ha), sin embargo predominan los ejemplares en fase de superación de
 361 dominancia, con un 47,47 % de alcornoques de *Tipo II*. Esta distribución puede explicarse en
 362 términos generales por la reciente aplicación de tratamientos selvícolas en las masas de pinar.

363 En este grupo funcional, el acotamiento al pastoreo parece haber favorecido el desarrollo de
 364 los alcornoques en los primeros años después de la repoblación, sin embargo, tras el cierre del
 365 dosel superior el efecto ha sido precisamente el contrario. Al quedar los alcornoques bajo las
 366 copas del pinar han ido perdiendo progresivamente espacio fotosintético, lo que se ha
 367 materializado en malformaciones en copa, pérdida de guía terminal, pérdida de copa y
 368 finalmente la muerte del individuo. Corroborando la teoría de que una vez que los árboles han
 369 superado la fase de instalación no pueden desarrollarse en altura si tienen un estrato superior
 370 que les domina (TORRES ALVAREZ, 2003; MONTOYA, 1988). En este sentido, resulta
 371 también destacable la abundancia de pies muertos (*Muertos*) y pies en estado moribundo
 372 (*Tipo I*), representando en conjunto el 41 % de los alcornoques.

373
 374 En estas condiciones se puede pensar que la pervivencia o desaparición del alcornocal
 375 bajo la cubierta de la repoblación de pino representa una dinámica del ecosistema donde el
 376 factor humano, en la actualidad la gestión forestal, adquiere un papel determinante por su
 377 capacidad de transformación de la dinámica ecológica natural (SEVILLA, 2008). A la vista
 378 de los datos anteriores acerca del estado selvícola del alcornoque bajo los grupos funcionales
 379 de pinar, se observa que no presenta una adecuada combinación de talla y tolerancia como
 380 para persistir y crecer en el sotobosque a la espera de que un evento renovador le permita
 381 suceder al estrato superior de pino. Por consiguiente, se puede considerar que el alcornoque
 382 bajo estas condiciones se encuentra en una clara fase de exclusión (SEVILLA, 2008) de las
 383 repoblaciones de pino en el corto plazo (Fig.3).

384



385

386 *Figura 3. Alcornocal bajo los principales grupos funcionales identificados, como estrato dominado bajo el dosel de pino*
 387 *silvestre aclarado ligeramente (Izda.) y compartiendo estrato dominante con la encina por encima del estrato de matorral*
 388 *heliófilo (Dcha.).*

389

390 El factor edáfico parece tener una importancia determinante en la distribución de
 391 *Quercus suber* L. en Bozoo puesto que en el momento en que el sustrato pasa de las areniscas
 392 del Cretácico superior (facies Garumniense) de reacción ácida (pH de 5 a 6) a las calizas
 393 cretácicas estratigráficamente subyacentes y físicamente colindantes, el alcornoque
 394 desaparece. Este hecho tiene lugar de forma muy brusca en el límite oeste del alcornocal,
 395 ajustándose a una línea tan clara como es el fondo de un barranco. Las preferencias del
 396 alcornoque por suelos ácidos y aireados parecen ser el factor fundamental.

397

398 La mayor densidad total de alcornoque bajo los pinares de pino silvestre de repoblación
 399 pone de manifiesto el óptimo para él en esta estación sobre suelos sueltos y ácidos

400

401 6. Bibliografía

402

- 403 ARONSON J., PEREIRA J.S., PAUSAS J.G. (Eds). 2009. Cork Oak Woodlands on the Edge:
 404 conservation, adaptive management, and restoration. Island Press. 352 pp. Washington-
 405 Covelo-Londres
- 406 BLANCO, E.; CASADO, M. A.; COSTA, M.; ESCRIBANO, R.; GARCÍA, M.; GÉNOVA,
 407 M.; GÓMEZ, A.; GÓMEZ, F.; MORENO, J.C.; MORLA, C.; REGATO, P.; SAINZ, H.
 408 1997. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Planeta. Barcelona
- 409 BLONDEL, J. 1979. Biogeographie et ecologie. Masson. 173 pp. París
- 410 DÍAZ-FERNÁNDEZ P.M.; GIL, L.; JIMÉNEZ SANCHO M.P. 1997. Characterization of
 411 marginal populations of *Quercus suber* in Spain. En Turok, J.; M.C. Varela and C. Hansen,
 412 compilers, 1997. Quercus suber Network. Report of the third and fourth meetings, 9-12 June
 413 1996, Sassari; Sardinia, Italy and 20-22 February 1997, La Almoraima, Spain. IPGRI. 47-53.
 414 Roma.
- 415 GARCÍA-LÓPEZ, J.M. y ALLUÉ CAMACHO, C.; 2009. CLIMATFOREST 1.0, un
 416 programa actualizado para la diagnosis fitoclimática. Montes 96: 27-32.
- 417 GARCIA-MIJANGOS, I. 1995. Los alcornocales del sector Castellano-Cantábrico. *Lazaroa*
 418 15 (241 - 244).
- 419 GARITACELAYA, J.; GÓMEZ, N.; MARTÍN, F.; AVILÉS, C. 2005. No publicado en
 420 papel. Versión digital en: www.nemoris.net
- 421 GIL, L.; VARELA, M.C. 2004. Euforgen technical guidelines for genetic conservation and
 422 use for cork oak (*Quercus suber*). *International Plant Genetic Resources Institute*. Rome
- 423 GONZÁLEZ J.M.; PIQUÉ M.; VERICAT, P. 2006. Manual de Ordenación por rodales.
 424 (Gestión multifuncional de los espacios forestales). Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
 425 205 pp. Lérida
- 426 GONZALO, J.; 2008. Diagnósis fitoclimática de la España peninsular. Actualización y
 427 análisis geoestadístico aplicado. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela
 428 Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 559 pp. Madrid.
- 429 INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1978. Mapa geológico de España.
 430 Hoja 137 "Miranda de Ebro". Ministerio de Industria y Energía. Madrid
- 431 JAHN, R.; BLUME, H.P.; ASIO V.B.; SPAARGAREN, O.; SCHAD P. 2006. Guidelines for
 432 soil description. FAO. 110 pp. Roma
- 433 LOPEZ, J.A.; BALLESTER, A.; PINUAGA, J.I.; BRONCHALO, M.; GUTIERREZ DE LA
 434 VEGA, M.; MONASTERIO, S.; CADENAS, P. 1998. Atlas del medio hídrico de la provincia
 435 de Burgos. Diputación Provincial de Burgos - Instituto Geológico y Minero de España.
 436 Madrid - Burgos.
- 437 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2003. Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-
 438 2006). Navarra. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. 673 pp. Madrid.
- 439 MONTOYA, J.M. 1988 Los alcornocales. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
 440 267 pp. Madrid.
- 441 NÚÑEZ, M.A. 2003. Distribución ecológica en función del pH de varias especies leñosas
 442 mediterráneas en Sierra Morena (España). *Lazaroa* 24. 49-60
- 443 RUIZ DE LA TORRE, J. 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales.
 444 1756 pp. Madrid
- 445 SÁNCHEZ-PALOMARES, O.; JOVELLAR, L.C.; SARMIENTO, L.A.; RUBIO, A. y
 446 GANDULLO, J.M.; 2007. Las estaciones ecológicas de los alcornocales españoles.
 447 Monografías INIA. Serie Forestal, 14. 232 pp. Madrid.
- 448 SEVILLA, F. 2008. Una Teoría Ecológica para los Montes Ibéricos. IRMA. 500 pp. León.
- 449 TORRES ALVAREZ, E. 2003. Experiencias sobre regeneración natural de alcornocales
 450 (*Quercus suber* L.). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. Vol. 15.

