



5º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL

# 5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

---

REF.: 5CFE01-017

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León  
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009  
ISBN: 978-84-936854-6-1  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

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

CÓZAR CASTAÑEDA, A.<sup>1</sup>, AVILES RODRIGÁLVAREZ, C.<sup>1</sup> GARCÍA COLINAS, C.<sup>2</sup>,  
GARCÍA BLANCO, C.<sup>2</sup> Y ALLUÉ CAMACHO, C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Albera Medio Ambiente S.L.

<sup>2</sup> Euroestudios, Ingenieros de Consulta

<sup>3</sup> Servicio Territorial de Medio Ambiente de Burgos. Junta de Castilla y León

### Resumen

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

### Palabras clave

Montes Obarenes, estación, aislamiento, autoecología, alcornoque

### 1. Introducción

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

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

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

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

## 2. Objetivos

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

## 3. Metodología

### Zona de estudio

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

Tabla 1. Factores fitoclimáticos del alcornocal de Bozoo (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

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

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



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

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

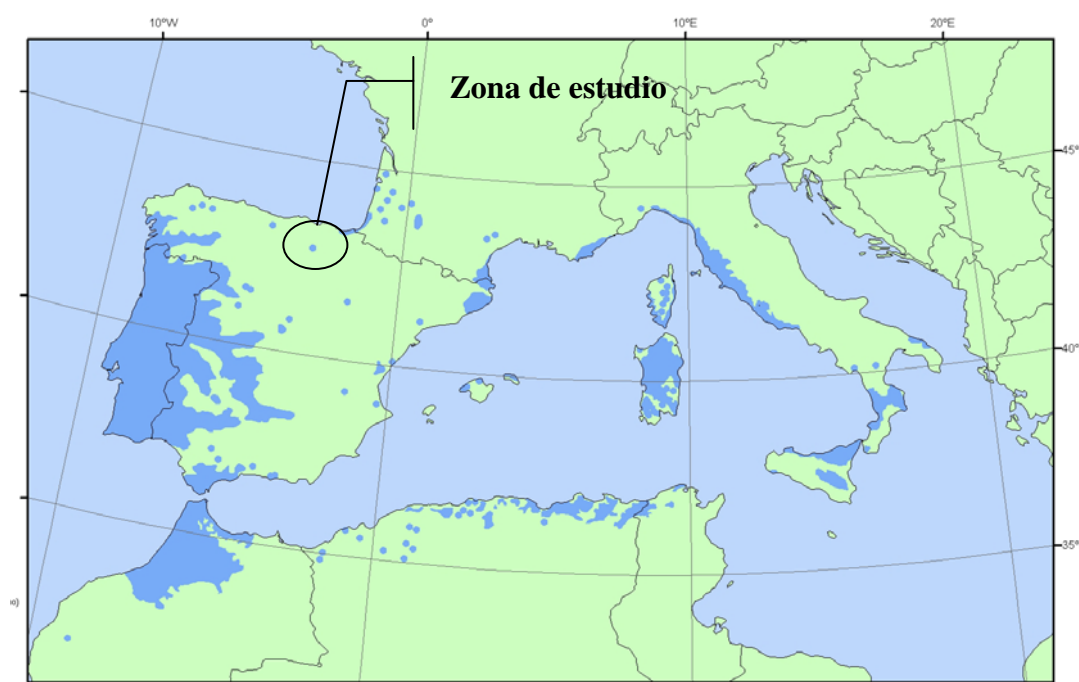


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio en el mapa de distribución mundial de *Q. suber* L. (GIL *et al.*, 2004)

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

### Planteamiento previo

El trabajo de caracterización de esta población atípica de alcornoque comprendía una identificación previa de masas (rodealización) con presencia significativa de alcornoque de 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 ( $\geq 10$  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 <sub>INICIO</sub>	Y_UTM <sub>INICIO</sub>	REFERENCIA EJE	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
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
<b>TOTAL MUESTREO</b>				<b>4.452</b>	<b>71.236</b>

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

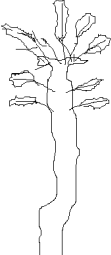
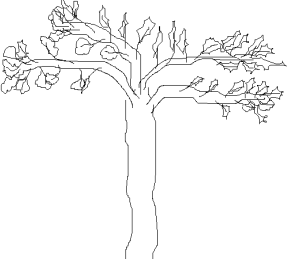
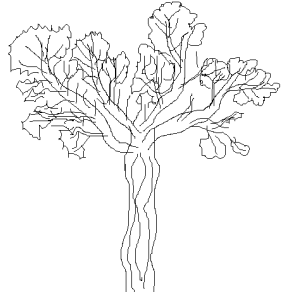
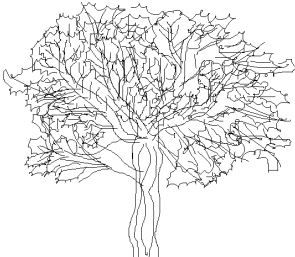
En total se ejecutaron diez bandas repartidas por las masas objeto de muestreo. Aquellas donde el alcornoque se encontraba bajo las repoblaciones de pino (*PSY*, *PPR* y *PMX*, ver Tabla 4) se muestrearon con mayor intensidad tratando de obtener el estado selvícola más favorable para la conservación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

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

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

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

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 &gt; 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>

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

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

#### 4. Resultados

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

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

Presencia de <i>Q. suber</i> L.	Superficie (ha)
Alta	86,15
Media-Baja	36,27
Puntual	24,45
<b>Total</b>	<b>146,87</b>

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

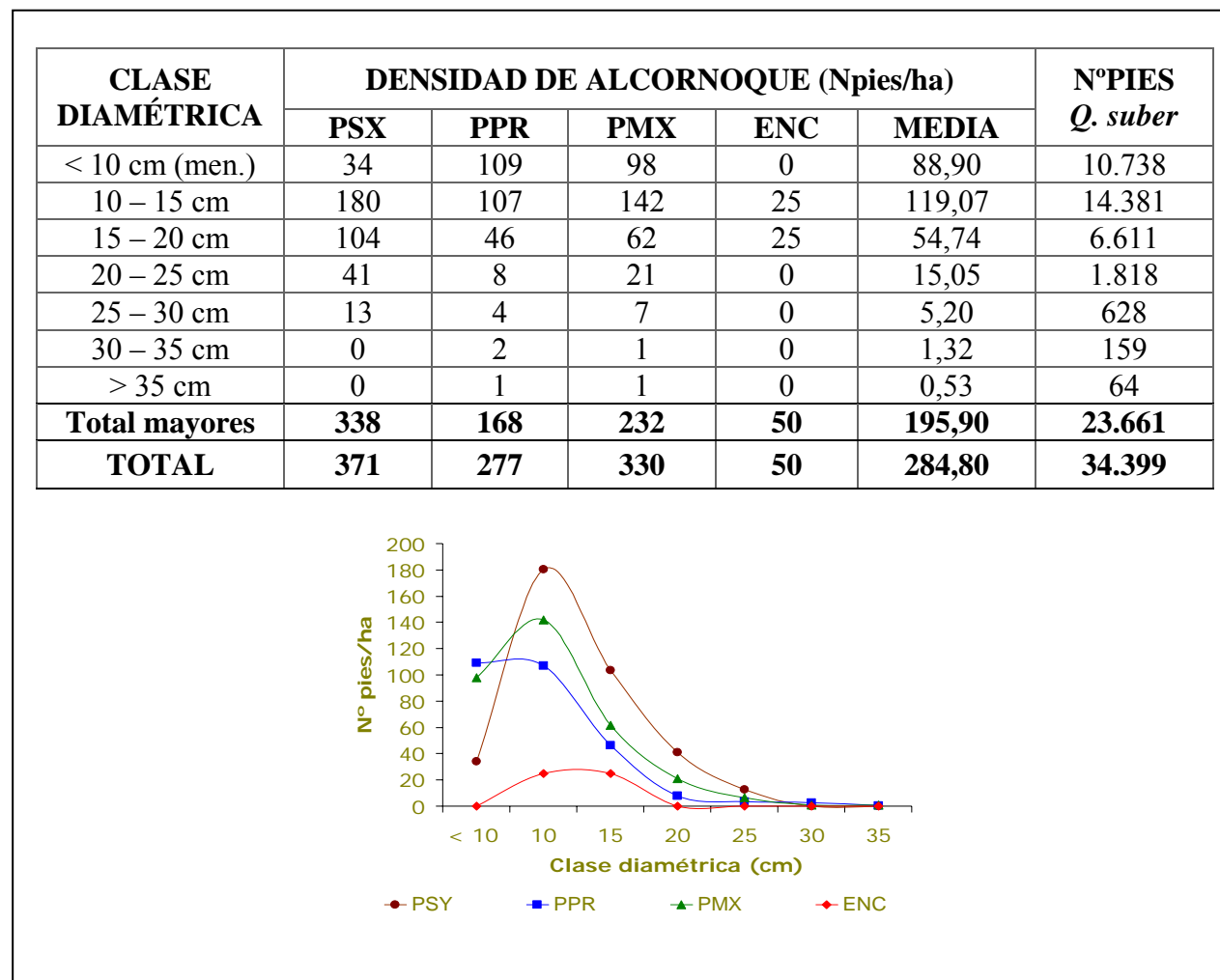
GRUPO FUNCIONAL	SUP. (ha)	CLASE EDAD	Ho (m)	<i>Pinus</i> sp.				<i>Q. suber</i>
				FCC (%)	N (pies/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Dm (cm)	N (pies/ha)
PSY	8,27	40-80	16	40-70	254	16	29,5	651
PPR	50,02	40-80	14	40-100	660	25	35	203-240
PMX	129,6	0-40	13	70-100	1000	36	23	339-679
ENC	11,22	0-40	6,5	-	-	-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

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 (m<sup>2</sup>/ha): área basimétrica por hectárea; Dm (cm): diámetro medio tomado a 1,30 m



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

Tabla 5. Distribución diamétrica en el alcornocal

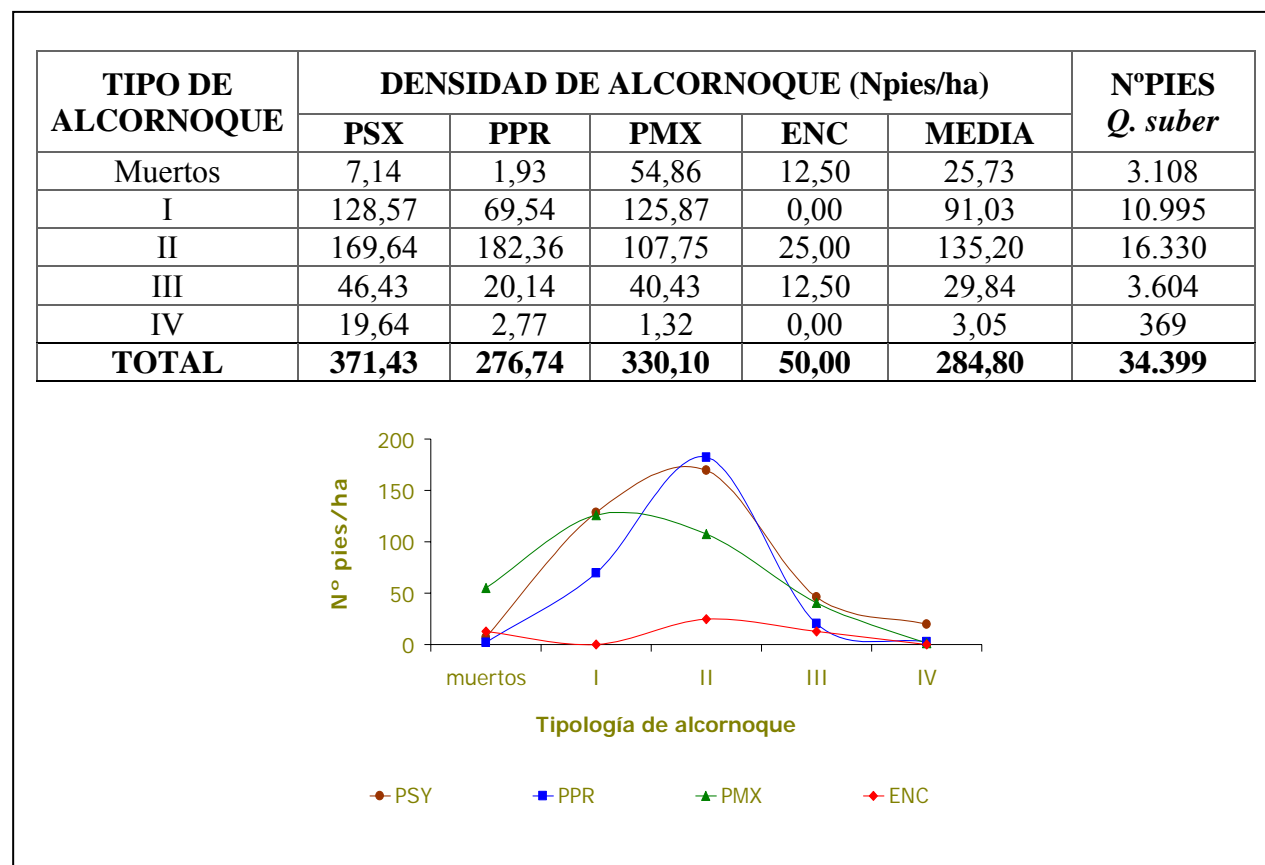


Las estimaciones realizadas cifran la población de alcornoque en la zona de estudio en algo menos de 35.000 individuos. Resulta significativo que el 73 % del total de pies tienen menos de 15 cm de diámetro normal, por lo que se puede considerar un alcornocal joven con ejemplares de ciertas dimensiones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

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

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

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



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
<b>Media</b>	<b>171° (Sur)</b>	<b>842 m</b>	<b>30 %</b>	<b>5,19</b>
Desv. estándar	70°	57 m	15 %	0,66
Max.	289°	951 m	74 %	7,01
Min.	23°	746 m	4 %	4,07

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

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

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

## 5. Conclusiones

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

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

La interpretación ecológica del alcornocal bajo los diferentes grupos funcionales en que se presenta, permite realizar una serie de observaciones. Analizando los datos de densidad de la masa alcornocal-encinar (*ENC*) se obtiene una discreta densidad de alcornoque (50 pies/ha), sin embargo el 75 % de ellos se encuentran en estado de superación de la competencia (*Tipo II*) o la han superado ya (*Tipo III*), despuntando sus copas como un estrato dominante sobre las matas de encina y el matorral. Los mayores problemas de concurrencia para el alcornoque en este tipo de formación se producen en sus primeros años, cuando el denso tapiz de matorral heliófilo cubre ampliamente el suelo y se eleva hasta los 2 metros de altura. En el momento actual, tanto encinas como alcornoces han conseguido ya superar esa fase y se presentan como un estrato superior. Sin embargo, debido a los tradicionales usos de

aprovechamiento de leñas y carbón la encina se ha regenerado formando matas compactas de 5 a 10 pies, mientras que el alcornoque lo ha hecho como matas abiertas con los pies más separados, alcanzando portes más esbeltos. Esta sutil diferencia de crecimiento parece estar favoreciendo al alcornoque, que está logrando una mejor posición en la concurrencia con la encina por el estrato dominante, con la que presumiblemente formará un bosque mixto.

En el caso del funcionamiento del ecosistema ligado a las formaciones de pinar (*PSY*, *PPR* y *PMX*), las densidades de entre 270 y 370 pies/ha son superiores a las del alcornocal-encinar (*ENC*) (50 pies/ha), sin embargo predominan los ejemplares en fase de superación de dominancia, con un 47,47 % de alcornoques de *Tipo II*. Esta distribución puede explicarse en términos generales por la reciente aplicación de tratamientos selvícolas en las masas de pinar. En este grupo funcional, el acotamiento al pastoreo parece haber favorecido el desarrollo de los alcornoques en los primeros años después de la repoblación, sin embargo, tras el cierre del dosel superior el efecto ha sido precisamente el contrario. Al quedar los alcornoques bajo las copas del pinar han ido perdiendo progresivamente espacio fotosintético, lo que se ha materializado en malformaciones en copa, pérdida de guía terminal, pérdida de copa y finalmente la muerte del individuo. Corroborando la teoría de que una vez que los árboles han superado la fase de instalación no pueden desarrollarse en altura si tienen un estrato superior que les domina (TORRES ALVAREZ, 2003; MONTOYA, 1988). En este sentido, resulta también destacable la abundancia de pies muertos (*Muertos*) y pies en estado moribundo (*Tipo I*), representando en conjunto el 41 % de los alcornoques.

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

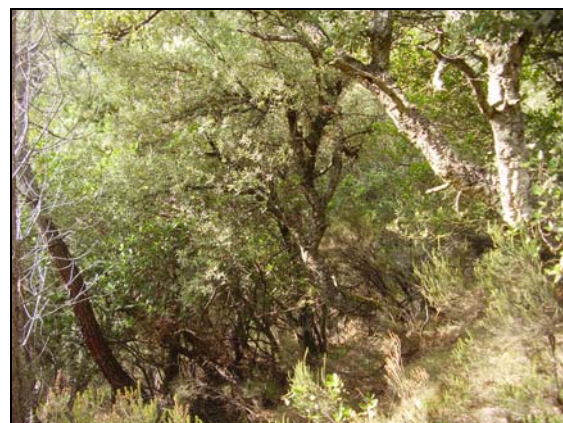


Figura 3. Alcornocal bajo los principales grupos funcionales identificados, como estrato dominado bajo el dosel de pino silvestre aclarado ligeramente (*Izda.*) y compartiendo estrato dominante con la encina por encima del estrato de matorral heliófilo (*Dcha.*).

El factor edáfico parece tener una importancia determinante en la distribución de *Quercus suber* L. en Bozoo puesto que en el momento en que el sustrato pasa de las areniscas

del Cretácico superior (facies Garumniense) de reacción ácida (pH de 5 a 6) a las calizas cretácicas estratigráficamente subyacentes y físicamente colindantes, el alcornoque desaparece. Este hecho tiene lugar de forma muy brusca en el límite oeste del alcornocal, ajustándose a una línea tan clara como es el fondo de un barranco. Las preferencias del alcornoque por suelos ácidos y aireados parecen ser el factor fundamental.

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

## 6. Bibliografía

ARONSON J., PEREIRA J.S., PAUSAS J.G. (Eds). 2009. Cork Oak Woodlands on the Edge: conservation, adaptive management, and restoration. Island Press. 352 pp. Washington-Covelo-Londres

BLANCO, E.; CASADO, M. A.; COSTA, M.; ESCRIBANO, R.; GARCÍA, M.; GÉNOVA, M.; GÓMEZ, A.; GÓMEZ, F.; MORENO, J.C.; MORLA, C.; REGATO, P.; SAINZ, H. 1997. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Planeta. Barcelona

BLONDEL, J. 1979. Biogeographie et ecologie. Masson. 173 pp. París

DÍAZ-FERNÁNDEZ P.M.; GIL, L.; JIMÉNEZ SANCHO M.P. 1997. Characterization of marginal populations of *Quercus suber* in Spain. En Turok, J.; M.C. Varela and C. Hansen, compilers, 1997. Quercus suber Network. Report of the third and fourth meetings, 9-12 June 1996, Sassari; Sardinia, Italy and 20-22 February 1997, La Almoraima, Spain. IPGRI. 47-53. Roma.

GARCÍA-LÓPEZ, J.M. y ALLUÉ CAMACHO, C.; 2009. CLIMATFOREST 1.0, un programa actualizado para la diagnosis fitoclimática. Montes 96: 27-32.

GARCIA-MIJANGOS, I. 1995. Los alcornocales del sector Castellano-Cantábrico. *Lazaroa* 15 (241 - 244).

GARITACELAYA, J.; GÓMEZ, N.; MARTÍN, F.; AVILÉS, C. 2005. No publicado en papel. Versión digital en: [www.nemoris.net](http://www.nemoris.net)

GIL, L.; VARELA, M.C. 2004. Euforgen technical guidelines for genetic conservation and use for cork oak (*Quercus suber*). *International Plant Genetic Resources Institute*. Rome

GONZÁLEZ J.M.; PIQUÉ M.; VERICAT, P. 2006. Manual de Ordenación por rodales. (Gestión multifuncional de los espacios forestales). Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. 205 pp. Lérida

GONZALO, J.; 2008. Diagnósis fitoclimática de la España peninsular. Actualización y análisis geostadístico aplicado. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 559 pp. Madrid.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. 1978. Mapa geológico de España. Hoja 137 "Miranda de Ebro". Ministerio de Industria y Energía. Madrid

JAHN, R.; BLUME, H.P.; ASIO V.B.; SPAARGAREN, O.; SCHAD P. 2006. Guidelines for soil description. FAO. 110 pp. Roma

LOPEZ, J.A.; BALLESTER, A.; PINUAGA, J.I.; BRONCHALO, M.; GUTIERREZ DE LA VEGA, M.; MONASTERIO, S.; CADENAS, P. 1998. Atlas del medio hídrico de la provincia de Burgos. Diputación Provincial de Burgos - Instituto Geológico y Minero de España. Madrid - Burgos.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2003. Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2006). Navarra. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. 673 pp. Madrid.

MONTOYA, J.M. 1988 Los alcornoques. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 267 pp. Madrid.

NÚÑEZ, M.A. 2003. Distribución ecológica en función del pH de varias especies leñosas mediterráneas en Sierra Morena (España). *Lazaroa* 24. 49-60

RUIZ DE LA TORRE, J. 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. 1756 pp. Madrid

SÁNCHEZ-PALOMARES, O.; JOVELLAR, L.C.; SARMIENTO, L.A.; RUBIO, A. y GANDULLO, J.M.; 2007. Las estaciones ecológicas de los alcornoques españoles. Monografías INIA. Serie Forestal, 14. 232 pp. Madrid.

SEVILLA, F. 2008. Una Teoría Ecológica para los Montes Ibéricos. IRMA. 500 pp. León.

TORRES ALVAREZ, E. 2003. Experiencias sobre regeneración natural de alcornoques (*Quercus suber* L.). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. Vol. 15.

