



# Producción de biomasa y fijación de carbono por los matorrales españoles y por el horizonte orgánico superficial de los suelos forestales

GREGORIO MONTERO. CÉSAR LÓPEZ-LEIVA, RICARDO RUIZ-PEINADO,  
EDUARDO LÓPEZ-SENEPLEDA, RAQUEL ONRUBIA Y MARÍA PASALODOS



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN

**Edita:**

© Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación  
Secretaría General Técnica

**Autores:**

Gregorio Montero, César López-Leiva, Ricardo Ruiz-Peinado,  
Eduardo López-Senespleda, Raquel Onrubia y María Pasalodos

**Diseño y maquetación:**

El Guateque, agencia de comunicación

**Impresión y encuadernación:**

-

**NIPO (papel):**

003200520

**Depósito Legal:**

En trámite

**Catálogo de Publicaciones de la AGE:**

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

**Tienda virtual:**

[www.mapama.gob.es](http://www.mapama.gob.es)

**E-mail:**

[centropublicaciones@mapama.es](mailto:centropublicaciones@mapama.es)

**Distribución y venta:**

Paseo de la Infanta Isabel, 1  
28014 Madrid  
Tlf.: 91 347 55 41 / Fax: 91 347 57 22

En esta publicación se ha utilizado papel 100% reciclado libre de cloro.

Las opiniones expresadas en esta obra corresponden exclusivamente a sus autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

# Producción de biomasa y fijación de carbono por los matorrales españoles y por el horizonte orgánico superficial de los suelos forestales

## **Autores:**

Gregorio Montero <sup>1,3</sup>

César López-Leiva <sup>2</sup>

Ricardo Ruiz-Peinado <sup>1,3</sup>

Eduardo López-Senespleda <sup>1,3</sup>

Raquel Onrubia <sup>1</sup>

María Pasalodos <sup>1</sup>

## **Colaboradores:**

Angel Carrascosa <sup>4</sup>

Andrés Bravo-Oviedo <sup>5</sup>

Miren Del Río <sup>1</sup>

Guillermo Madrigal <sup>1</sup>

Rafael Calama <sup>1</sup>

Juan G. Álvarez <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Departamento Selvicultura y Gestión Forestal Sostenible. INIA – CIFOR

<sup>2</sup> ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural. UPM

<sup>3</sup> Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible (UVa-INIA)

<sup>4</sup> TRAGSA

<sup>5</sup> Departamento de Biogeografía y Cambio Global. MNCN – CSIC

<sup>6</sup> Escuela Politécnica Superior de Ingeniería. USC (Campus de Lugo)



## Agradecimientos

Para hacer este trabajo ha sido necesario realizar numerosas tareas de campo y laboratorio. El trabajo de campo ha supuesto el replanteo, desbroce, peso de biomasa aérea, recogida de necromasa. El trabajo de laboratorio ha supuesto el pesaje, desecación de todas las muestras de biomasa de matorral y necromasa, así como su molido y tratamiento para la obtención del porcentaje de carbono de cada muestra.

Lógicamente estas tareas han hecho necesaria la participación de muchas personas, además de las que figuran como autores y colaboradores, entre los que ocupan un lugar especial los equipos que han tomado los datos de campo pertenecientes a las empresas: Tragsa, Agresta y Socarrel.

Los análisis de laboratorio se han realizado en el departamento de Ecología del INIA-CIFOR y en ellos han participado numerosas personas entre las que cabe destacar a Purificación Pereira, Salvador Sastre, Milagros Serrano, Isabel González, Rocío Montoto, Angeles Tirado, Aurora Bachiller y Ernesto Serrallé. Para la elaboración de la cartografía, base en la estimación de superficies de las distintas unidades de cubierta de matorral, se ha contado con la inestimable ayuda de expertos en SIG como Esteban Marcos Ruiz, David Ballesteros Gutiérrez y Jorge Cuevas Moreno, de la ETSI de Montes, Forestal y del Medio Natural de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Entre las instituciones destacar al INIA-CIFOR, proyecto RECAMAN, CSIC, Junta de Andalucía y a TRAGSA, Instituto Universitario de gestión forestal Sostenible UVA-INIA, por su diferente contribución a la financiación de los costes de este trabajo. Sin su colaboración este estudio no se habría podido realizar.





# Índice

Prólogo	11
---------	----

## PARTE I.

### Producción de biomasa y fijación de carbono por los matorrales españoles

<b>I.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	15
<b>I.1.1</b>	Concepto y definiciones de matorrales y arbustedos	15
<b>I.1.2</b>	Tipos de matorrales por su forma de inserción	17
<b>I.1.3</b>	Significación y posición de los matorrales	19
<b>I.1.4</b>	Importancia y significación superficial de los matorrales	20
<b>I.1.5</b>	Gestión de los matorrales y arbustedos	26
<b>I.2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	28
<b>I.3</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	28
<b>I.3.1</b>	Diseño de muestreo	28
<b>I.3.2</b>	Número de parcelas por especie dominante	29
<b>I.3.3</b>	Tamaño y forma de las parcelas y toma de datos de campo	29
<b>I.3.4</b>	Características de la muestra	29
<b>I.3.5</b>	Toma de datos en las parcelas de muestreo	30
<b>I.3.6</b>	Edad del matorral de las parcelas	30
<b>I.3.7</b>	Altura media del matorral	32
<b>I.3.8</b>	Procesado de las muestras en laboratorio	32
<b>I.4</b>	<b>RESULTADOS</b>	32
<b>I.4.1</b>	<b>Ficha de especies</b>	32
<b>I.4.1.1</b>	Descripción de la especie	32
<b>I.4.1.2</b>	Mapa de distribución	33
<b>I.4.1.3</b>	Variación del diámetro y la altura con la edad.	33
<b>I.4.1.4</b>	Poder calorífico e inflamabilidad.	34
<b>I.4.1.5</b>	Producción de biomasa	36
<b>I.4.1.6</b>	Tasa media de acumulación de Biomasa	36
<b>I.4.1.7</b>	Variación de la biomasa acumulada en función de la edad del matorral	36
<b>I.4.2</b>	<b>FICHAS: Descripción de las principales especies</b>	39
	<i>Nerium oleander</i> L.	39
	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	41
	<i>Rosa canina</i> L.	42
	<i>Berberis vulgaris</i> L. (Incluye las subespecies <i>australis</i> y <i>seroi</i> )	43
	<i>Buxus sempervirens</i> L.	45
	<i>Quercus ilex</i> L.	48
	<i>Quercus coccifera</i> L.	51
	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	54
	<i>Phillyrea angustifolia</i> L. y <i>Phillyrea media</i> L.	58
	<i>Arbutus unedo</i> L.	59



<i>Myrtus communis</i> L.	60
<i>Rhamnus lycioides</i> L. y <i>Rhamnus oleoides</i> L.	62
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	63
<i>Erica arborea</i> L.	65
<i>Erica australis</i> L.	69
<i>Erica scoparia</i> L.	70
<i>Calluna vulgaris</i> L.	72
<i>Cytisus oromediterraneus</i> (Rivas Mart. et al.)	73
<i>Cytisus scoparius</i> L.	75
<i>Cytisus multiflorus</i> (L'Her.) Sweet	78
<i>Genista florida</i> (L.)	79
<i>Genista cinerea</i> (Vill).DC.	80
<i>Teline monspessulana</i> L. y <i>Teline linifolia</i> L.	81
<i>Genista tinctoria</i> (L.)	83
<i>Adenocarpus</i> spp. (Incluye <i>Adenocarpus decorticans</i> Boiss., <i>Adenocarpus hispanicus</i> (Lam.) DC., <i>Adenocarpus telonensis</i> (Loisel.) DC y <i>Adenocarpus complicatus</i> (L.) J. Gay)	84
<i>Retama sphaerocarpa</i> (L.) Boiss.	86
<i>Ulex europaeus</i> L.	88
<i>Ulex australis</i> Clemente.	91
<i>Ulex parviflorus</i> Pourr.	92
<i>Genista scorpius</i> (L.) DC.	94
<i>Genista hirsuta</i> Vahl.	96
<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link; <i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link; <i>Calicotome intermedia</i> (Salzm. ex C. Presl) Boiss.	97
<i>Cistus laurifolius</i> L.	99
<i>Cistus ladanifer</i> L.	100
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	103
<i>Cistus albidus</i> L.	104
<i>Cistus populifolius</i> L.	107
<i>Cistus salviifolius</i> L.	109
<i>Cistus crispus</i> L., <i>Cistus clusii</i> Dunal. y <i>Cistus libanotis</i> L.	110
<i>Halimium halimifolium</i> (L.) Willk.	112
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	114
<i>Lavandula stoechas</i> L.	116
<i>Phlomis purpurea</i> L.	119
<i>Thymus</i> spp. incluye <i>T. vulgaris</i> L., <i>T. mastichina</i> (L.)L., <i>T. zygis</i> Loefl ex L., <i>T. baeticus</i> Boiss. ex Lacaita, e hibridaciones	121
<i>Stipa tenacissima</i> L.	123
<i>Lygeum spartum</i> L.	125
<b>I.5 CONTENIDO DE CARBONO EN LAS PRINCIPALES ESPECIES DE MATORRAL Y ARBUSTEDO</b>	126
<b>I.6 PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y FIJACIÓN DE CARBONO POR MATORRALES Y ARBUSTEDOS</b>	130
<b>I.6.1 Estimación de biomasa por especies individuales</b>	131
<b>I.6.2 Estimación de biomasa por agrupaciones de matorral</b>	131
Agrupación 12.- Setos, bardas, orlas	133
Agrupación 13.- Bujedos	134



Agrupación 15.- Arbustedos de <i>Quercus ilex</i>	135
Agrupación 16.- Sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rasteros	136
Agrupación 17.- Coscojares más o menos puros ( <i>Quercus coccifera</i> )	137
Agrupación 18.- Lentiscales, charnecales ( <i>Pistacia lentiscus</i> )	138
Agrupación 19.- Mancha mediterránea y afines	139
Agrupación 19A.- Garrigas (matorrales pluriespecíficos calcícolas más o menos termófilos)	140
Agrupación 22.- Brezales, matorrales de Ericáceas y agrupaciones afines	141
Agrupación 23.- Matorrales de leguminosas retamoideas	142
Agrupación 24.- Matorrales de leguminosas aulagoides y afines	143
Agrupación 25.- Jarales y matorrales de Cistáceas	144
Agrupación 26.- Matorrales de labiadas y "tomillares"	145
Agrupación 27.- Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asimilables a grupos anteriores)	146
Agrupación 35.- Atochares, espartizales, albardinales	147
<b>I.6.3 Ecuaciones de estimación de Biomasa por Formaciones vegetales</b>	<b>148</b>
<b>I.6.3.1</b> Ecuaciones de estimación de Biomasa para Arbustedos	148
<b>I.6.3.2</b> Ecuaciones de biomasa para Matorrales	149
<b>I.6.4</b> Estimación de la biomasa de matorral para la España peninsular y balear	164
<b>I.7 APLICACIÓN DE LAS ECUACIONES DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA</b>	<b>152</b>
<b>I.7.1</b> Estimación de biomasa por especies	152
<b>I.7.2</b> Estimación de biomasa por agrupaciones	152
<b>I.7.3</b> Estimación de la biomasa de matorral por formaciones	153
<b>I.7.4</b> Estimación de la biomasa de matorral para la España peninsular y balear	153
<b>I.8 ESTIMACIÓN DE BIOMASA TOTAL Y TASAS DE ACUMULACIÓN ANUAL EN ARBUSTEDOS Y MATORRALES</b>	<b>153</b>
<b>I.9 BIOMASA DE MATORRAL Y DENSIDAD DE ARBOLADO</b>	<b>156</b>
<b>I.10 COMPARACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE BIOMASA AÉREA Y FIJACIÓN DE CO<sub>2</sub> POR LAS MASAS FORESTALES ARBOLADAS Y LOS MATORRALES</b>	<b>159</b>

## PARTE II

### Fijación de carbono en el horizonte orgánico superficial de los suelos forestales

<b>II.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>163</b>
<b>II.1.1</b> Definición y conceptos	163
<b>II.1.2</b> Procesos de humificación y mineralización	164
<b>II.1.3</b> Desfronde	167
<b>II.1.4</b> Descomposición del desfronde	171
<b>II.1.5</b> Tasa de descomposición del desfronde	172
<b>II.2 OBJETIVOS</b>	<b>178</b>
<b>II.3 METODOLOGÍA</b>	<b>178</b>



<b>II.3.1</b>	Datos	178
<b>II.3.2</b>	Toma de muestras	178
<b>II.3.3</b>	Procesado de muestras en laboratorio	180
<b>II.4</b>	<b>RESULTADOS</b>	180
<b>II.4.1</b>	Estimación de la necromasa y del carbono total acumulado en el horizonte orgánico superficial en función de las formaciones arbóreas dominantes	180
<b>II.4.2</b>	Zonas arboladas con diferente grado de sotobosque y fracción de cabida cubierta >10%	183
<b>II.4.3</b>	Zonas pobladas por las principales especies de coníferas (Fcc>10%)	185
<b>II.4.4</b>	Zonas pobladas por las principales especies de frondosas, en zonas no adhesionadas (Fcc > 10 %)	187
<b>II.4.5</b>	Zonas adhesionadas	189
<b>II.4.6</b>	Zonas con matorral desarbolado o con arbolado ralo (Fcc < 10%)	189
<b>II.4.7</b>	Tendencia de variación de la necromasa y carbono total acumulados en función de la fracción de la cabida cubierta arbórea de la especie dominante	194
<b>II.4.7.1</b>	Ecuaciones de tendencias de la variación de necromasa y carbono total en función de la fracción de cabida cubierta (Fcc) del arbolado	195
<b>II.4.7.2</b>	Ecuaciones de tendencias de la variación de necromasa y carbono total en función de la fracción de cabida cubierta del matorral	203
<b>II.4.8</b>	Aplicación de los resultados	206
<b>II.4.9</b>	Comparación de resultados entre las diferentes formaciones forestales	207
<b>II.4.10</b>	Resumen del estado de los conocimientos sobre la cantidad de biomasa, CO <sub>2</sub> y carbono orgánico acumulados en los bosques españoles	208
	<b>BIBLIOGRAFÍA:</b>	210
	<b>ANEXO I:</b>	230
	<b>ANEXO II:</b>	244
	<b>ANEXO III:</b>	246
	<b>ANEXO IV:</b>	247
	<b>ANEXO V:</b>	248
	<b>ANEXO VI:</b>	249

**ANEXOS DIGITALES (sólo en formato digital):**

ANEXO I.1. Tablas de superficies y mapas de distribución por agrupaciones de matorral y arbustados. <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

ANEXO I.2. Tablas de superficies y mapas de distribución por especies de matas y arbustos. <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

**ANEXOS FOTOGRÁFICOS (sólo en formato digital):**

ANEXO I.1. Fotografías y paisajes de diferentes tipos de matorral. <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

ANEXO I.2. Fotografías de diferentes aspectos del horizonte orgánico superficial en montes arbolados y matorrales. <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

## Prólogo

Los matorrales y arbustados son ecosistemas forestales. En algunos casos, sobre todo por frío, sequía, suelo o perturbaciones reiteradas, constituyen la vegetación potencial, o más evolucionada, que puede aparecer en el territorio; en otros, los más, son etapas de sustitución de los bosques. Su posición en las series de vegetación es, por tanto, intermedia entre bosques y pastos herbáceos naturales. Y también es intermedia su situación estructural y funcional. Los bosques son estructuras muy complejas y eminentemente estabilizadoras, que acumulan una gran cantidad de biomasa, en un alto porcentaje en forma de madera, y tienen una baja tasa de regeneración (producción/biomasa). En los pastos naturales herbáceos sucede todo lo contrario: su estructura es más simple; la cantidad de biomasa, en la que predominan las hojas, es mínima; la tasa de regeneración, máxima y el dinamismo, muy intenso. Los matorrales y arbustados exhiben características intermedias.

Los bosques han sido muy bien valorados por la humanidad a lo largo de toda su historia. La madera ha sido siempre imprescindible para la sociedad humana, bien como materia prima (el término madera proviene, precisamente, del latín: materia), bien como combustible o, simplemente, porque se utiliza para fabricar el papel. De hecho, la ciencia forestal surgió para tratar de garantizar su aprovechamiento sustentable cuando la situación llegó a ser crítica. Por otra parte, los pastos naturales herbáceos también han sido siempre esenciales para la alimentación de la ganadería y los fitófagos silvestres. Por eso, su gestión ha sido descrita y regulada, por escrito, desde hace milenios. Sin embargo, en este aspecto, el de la valoración por parte de la humanidad, matorrales y arbustados han sido siempre relegados a un último lugar, e incluso han sido combatidos tanto por selvicultores como por pascicultores. Por ello, no es de extrañar que la atención que han prestado los forestales al conocimiento de la estructura, función, tipología y posibilidades de gestión de estas comunidades haya sido (y siga siendo) mínima. Son, en cierto modo, el “patito feo” del territorio forestal.

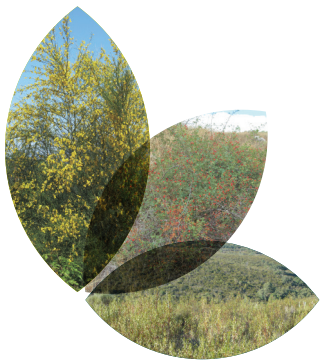
Sin embargo, son comunidades dominantes en una enorme superficie de nuestro país: casi 10 millones de hectáreas, un 20% de la superficie total y más de la mitad de la forestal. Y no sólo generan servicios de abastecimiento, sino también otros de regulación y culturales, de los que a menudo no somos muy conscientes, pero que en muchos casos (cada vez más) no son, en absoluto, menos importantes que los de abastecimiento.

En la actual situación de cambio global, los paradigmas clásicos de la gestión forestal están cambiando a una velocidad vertiginosa y han aparecido y adquirido una relevancia muy especial servicios ecosistémicos prácticamente desconocidos e ignorados hasta hace pocas

décadas. Es el caso del uso social del monte, o de la conservación de la biodiversidad, o de la fijación del carbono. Por eso, resulta hoy particularmente insostenible esa situación de marginación y desconocimiento de los matorrales y arbustedos españoles.

El libro que hoy tengo el placer y el honor de prologar viene precisamente a llenar buena parte de esa laguna de conocimiento a la que antes se ha hecho referencia. Aborda la evaluación de la producción y fijación de carbono de los matorrales y arbustedos españoles, bien a través de su biomasa o bien a través del suelo que protegen y “alimentan”; y ofrece los primeros datos cuantitativos de esos parámetros, que han sido obtenidos mediante un muy amplio dispositivo experimental (1514 parcelas) y muchos años de trabajo duro, minucioso, diversificado y bien planificado. Creo, por tanto, que constituye una contribución significativa y especialmente valiosa al conocimiento forestal y, por ello, espero que sea conocida y utilizada. Y, como es de justicia, quiero terminar este prólogo dando las gracias a sus autores y felicitándoles por un trabajo necesario y bien hecho.

Alfonso San Miguel Ayanz



**PARTE I**  
**Producción de biomasa y fijación de  
carbono por los matorrales españoles**





## I.1 INTRODUCCIÓN

Los montes constituyen un gran almacén de carbono orgánico, formado por las partes aérea y radical de los árboles, matorrales y de otras cubiertas no arboladas –como las herbáceas-, así como por el carbono acumulado en el horizonte orgánico superficial y a lo largo del perfil del suelo mineral.

En un trabajo anterior, desarrollado en el INIA-CIFOR por Montero *et al.* (2005), se presentaron ecuaciones de estimación de biomasa para las principales especies arbóreas que pueblan los bosques de nuestro país. En esta ocasión, proponemos el empleo de ecuaciones similares para la estimación de biomasa de las formaciones de matorral y arbustados de mayor significación en la vegetación española y así, por extensión, evaluar la producción de biomasa de los diferentes tipos de cubiertas leñosas no arboladas en las que entran como componentes.

Los estudios de Montero *et al.* (2013) y Pasalodos *et al.* (2015), en los que se propusieron ecuaciones de predicción de biomasa para matorrales y arbustados andaluces, son asimismo un antecedente inmediato del trabajo que aquí se presenta. La ampliación del territorio analizado, inicialmente sólo de Andalucía, a otras comunidades autónomas españolas ha permitido reelaborar los modelos predictivos utilizados en los dos trabajos precedentes, agregando en éste los tipos de matorrales y arbustados característicos de las franjas latitudinales central y septentrional de la Península Ibérica. Con ello, se dispone de unos resultados más representativos del conjunto de la España peninsular, incluyendo la balear.

En la segunda parte de este manual se presentan datos y ecuaciones para la estimación de la necromasa depositada sobre la superficie del suelo (capa orgánica del suelo), completando así esta trilogía, a falta de un estudio, ya en curso, sobre el carbono almacenado en los suelos forestales, lo que permitiría una primera aproximación general a la cuantificación del carbono acumulable en los montes españoles (árboles, matorrales, horizonte orgánico y suelo mineral), a los que habría que agregar los pastos herbáceos y otras comunidades de esta categoría fisonómico-estructural, que ahora se difieren para posteriores estudios.

### I.1.1 Concepto y definiciones de matorrales y arbustados

Para encuadrar el objeto y alcance de este estudio, y sin entrar a comentar exhaustivamente las certeras puntualizaciones y recomendaciones que el Prof. Ruiz de la Torre hizo en su trabajo “Botánica Popular: Introducción a la Demobotánica” (2000) sobre el empleo de los términos ‘arbusto’ y ‘mata’, en muchas ocasiones aplicados de manera defectuosa, deficiente o incorrecta, reproducimos a continuación las definiciones y principales acepciones de ambos vocablos según el mencionado autor, y ya recogidas en su Memoria del Mapa Forestal de España a escala 1:200.000 (1990).



Así, por **arbusto** debe entenderse “*planta leñosa, de vida plurianual, con diferenciación de tronco y copa en su parte aérea, es decir, ramificada a una cierta altura sobre el suelo (generalmente a más de un metro) y de talla comprendida entre 3 y 7 metros*”, mientras que **mata**, de significado más laxo, se refiere a una “*planta leñosa, baja, ramificada desde la base, cuya clasificación por tallas es la siguiente*”:

- Matas arbustivas: aquellas cuya talla oscila entre 3 y 7 m (correspondiéndose con la definición de arbusto).
- Matas altas o subarbustivas: aquellas cuya talla oscila entre 1,5 y 3 m.
- Matas bajas: aquellas cuya talla oscila entre 0,5 y 1,5 m.
- Matas rastreras altas: aquellas cuya talla oscila entre 5 y 50 centímetros y se extienden horizontalmente.
- Matas rastreras bajas: aquellas cuya talla es menor o igual a 5 cm.

(Se entiende que los rangos de talla se refieren a los de las alturas modales dominantes más frecuentes en las áreas de distribución y sin contar las excepcionalidades).

**Matorral** sería la comunidad vegetal definida por el predominio de matas en el estrato superior (el más alto con espesura). Y arbustedo, una variante de matorral (en acepción amplia), con matas dominantes de talla arbustiva.

En este trabajo se ha prescindido de las evaluaciones empíricas para matas rastreras (altas o bajas) por considerar que su aportación a la biomasa de los matorrales y arbustedos españoles no justifica el esfuerzo y costes de su muestreo en campo. Sin embargo sí se incluyen muestras de parcelas de “tomillares” en su sentido fisonómico: los constituidos por matillas por lo general -aunque no en exclusiva- pertenecientes de la familia de las Labiadas (géneros *Thymus*, *Lavandula*, *Satureja*, etc.), que se extienden con profusión en zonas desprovistas de arbolado (rasos, claros y calveros) en la España mediterránea y submediterránea.

También se han agregado al conjunto de las comunidades estudiadas los atochares o espartizales, que, aunque constituidos por la dominante herbácea *Stipa tenacissima*, suelen incluir matorrales bajos intercalados matricialmente entre las macollas de la atocha, suponen amplias extensiones en ámbitos árido y subáridos peninsulares y para los que, además, se dispone de parcelas de la red de muestreo.

**Mata**, siguiendo con Ruiz de la Torre (1990, 2000), es también el conjunto del vuelo que integran los brotes de una cepa, aunque se trate de una especie arbórea o conjunto de árboles juntos o separados de los restantes del monte. Esta definición es equivalente a la de Jordana (1900): *Montes bajos, no espesos sino huecos, cuyo suelo está cubierto de grupos espaciados de brotes de cepas*. Así, por ejemplo, una mata de encina o una mata de roble. También se aplica a los conjuntos de brotes de varias cepas adyacentes, incluyendo individuos intercalados procedentes de semilla, que forman una unidad compacta de vuelo en una estructura de mosaico de piezas altas (arbóreas, arbustivas o menores) sobre fondo de hierbas y/o matas bajas. Esta acepción extensiva del término permite incluir a las matas de especies arbóreas rebrotadoras entre arbustedos y matorrales (San Miguel *et al.*, 2004). De esta forma, las matas se corresponden con porciones de terreno en las que se



instalan inclusiones de *carrascales*, *sardones* y, en parte, bardales, algunas veces más comunes del castellano rural que aluden a 'manchas' de vegetación de desigual dimensión, formadas por individuos procedentes de brotes de cepa o de raíz de encinas (= carrascas, chaparras) o bien de robles, quejigos, rebollos etc. (términos en parte equivalentes, según las áreas geográficas), así como, eventualmente, de otras estirpes rebrotadoras comunes en las cubiertas vegetales. Ello permite a Ruiz de la Torre (1981) clasificar como matorrales arbustivos a los montes bajos degradados con predominio de *Quercus pyrenaica* Willd., *Quercus faginea* Lam., *Quercus pubescens* (= *Quercus humilis* Mill) y *Quercus ilex* ssp. *ilex* o *Quercus ilex* ssp. *ballota*, en sus áreas de montaña media, las enclavadas en las mesetas y parameras interiores o, en el caso de las encinas y carrascas, también en regiones litorales mediterráneas.

En la *Taxonomía Jerarquizada de Cubiertas Vegetales no Arboladas* (López Leiva, 2008), los arbustedos de *Quercus ilex* son unidades diferenciadas dentro del conjunto. Ello obedece a la necesidad de que queden representadas extensas superficies pobladas por esa especie, que forma cubiertas más o menos mixtas o complejas, en mosaico o mezcla con matorrales de inferior categoría de talla. Se trata habitualmente de arbustos de tipo esclerófilo, en los cuales la encina de porte subarbóreo (chaparra o carrasca) es especie dominante o aparece entremezclada con otras en agrupaciones arbustivas mixtas como manchas, enebrales y garrigas. En ocasiones, la fisonomía y estructura de esta agrupación está relacionada con el tipo de tratamiento de monte bajo que tradicionalmente ha recibido, formando las típicas "matas" que caracterizan el paisaje de este tipo de encinares arbustivos.

Los montes bajos de *Quercus faginea* y *Quercus pyrenaica* muestran, con frecuencia, masas con similares características y a menudo mezcladas con matorrales de su ámbito en áreas de sustratos calizos y silíceos, respectivamente. Sin embargo, la idoneidad de su inclusión como arbustedos, en este trabajo, podría estar más o menos cuestionada porque suelen constituir masas que, comparativamente con las de *Q. ilex*, suelen ser de mayor densidad y altura. Muchas veces forman rodales de dimensiones difícilmente cartografiables integrados en masas de monte bajo de la especie, pero donde dominan los individuos de vocación arbórea. Lo anterior es válido, aunque de forma más excepcional, para otros robles como *Quercus humilis* e incluso para *Quercus robur* y *Quercus petraea*.

### **I.1.2 Tipos de matorrales por su forma de inserción**

Los matorrales (aquí, en sentido amplio, incluyendo también los arbustedos) son formaciones leñosas no arbóreas que, desde el punto de vista de la evolución temporal y sucesiva, suelen mostrar un acentuado dinamismo, si no están estabilizados por la acción continuada de las actividades humanas o por factores ecológicos limitantes (como es el caso de los matorrales azonales e intrazonales).

Cada tipo de matorral se caracteriza por sus atributos de estructura (densidad, talla, estratificación interna, forma de disposición sobre el terreno –incluidos su patrón habitual de fragmentación o continuidad y la extensión superficial-); por su composición florística (en particular, la del estrato dominante); por la *superficie que tienden a ocupar* o, de hecho, ocupan sus manifestaciones, lo que podría denominarse *continuidad, gregarismo y/o forma de inserción* en el paisaje; por sus *filiaciones mesológicas o ecológicas* (ámbitos climáticos y tolerancias a distintos rangos de precipitaciones o disponibilidades de agua y humedad, regímenes térmicos, tipos de sustratos en las estaciones y zonas en las que medran); por su *posición dinámica* e inserción en complejos evolutivos (en los que significan niveles de madurez intermedios o bajos) y por las perturbaciones a las que se adaptan (recurrencia, intensidad, etc.) o el *aprovechamiento* a que son sometidos (intensidad, frecuencia, duración).



Una proporción de la superficie de matorrales, como comunidades vegetales, forma parte de los subpisos de las masas arboladas (**matorrales de sotobosque**). En estos casos, el dosel de las copas arbóreas induce diferentes grados de sombreo, que son determinantes para explicar el gregarismo efectivo de los individuos presentes y la estructura y composición de esas comunidades de subpiso, algo desdibujadas como tales. Existen especies de matorral que pueden considerarse de media luz, lo que les permite vivir en el estrato medio e inferior de las formaciones arbóreas, cuyo follaje, poco denso, deja pasar en todo caso suficiente luz, aprovechable para su normal desarrollo.

Los matorrales de sotobosque actúan como verdadera matriz de 'relleno' cuando la espesura de arbolado no es elevada: esos **matorrales matriciales** pasan a formar parte, ya como comunidades diferenciadas, en los claros, calveros y orlas de los bosques, con dimensiones que pueden no ser cartografiadas a las escalas convencionales de los mapas y que constituyen verdaderos micromosaicos o mezclas con las cubiertas arboladas con las que comparten terreno y de las que son, desde el punto de vista estructural, subordinadas. Cuando la dimensión de sus inserciones pasa a ser exigua, encontraríamos **matorrales marginales** y **matorrales residuales**, a menudo subsumidos en el concepto de *matorrales de sotobosque*, en tanto que no son segregables sobre el terreno por las dimensiones de sus piezas en la cubierta vegetal.

Con una mayor abundancia y extensión superficial aparecen teselas o terrenos desprovistos de arbolado, con arbolado ralo o disperso o espesura muy baja, por debajo del umbral mínimo que permita categorizarlas como formaciones arboladas. Estos *arbustados* o **matorrales esenciales** (en el sentido de que son entidades individualizables en un mapa) son muy a menudo agrupaciones vegetales mixtas, es decir, pluriespecíficas (con varias especies codominantes en el estrato superior o más significativo y el que permite su tipificación); en otras agrupaciones dominan *grupos fisonómicos* (brezales o matorrales de hojas ericoides, altos, bajos, mixtos o mezclados; escobonales y matorrales retamoideos; matorrales aulagoideos y erizales; tomillares ss. It. etc.) o bien *grupos o unidades taxonómicas* (bujedos; coscojares; enebrales; brezales –*Erica*– puros o mixtos; jarales –*Cistus*– puros, mixtos o mezclados etc.). Es muy frecuente el solapamiento espacial y florístico de las distintas unidades y variantes de matorrales (Cabello *et al.* 2009; Escudero *et al.* 2009), de manera que la definición y denominación de cualquier tipo de matorral suele venir dificultada por las mezclas complejas y variables en gradientes diversos y más o menos graduales o sutiles.

<https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

### I.1.3 Significación y posición de los matorrales

Desde el punto de vista dinámico, las comunidades vegetales no arboladas –y en particular los correspondientes a vegetaciones zonales sílvicas- han solido considerarse y denominarse *matorrales seriales*, como resultado de la sustitución regresiva de montes arbolados. En realidad, cabe entenderlos no tanto sólo como fases degradadas (estadios más alejados de la teórica *clímax*) en una serie o secuencia lineal y rígida de etapas, sino más bien como indicadores de niveles de madurez intermedia o baja de un complejo evolutivo reticular, con múltiples vías y sentidos de cambio (progresiones, regresiones, saltos evolutivos, estabilizaciones o bloqueos, evoluciones cíclicas).

Los matorrales tienden a evolucionar, bajo explotación moderada o ausente, hacia distintas comunidades vegetales maduras que presiden real o teóricamente esos complejos evolutivos, asimilables todas a un mismo tipo de fisonomía (distintas agrupaciones dentro de un mismo tipo fisonómico-estructural dominante potencial). El carácter intermedio en las escalas de madurez de una proporción muy elevada de los matorrales no es universal: existen también grandes superficies de *matorrales climácicos* o *subclimácicos* en medios limitantes por las especiales características del sustrato (*matorrales azonales* y *matorrales intrazonales*).

En los matorrales, las formas, intensidades, amplitud, sentido y tendencias de los cambios dependerán de su capacidad de evolución y, muy significativamente, del régimen de explotación ecológica (natural o más frecuentemente antrópica). Esa explotación o consumo, en contraposición a la producción de biomasa, puede prevalecer sobre esta última (hablamos entonces de degradación), puede igualarla (se produce estabilización) o es inferior (y se activa la progresión). Son decisivos los usos y aprovechamientos y, en suma, los tipos de gestión del medio natural, como los tratamientos culturales y de regeneración aplicados sobre las cubiertas vegetales de un territorio, la carga ganadera y de fauna cinegética, las quemadas y los incendios etc. En toda España, la mengua de la extensión de arbolado por cortas, aclaramientos, el uso del fuego y el ubicuo pastoreo secular –que ha necesitado precisamente aclarar los montes y quemar para producir rebrotes tiernos- ha inducido la instalación más o menos estable de matorrales, en un intrincado mosaico de variedades en diferentes proporciones. En la España mediterránea, la estabilización de esos matorrales –es decir, su permanencia o durabilidad en el tiempo- es mayor, por la menor productividad potencial.

Los matorrales con estrato superior pluriespecífico suelen corresponder a etapas más o menos estabilizadas que provienen de una acción repetitiva del hombre con recurrencias suficientemente dilatadas. En determinadas condiciones ecológicas, hay adaptación conjunta de las especies que concurren como integrantes de esos matorrales mixtos y, de hecho, toleran procesos de rejuvenecimiento manteniendo la estructura y la composición florística durante varios ciclos. Cuando la degradación es más intensa por reiteración frecuente de perturbaciones, se produce a menudo un paso al predominio de una especie (o grupos de especies afines): es el caso de los jarales de *Cistus ladanifer*, brezales de *Erica arborea* y *Erica australis*, aulagares, etc. (Ruiz de la Torre, 1981).

La decadencia de la sociedad rural española a partir de la segunda mitad del siglo XX propició la disminución de la presión extractiva o degradativa de los montes, lo que, unido a un abandono de superficies de cultivos agrícolas marginales después del éxodo de los habitantes del ‘campo’ a las medianas y grandes ciudades en casi toda España, ha dado lugar a un



extraordinario aumento de la superficie ocupada por matorrales y arbustedos en detrimento de la superficie cultivada, de los matorrales más degradados y de los pastos herbáceos de menores niveles evolutivos. En consecuencia, estas superficies han aumentado extraordinariamente su carga de biomasa, la acumulación de combustible vegetal que favorece el desarrollo y extensión de grandes incendios forestales.

Otras clasificaciones basadas en la dinámica, la estructura, la composición, la talla, la amplia diversidad de subtipos, su significación en el paisaje, etc. aparecen en numerosos trabajos de botánica y en los trabajos que constituyen las bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de Hábitats de Interés Comunitario en España. Así, pueden encontrarse en Ruiz de la Torre (1981); Cabello *et al.* (2009); Escudero *et al.* (2009); San Miguel *et al.* (2008) etc.

En este estado de variabilidad ecológica, botánica y de gestión histórica se sitúan la inmensa mayoría de los matorrales y arbustedos españoles. Intentando abarcar esta variabilidad botánica y ecológica, en la medida que nos ha sido posible, se ha reunido una muestra de 1.514 parcelas de campo, que consideramos suficientes para representar a las principales agrupaciones existentes en nuestros montes.

#### **1.1.4 Importancia y significación superficial de los matorrales**

El territorio cubierto por matorrales en España es proporcionalmente de gran importancia en superficie, y a esa significación hay que agregar la ecológica, como hábitats para fauna silvestre y por su carácter de elementos estabilizadores y de 'cicatrización' del paisaje, ecotonos entre superficies forestales arboladas y tierras agrícolas. Su interés económico deriva de su aprovechamiento como soporte para la caza y como base, junto con los pastos herbáceos, para la ganadería extensiva (González y San Miguel, 2004). Desde el punto de vista de la ordenación territorial para el desarrollo rural, son, pues, cubiertas vegetales clave. Su importancia ecológica ha sido puesta ya de manifiesto por los principales autores que han tratado el tema, entre los que cabe destacar Ceballos (1945); Martín-Bolaños (1949); Ruiz de la Torre (1981, 1990 y 2000); Vallejo (1992); San Miguel *et al.* (2008); Cabello *et al.* (2009) y Escudero *et al.* (2009), entre otros.

Pese a esa significación en varias dimensiones, los matorrales no han contado tradicionalmente con buenas estimaciones superficiales. Los monoespecíficos (brezales, tojares, retamares, jarales etc.) han sido más conocidos y mejor cuantificados (Ceballos, 1947). Pero una gran parte de nuestros tipos de matorral son mixtos, pluriespecíficos, con varias especies codominantes, una vez alcanzado el nivel máximo de equilibrio dinámico que caracteriza a cada tipo (antes de dar paso a otro tipo de agrupaciones). Por una parte interesa estimar la superficie de matorrales de sotobosque y matorrales matriciales y, por otra, conocer la ocupada por los matorrales y arbustedos con escasa o nula cubierta arbolada (matorrales esenciales). <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

##### **1.1.4.1 Superficie asignada a las especies y agrupaciones como 'dominantes' y como 'acompañantes'. Algunas particularidades en el cómputo de superficies.**

El Inventario Forestal Nacional (IFN) considera la superficie forestal leñosa segregada en tres categorías, con un umbral de espesura de arbolado que, fijado en 10% por convenio, permite segregarnos: **arbolados con  $F_{cc} > 10\%$ ; arbolados con  $F_{cc} < 10\%$  y matorrales** (superficies forestales leñosas no arboladas). En este trabajo, el objeto de estudio son las dos últimas categorías señaladas: los arbolados de escasa espesura ( $F_{cc} < 10\%$ ) y los matorrales propiamente dichos.

La tipología de unidades en la España peninsular e Islas Baleares sigue la clasificación o taxonomía jerarquizada detallada de cubiertas forestales no arboladas de López Leiva (2008), que en los rangos jerárquicos más generales establecidos, sirvió de base para la caracterización de estas cubiertas en el Mapa Forestal de España a escala 1:25.000 que se inició en 2007 (Anexo I).

La estimación de superficie de cabida de cada uno de los tipos se apoyó en el análisis espacial de la versión digital disponible del Mapa Forestal de España a escala 1:200.000 (MFE2C) (Ruiz de la Torre, coord., 1990-1999), única cartografía realizada hasta el momento actual que cubre la totalidad del territorio nacional con información de la composición de las cubiertas forestales no arboladas. La tabla de atributos asociada al mosaico de teselas reúne un conjunto de campos con información para cada recinto, tanto de composición de las agrupaciones vegetales registradas en cada tesela (referida a especies dominantes y de cortejo y subpiso) como de características estructurales: rango de talla dominante, fracción de cabida cubierta total y arbolada o espesura, con ocupación proporcional de cada especie arbórea o de matorral dominante (en caso de ser dos o más) y, por defecto mediante el manejo de sistemas de información geográfica, la superficie adscrita a dicha tesela. A partir de estos atributos, se ha obtenido la superficie total de cada tipo de unidad de cubierta vegetal, segregada en dos datos:

**a)** Superficie total en que la especie o agrupación mixta adquiere el carácter de **dominante o codominante**, con predominio franco y abundancia significativa, al menos la suficiente como para ser descriptora del contenido de la tesela.

En el MFE2C se daba opción a la reseña de hasta cuatro especies/agrupaciones dominantes, que se reparten la porción de territorio delimitado que constituye la tesela. En la estimación de esta superficie, se ha considerado que, cuando sólo una especie/agrupación está consignada, ésta ocupa el 100% de la cabida de esa tesela, en una aproximación mayorada. Sin embargo, cuando son dos o más las especies/agrupaciones registradas como codominantes, dicha cabida se reparte proporcionalmente entre los dos, tres o cuatro componentes, a razón de 50%, 33% y 25% de la superficie total teselar, respectivamente.

Debe tenerse en cuenta que, en el caso de las *agrupaciones de tipo mixto* (con denominaciones genéricas en las que no hay una mención precisa y expresa a un taxon dominante, como *manchas*, *garrigas*, *brezales mixtos*, *matorrales mixtos gipsófilos* etc.), la superficie asignada a alguno de sus componentes característicos también queda sobrevalorada en la estimación, pues la especie en cuestión es sólo un integrante, junto con otros, de la comunidad cuya superficie se computa. Para ellas, se han hecho *interpretaciones* particularizadas basadas en el conocimiento biogeográfico de las especies para las que se buscaba la superficie teselar, en general asignando a dichos tipos de agrupaciones mixtas la presencia de especies integrantes habituales, aun sin estar éstas expresamente mencionadas en las bases de datos. Esta aplicación de conocimientos directos ha sido fundamental, asimismo, para confirmar la adscripción de algunas teselas exteriores al área de distribución conocida, por tratarse de localizaciones singulares o, en caso contrario, errores arrastrados en la inserción de códigos numéricos. Para la asignación de localizaciones al área definitiva representada y la comprobación de su presencia en otras se ha complementado, para ciertas especies, con cartografías auxiliares de presencia (utilizando bases de datos disponibles como <http://www.anthos.es/>, *Flora Mayor*, etc.) y para las cubiertas de matorral los mapas resultantes del MFE de cubiertas no arboladas realizados en ocho Comunidades Autónomas (López Leiva, 2008).



En este sentido, cabe reseñar algunas particularidades que, además, sirven de ejemplo del tratamiento de los registros en las bases de datos:

- En el caso de las *manchas y garrigas*, las superficies totales se asignan indistintamente a sus componentes más habituales cuando éstos aparecen consignados en la tabla del MFE2C. De esta manera, las áreas de distribución como dominantes de esas especies aparecen estimadas al alza. En este grupo se encuentran la encina o carrasca (*Quercus ilex*) cuando se integra en este tipo de cubiertas.
- En el caso de los brezales de mesófilos a xerófilos y biercolares (*Erica arborea*, *Erica australis* y *Erica scoparia*) se han incluido como dominantes o codominantes todas las agrupaciones mixtas en las que en su nomenclatura aparece la denominación de brezal (brezal mixto, brezal-tojar, brezal-helechar, brezal-carpazal, etc.) y además, basadas en conocimiento directo fitogeográfico experto, se han añadido otras en las que no aparece específicamente la denominación 'brezal' (caso de las manchas con *E. australis*, *E. scoparia* etc.).
- Respecto a los escobonales negros (*Cytisus scoparius*) se han incluido completamente agrupaciones mixtas en su área de distribución, siguiendo un criterio de conocimiento experto. Así se han añadido todas las teselas con presencia de escobonal, xesteira mezclada o mixta y matorral retamoideo mixto respectivamente en las categorías de dominante y acompañante.
- Para la aliaga (*Genista scorpius*) una vez aplicados los criterios de selección se encontró una ausencia significativa en algunas zonas de España en las que efectivamente está presente con cierta abundancia. Esto es debido a que las agrupaciones presentes en esas zonas son los 'Lasto-Mato-Erizales' y los 'Mato-Erizales', que aun incluyendo a esta especie no la presentan en ocasiones en la codificación. Por esta razón en la superficie asignada a la aliaga se le han añadido las correspondientes a estas agrupaciones. De esta forma se ha logrado una representación más fidedigna.

Es importante señalar que, en tanto que los grupos jerárquicos superiores incluyen las clases inferiores, las superficies computadas de aquéllos son la suma de las superficies parciales. Esta premisa es general, excepto para grupos genéricos señalados en el Anexo I, en el que "el todo es algo más que la suma de las partes".

En todos los casos, la representación cartográfica considera la totalidad de la superficie, mientras que en el cómputo de área se aplican los coeficientes 0,5, 0,33 y 0,25 para la estimación del área efectiva de ocupación en caso de ser compartida según lo arriba expresado, a sabiendas de que el reparto de los componentes puede no ser, en general, equilibrado en proporciones superficiales.

**b)** Superficie total en que la especie es elemento de **cortejo o subpiso** (o también aparece como en galerías y vaguadas, como inclusiones o en manifestaciones singulares), en todo caso accesoria o subordinada a las especies o agrupaciones principales sin llegar a tomar esa condición de dominante.

El conjunto de teselas resultantes, diferenciadas en la cartografía que se acompaña con color amarillo (como **acompañante**), indica la superficie total en que dicha especie está citada. De hecho, con la escala de trabajo de la cartografía producida para este estudio, numerosas especies aparecen repartidas en amplias superficies o al menos en superficies significativamente mayores al área real de expansión de sus agrupaciones, que puede llegar a ser casi insignificante a dicha escala o más o menos exigua en todo caso considerando la extensión superficial de las manifestaciones actuales. Sería, pues, un *mapa de presencia* (entendiendo la unidad de presencia la tesela del MFE2C), no de *ocupación real o efectiva*, como en el caso anterior [Anexo I: *Taxonomía Jerarquizada de cubiertas vegetales*. Los mapas de distribución de los principales grupos genéricos, así como de cada una de las unidades reconocidas en la clasificación se encuentran en el Anexo I.

En general, la mención de una especie como presente en polígonos de muy amplia extensión en zonas de cultivos no se ha considerado en el tratamiento cartográfico para la representación de áreas de presencia como accesoria, pues son inclusiones exiguas intercaladas en zonas predominantemente agrícolas (caso de *Retama sphaerocarpa*).

Hay que hacer notar, con respecto a los mapas definitivos de asignación de contenidos teselares a los diferentes tipos de matorral, que desde el punto de vista de configuración territorial de las teselas, en regiones con amplias superficies de cultivo agrícola “de fondo” no es raro encontrar contornos de extensas teselas rectilíneos, correspondiendo a los límites entre hojas 1:50.000 que componen cada 1:200.000.

En el manejo del MFE2C se ha encontrado una serie de particularidades que condicionan los resultados cartográficos. Hay cierta falta de continuidad en la densidad de teselas en hojas correspondientes total o parcialmente a algunas regiones (Galicia, Aragón y Andalucía), en que la intensidad de incorporación de datos de presencia de especies accesorias (subpiso, cortejo etc.) fue menor por tratarse de las primeras cartografías realizadas en el período correspondiente al programa, con una metodología aún no desarrollada plenamente en lo referente al registro de observaciones.

En la Tabla I.1.4.1 se recogen asimismo los cómputos parciales de superficie atribuida a las distintas agrupaciones (sean denominadas por las especies dominantes o bien como comunidades mixtas genéricas), segregando las dos clases (dominante/codominante y acompañante) en dos de las categorías arriba apuntadas: con arbolado que supone menos del 10% de la Fcc total y con arbolado que supera ese umbral.

Así, diferenciando *categorías de estructura* entre las cubiertas forestales no arboladas, cabe señalar:

- El grupo de los **arbustados y matorrales altos** (con tallas dominantes que, con mayor frecuencia, se sitúan en los rangos de talla iguales o superiores al de 1,5-3 m) suponen *1,4 millones de ha bajo arbolado ausente o ralo (<10%) y 1,8 millones de ha con arbolado que supera el 10% en Fcc*. Excepcionalmente, se han incluido en este grupo los sabino-enebrales rastreros, de otra categoría estructural, pero taxonómicamente relacionados con enebrales, sabinares y sabino-enebrales más altos aquí incluidos. Cuando estas mismas especies aparecen como “acompañantes”, es decir, con muy baja presencia, salpicadas por el territorio, no se puede hablar de superficie ocupada por las mismas, sino de superficies en las cuales están presentes ejemplares dispersos de la especie, pero no con el significado habitual de superficie cubierta por una determinada especie.



**Tabla I.1.4.1.** Estimación de las superficies ocupadas por agrupaciones de arbustados y matorrales en la España peninsular siguiendo la metodología de López-Leiva (2008)

		Superficie (ha)					
		Dominante (Codominante)			Acompañante		
		Fcc Arbolado < 10%	Fcc Arbolado > 10%	Total	Fcc Arbolado < 10%	Fcc Arbolado > 10%	Total
<b>1. Arbustados y agrupaciones afines</b>							
11	Galerías arbustivas, matorrales hidrófilos o freatófitos	21.675	15.033	36.708	526.543	1.125.016	1.651.559
12	Setos, bardas, orlas	36.774	14.532	51.305	1.806.373	4.474.829	6.281.202
13	Bujedos (Buxus sempervirens, B. balearica)	81.414	19.247	100.661	65.449	496.996	562.444
14	Cornicabrales (Pistacia terebinthus)	760	4.661	5.421	113.473	521.499	634.972
15	Arbustados de Quercus ilex	473.633	1.008.612	1.482.245	692.038	723.210	1.415.249
16	Sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rastreros	142.847	203.731	346.578	1.241.296	4.770.776	6.012.072
17	Coscojares ± puros (Quercus coccifera)	96.514	104.139	200.653	595.578	1.622.785	2.218.364
18	Lentiscales/charnecales	20.398	20.050	40.448	468.889	1.217.778	1.686.668
19	Manchas y afines	207.724	221.290	429.014	955.126	2.784.307	3.739.433
19A	Garrigas (matorrales pluriespecíficos calcícolas ± termófilos)	353.446	192.197	545.643	219.687	418.638	638.325
19B	Espinares subxerófilos y xerófilos (Hippophæ rhamnoides, Rhamnus saxatilis, Rh.lycioides -éste último no en área hiperárida-)	14	0	14	46.639	13.898	60.537
	<b>TOTAL</b>	<b>1.435.198</b>	<b>1.803.491</b>	<b>3.238.689</b>	<b>6.731.091</b>	<b>18.169.733</b>	<b>24.900.824</b>
<b>2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas</b>							
21	Sabinares y enebrales rastreros	24.205	19.005	43.210	217.503	170.587	388.090
22	Brezales, matorrales de Ericaceae y agrupaciones afines	302.306	120.705	423.010	1.945.151	4.022.623	5.967.775
23	Matorrales de leguminosas retamoideas	539.844	204.540	744.385	3.189.954	4.771.327	7.961.281
24	Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines	1.186.507	246.250	1.432.757	2.170.859	4.354.770	6.525.629
25	Jarales y matorrales de Cistáceas	319.138	435.979	755.117	1.566.647	5.648.293	7.214.939
26	Matorrales de labiadas y "tomillares" s.l. (incluyendo estepas leñosas, pastizales leñosos y afines)	1.280.521	507.786	1.788.307	4.444.504	9.321.375	13.765.878
27	Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asignables a grupos anteriores)	589.197	438.490	1.027.687	165.599	427.738	593.337
28	Matorrales y cubiertas hiperxerófilos/termoxerófilos, gipsofilos, halófilos, psammófilos y otros intrazonales	323.546	42.906	366.452	633.411	604.732	1.238.143
	<b>TOTAL</b>	<b>4.565.264</b>	<b>2.015.661</b>	<b>6.580.924</b>	<b>14.333.627</b>	<b>29.321.446</b>	<b>43.655.073</b>
	<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>6.000.462</b>	<b>3.819.152</b>	<b>9.819.614</b>	<b>21.064.718</b>	<b>47.491.179</b>	<b>68.555.897</b>
<b>3. Comunidades herbáceas y pastizales</b>							
35	Atochares, espartizales, albardinales	337.677	65.390	403.068	499.294	695.710	1.195.004



Los 24,9 millones de hectáreas que aparecen en la tabla I.1.4.1 están formadas por la suma de las superficies de todas las teselas en las que la especie se ha encontrado como acompañante. La misma interpretación debe hacerse en los apartados 2 y 3 de la tabla.

- En el grupo de los **matorrales** (matorrales de talla media, baja o rastrera), la interpretación de los datos es similar para los casos de áreas como dominantes y áreas como acompañantes: 4,5 millones de ha y 2,0 millones de ha, respectivamente.
- El espartizal se ha incluido por su carácter forestal y no ser considerado habitualmente como pasto para el ganado.

En conjunto, las agrupaciones de arbustados y matorrales que ocupan terrenos desarbolados o con Fcc del arbolado inferior al 10%, o arbolados con Fcc>10%, ocupan una superficie de 9.819.614 hectáreas, de las cuales:

- 6.000.462 hectáreas (el 61%) ocupan terrenos desarbolados o arbolados con Fcc<10% y
- 3.819.152 hectáreas (el 39%) ocupan terrenos arbolados con Fcc>10%. <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>



### 1.1.5 Gestión de los matorrales y arbustedos

No cabe, por ahora, hablar de la existencia de unas prácticas de gestión de matorrales en España. Algunos autores como San Miguel (2003), González y San Miguel (2004) y San Miguel *et al.* (2008) hablan de la aplicación de diferentes grados y tipos de desbroces que pueden aumentar la capacidad de producción de alimento para el ganado y la caza y favorecer su renovación. Los mismos autores apuntan que el nivel de conocimiento y experiencia de aplicación de la fruticicultura, como herramienta de intervención para gestionar comunidades de matorral, no está suficientemente desarrollada en nuestro país.

Por otra parte, la mayoría de las principales especies de matorrales pioneros tienen corta longevidad, que no suele superar los 15 ó 25 años de promedio, lo que obliga a su regeneración periódica mediante diferentes métodos de desbroce, o esperando al incendio ocasional, para conseguir su rejuvenecimiento y recuperar su capacidad de producción de biomasa pastable por el ganado y fauna silvestre.

En otro sentido, los matorrales más o menos evolucionados, en ausencia de grandes cargas ganaderas, tienden a regenerarse y a invadir las superficies que los circundan, “los montes y baldíos se cubren de maleza” suelen decir los habitantes del mundo rural, si no se les aprovecha, roza o incendia periódicamente para frenar su expansión y que estos no invadan zonas de pastos o arbolados disminuyendo su capacidad productiva.

Según San Miguel *et al.* (2012), sabemos que la vegetación de la mancha mediterránea cuando envejece sufre un proceso de “ahuecamiento” que merma mucho su capacidad de producción de biomasa ramoneable por el ganado y la fauna silvestre; en estos casos, los propietarios, por razones económicas, se plantean la conveniencia de llevar a cabo programas de desbroce que permitan el rejuvenecimiento de esas formaciones de matorral.

Algunos autores como González y San Miguel (2004) apuntan que la falta de gestión en determinadas condiciones ecológicas y tipos de matorral podría favorecer, a medio-largo plazo, su evolución hasta convertirse en bosques. Estos aspectos habrán de ser tenidos en cuenta en cada caso y comparados con las posibles ventajas económicas derivadas de la renovación periódica, intentando implicar en la decisión diferentes tipos de desbroce que permitiendo la mejora de las especies más evolucionadas resulten también más beneficiosos para la economía de los propietarios.

En la práctica, la gestión de los matorrales desarbolados y los cubiertos por arbolado muy ralo suele ser inexistente, y ello, a pesar de que su función ecológica y su inclusión en la Red Natura 2000 obligan a aplicar técnicas de gestión que garanticen su conservación y mejora.

Existen conocimientos a nivel de especies sobre sus necesidades ecológicas, distribución y algo sobre sus características reproductivas (Ruiz de la Torre 2006; López 2013; San Miguel *et al.* 2008) que podrían ayudar a diseñar una tecnología de gestión de los matorrales o una fruticicultura aplicable, aunque no estuviese suficientemente elaborada y contrastada, tal como se viene haciendo con la silvopascicultura o con la selvicultura, pero este objetivo no ha sido acometido, todavía, por los técnicos y gestores a escala real. Sólo San Miguel en sus trabajos de 2003 y 2008, defiende la idea y describe, con cierta prudencia, algunos métodos de renovación del matorral en el marco de la gestión de espacios incluidos en la Red Natura 2000.

Un aspecto aún menos tratado, es el referente a cómo manejar las formaciones de matorral que aparecen formando parte del sotobosque de masas arboladas. Estos matorrales reciben la influencia de los tratamientos que se aplican al vuelo arbóreo para favorecer su desarrollo, mejorar la calidad de sus productos, el aprovechamiento de los mismos y su regeneración, pero solo en algunas ocasiones, se tienen en cuenta técnicas para favorecer la conservación y mejora de las especies arbustivas más evolucionadas, permitiendo que éstas se vayan incorporando al vuelo arbóreo o arbustivo en la medida de sus posibilidades, lo cual favorece la conservación de la diversidad, la mejora del paisaje y la estabilidad del sistema forestal en su conjunto.

Tanto en el caso de matorrales desarbolados encuadrados en diferentes grados evolutivos (jarales, romerales, retamares, garrigas o manchas) como en los que forman parte del sotobosque con distintas composiciones de especies, así como los climáticos con excesiva carga de biomasa podrían beneficiarse de técnicas de gestión específicas.

Actualmente, el aprovechamiento energético de la biomasa vegetal y la frecuencia y severidad de los incendios forestales inducen a pensar que una gestión del matorral, a través de tratamientos bien planificados en el tiempo y en el espacio, podría ayudar a mantener o mejorar la conservación de los matorrales, a rebajar el riesgo y la intensidad de los incendios y a obtener algunos ingresos económicos o por lo menos a financiar, siquiera en parte, los costes de detección y extinción de los fuegos forestales.

Lógicamente, las intervenciones tendrán que ser puntuales y bien estudiadas para buscar la compatibilidad con las funciones ecológicas, la diversidad, el hábitat de la fauna silvestre, el paisaje, etc. Pero tomando todas las cautelas posibles, puede que valiese la pena estudiar la viabilidad económica y ecológica del aprovechamiento energético de los matorrales y arbustados en áreas bien delimitadas. En este sentido, el conocimiento de la cantidad de biomasa acumulada así como del crecimiento o producción anual por hectárea de las principales formaciones que se presentan en este libro (jarales, brezales, romerales, retamares, mancha, garriga, etc.), pueden ayudar a planificar su gestión y la viabilidad de su aprovechamiento, siempre garantizando la conservación y favoreciendo el desarrollo hacia etapas más evolucionadas, si ello es posible y deseable desde algún punto de vista.

En futuros programas de gestión, en términos de protección contra incendios y aprovechamiento de biomasa, ciertas especies arbustivas deberían ser tratadas de forma diferente, en pocos casos estaría justificada su eliminación, y por el contrario y dado su grado evolutivo, deberían ser favorecidas para que puedan incorporarse al vuelo arbóreo o arbustivo en la medida en que ello se técnicamente posible



## I.2 OBJETIVOS

Los principales objetivos de este trabajo son:

- Estimar la cantidad de biomasa vegetal acumulada en los terrenos ocupados por matorrales en España.
- Estimar el incremento anual de biomasa como consecuencia del crecimiento anual de los matorrales españoles.

Como consecuencia de los dos puntos anteriores, otros objetivos contemplados incluyen:

- Cuantificar el carbono fijado por las principales especies arbustivas y de matorral.
- Cuantificar la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) total acumulado en las mismas.
- Cuantificar la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) fijado anualmente como consecuencia de su crecimiento.
- Comparar la cantidad de biomasa y CO<sub>2</sub> fijado por los matorrales con lo fijado por las especies arbóreas.
- Determinar la influencia de la cobertura arbórea en la cantidad de biomasa acumulada en el matorral del sotobosque.
- Aportar información cuantitativa sobre producción total, crecimiento, distribución y ocupación superficiales de las principales especies, agrupaciones y formaciones de matorral y arbustados.

## I.3 METODOLOGÍA

### I.3.1 Diseño de muestreo

La composición específica de los matorrales y las proporciones en que se mezclan las especies de matas y arbustos que los componen son muy variadas (Ruiz de la Torre 1981). Estas características unidas a la gran extensión que ocupan en España, alrededor de diez millones de ha, en las que el matorral cubre el suelo como formación dominante, 39% como parte de sotobosque de montes arbolados claros y el 61% de matorrales puros o formando parte de montes con menos de 10% de Fcc (tabla I.1.4.1), hacen inviable la aplicación de métodos de muestreo aleatorios con intensidad de muestreo suficiente para obtener estimaciones aceptables. En estos casos, se ha demostrado (por ejemplo en Montero *et al.* 2005), que se pueden obtener resultados suficientemente precisos utilizando métodos de muestreo dirigidos u orientados a las especies más representativas y generalizarlos después, mediante modelización, al resto de las especies o grupos de especies.

En este caso se ha dirigido el muestreo a obtener una muestra representativa de matorrales arbustivos altos (de entre 3 y 7 metros), matorrales altos (de entre 1,5 y 3 metros de altura) y matorrales bajos (de entre 0,5 y 1,5 metros de altura) según la clasificación de Ruiz de la Torre (1981). No se han muestreado matorrales bajos y rastreros por su menor interés como acumuladores y productores de biomasa, pues no suelen alcanzar alturas mayores de 50 centímetros en el primer caso y de 5 centímetros en el segundo, salvo algunas parcelas de *Thymus sp.*

En la elección de las zonas de muestreo se ha tenido en cuenta, siempre que ha sido posible, que estuviesen bien representadas las principales zonas de matorral (Andalucía, Extremadura, cuenca mediterránea, Pirineos y Galicia) (Anexo I) y las especies o formaciones más representativas y con mayores potencialidades de producción de biomasa y fijación de carbono (orlas espinosas, bojadas, sabinars, enebrales y sabino-enebrales no rasteros, manchas, garrigas, coscojares, lentiscars, espinars subxerófilos, brezales mesófilos y xerófitos, talabardales, jarales y jaguarzales, piornales de montaña, escobonars, genistars o piornales de media montaña, codesars, retamars, tojars, aulagars y afines, romerals, cantuesars, matagallars, tomillars y espartizales).

La muestra total de 1.514 parcelas procede, en primer lugar, del proyecto RECAMAN con 839 parcelas tomadas en territorio andaluz (Montero *et al.* 2013; Campos y Díaz-Balteiro 2015; Montero *et al.* 2015). Un segundo grupo de 480 parcelas fueron levantadas por la empresa TRAGSA en diversas zonas de Andalucía, Extremadura, Castilla-La Mancha y Galicia (Carrascosa 2009). El INIA-CIFOR realizó a la toma de muestras en 170 parcelas en el Pirineo catalán y la Universidad de Santiago de Compostela (Escuela Politécnica Superior de Lugo) aportó 25 parcelas levantadas sobre tojars en Galicia (Álvarez y Merino 2009). Los resultados del número de parcelas por especie dominante de arbustados o matorrales se presentan en el Anexo II. Asimismo, la agrupación de parcelas, atendiendo a la especie arbórea que las cubre, se presenta en el Anexo IV, y su distribución por provincias y municipios en el Anexo V.

### **I.3.2 Número de parcelas por especie dominante**

En este trabajo se ha considerado como especie dominante aquella que ocupaba una mayor fracción de cabida cubierta en cada parcela (% Fcc), y se han tenido en cuenta hasta cinco especies principales por orden de la Fcc que representaba cada especie. Este criterio lleva a una ordenación relativa de la especie dominante, ya que, en unas ocasiones la especie más abundante ocupa más del 90% y el resto sólo el 10%, y en otras ocasiones, la especie dominante, la que más espacio cubre, puede ocupar solamente una pequeña porción del territorio, debido a que el resto de especies, ocupaban menos que ella. Sirva como ejemplo una parcela con Fcc total del 20%, ocupando la especie principal la mitad de esa cubierta, lo que significa que solamente cubre el 10% de la parcela, y sin embargo, aparece como especie dominante. Con este criterio, se ha obtenido la tabla que figura en el Anexo II.

### **I.3.3 Tamaño y forma de las parcelas y toma de datos de campo**

En todos los casos se replantearon parcelas rectangulares o cuadradas, siendo de 5x4 metros las correspondientes al proyecto RECAMAN, de 2x2 metros en el caso de las parcelas de TRAGSA y las inventariadas por INIA-CIFOR, y de 3x3 metros las aportadas por la Universidad de Santiago de Compostela-Escuela Politécnica Superior de Lugo.

### **I.3.4 Características de la muestra**

Las parcelas procedentes del proyecto RECAMAN, así como las inventariadas por el INIA-CIFOR en el Pirineo Catalán, se levantaron tanto bajo cubierta arbórea de diferente fracción de cabida cubierta (siempre Fcc>10%) (786 parcelas), como en arbolado ralo (26 parcelas con Fcc <10%) y en zonas de matorral desarbolado (197 parcelas). Las parcelas muestreadas por TRAGSA (480 parcelas) y por la Escuela Politécnica Superior de Lugo (25 parcelas), se realizaron en zonas de matorral desarbolado y procurando que la Fcc del matorral oscilase entre el 60 y el 100%. Así,



se muestrearon 702 parcelas en matorral desarbolado formando un total de 1.514 parcelas inventariadas (Anexo III).

### 1.3.5 Toma de datos: Parcelas de muestreo

Todas las parcelas inventariadas se encuentran georreferenciadas y se dispone de datos de altitud, pendiente, orientación, Fcc del arbolado, Fcc y altura media del matorral, tanto en los casos en los que el matorral se presenta como sotobosque, como cuando se trata de zonas de matorral desarbolado. Esta información es común para toda la muestra.

En todas las parcelas se desbrozó toda la superficie (20, 4 y 9 m<sup>2</sup> respectivamente, según el origen de la información) y se pesó conjuntamente toda la biomasa recién cortada, sin separación de especies, y con una aproximación inferior a 100 g en cada pesada en verde. A continuación se eligió una muestra representativa de tallos gruesos, medianos y finos de 1,5 a 2,5 kg de cada parcela que se envió al laboratorio para su desecación en estufa a 102±2°C hasta alcanzar peso constante y su transformación en materia seca.



Fotografía 1.3.5.1.- Proceso de desbroce de parcela para obtención de biomasa y su manipulación para su posterior secado y pesado.

### 1.3.6 Edad del matorral de las parcelas

Para estimar la edad media del matorral en las parcelas del proyecto RECAMAN, se seleccionaron tres trozos de tallos leñosos cortados a ras del suelo de diferentes especies, procurando que fuesen especies representativas de la composición florística de la parcela y que tuviesen un grosor mínimo como para poder estimar, con cierta precisión, el número de anillos de crecimiento y como consecuencia la edad media aproximada de cada parcela. Esto es importante para estimar el crecimiento medio anual en biomasa de las diferentes especies y formaciones de matorral (Fotografía 1.3.6.1 y 1.3.6.2).



Fotografía 1.3.6.1- Selección de muestra para estimación de crecimiento en diámetro y edad.



Fotografía 1.3.6.2- Preparación de muestra para la estimación de la edad. Muestras de *Buxus sempervirens*, *Cistus laurifolius* y *Retama sphaerocarpa* (izq. a dcha.)

Las parcelas inventariadas por TRAGSA se levantaron en zonas de matorral desarbolado y en las cuales se conocía la edad del matorral, porque éste había sido quemado o desbrozado en una fecha concreta. Con esta información y en seis formaciones de matorral dominante (coscojares, brezales, jarales, escobonales, aulagares y tojales) se levantaron diez parcelas en las edades conocidas a priori de 2, 4, 6 y 8 años, lo que permite conocer el crecimiento medio en biomasa a esas edades con bastante precisión.

Las parcelas levantadas por el INIA-CIFOR en el Pirineo Catalán, se eligieron mayoritariamente sobre pinares con sotobosque de *Buxus sempervirens* con una edad media aproximada de 35 años y piornales de montaña desarbolados de *Cytisus oromediterraneus*, con una edad media de 15 años. En las parcelas de *Rhododendron ferrugineum* levantadas en pinares de *Pinus uncinata*, no se pudo medir la edad pues la madera de esta especie de matorral no presenta anillos de crecimiento visibles. A efectos de estimación del crecimiento medio anual se ha considerado que la edad media de estos talabardares es de 35 años (datadas por los gestores forestales, basadas en tratamientos realizados o perturbaciones conocidas). A esas edades la acumulación de biomasa se ralentiza hasta equilibrarse con el desfronde. Con esta información a cada parcela se le ha asignado una edad media a partir de la cual se calcula su crecimiento medio anual en biomasa seca (MS).

La muestra de conteo de anillos se realizó en 786 parcelas, incluyendo 1.878 secciones de tronco de 72 especies. En algunas especies el número de muestras fue muy pequeño y no se pudo reconstruir una gráfica de edad/diámetro con la suficiente precisión como para ser incluida en este estudio ANEXO III.

Finalmente se recopiló información suficiente para 52 especies de las cuales algunas cuentan con sólo 6-8 muestras y otras, como *Cistus ladanifer* y *Rosmarinus officinalis*, con más de 200 muestras. En todos los casos el diámetro se ha medido sin incluir la corteza. Estas especies están descritas en las fichas que se encontrarán en los siguientes apartados.

En las parcelas procedentes del proyecto RECAMAN inventariadas en Andalucía, con la información de la edad media de cada parcela obtenida por el conteo de anillos de crecimiento, se puede determinar el crecimiento medio en biomasa para cada parcela. De la misma forma, conocido el diámetro y el número de años en la base de cada tallo para las principales especies, se determinó la variación del diámetro con la edad para cada una de ellas. En las parcelas levantadas por TRAGSA, no se midió el diámetro en la base de los tallos. En las inventariadas por el INIA-CIFOR se ha calculado la variación del diámetro con la edad mediante el conteo de anillos en la base de una muestra de tallos (siempre que fue posible) y la medición del diámetro en la base de los mismos, tal y como se hizo en las parcelas RECAMAN.



### **I.3.7 Altura media del matorral**

En la muestra de parcelas de del proyecto RECAMAN se estimó la altura media por especie para las cinco principales especies de cada parcela, así como la altura media de todas las especies conjuntamente. En el resto de la muestra (parcelas de TRAGSA, INIA-CIFOR y USC) se midió la altura media del matorral, que en todos los casos era prácticamente monoespecífico. Combinando esta información con la edad media de cada parcela se han construido las gráficas edad/altura para 30 especies de las que figuran en la ficha de especies.

### **I.3.8 Procesado de las muestras en laboratorio**

Las muestras de biomasa de matorral fueron secadas en estufa a  $102\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante y se determinó su peso en materia seca. Con esta información se determinó el peso seco por hectárea en todas las parcelas.

La muestra de 1.878 tallos recogidos en 786 parcelas para estimar la edad y el diámetro sin corteza en la base del tallo, fueron cortadas y pulidas en su base. Posteriormente, y en cada muestra, se determinó el número de anillos de crecimiento y se midió el diámetro en dos direcciones perpendiculares, con precisión de una décima de milímetro. Para ello se utilizó una mesa de digitalización con un equipo LINTAB y software TSAP-Win™.

## **I.4 RESULTADOS**



### **I.4.1 Ficha de especies**

#### **I.4.1.1 Descripción de la especie**

La inclusión de estas fichas, por especies, pretende facilitar al usuario de este libro un conocimiento resumido sobre las principales características botánicas y ecológicas de las principales especies (talla, ámbitos ecológicos en que vive, distribución geográfica, usos y aprovechamientos tradicionales o históricos). Asimismo, la ficha presenta datos sobre el crecimiento en diámetro, altura, biomasa acumulada, tasa de acumulación anual, por hectárea y por edades, para aquellas especies en las que se ha podido contar con información cuantitativa suficiente.

La información que aparece en cada ficha proviene de la bibliografía consultada, de los datos tomados especialmente para este trabajo, y naturalmente del conocimiento general de los autores sobre cada especie. En este sentido queremos indicar que los nombres científicos y vulgares de las especies, los datos sobre talla, tipos de suelo, ámbitos ecológicos en que viven y usos tradicionales se han tomado principalmente de: de Benito (1948); Martín Bolaños (1949); Guinea (1954); Ruiz de la Torre (2006); López (2007). Los datos para el cálculo de los crecimientos en diámetro, altura y biomasa proceden en su totalidad del presente estudio.

Indicar que el orden de las especies que aparecen en las fichas se corresponde con la metodología seguida por López Leiva (2008) en la Clasificación Taxonómica Jerarquizada de las principales agrupaciones y especies de matorral y herbáceas de la España peninsular y Baleares.



### I.4.1.2 Mapas de distribución geográfica y superficies dominante y acompañante de las especies

El mapa de distribución geográfica de cada especie se ha obtenido a partir del Mapa Forestal de España a escala 1:200.000 (IMFE2C) (Ruiz de la Torre, coord., 1990-1999), utilizando el análisis espacial digital del mismo, mediante el manejo de sistemas de información geográfica. La tabla de atributos, asociada al mosaico de teselas del citado mapa forestal, reúne un conjunto de campos con información sobre la composición de las agrupaciones vegetales registradas en cada tesela, su ocupación proporcional y sus características estructurales. Con esta información se obtiene mediante SIG la superficie de cada especie o mezcla adscrita a cada tesela.

En todos los casos, en los mapas, la representación cartográfica de cada especie considera la totalidad de la superficie de la tesela, aunque la comparta con otras especies, mientras que en el cálculo de la superficie dominante, se aplican los coeficientes 0,5, 0,33 y 0,25, para obtener las distintas superficies efectivas de ocupación en caso de ser compartidas (ver apartado I.1.4.1).

#### Definición de especie dominante y acompañante

##### Especie o agrupación dominante:

Son aquellas que aparecen asignadas en el MFE2C como descriptores de la cubierta vegetal principal y/o más representativas de una tesela (rótulo). El contenido de cada rótulo puede venir definido por hasta cuatro especies o agrupaciones en mezcla íntima o en mosaicos.

##### Especie o agrupación acompañante:

Son aquellas especies cuya presencia está registrada en el Mapa Forestal (MEF2C) como elemento accesorio (cortejo) o como integradas en el subpiso de las especies o agrupaciones principales (rótulos).

Como se desprende de las definiciones anteriores, es muy frecuente, que las formaciones de matorral desarboladas y las que se presentan como sotobosque de las masas arbóreas, sean formaciones pluriespecíficas, salvo excepciones, tales como jarales, piornales, romerales, brezales, tojares, escobonales, que en ocasiones, ocupan la práctica totalidad de la superficie o predominan casi totalmente sobre el resto de las especies.

Lo anterior pone de manifiesto la dificultad con que nos encontramos a la hora de definir algunas características de las especies, como puede ser la existencia de biomasa por hectárea, o el crecimiento medio anual de la misma. Muchas especies aparecen siempre salpicadas entre sí compartiendo el espacio con otras, en proporciones diversas. En estos casos, cuando se habla de producción y crecimiento por hectárea es conveniente referirse al conjunto de las especies que ocupan ese territorio.

### I.4.1.3 Variación del diámetro y la altura con la edad

La variación del diámetro con la edad se refiere a diámetros sin corteza y en la base del tallo, coincidiendo con la altura del corte en el momento del desbroce, lo que puede inducir a pensar



que, en ocasiones, los diámetros alcanzados a una determinada edad, puedan resultar algo bajos para un observador experimentado en labores de campo. Por otra parte, el dato se refiere a una media de varios tallos en parcelas con diferente potencialidad de crecimiento, lo que hace que la variabilidad en el grosor de los tallos sea alta para una misma edad media.

La variación de la altura con la edad se refiere a la altura media de las parcelas a las edades de 2, 4, 6 y 8 años, complementada con las edades medias obtenidas para el resto de parcelas, por conteo de anillos de crecimiento. Estas parcelas están levantadas en sitios con diferentes potencialidades de crecimiento. Lo mismo tiene que tenerse en cuenta a la hora de comparar el crecimiento por diferencia entre la altura media de las parcelas a diferentes edades.

#### 1.4.1.4 Poder calorífico e inflamabilidad

La combustión de biomasa, en presencia de oxígeno suficiente, produce una reacción exotérmica. La suma de calor desprendido se conoce como poder calorífico y se expresa en kcal kg<sup>-1</sup> o en kJ kg<sup>-1</sup> de material vegetal que se ha quemado.

El poder calorífico varía con la parte de la planta que entra en combustión (tallos, ramas, ramillas, hojas, etc.), con las condiciones ambientales en que crecen las plantas y con la época del año (Elvira y Hernando, 1989). Todo parece indicar que el poder calorífico es mayor en los tallos y ramas gruesas que en las delgadas y en las hojas, en las zonas donde las plantas crecen más lentamente que en aquellas donde el crecimiento es más rápido y en los meses de verano que en los de primavera y otoño, por tener más agua en los tejidos.

El poder calorífico superior ( $pc_s$ ) o calor de combustión se produce cuando la combustión es completa, es decir, con oxígeno en exceso y en una cámara sin escapes de flujo de calor. Si el material que entra en combustión tiene humedad, la cantidad de calor invertido en evaporar esa humedad ( $q_v$ ) se perderá y la cantidad de calor aprovechable será menor y se conoce como poder calorífico inferior ( $pci$ ) o poder de calefacción. Este último no es constante, sino que depende del porcentaje de humedad, por lo cual es difícil de obtener directamente y se calcula a partir del  $pc_s$  mediante la ecuación:

$$pc_s = pci + q_v$$

En nuestro caso, y dado que los resultados de producción se presentan en materia seca anhidra a 102±2°C, el poder calorífico que aparece en la ficha para cada especie es el  $pc_s$  medio, tal y como lo presentan Elvira y Hernando (1989).

Tabla I.4.1.4.1.-Clasificación de las especies por su poder calorífico superior medio (kj kg<sup>-1</sup>), tomado de Elvira y Hernando (1989)

Especies con poder calorífico alto	Especies con poder calorífico medio	Especies con poder calorífico bajo
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Calicotome villosa</i>	<i>Anthyllis cytisoides</i>
<i>Buxus sempervirens</i>	<i>Cistus albidus</i>	<i>Cistus crispus</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Cistus laurifolius</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>
<i>Cytisus multiflorus</i>	<i>Cistus salvifolius</i>	
<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	
<i>Erica arborea</i>	<i>Olea europaea</i>	
<i>Erica australis</i>	<i>Phlomis purpurea</i>	
<i>Erica multiflora</i>	<i>Quercus coccifera</i>	
<i>Erica scoparia</i>	<i>Quercus ilex</i>	
<i>Genista falcata</i>	<i>Rhamnus lycioides</i>	
<i>Genistella (=Pterospartum) tridentata</i>	<i>Rubus idaeus</i>	
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>	
<i>Phillyrea angustifolia</i>	<i>Stipa tenacissima</i>	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Thymus vulgaris</i>	
<i>Stauracanthus boivinii</i>	<i>Ulex parviflorus</i>	
<i>Teline linifolia</i>		

La inflamabilidad es un concepto complejo que designa la aptitud que presenta una sustancia o materia para producir llamas, así como la calidad de éstas, y se mide por el punto de inflamación. El punto de inflamación de una materia es la temperatura de la misma a la cual es capaz de emitir gases que formen llamas al ponerse en contacto con una fuente de térmica; y tiempo de inflamación (t<sub>i</sub>) de la biomasa, es el tiempo transcurrido desde el instante en que se coloca la muestra en el radiador hasta que se produce la inflamación, expresado en segundos (Elvira y Hernando, 1989).

En el caso de las especies vegetales se produce el siguiente proceso: al calentarse la biomasa se inicia la salida de vapor de agua, seguida de los productos evaporables (resinas, aceites esenciales, hidrocarburos, etc.) que inician la inflamación puesto que su punto de inflamación es inferior al de la materia seca. Lógicamente, mientras la biomasa permanezca con suficiente humedad la inflamación de la materia seca no se produce aunque, como ocurre a veces en especies con abundancia de aceites aromáticos, los gases liberados estén ya emitiendo llamas.

En resumen, la inflamabilidad de una especie depende de: la humedad de la planta, la cantidad y naturaleza de los gases volátiles y la superficie o contorno de las especies. En función de estas características, las especies se clasifican en cuatro grupos según su inflamabilidad.



Tabla I.4.1.4.2.-Clasificación de las especies por su inflamabilidad (Elvira y Hernando, 1989)

Especies muy inflamables casi todo el año	Especies muy inflamables durante el verano	Especies medianamente inflamables	Especies poco inflamables
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Anthyllis cytisoides</i>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Buxus sempervirens</i>
<i>Erica arborea</i>	<i>Brachypodium ramosum</i>	<i>Cistus albidus</i>	<i>Cytisus multiflorus</i>
<i>Erica australis</i>	<i>Cistus ladanifer</i>	<i>Cistus crispus</i>	<i>Daphne gnidium</i>
<i>Erica scoparia</i>	<i>Lavandula latifolia</i>	<i>Cistus laurifolius</i>	<i>Halimium commutatum</i>
<i>Genista falcata</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Cistus salviifolius</i>	<i>Olea europaea</i>
<i>Genista hirsuta</i>	<i>Rubus idaeus</i>	<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Pistacia</i>
<i>Phillyrea angustifolia</i>	<i>Stipa tenacissima</i>	<i>Cytisus striatus</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>
<i>Quercus ilex</i>	<i>Thymus zygis</i>	<i>Erica multiflora</i>	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Ulex parviflorus</i>	<i>Genistella tridentata</i>	
<i>Thymus granatensis</i>		<i>Juniperus oxycedrus</i>	
<i>Thymus vulgaris</i>		<i>Ononis tridentata</i>	
		<i>Osyris alba</i>	
		<i>Quercus coccifera</i>	
		<i>Quercus faginea</i>	
		<i>Retama sphaerocarpa</i>	
		<i>Rhamnus lycioides</i>	
		<i>Rubus ulmifolius</i>	
		<i>Stauracanthus bovinii</i>	
		<i>Teline linifolia</i>	

#### I.4.1.5 Producción de biomasa

Para las especies más importantes, por su mayor representación superficial en España, o por su facilidad para formar rodales o grandes áreas como especies puras o dominantes, se ha calculado la acumulación de biomasa ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ), en función de la altura media y la fracción de cabida cubierta del matorral. Este dato, junto a la superficie ocupada por la especie como dominante, permite conocer la potencialidad de la misma como fijadora de  $CO_2$  y como productora de biomasa.

#### I.4.1.6 Tasa media de acumulación de biomasa

La biomasa de las formaciones de matorral se compone de ramas leñosas (más o menos gruesas dependiendo de las especies), de hojas, flores y frutos. Cada año se produce un crecimiento de los individuos, hasta llegar a una cierta edad, produciéndose, posteriormente, el desfronde de todos ellos, que se acumula sobre la superficie del suelo y se transforma en humus. Por otra parte, una porción del crecimiento de los matorrales, a veces importante, es consumida por el ganado y la fauna silvestre.

Cuando se estima la tasa de acumulación de biomasa aérea, en una formación de matorral, mediante el cociente entre la biomasa acumulada y la edad, no se puede tener en cuenta el desfronde anual ni la biomasa consumida por los animales, sólo se puede tener en cuenta la biomasa acumulada en ramas y tallos y las hojas de los últimos años que aún no se han desprendido. En los matorrales la biomasa de hojas y madera está relacionada hasta una cierta edad y parece que esa relación se estabiliza a los 12-14 años (Fernández, 1999).

Es evidente, que en estas condiciones el crecimiento anual que se estima, es menor que el crecimiento real. Por este motivo, algunos autores hablan de tasa de acumulación de biomasa a lo largo del tiempo y no de crecimiento anual.

A efectos de la fijación de CO<sub>2</sub> importa más la tasa de acumulación media anual que la biomasa total acumulada, pues realmente, es ésta la que mejor caracteriza la capacidad de la especie para fijar CO<sub>2</sub> anualmente y para proporcionar biomasa que pueda ser utilizable como bioenergía. Esta tasa se obtiene como cociente entre la biomasa acumulada en una parcela y la edad media de la misma.

Con frecuencia, encontramos áreas de matorral que han alcanzado edades elevadas, debido a que no han sido rozadas y tampoco se han incendiado, por lo que han comenzado su renovación mediante regeneración natural. En estas zonas, junto con una presencia más o menos alta de matas secas o semisecas, aparecen matas jóvenes de diferentes edades y tamaños que acaban cubriendo total o parcialmente el territorio. En estos casos, el crecimiento o la tasa de acumulación media, viene determinada por la biomasa total de matas jóvenes y viejas dividida por la edad media de los tres tallos muestreados, coincidiendo con los más gruesos y de mayor edad, lo que puede llevar a que la tasa media de acumulación calculada, sea algo mayor que la real.



#### **I.4.1.7** Variación de la biomasa acumulada en función de la edad del matorral

Para aquellas especies para las que se ha contado con información sobre biomasa total acumulada a diferentes edades, se presentan resultados medios a las edades de 2, 4, 6 y 8 años y una generalización de la evolución previsible hasta los 14 años, mediante la ecuación de ajuste de la biomasa en función de la edad.

Se incluyen los valores medios de biomasa y tasa de acumulación que ofrece el modelo ajustado con la altura o talla media y la fracción de cabida cubierta media de las parcelas que han entrado en el ajuste.

El coeficiente de transformación de biomasa en  $\text{CO}_2$  se obtiene multiplicando la biomasa por hectárea por el porcentaje de carbono de la especie (Tabla I.5.1) o género (Tabla I.5.2) para obtener el carbono total por hectárea y por el peso de la molécula de  $\text{CO}_2$  entre el peso del átomo de carbono ( $44/12$ ). El resultado es un coeficiente de  $1,8\hat{3}$  cuando el porcentaje de carbono de la especie es del 50%, algo menor si el porcentaje es menor del 50% y algo mayor si el porcentaje de carbono es mayor del 50%. En la mayoría de los casos un coeficiente medio de  $1,8\hat{3}$  puede aplicarse sin cometer errores importantes.

## FICHAS

### I.4.2 Descripción de las principales especies

A continuación se describen las características principales de las especies de matorral objeto de estudio. Para ello, se realiza una ficha de cada una de ellas **siguiendo el orden expuesto en la Clasificación Taxonomica jerarquizada (Anexo I)**.

#### ***Nerium oleander L.***



Fotografía I.4.2.1.-*Nerium oleander* en Grazalema (Málaga)

**Nombres vulgares:** adelfa.

**Talla:** mata de 2 a 3 (5) metros de altura, muy ramosa y con denso follaje.

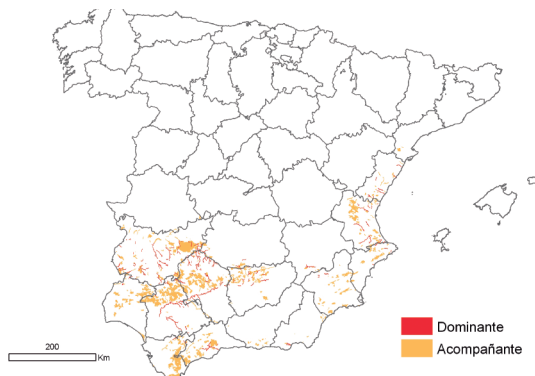
**Suelos:** indiferente a la naturaleza del suelo, tolera suelos calizos y yesosos. Abundante sobre suelos de aluvión, lechos pedregosos de ramblas, ríos y arroyos.

**Dominios:** se cría en general en hondonadas, ramblas y barrancos. Se asocia con tamarices, tamujos y sauces arbustivos. Entra en los dominios o se entremezcla con *Populus alba*, *Celtis australis* y *Crataegus monogyna* en ramblas y barrancos. Forma alineaciones de importancia en las orillas de todo tipo de cauces de agua.

**Aprovechamientos tradicionales:** madera dura, blanca y con el duramen de forma triangular, se dice que fue usada para fabricar carbón muy adecuado para la elaboración de pólvora. Es una planta tóxica que puede causar la muerte al hombre y animales si ingieren hojas, ramas, cortezas o raíces de forma suficiente. Por su contenido en heterópsidos cardiotónicos se ha empleado como medicinal para tonificar el corazón y como diurético, siempre con ciertas precauciones. Se ha utilizado para tratar la escabiosis o sarna y enfermedades cutáneas. La raíz como raticida y en la antigüedad se dice que fue empleada contra las mordeduras de animales venenosos. Actualmente es muy utilizada como ornamental en jardinería y separación de carriles de autopistas.

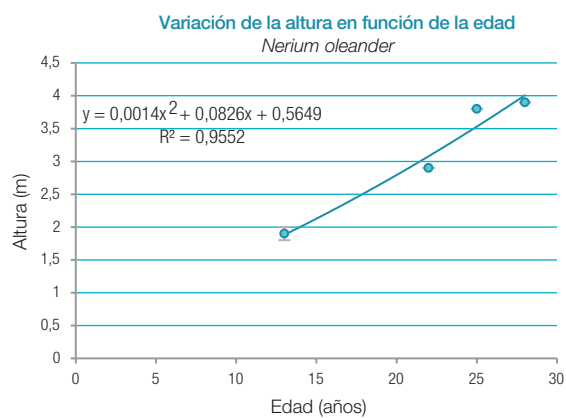
**Distribución:**

Superficie dominante: 6.962 ha  
Superficie secundaria: 794.462 ha



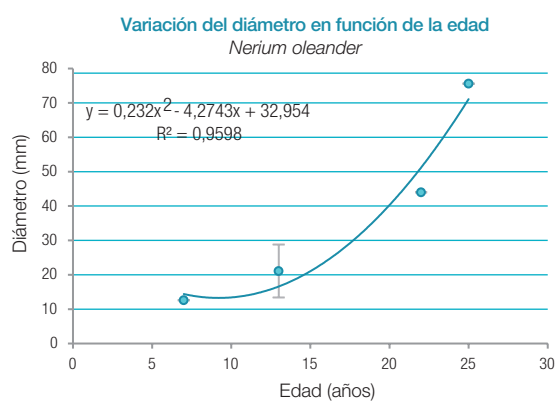


## Crecimientos en diámetro y altura:



Nerium oleander ( $h_m$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m) <sup>1</sup>
12-14	13	2	1,9	0,1
21-23	22	1	2,9	0,0
24-26	25	1	3,8	0,0
27-29	28	1	3,9	0,0

<sup>1</sup> Desviación típica



Nerium oleander ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	1	12,6	0,0
12-14	13	3	21,1	7,7
21-23	22	1	44,0	0,0
24-26	25	1	75,6	0,0



## Crataegus monogyna Jacq.



Fotografía I.4.2.2.- *Crataegus monogyna* en la provincia de Cáceres

**Nombres vulgares:** espino majuelo, espino blanco, majoleto.

**Talla:** arbusto o arbolillo de 3 a 4 (8 - 10) metros de altura, muy ramificado y espinoso.

**Suelos:** vive sobre todo tipo de suelos, ácidos y básicos, aunque prefiere suelos sueltos y frescos, apareciendo con frecuencia en bordes de arroyos y en lugares con capa freática somera. Puede verse en roquedos o canchales.

**Dominios:** se mezcla con la mayor parte de las especies arbóreas peninsulares apareciendo con más frecuencia en bosques aclarados, setos, galerías arbóreas y arbustivas, linderos, ribazos y orlas espinosas. Forma rodales de pequeña extensión en los que aparece como dominante, aunque lo normal es que se encuentren pies sueltos salpicados con otros arbustos, frecuentemente espinosos y caducifolios.

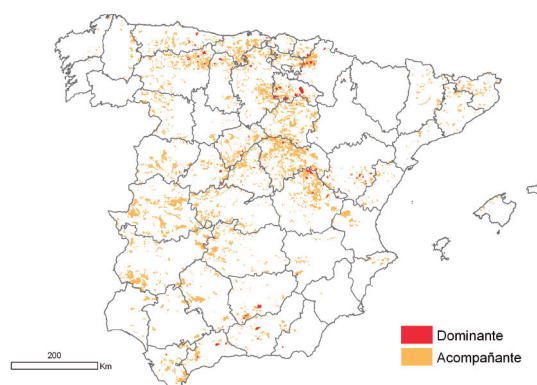
**Aprovechamientos tradicionales:** se ha empleado para formar setos espinosos y como patrón de injertos. La madera es dura, de color blanco rosado, muy apreciada en tornería y marquetería; se usa como combustible y para fabricar carbón. Los frutos

se consumían por el hombre en épocas de necesidad. Las flores desecadas constituyen un excelente tónico cardiaco y gozan también de propiedades sedantes y antiespasmódicas.

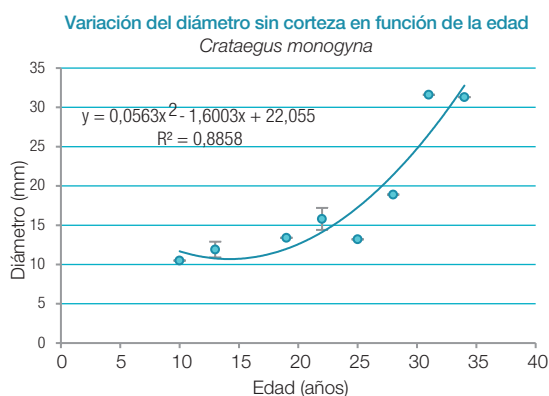
### Distribución:

Superficie dominante: 5.159 ha

Superficie secundaria: 2.137.961 ha



### Crecimientos en diámetro:



Crataegus monogyna (Ø..)				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{x}$ (mm)	sd (mm)
9-11	10	1	10,5	0,0
12-14	13	2	11,9	1,0
18-20	19	1	13,4	0,0
21-23	22	2	15,8	1,4
24-26	25	1	13,2	0,0
27-29	28	1	18,9	0,0
30-32	31	1	31,6	0,0
33-35	34	1	31,3	0,0



## Rosa canina L.



Fotografía I.4.2.3.- Rosa canina en la provincia de Cuenca

**Nombres vulgares:** rosal perruno, rosal silvestre, escaramujo.

**Talla:** especie muy polimórfica y sin duda la más abundante de nuestros montes y tierras forestales. Parecidos a éste existen seis o siete especies más en la península ibérica. Arbusto o mata sarmentoso, de ramas curvadas, enmarañado, que mide de 1 a 3 (5) metros.

**Suelos:** indiferente frente a la naturaleza del suelo, prefiere suelos frescos y profundos para alcanzar buen desarrollo.

**Dominios:** forma parte del cortejo de diferentes tipos de bosques, siendo más abundante en los aclarados, en los bordes de masas, setos, ribazos y linderos de los bosques. Especie típica de los espinares que abundan en todo tipo de terreno, en umbrías, vaguadas, bordes de cauces de agua. No suele formar manchas o rodales, sino que se presenta salpicado con otros matorrales típicos de las orlas espinosas y, a menudo sobre pastizales.

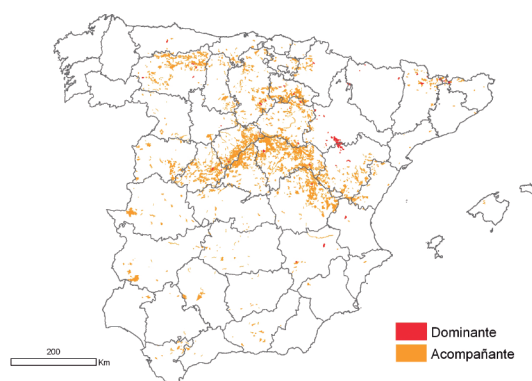
**Aprovechamientos tradicionales:** como uso medicinal se empleó contra la rabia y en

perfumería a través del agua destilada de pétalos de rosa silvestre.

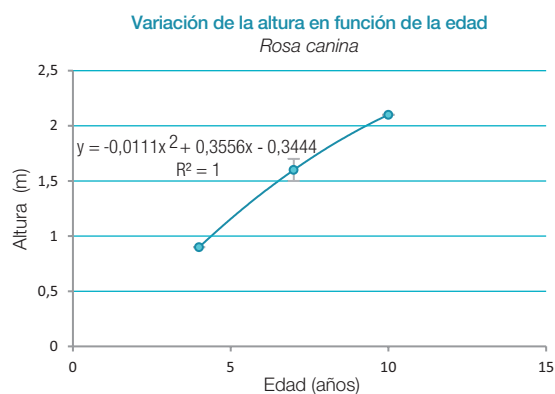
### Distribución:

Superficie dominante: 6.680 ha

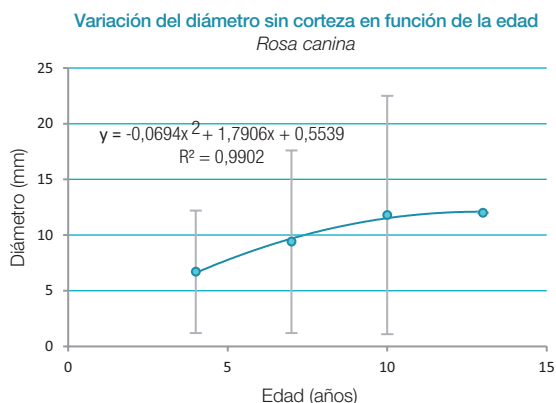
Superficie secundaria: 1.320.525 ha



### Crecimientos en diámetro y altura:



Rosa canina (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
3-5	4	1	0,9	0,0
6-8	7	5	1,6	0,1
9-11	10	1	2,1	0,0



Rosa canina ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	2	6,7	5,5
6-8	7	6	9,4	8,2
9-11	10	5	11,8	10,7
12-14	13	1	12,0	0,0

## Berberis vulgaris L. (incluye las subespecies *australis* y *seroi*)



Fotografía I.4.2.4.- *Berberis vulgaris* en Granada. Detalle del fruto

**Nombres vulgares:** agracejo, azotacristos, arlo, espino arro, vinagrera, agracejo español, espino cambrón.

**Talla:** mata subarborescente raras veces arbustiva, alcanza de 2 a 3 (4) metros de altura, ramas espinosas, alargadas y flexibles, arqueadas a menudo enmarañadas.

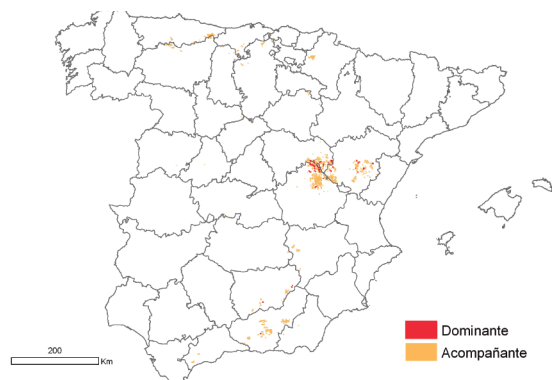
**Suelos:** prefiere terrenos calizos pero puede vivir sobre cualquier sustrato, en suelos pobres esqueléticos y pedregosos.

**Dominios:** aparecen en los sotos, espinares y bosques claros, bordes de arbolado y matorrales altos resultantes del aclarado de la masa arbórea de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Abies pinsapo*, *Acer granatensis*, *Acer monspesulanum*, *Sorbus aria*, *Quercus faginea* y *Quercus ilex*.

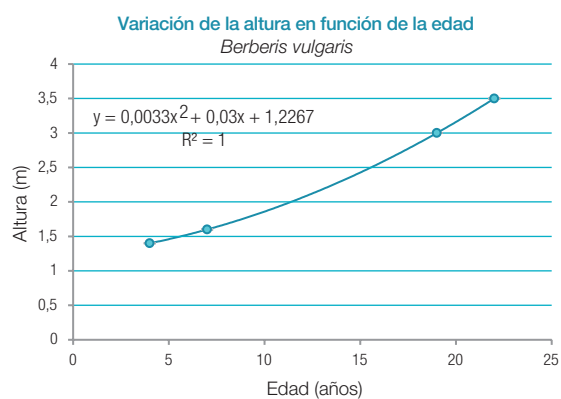
**Aprovechamientos tradicionales:** la raíz toma un intenso color amarillo al ser cortada, motivo por el cual en la antigüedad se utilizaba por los tintoreros para teñir de amarillo cuero y otros objetos. Los frutos por su sabor agridulce se utilizaban para preparar jarabes y refrescos que apagaban la "sed de las calenturas malignas". Las especies de este género pueden ser huéspedes del hongo *Puccinia graminis* conocido como "cornezuelo del centeno" que parasita varios cereales, por lo cual hasta mediados del siglo XX se trató de combatir esta enfermedad intentando erradicar el agracejo, lo cual se manifestó, después, como poco eficaz, ya que el cornezuelo podía tomar otras plantas como huéspedes en esa fase.

**Distribución:**

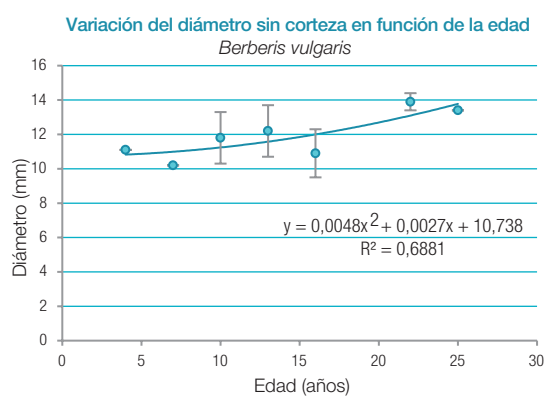
Superficie dominante: 1.262 ha  
Superficie secundaria: 219.880 ha



### Crecimientos en diámetro y altura:



Berberis vulgaris ( $h_m$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
3-5	4	1	1,4	0,0
6-8	7	1	1,6	0,0
18-20	19	1	3	0,0
21-23	22	1	3,5	0,0



Berberis vulgaris ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	11,1	0,0
6-8	7	1	10,2	0,0
9-11	10	2	11,8	1,5
12-14	13	3	12,2	1,5
15-17	16	3	10,9	1,4
21-23	22	2	13,9	0,5
24-26	25	1	13,4	0,0

## *Buxus sempervirens* L.



Fotografía I.4.2.5.- *Buxus sempervirens* en la Serranía de Cuenca

**Nombres vulgares:** boj, buje, box, boix.

**Talla:** mata en unos casos y arbusto en otros, su altura oscila entre los 0,5 y 3 (5) metros, puede llegar a tener porte arbóreo de 8 a 10 metros de altura en ejemplares viejos y que viven en buenas condiciones edafo-climáticas.

**Suelos:** prefiere suelos calizos; a menudo aparece en terrenos pedregosos y poco profundos.

**Dominios:** especie propia de las sierras calizas de clima frío, aunque ocupa zonas calizas subesclerófilas de la región mediterránea. Crece como sotobosque de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Fagus sylvatica* y *Quercus faginea* donde forma densas manchas, pero alcanza su máximo desarrollo en los claros y linderos de los bosques de las citadas especies. Es especie de luz aunque tolera bastante bien la sombra. Las bojedas densas indican zonas de baja densidad de la masa arbolada. Crece lentamente y alcanza gran longevidad. Forma grandes manchas como especie dominante, ocupando rasos del bosque o laderas en arbolado muy aclarado. Soporta muy bien el desbroce, recuperándose con rapidez y vigor.

**Aprovechamientos tradicionales:** madera de muy buena calidad, de color amarillento y fibra muy fina; se emplea en trabajos de tornería y taracea. Es muy adecuada para hacer grabados sobre ella. Ha sido empleado para fabricar piezas de ajedrez y utensilios domésticos del hogar como cucharas y cuencos sacados de las cepas etc. También se ha utilizado como combustible. Contiene una sustancia llamada "buxina", que sirve como purgante y emético empleándose en lugar del lúpulo para fabricar cerveza. Las hojas se empleaban en el sur de Francia y Cataluña para fertilizar viñedos, dada su riqueza en nitrógeno. Muy utilizado en jardinería.

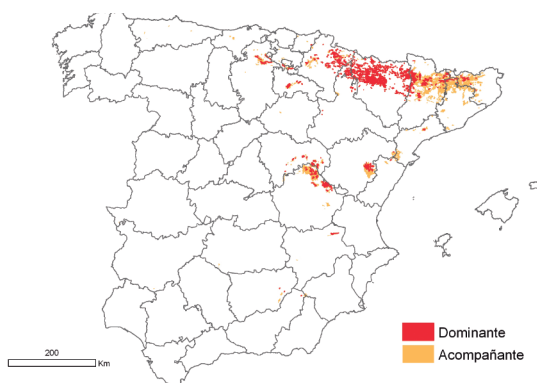
**Distribución:**

Superficie dominante: 100.661 ha  
Superficie secundaria: 562.444 ha

**Poder calorífico superior:**  
(PCS)<sub>0</sub> medio: 5.123 Kcal kg<sup>-1</sup>

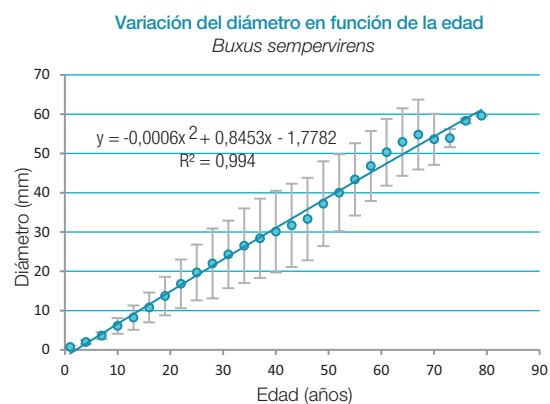
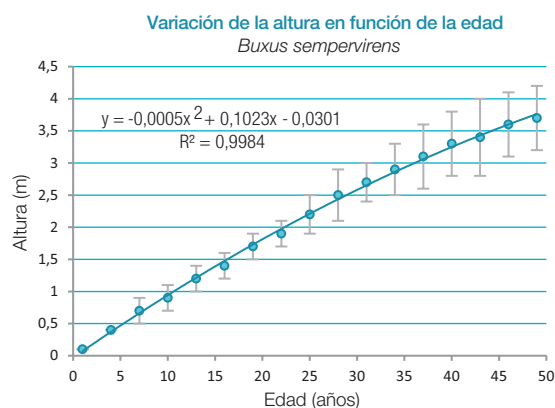
**Inflamabilidad:**

IV- Poco inflamable





## Crecimientos en diámetro y altura:



Buxus sempervirens ( $h_m$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
0-2	1	2	0,1	0,0
3-5	4	2	0,4	0,0
6-8	7	2	0,7	0,2
9-11	10	2	0,9	0,2
12-14	13	2	1,2	0,2
15-17	16	2	1,4	0,2
18-20	19	2	1,7	0,2
21-23	22	2	1,9	0,2
24-26	25	2	2,2	0,3
27-29	28	2	2,5	0,4
30-32	31	2	2,7	0,3
33-35	34	2	2,9	0,4
36-38	37	2	3,1	0,5
39-41	40	2	3,3	0,5
42-44	43	2	3,4	0,6
45-47	46	2	3,6	0,5
48-50	49	2	3,7	0,5
51-53	52	1	3,1	0,0
54-56	55	1	3,2	0,0
57-59	58	1	3,2	0,0
60-62	61	1	3,3	0,0
63-65	64	1	3,4	0,0

Buxus sempervirens ( $\bar{\varnothing}_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	15	0,7	0,3
3-5	4	15	2,0	0,5
6-8	7	15	3,6	0,9
9-11	10	15	6,1	2,0
12-14	13	15	8,2	3,1
15-17	16	15	10,8	3,8
18-20	19	15	13,7	4,9
21-23	22	15	16,8	6,2
24-26	25	15	19,7	7,1
27-29	28	15	22,0	8,9
30-32	31	15	24,3	8,6
33-35	34	15	26,5	9,5
36-38	37	15	28,4	10,1
39-41	40	15	30,1	10,4
42-44	43	15	31,7	10,6
45-47	46	15	33,3	10,5
48-50	49	12	37,2	10,8
51-53	52	12	40,0	9,8
54-56	55	12	43,4	9,2
57-59	58	12	46,8	8,9
60-62	61	12	50,3	8,5
63-65	64	12	52,9	8,6
66-68	67	12	54,8	8,9
69-71	70	10	53,6	6,5
72-74	73	8	53,9	2,3
75-77	76	3	58,3	0,6
78-80	79	2	59,6	0,1

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Hm (dm)							
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
10	5,54	7,45	8,87	10,03	11,04	11,94	12,75
20	6,48	8,72	10,37	11,73	12,91	13,96	14,92
30	7,13	9,59	11,41	12,91	14,21	15,36	16,41
40	7,65	10,30	12,26	13,87	15,26	16,50	17,63
50	8,12	10,93	13,00	14,71	16,19	17,50	18,70
60	8,55	11,51	13,69	15,49	17,04	18,43	19,69
70	8,97	12,07	14,37	16,25	17,88	19,34	20,66
80	9,40	12,66	15,06	17,04	18,75	20,28	21,66
90	9,90	13,33	15,86	17,95	19,75	21,35	22,81
100	10,93	14,71	17,50	19,80	21,79	23,56	25,17

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	4,515059	1,0014483	4,508529	0,00001
b <sub>1</sub>	0,428802	0,0873552	4,908720	0,00001

**Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Hm (dm)							
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
10	0,25	0,31	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43
20	0,28	0,34	0,38	0,41	0,44	0,46	0,48
30	0,30	0,36	0,40	0,44	0,46	0,49	0,51
40	0,31	0,38	0,42	0,46	0,49	0,51	0,53
50	0,32	0,39	0,44	0,47	0,50	0,53	0,55
60	0,33	0,40	0,45	0,49	0,52	0,55	0,57
70	0,34	0,42	0,47	0,51	0,54	0,57	0,59
80	0,36	0,43	0,48	0,52	0,56	0,58	0,61
90	0,37	0,45	0,50	0,54	0,57	0,60	0,63
100	0,39	0,47	0,53	0,58	0,61	0,64	0,67

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,2209653	0,05223597	4,230137	0,0001
b <sub>1</sub>	0,2775320	0,09965788	2,784848	0,0067



## Quercus ilex L.



Fotografía I.4.2.6.- Encinares en la provincia de Salamanca. Detalle del fruto.

**Nombres vulgares:** encina, carrasca, chaparra, mataparda.

**Talla:** la encina, en su morfotipo de matorral, ocupa grandes áreas en nuestro país. El matorral de encina suele formar un solo estrato de arbustos o matas que no suelen sobrepasar los 4 ó 5 metros de altura.

**Suelos:** vive sobre sustratos calizos o silíceos; crece bien en suelos arenosos procedentes de la descomposición de los granitos, areniscas o cuarcitas. En la mitad este de España y Baleares se asienta mayoritariamente sobre sustratos calizos. No soporta encharcamiento ni suelos salinos o muy yesosos. Rehúsa los margosos y los muy arcillosos y excesivamente compactos.

**Dominios:** especie propia de etapas de elevada madurez en el dominio de los bosques esclerófilos, forma masas puras sobre grandes extensiones en España. Se dice que en nuestro país el encinar constituye el fondo del paisaje, matizado o salpicado por rodales de otras especies. Las áreas cubiertas por carrascales arbustivos suelen situarse sobre suelos marginales para la especie, sobre zonas frías en mesetas continentales

o en altitudes por encima de 1.500 m en la sierras del interior. Según datos del 2º Inventario Forestal Nacional existen alrededor de 1,5 millones de ha cubiertas por encinares arbustivos y con pocas posibilidades de poder ser transformado en monte alto o fustal sobre cepas susceptibles de producir abundante cantidad de bellota o transformarse en monte adeshado con buena producción de pastos. En ocasiones estos montes achaparrados proceden de la degradación de encinares sometidos a frecuentes cortas de brotes para leñas y sobrepastoreo.

### Aprovechamientos tradicionales:

históricamente se han aprovechado para leñas y carboneo seguido de pastoreo por caza y ganado caprino-ovino. Su función ecológica es muy importante: protección del suelo, regulador de escorrentía y como hábitat para la fauna silvestre.

### Distribución:

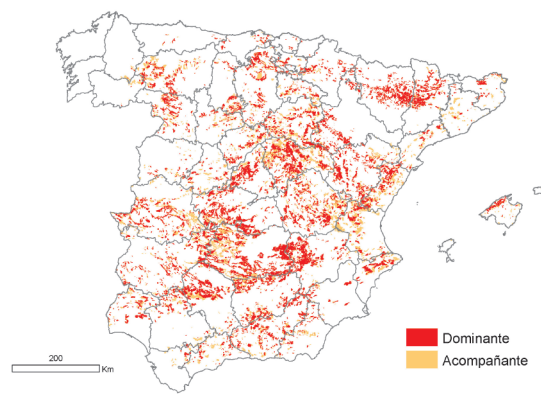
Superficie dominante: 1.482.245 ha  
Superficie secundaria: 1.415.249 ha

### Poder calorífico superior:

(PCS)<sub>0</sub> medio: 4.766 kcal kg<sup>-1</sup>

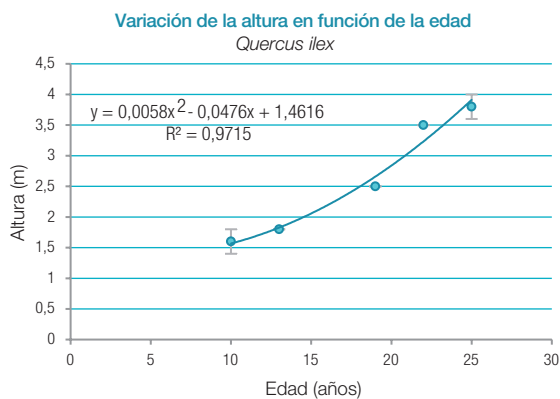
### Inflamabilidad:

I- Muy inflamable durante casi todo el año

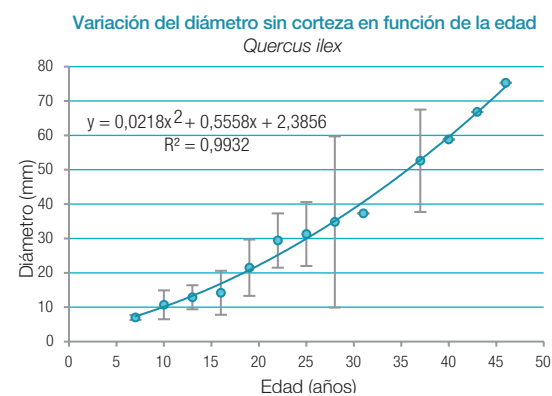




**Crecimientos en diámetro y altura:**



Quercus ilex (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
9-11	10	3	1,6	0,2
12-14	13	1	1,8	0,0
18-20	19	1	2,5	0,0
21-23	22	1	3,5	0,0
24-26	25	2	3,8	0,2



Quercus ilex ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	2	7,0	0,7
9-11	10	12	10,7	4,2
12-14	13	12	12,9	3,5
15-17	16	8	14,2	6,4
18-20	19	2	21,5	8,2
21-23	22	2	29,4	7,9
24-26	25	6	31,3	9,3
27-29	28	5	34,8	24,9
30-32	31	1	37,3	0,0
36-38	37	2	52,6	14,9
39-41	40	1	58,8	0,0
42-44	43	1	66,8	0,0
48-50	46	1	75,3	0,0



**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Las parcelas muestreadas en este trabajo forman parte del sotobosque de otras especies arbóreas, razón por la cual la biomasa total acumulada y la tasa de acumulación anual obtenidas por el modelo ajustado son menores que la media real que se obtendría si se muestrease sobre zonas en las que el chaparral crece sin cubierta arbórea.

En las parcelas del IFN se incluyen los pies menores de clase diamétrica 5 cm (comprendidos entre 2,5-7,5 cm de diámetro) como pies menores pertenecientes a especies arbóreas y no como matorral. La estimación de su biomasa figura en: Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles (Montero *et al.* 2005). Si se consideran sólo individuos de menos de 2,5 cm de diámetro y/o matas de *Quercus ilex* bajo cubierta arbórea, estas tablas pueden dar resultados próximos a la realidad



### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)						
Fcc (%)	5	10	15	20	25	35
10	1,39	4,03	7,48	11,62	16,35	21,61
20	2,02	5,84	10,85	16,85	23,71	31,33
30	2,54	7,33	13,62	21,15	29,75	39,32
40	3,01	8,68	16,14	25,06	35,25	46,59
50	3,46	9,98	18,55	28,81	40,53	53,56
60	3,91	11,28	20,97	32,57	45,82	60,55
70	4,38	12,64	23,51	36,50	51,35	67,87
80	4,90	14,15	26,31	40,85	57,47	75,95
90	5,54	16,00	29,74	46,18	64,97	85,87
100	7,00	20,20	37,55	58,31	82,03	108,41

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,3768846	0,09491181	3,970893	0,00001
b <sub>1</sub>	1,5295796	0,14403099	10,619795	0,00001
b <sub>2</sub>	1,0172503	0,14436873	7,046195	0,00001

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)						
Fcc (%)	5	10	15	20	25	35
10	0,12	0,24	0,36	0,49	0,61	0,73
20	0,18	0,35	0,53	0,70	0,88	1,05
30	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,31
40	0,26	0,52	0,78	1,04	1,29	1,55
50	0,30	0,59	0,89	1,19	1,48	1,78
60	0,33	0,67	1,00	1,34	1,67	2,01
70	0,37	0,75	1,12	1,50	1,87	2,25
80	0,42	0,84	1,26	1,67	2,09	2,51
90	0,47	0,94	1,42	1,89	2,36	2,83
100	0,59	1,19	1,78	2,38	2,97	3,56

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,0756024	0,01160416	6,51511	0,00001

## Quercus coccifera L.



Fotografía I.4.2.7.- Quercus coccifera en la Serranía de Cuenca. Detalle del fruto

**Nombres vulgares:** coscoja, matarrubia, maraña, carrasquilla, garriga, zumal, coscoll.

**Talla:** mata baja y densa de 1 a 2 metros de altura, a veces arbustiva de 4 a 4 (5-6 m). En ocasiones. en ocasiones el tronco está diferenciado y es tortuoso y con abundantes ramificaciones. Planta espinosa con hojas muy rígidas y pinchudas.

**Suelos:** vive en suelos secos, pedregosos o arenosos, ya sean calizos o silíceos aunque predomina en suelos calizos, porque en los silíceos sufre mayor competencia con otras especies. Los mejores coscojales se encuentran sobre suelos silíceos.

**Dominios:** se cría en laderas secas y soleadas, formando parte importante de los matorrales altos. Se considera un importante componente de la mancha y un constituyente fundamental de la garriga a la que da nombre. Forma rodales extensos en los que aparece como especie dominante ocupando el 85-90% de la superficie, dando lugar a una estructura cerrada e intransitable. Con frecuencia aparece formando parte del subpiso de quejigares y encinares aclarados y de pinares de *Pinus halepensis*. Se asocia con lentiscos, acebuches, y *Juniperus oxycedrus*. En terrenos silíceos se asocia con madroños, brezos, lentiscos, aulagas y jaras. Sistema radical somero con abundantes raíces que producen abundantes renuevos.

**Aprovechamientos tradicionales:** la coscoja se ha utilizado como leña para hogares y hornos y como material curtiente. Es muy conocido el empleo de la grana o carmesí, que se extraía de las agallas producidas por un pulgón y que servía para fabricar un colorante rojo-oscuro muy utilizado para teñir la púrpura más exquisita, la "bistincta," que usaban los miembros del senado romano. Su función ecológica es muy importante, como formadora de suelo y reguladora de la escorrentía. En los yesares semiáridos su papel es insustituible.

### Distribución:

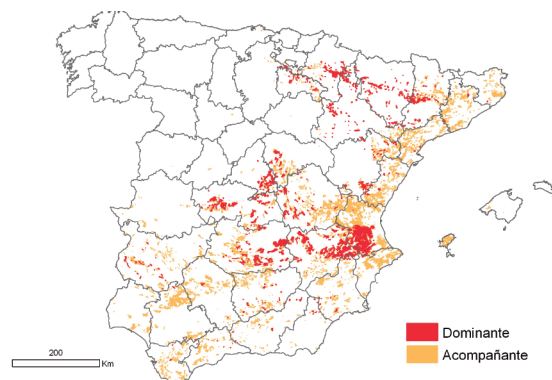
Superficie dominante: 200.653 ha  
Superficie secundaria: 2.218.363 ha

### Poder calorífico superior:

(PCS)<sub>0</sub> medio: 4.846 kcal kg<sup>-1</sup>

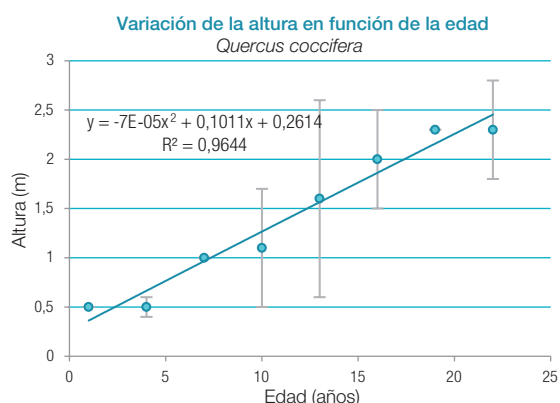
### Inflamabilidad:

III- Medianamente inflamable

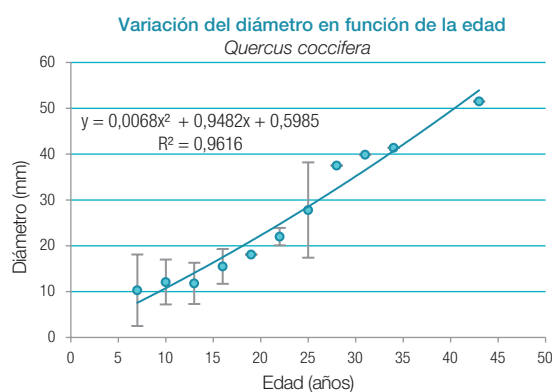




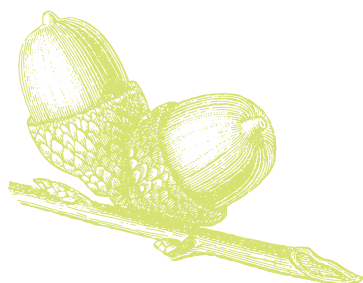
### Crecimientos en diámetro y altura:



Quercus coccifera ( $h_m$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
0-2	1	10	0,5	0,0
3-5	4	10	0,5	0,1
6-8	7	1	1,0	0,0
9-11	10	6	1,1	0,6
12-14	13	3	1,6	1,0
15-17	16	2	2,0	0,5
18-20	19	1	2,3	0,0
21-23	22	4	2,3	0,5



Quercus coccifera ( $\bar{\phi}_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	4	10,3	7,8
9-11	10	9	12,1	4,9
12-14	13	6	11,8	4,5
15-17	16	6	15,5	3,8
18-20	19	1	18,1	0,0
21-23	22	2	22,0	1,9
24-26	25	3	27,8	10,4
27-29	28	1	37,5	0,0
30-32	31	1	39,9	0,0
33-35	34	1	41,4	0,0
42-44	43	1	51,5	0,0
30-32	31	1	39,9	0,0
33-35	34	1	41,4	0,0
42-44	43	1	51,5	0,0



### Biomasa total acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)						
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
10	2,67	4,72	6,58	8,32	9,99	11,60
20	3,73	6,58	9,18	11,62	13,95	16,20
30	4,58	8,07	11,25	14,24	17,10	19,86
40	5,33	9,40	13,10	16,58	19,91	23,12
50	6,04	10,65	14,85	18,79	22,56	26,20
60	6,74	11,89	16,58	20,98	25,19	29,25
70	7,47	13,17	18,36	23,24	27,90	32,40
80	8,26	14,57	20,31	25,71	30,87	35,84
90	9,22	16,27	22,67	28,70	34,46	40,01
100	11,36	20,05	27,95	35,38	42,47	49,31

$$W (t\ ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\frac{FCC}{100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	2,0135328	0,31443789	6,403595	0,00001
$b_1$	0,8191936	0,08961063	9,141701	0,00001
$b_2$	0,9125035	0,11303108	8,073032	0,00001

Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Fcc (%)					
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
10	0,62	0,48	0,42	0,38	0,35	0,33
20	1,05	0,82	0,71	0,64	0,59	0,55
30	1,44	1,13	0,98	0,88	0,82	0,76
40	1,83	1,43	1,24	1,12	1,04	0,97
50	2,23	1,74	1,51	1,37	1,26	1,18
60	2,65	2,07	1,80	1,62	1,50	1,41
70	3,11	2,44	2,11	1,91	1,76	1,65
80	3,65	2,86	2,47	2,24	2,07	1,94
90	4,34	3,40	2,94	2,66	2,46	2,30
100	6,03	4,72	4,09	3,69	3,41	3,20

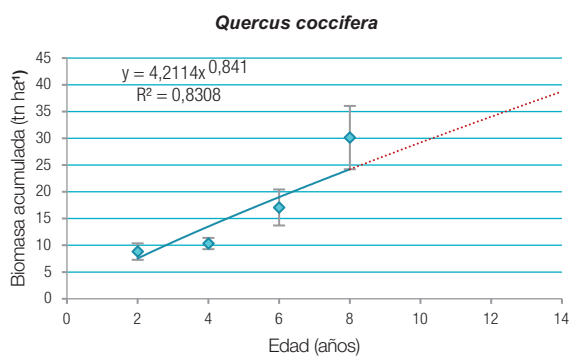
$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	5,570363	0,9087199	6,129901	0,00001
b <sub>1</sub>	-0,353561	0,0779021	-4,538523	0,00001
b <sub>2</sub>	1,436201	0,1891700	7,592117	0,00001

Evolución de la Biomasa aérea (t ha<sup>-1</sup>) en función de la edad:

Quercus coccifera			
Edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ (tn ha <sup>-1</sup> )	sd
2	10	8,8	1,5
4	10	10,3	1,1
6	10	17,1	3,4
8	9	30,1	5,9

Variación de la Biomasa acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:





## ***Pistacia lentiscus* L.**



Fotografía I.4.2.8.- *Pistacia lentiscus* en Sierra Morena (Córdoba)

**Nombres vulgares:** lentisco, charneca.

**Talla:** mata de 1 a 3 metros de altura que puede llegar a 5 a 6 metros en individuos añosos que crecen libremente. Copa muy ramificada y densa; cuando envejecen en buenas condiciones adoptan porte arbustivo.

**Suelos:** indiferente en cuanto a la naturaleza del suelo. Soporta suelos muy secos y pobres en nutrientes.

**Dominios:** aparece en los dominios de *Quercus ilex*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* y *Ziziphus lotus*. Es frecuente en matorrales sobre suelos silíceos en el interior (charnecales) y en la garriga de la vertiente mediterránea sobre suelos calizos. Se asocia con mirto, coscoja, palmito, romero, jara, matagallos, *Rhamnus lycioides* y *Rhamnus oleoides*. La asociación de acebuche y lentisco ocupó en el pasado gran parte del área que hoy ocupan los olivares andaluces. Puede formar masas extensas como especie dominante o aparecer salpicada en numerosos matorrales pluriespecíficos.

Aprovechamientos tradicionales: su jugo resinoso mezclado con diversos colorantes se utilizó para fabricar pinturas para pintar al óleo. Se ha utilizado por su resina, como medicamento en las sociedades antiguas. Sus frutos son consumidos por la fauna avícola y sus hojas por el ganado cabrío y la caza mayor.

### **Distribución:**

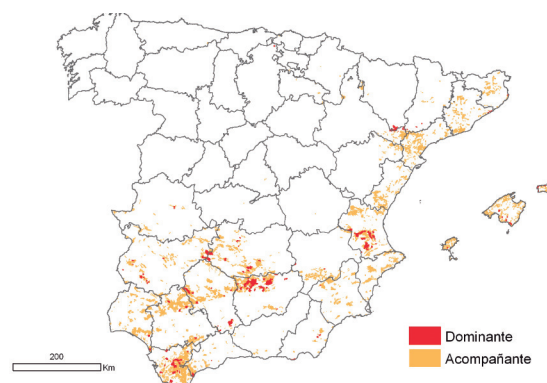
Superficie dominante: 40.448 ha  
Superficie secundaria: 1.686.668 ha

### **Poder calorífico superior:**

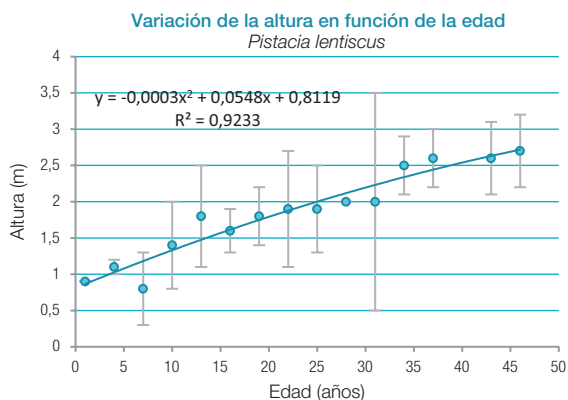
(PCS)<sub>0</sub> medio: 4.911 kcal kg<sup>-1</sup>

### **Inflamabilidad:**

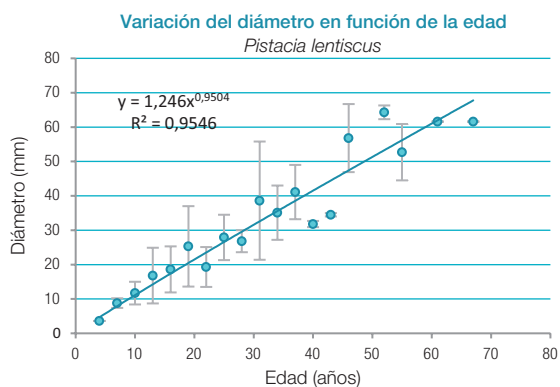
IV- Poco inflamable



Crecimientos en diámetro y altura:



Pistacia lentiscus (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
0-2	1	10	0,9	0,0
3-5	4	10	1,1	0,1
6-8	7	2	0,8	0,5
9-11	10	6	1,4	0,6
12-14	13	6	1,8	0,7
15-17	16	7	1,6	0,3
18-20	19	7	1,8	0,4
21-23	22	8	1,9	0,8
24-26	25	6	1,9	0,6
27-29	28	1	2,0	0,0
30-32	31	3	2,0	1,5
33-35	34	3	2,5	0,4
36-38	37	3	2,6	0,4
42-44	43	3	2,6	0,5
45-47	46	2	2,7	0,5



Pistacia lentiscus (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	3,6	0,0
6-8	7	3	8,8	1,4
9-11	10	7	11,7	3,3
12-14	13	17	16,8	8,1
15-17	16	11	18,6	6,7
18-20	19	12	25,3	11,7
21-23	22	13	19,3	5,8
24-26	25	6	27,9	6,6
27-29	28	4	26,8	3,2
30-32	31	11	38,6	17,2
33-35	34	2	35,1	7,9
36-38	37	2	41,1	7,9
39-41	40	2	31,8	0,9
42-44	43	2	34,5	0,5
45-47	46	3	56,8	9,9
51-53	52	2	64,3	2,0
54-56	55	5	52,7	8,2
60-62	61	1	61,6	0,0
66-68	67	1	61,6	0,0



### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)							
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
10	3,78	6,60	9,14	11,52	13,79	15,96	18,07
20	5,07	8,85	12,26	15,45	18,49	21,41	24,23
30	6,07	10,59	14,68	18,49	22,13	25,62	29,00
40	6,94	12,11	16,78	21,14	25,30	29,29	33,15
50	7,75	13,52	18,73	23,61	28,25	32,70	37,02
60	8,54	14,90	20,64	26,01	31,12	36,03	40,79
70	9,34	16,30	22,59	28,46	34,05	39,43	44,63
80	10,21	17,82	24,69	31,11	37,22	43,10	48,78
90	11,25	19,64	27,20	34,28	41,01	47,48	53,75
100	13,52	23,61	32,70	41,21	49,31	57,09	64,62

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	2,5800701	0,9517896	2,710757	0,0083
b <sub>1</sub>	0,8037841	0,1432408	5,611419	0,00001

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Al no poder establecer un modelo lineal se aplica un modelo logarítmico

$$\log(Y (t ha^{-1} año^{-1})) = a + b \log(Hm) + c \log(Fcc)$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a	-0,1694	0,1291	2,232	0,0323
b	0,3119000	0,1720	1,8113	0,0740
c	1,6414	0,1769	9,278	0,00001
SEE	0,6606			

Se realiza la retransformación a la forma exponencial:

$$Y (tn ha^{-1} año^{-1}) = CF e^{a} Hm^b Fcc^c$$

Como la re-transformación de un modelo logarítmico no pasa por la media, sino por la mediana, hay que aplicar un factor de corrección (CF), que queda definido según la siguiente ecuación (Baskerville, 1972) y cuyos valores se toman de la tabla proporcionada anteriormente:  $CF = e^{(SEE^2/2)}$

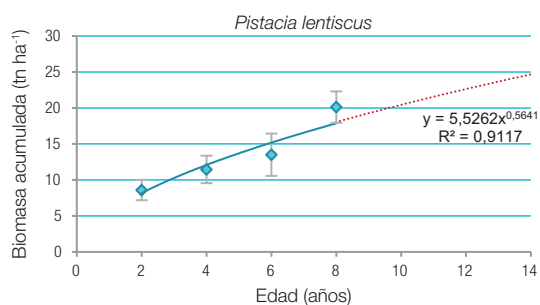
Hm (dm)							
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
10	0,27	0,33	0,38	0,42	0,45	0,47	0,49
20	0,49	0,61	0,69	0,76	0,81	0,86	0,90
30	0,71	0,88	1,00	1,09	1,17	1,24	1,30
40	0,93	1,16	1,31	1,44	1,54	1,63	1,71
50	1,17	1,45	1,64	1,80	1,93	2,04	2,14
60	1,42	1,77	2,00	2,19	2,35	2,49	2,61
70	1,71	2,12	2,41	2,63	2,82	2,99	3,14
80	2,05	2,54	2,89	3,16	3,39	3,58	3,76
90	2,50	3,10	3,52	3,85	4,13	4,37	4,58
100	3,64	4,52	5,13	5,61	6,01	6,37	6,68



Evolución de la Biomasa aérea (t ha<sup>-1</sup>) en función de la edad:

Pistacia lentiscus			
Edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ (tn ha <sup>-1</sup> )	sd
2	10	8,6	1,4
4	10	11,5	1,9
6	10	13,5	2,9
8	10	20,1	2,2

Variación de la Biomasa acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



## *Phillyrea angustifolia* L. y *Phillyrea media* L.



Fotografía I.4.2.9.- *Phillyrea angustifolia* en Sierra Morena (Córdoba)

**Nombres vulgares:** labiérnago, olivilla, lentisco blanco, agracejo.

**Talla:** arbusto de 2-3 (4) metros, de ramas mimbrenas, largas, derechas y flexibles.

**Suelos:** viven sobre suelos silíceos, aunque pueden aparecer sobre suelos calcáreos en la costa mediterránea.

**Dominios:** aparecen con frecuencia mezcladas con madroño y matorrales desarrollados en ambiente de encinar, alcornocal y casi siempre formando parte de la mancha mediterránea. Ambas especies son de luz. Cuando la cubierta arbórea es alta sobreviven, pero su crecimiento es muy escaso y aparecen como matas rastreras. *Phillyrea media* se acerca a valles y barrancos buscando algo más de humedad. En Sierra Morena y Montes de Toledo forman rodales en que alguna de ellas aparece como especie dominante (frecuentemente *Phillyrea angustifolia*). Se mezclan con matorrales de jara y distintas labiadas.

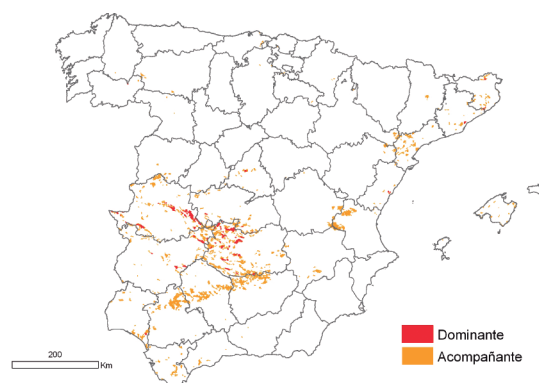
**Aprovechamientos tradicionales:** se ha utilizado como combustible y para la fabricación de picón. Por sus contenidos en taninos se han utilizado, en ocasiones, para curtir cueros. Se

consideran plantas melíferas, ya que producen un néctar muy apetecido por las abejas.

### **Distribución:**

Superficie dominante: 23.471 ha

Superficie secundaria: 718.428 ha



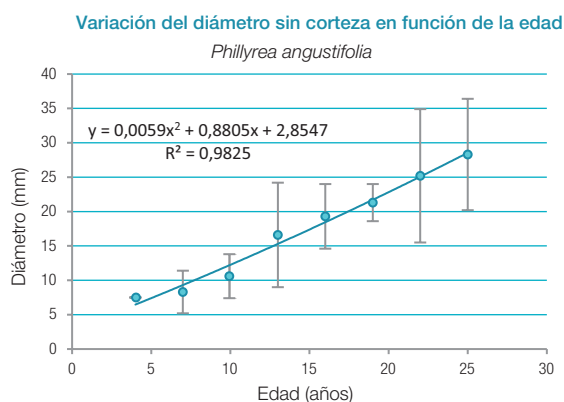
### **Poder calorífico superior:**

(PCS)<sub>0</sub> medio: 5.459 kcal kg<sup>-1</sup>

### **Inflamabilidad:**

I- Muy inflamable durante casi todo el año.

### Crecimientos en diámetro:



Phillyrea angustifolia ( $\bar{O}_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	7,5	0,0
6-8	7	9	8,3	3,1
9-11	10	14	10,6	3,2
12-14	13	6	16,6	7,6
15-17	16	6	19,3	4,7
18-20	19	6	21,3	2,7
21-23	22	10	25,2	9,7
24-26	25	6	28,3	8,1

### Arbutus unedo L.



Fotografía I.4.2.10.- *Arbutus unedo* en la provincia de Córdoba

**Nombres vulgares:** madroño.

**Talla:** arbusto o arbolillos de 1 a 5 (8) metros de ramas gruesas.

**Suelos:** es indiferente a la naturaleza química del sustrato; prefiere suelos sueltos, frescos y profundos. Con frecuencia aparece en las sierras del centro y sur de España sobre cuarcitas y pizarras.

**Dominios:** es frecuente en setos y bosques del piso bajo o montano de la región mediterránea. Es clásico compañero o sucedáneo del alcornoque, la encina y el quejigo. Forma pequeños rodales densos e intransitables bajo un estrato arbóreo muy empobrecido o aparece salpicado entre las "manchas" de matorral mediterráneo asociado o mezclado con *Phillyrea angustifolia*, *Erica arborea*, *Erica australis*, *Cistus ladanifer* y *Cistus populifolius*. En las laderas de sierra con suelos poco profundos por la pendiente del terreno puede ser la especie dominante.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha utilizado para leña y carbón, muy apreciado para fraguas (breña). Sus frutos comestibles se han empleado en confituras. Las hojas, cortezas y brotes contienen abundante tanino, por lo que se han empleado como curtientes y astringentes. Muy empleado como ornamental por su follaje, flores y frutos. Por la extraordinaria policromía del conjunto de hojas, flores y frutos puede considerarse el árbol o arbusto más bonito y popular de la flora mediterránea.



### Distribución:

Superficie dominante: 16.578 ha  
Superficie secundaria: 1.546.587 ha

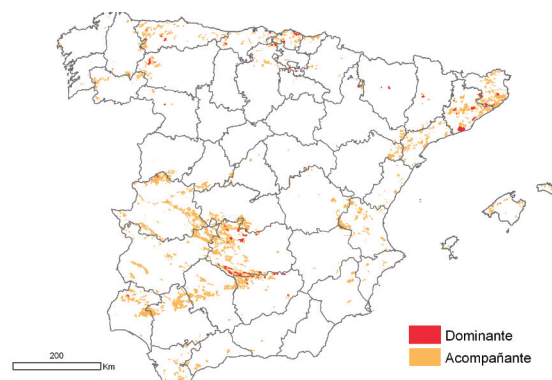
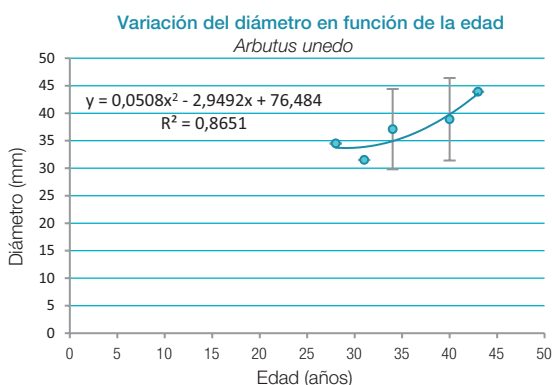
### Poder calorífico superior:

(PCS)<sub>0</sub> medio: 5.133 kcal kg<sup>-1</sup>

### Inflamabilidad:

III- Medianamente inflamable

### Crecimientos en diámetro:



Arbutus unedo (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
27-29	28	1	34,5	0,0
30-32	31	1	31,5	0,0
33-35	34	3	37,1	7,3
39-41	40	2	38,9	7,5
42-44	43	1	43,9	0,0



## ***Myrtus communis* L.**



Fotografía I.4.2.11.- *Myrtus communis*. Detalle de una rama con frutos

**Nombres vulgares:** arrayán, mirto, murta.

**Talla:** mata media o alta de 0,5 a 1,5 (3-4) metros, muy ramosa.

**Suelos:** indiferente al sustrato, vive bien en arenales silíceos, granitos, pizarras y terrenos poco pedregosos calizos o dolomíticos.

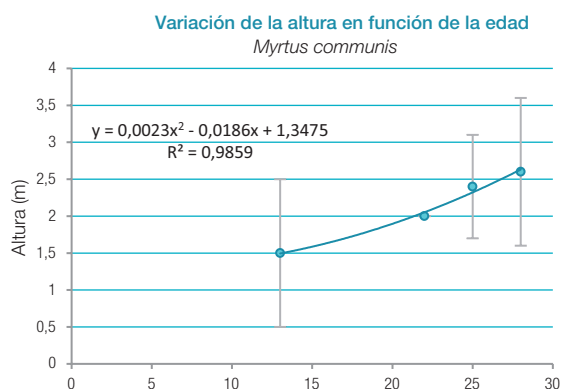
**Dominios:** entra en el sotobosque de alcornoques y encinares claros y de pinares de *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* y menos frecuentemente en *Pinus halepensis*. Es elemento habitual de muchos matorrales arbustivos termófilos, como manchas, acebuchares y coscojares. En ocasiones aparece intercalado en jarales, escobonales, aulagares y retamares, con más frecuencia

asociado a las situaciones más húmedas, bordes de cauces, etc. No forma manchas continuas de extensión apreciable en las que se comporte como especie dominante.

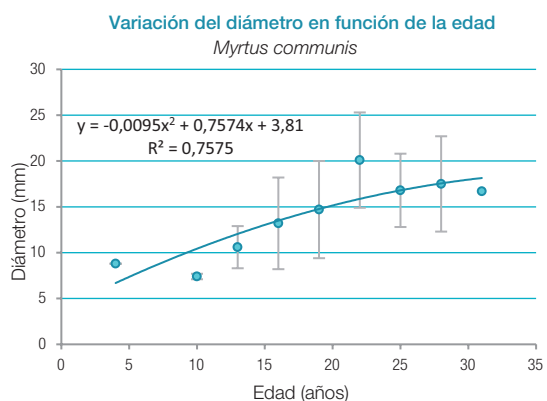
**Aprovechamientos tradicionales:** su madera es de gran calidad y apreciada en trabajos de ebanistería. Su tanino es especialmente adecuado para el curtido de pieles finas de alta calidad. Tiene propiedades

medicinales, por lo que se ha utilizado como astringente, antiséptico, desodorante, anticatarral y como perfume (agua de ángel); cultivado como ornamental y para la producción de frutos para condimentos. También se ha utilizado para la fabricación de vino (vino de arrayán). Especie muy relacionada con mitos y ceremonias en la antigüedad. Da nombre al Patio de los Arrayanes de la Alhambra de Granada.

**Crecimientos en diámetro y altura:**



Myrtus communis (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
12-14	13	2	1,5	1,0
21-23	22	1	2,0	0,0
24-26	25	2	2,4	0,7
27-29	28	2	2,6	1,0



Myrtus communis (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	8,8	0,0
9-11	10	2	7,4	0,3
12-14	13	3	10,6	2,3
15-17	16	2	13,2	5,0
18-20	19	2	14,7	5,3
21-23	22	2	20,1	5,2
24-26	25	3	16,8	4,0
27-29	28	2	17,5	5,2
30-32	31	1	16,7	0,0





## *Rhamnus lycioides* L. y *Rhamnus oleoides* L.



Fotografía I.4.2.13.- *Rhamnus oleoides* en floración

**Nombres vulgares:** espino negro, escambrón, para *R. lycioides*; y espino olivero, prieto, para *R. oleoides*. Algunos autores consideran a *R. oleoides* como una subespecie de *R. lycioides*.

**Talla:** matas o arbustillos de 1 a 2 (3) metros de talla, con ramas abundantes que forman una maraña impenetrable y muy espinosa.

**Suelos:** pedregosos y secos; es frecuente encontrarlos en las grietas de las rocas. *Rhamnus lycioides* es más abundante en suelos silíceos de Andalucía occidental y Extremadura. En general se trata de especies muy poco exigentes en cuanto a suelos.

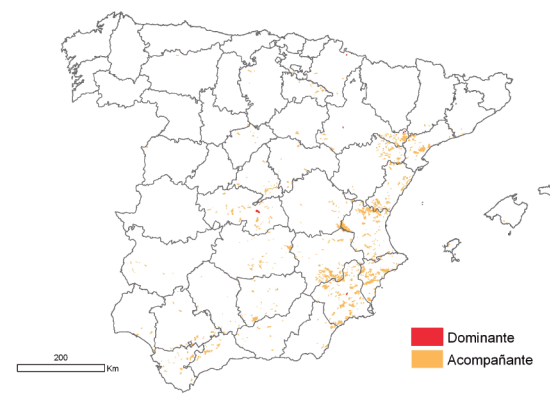
**Dominios:** aparecen en garrigas, coscojares, setos y matorrales sobre pedregal. Aparecen en los dominios de alcornocales, encinares y manchas de Sierra Morena, a veces en los valles más frescos y umbrosos o formando parte del matorral de pinares de *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Pinus pinaster*. Se mezclan o se asocian con *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*, *Phlomis purpurea*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Phillyrea angustifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Ziziphus lotus*, etc., No constituyen rodales puros de extensión considerable, aunque pueden formar "golpes" o pequeños rodalillos.

**Aprovechamientos tradicionales:** no se le conocen aprovechamientos importantes por el hombre, sin embargo, su papel ecológico y como sustento de fauna avícola silvestre puede considerarse de cierta importancia.

### **Distribución:**

Superficie dominante: 14 ha  
Superficie secundaria: 121.073 ha

### **Poder calorífico superior:**



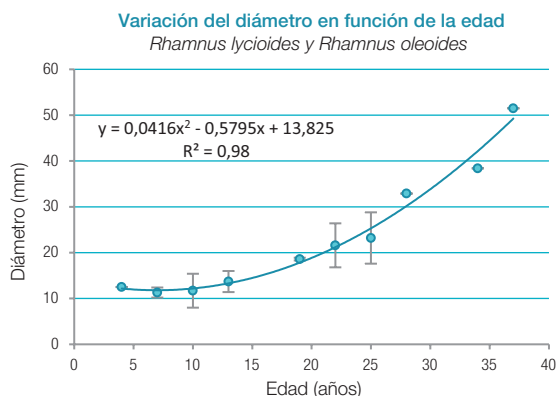
(PCS)<sub>0</sub> medio: 4.809 kcal kg<sup>-1</sup>

### **Inflamabilidad:**

III- Moderadamente inflamable



Crecimientos en diámetro:



Rhamnus lycioides y R. oleoides (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	12,5	0,0
6-8	7	3	11,3	1,1
9-11	10	8	11,7	3,7
12-14	13	10	13,7	2,3
18-20	19	2	18,6	0,3
21-23	22	2	21,6	4,8
24-26	25	3	23,2	5,6
27-29	28	1	32,9	0,0
33-35	34	1	38,4	0,0
51-53	37	1	51,5	0,0

**Rhododendron ferrugineum L.**



Fotografía I.4.2.14.- Rhododendrom ferrugineum en el Pirineo oriental (Girona)

**Nombres vulgares:** bujo, talabarda, neret, rosa de los Alpes, azalea, talabarda, neret.

**Talla:** mata de 0,8 a 1,2 m con abundantes ramas tortuosas que tapizan totalmente el suelo.

**Suelos:** vive siempre en suelos de naturaleza sílicea y ácidos, solo soporta calizos muy descarbonatados por lavado del perfil edáfico.

**Dominios:** se asocia con los dominios de *Pinus uncinata*, *Abies alba* y *Pinus sylvestris* en alta montaña, formando parte importante del sotobosque de estas especies en extensos rodales. Prospera bien en los claros, laderas pedregosas frescas y bordes de arroyos. A veces supera en altitud a *Pinus uncinata* entrando por encima de la línea del bosque y ocupando zonas de pastizales naturales como los conocidos como tasca pirenaica.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha empleado mucho en medicina popular contra el reuma y la gota. Se le atribuyen propiedades diuréticas. Hoy en día se considera planta antirreumática, analgésica, astringente, diurética y expectorante. También se ha usado para combatir la hipertensión, la litiasis renal, la tos y la bronquitis. En la antigüedad se usó como tinte para teñir de negro las ropas. De gran valor como hábitats de fauna menor y muy utilizada en jardinería.



### Distribución:

Superficie dominante: 1.823 ha  
Superficie secundaria: 64.842 ha



### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)		
	5	10	15
10	2,2	4,5	6,7
20	3,2	6,5	9,7
30	4,1	8,1	12,2
40	4,8	9,6	14,4
50	5,5	11,0	16,5
60	6,2	12,4	18,6
70	6,9	13,9	20,8
80	7,7	15,5	23,2
90	8,7	17,5	26,2
100	11,0	22,0	32,9

$$W (t \text{ ha}^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcseno\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,398318	0,1176026	11,8902	0,00001

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)		
	5	10	15
10	0,07	0,15	0,22
20	0,11	0,22	0,32
30	0,14	0,27	0,41
40	0,16	0,32	0,48
50	0,18	0,37	0,55
60	0,21	0,41	0,62
70	0,23	0,46	0,69
80	0,26	0,52	0,77
90	0,29	0,58	0,87
100	0,37	0,73	1,10

$$Y (t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcseno\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,04661061	0,003920087	11,8902	0,00001



## Erica arborea L.



Fotografía I.4.2.15.- Erica arborea en la Sierra de Gata (Cáceres)

**Nombres vulgares:** brezo, brezo blanco, brezo macho.

**Talla:** mata o arbusto de 2 a 4 (7) metros, en zonas de gran altitud a veces no pasa de 50 o 60 centímetros. En las Islas Canarias alcanza un porte arbóreo, llegando a los 20 m de talla, y en las montañas de África Oriental puede llegar a los 40 metros.

**Suelos:** suelos preferentemente silíceos, aunque también en calizos de zonas húmedas. En fondos de valle y lugares umbríos acumula gran cantidad de mantillo procedente del desfronde, conocido como tierra de brezo, muy apreciada en jardinería por su textura y fertilidad.

**Dominios:** aparece en los dominios de *Abies alba*, *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Prunus avium*, *Ilex aquifolium*, *Quercus robur* y *Quercus petraea*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus canariensis*, *Quercus faginea*, *Quercus suber*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster* y otras especies como fresnos, acebos, olmos tilos etc. Se mezcla de forma salpicada con los géneros *Viburnum*, *Cornus*, *Ligustrum*, *Crataegus*, *Prunus*, *Salix*, *Sorbus*, *Taxus*, etc.

Su adaptación al fuego periódico, producido por los ganaderos, ha extendido y mantenido su presencia en las montañas del interior de Galicia y Asturias, Sanabria o Trás-os-Montes en Portugal. Esta misma relación se mantiene en zonas frescas de las sierras del centro y sur de la Península Ibérica (Sistema Ibérico, Sistema Central, Montes de Toledo, Sierra Morena, Sierras Béticas y Cordillera Costero-Catalana).

*Erica arborea* forma parte de los claros del bosque de laurisilva y se asocia a *Myrica faya* formando fayal-brezales, que se sitúan en la banda altitudinal de condensación de nieblas. Por encima de estas cotas el brezo caracteriza las zonas de *Pinus canariensis* más frescas y húmedas, dando lugar al tipo de "pinar con brezo".

En general forma bosquetes densos diseminados y pocas veces grandes extensiones continuas, salvo en las montañas del norte (Galicia, Asturias y León) donde cubre grandes extensiones continuas como especie dominante, sobre todo en las partes altas de orientaciones de umbría, muchas veces mezclada, o en mosaico, con *Erica australis*, que se distribuye preferentemente por las zonas más secas de solana o sometidas a vientos más intensos o insolación mayor, independientemente de la altitud.

**Aprovechamientos tradicionales:** sus troncos y cepas han sido usados como combustible por la excelente calidad del carbón que se fabricaba con ella. Los incendios periódicos en rotaciones de 10-12 años proporcionan y proporcionan un rebrote con buena palatabilidad y valor bromatológico para el ganado, muy apreciado para el cabrío y ovino en primavera-verano.

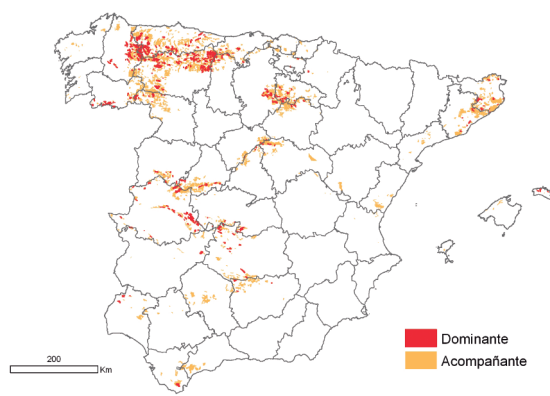


La madera de los tallos gruesos o troncos y de las cepas de brezo proporcionan piezas de gran tamaño y de un color rojo carmín formando un bonito veteado que la hace muy apreciada en tornería y taracea y para la fabricación de objetos como cuentas, bolillos y sobre todo para la fabricación de pipas de fumador donde su aprovechamiento llegó a alcanzar un considerable valor económico hasta la segunda mitad del siglo XX. Se usa también como especie ornamental en jardines, donde se emplea también la conocida como “tierra de brezo”.

### Distribución:

Superficie dominante: 117.202 ha

Superficie secundaria: 1.406.337 ha



### Poder calorífico superior:

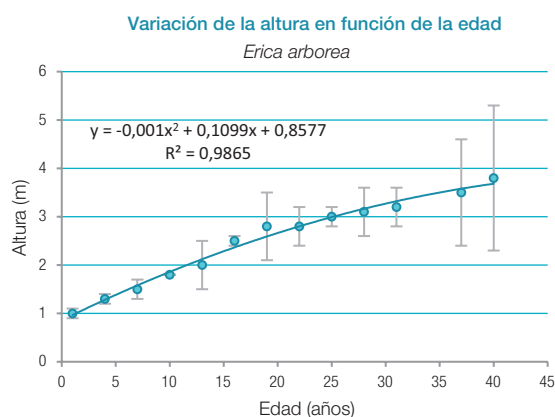
(PCS) o medio: 4.809 kcal kg<sup>-1</sup>

### Inflamabilidad:

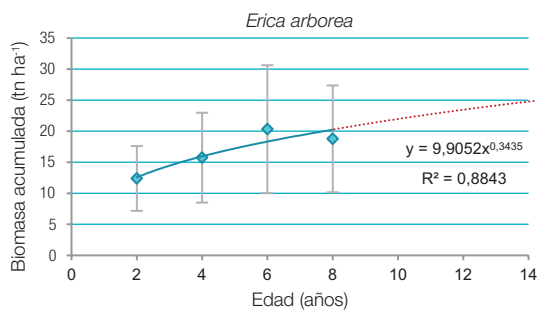
III- Moderadamente inflamable



### Crecimientos en diámetro y altura:



Erica arborea (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
0-2	1	20	1,0	0,1
3-5	4	20	1,3	0,1
6-8	7	20	1,5	0,2
9-11	10	1	1,8	0,0
12-14	13	2	2,0	0,5
15-17	16	3	2,5	0,1
18-20	19	9	2,8	0,7
21-23	22	5	2,8	0,4
24-26	25	12	3,0	0,2
27-29	28	9	3,1	0,5
30-32	31	2	3,2	0,4
36-38	37	4	3,5	1,1
39-41	40	2	3,8	1,5



Erica arborea (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	1	5,1	0,0
9-11	10	6	8,4	6,9
12-14	13	9	12,3	2,1
15-17	16	7	13,0	4,0
18-20	19	15	21,3	8,2
21-23	22	12	21,0	7,1
24-26	25	13	24,0	8,3
27-29	28	12	23,8	7,7
30-32	31	7	26,2	12,2
33-35	34	2	21,0	1,1
36-38	37	5	37,7	15,8
39-41	40	2	26,3	11,2
42-44	43	1	40,8	0,0
45-47	46	2	40,3	20,6
57-59	58	2	55,7	21,0
72-74	73	1	98,0	0,0

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arccoseno\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,189603	0,06156104	19,32396	0,00001

Fcc (%)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
10	1,9	3,8	5,7	7,7	9,6	11,5	13,4
20	2,8	5,5	8,3	11,0	13,8	16,5	19,3
30	3,4	6,9	10,3	13,8	17,2	20,7	24,1
40	4,1	8,1	12,2	16,3	20,4	24,4	28,5
50	4,7	9,3	14,0	18,7	23,4	28,0	32,7
60	5,3	10,5	15,8	21,1	26,4	31,6	36,9
70	5,9	11,8	17,7	23,6	29,5	35,4	41,3
80	6,6	13,2	19,8	26,3	32,9	39,5	46,1
90	7,4	14,9	22,3	29,7	37,1	44,6	52,0
100	9,3	18,7	28,0	37,4	46,7	56,1	65,4



### Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:

$$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcsen\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,1871867	0,0125624	14,30945	0,00001

Biomasa media modelo: 19,1

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 3,01

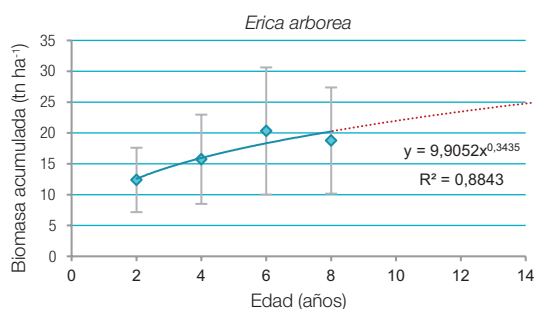
Transformación  $CO_2$ : 1,8858

Fcc (%)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
10	0,30	0,60	0,90	1,20	1,51	1,81	2,11
20	0,43	0,87	1,30	1,74	2,17	2,60	3,04
30	0,54	1,09	1,63	2,17	2,71	3,26	3,80
40	0,64	1,28	1,92	2,56	3,20	3,85	4,49
50	0,74	1,47	2,21	2,94	3,68	4,41	5,15
60	0,83	1,66	2,49	3,32	4,15	4,98	5,81
70	0,93	1,86	2,78	3,71	4,64	5,57	6,49
80	1,04	2,07	3,11	4,14	5,18	6,22	7,25
90	1,17	2,34	3,51	4,68	5,85	7,01	8,18
100	1,47	2,94	4,41	5,88	7,35	8,82	10,29

### Evolución de la Biomasa aérea ( $t\ ha^{-1}$ ) en función de la edad:

Erica arborea			
Edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ ( $tn\ ha^{-1}$ )	sd
2	20	12,4	5,2
4	20	15,7	7,2
6	19	20,3	10,3
8	11	18,8	8,6

### Variación de la Biomasa acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



## Erica australis L.



Fotografía I.4.2.16.- Erica australis en mezcla con E. arborea. Sierra de Gata (Cáceres)

**Nombres vulgares:** brezo colorado, brezo negro, brezo rubio.

**Talla:** mata baja a subarborescente de 0,5 a 1,7 (2,5) metros, muy ramosa.

**Suelos:** vive sobre terrenos silíceos, cuarcitas, esquistos, gneises, granitos y grauwacas. Especie frugal, puede vivir en suelos pobres.

**Dominios:** se presenta en los dominios de *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus faginea*, *Quercus humilis*, *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Prunus avium*, *Ilex aquifolium*, *Acer campestre*, *Pinus pinaster*, etc.

Forma manchas de gran extensión superficial, actuando como especie dominante, en brezales mixtos con *Erica arborea*, *Erica umbellata*, *Calluna vulgaris*, *Pterospartum tridentatum*, *Cytisus scoparius*, *Genista hystrix*, *Cistus ladanifer*, *Cistus laurifolius*, *Cistus salviifolius*. Alcanza grandes índices de recubrimiento del suelo, formando brezales muy densos, bien sola o mezclada con las especies indicadas.

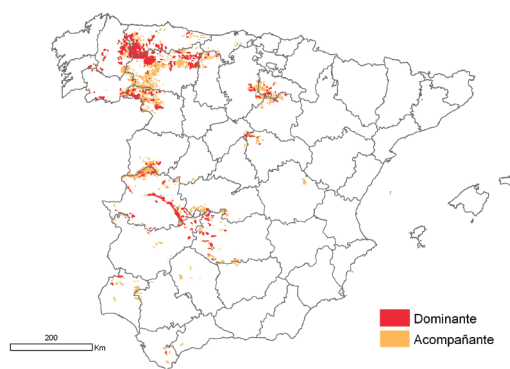
Especie heliófila y pirófila que mantiene su dominancia por el efecto de los incendios periódicos que provoca el fuego ganadero.

**Aprovechamientos tradicionales:** las abundantes flores son muy apreciadas por las abejas, lo que unido a su largo periodo de floración hace que estos brezales sean muy indicados para la instalación de colmenas que producen la prestigiosa y conocida "miel de brezo". Debido a su abundancia se ha utilizado como combustible para calefacción, hornos, etc. Al igual que otros brezos, se emplea en jardinería.

### Distribución:

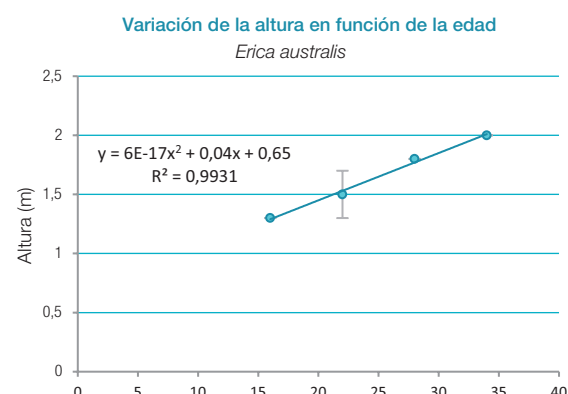
Superficie dominante: 181.368 ha

Superficie secundaria: 888.767 ha

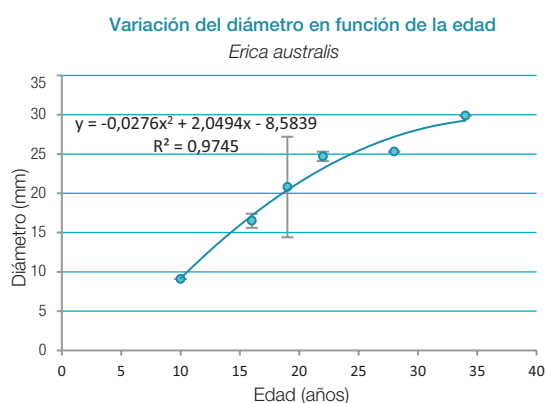




## Crecimientos en diámetro y altura:



Erica australis ( $h_m$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
15-17	16	1	1,3	0,0
21-23	22	2	1,5	0,2
27-29	28	1	1,8	0,0
33-35	34	1	2,0	0,0



Erica australis ( $\bar{\varnothing}_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
9-11	10	1	9,1	0,0
15-17	16	2	16,5	0,9
18-20	19	4	20,8	6,4
21-23	22	2	24,7	0,6
27-29	28	1	25,3	0,0
33-35	34	1	29,9	0,0

## *Erica scoparia* L.



Fotografía I.4.2.17.- *Erica scoparia* en floración

**Nombres vulgares:** brezo de escoba, brezo blanquillo, brezo amarillo.

**Talla:** mata media alta hasta arbustiva, de 1 a 2,5 (4) metros. Vuelo claro con ramas verticales dominantes.

**Suelos:** especie silicícola, aparece en terrenos de areniscas o en arenas sueltas. Raras veces se la puede ver sobre calizas y rocas ultrabásicas. Le gustan los suelos sueltos y con algo de humedad.

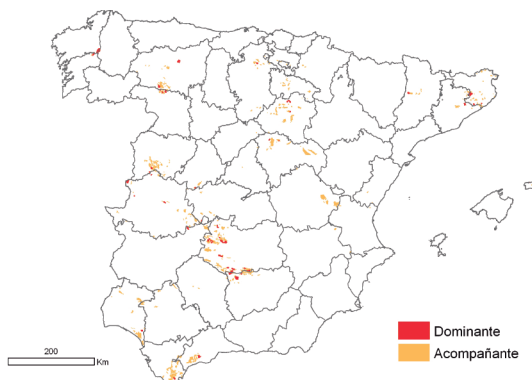
**Dominios:** abundante en la mitad meridional, donde interviene en el sotobosque del alcornoque y la encina; formando densas agrupaciones como especie dominante más o menos pura, aunque otros autores no la atribuyen ese carácter y le asignan la

capacidad de rellenar los claros del bosque, compitiendo con las jaras. Es frecuente en los pinares de *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*. Se encuentra, como especie principal, en algunas manchas esclerófilas y también participa en el cortejo de encinares y quejigares subesclerófilos.

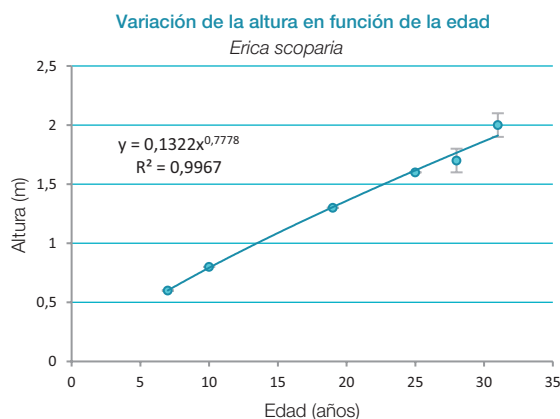
**Aprovechamientos tradicionales:** se emplea para la fabricación de escobas de brezo (de ahí su nombre). La madera tiene propiedades similares a la de *Erica arborea*, utilizándose en ocasiones para la fabricación de pipas, objetos de pequeño tamaño y picón de buena calidad.

**Distribución:**

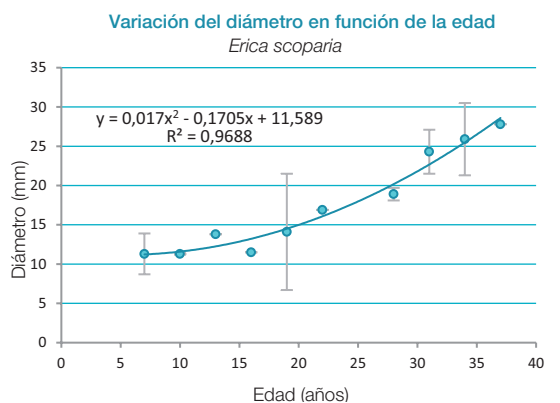
Superficie dominante: 16.751 ha  
Superficie secundaria: 332.734 ha



**Crecimientos en diámetro y altura:**



Erica scoparia L. (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
6-8	7	1	0,6	0,0
9-11	10	1	0,8	0,0
18-20	19	1	1,3	0,0
24-26	25	1	1,6	0,0
27-29	28	2	1,7	0,1
30-32	31	2	2,0	0,1



Erica scoparia L. (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	2	11,3	2,6
9-11	10	2	11,3	0,1
12-14	13	1	13,8	0,0
15-17	16	1	11,5	0,0
18-20	19	4	14,1	7,4
21-23	22	1	16,9	0,0
27-29	28	3	18,9	0,8
30-32	31	2	24,3	2,8
33-35	34	2	25,9	4,6
36-38	37	1	27,8	0,0

**Estimación de producción de biomasa:**

No se dispone de información suficiente para su estimación. El conocimiento práctico indica que su producción en buenas

condiciones ecológicas no varía mucho de la atribuida a *Erica arborea*, siendo en general y aproximadamente un 15-20% inferior.



## *Calluna vulgaris* L.



Fotografía I.4.2.18.- *Calluna vulgaris* en la Sierra de los Ancares (Lugo)

**Nombres vulgares:** brecina, biércol, quiruela, bruguerola, barba do monte.

**Talla:** mata que puede medir desde poco más de 20 a 25 centímetros hasta 1 o 1,5 (2) metros, muy ramosa.

**Suelos:** silíceos, ácidos, arenosos y pobres en nutrientes pero con una cierta exigencia de humedad. Gran plasticidad edáfica pero sobre todo ecológica, que la lleva a aparecer también en calizas más o menos descarboxatadas y en un amplio rango altitudinal, llegando incluso a la alta montaña.

**Dominios:** su presencia va ligada al ámbito de coníferas de montaña alta o media montaña como *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* y *Pinus pinaster* y *caducifolias* como robles, hayas, abedules y fresnos. Prospera en las "landas" (brezales y matorrales mixtos acidófilos), así como en calveros y rasos de los pinares y bosques degradados. Forma manchas extensas en suelos muy lavados y empobrecidos. Es frecuente como matorral de cumbre sobrepasando los límites de la vegetación arbórea y se extiende hasta los arenales del litoral. Se mezcla con *Erica cinerea*, *Erica australis*, *Genista falcata*, *Cytisus*

*scoparius*, otros brezos de las montañas del norte y con cistáceas, lavándulas y *Thymus* en las zonas más mediterráneas.

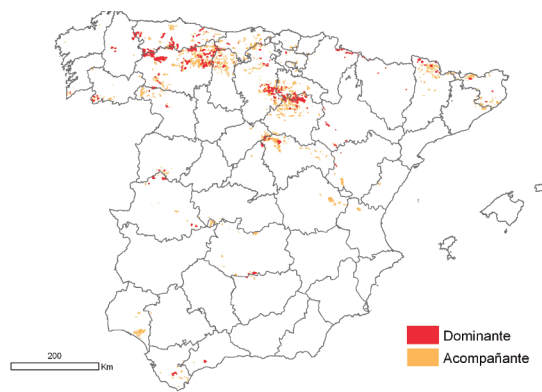
**Aprovechamientos tradicionales:** se ha empleado como combustible en hogares y hornos, sus raíces para hacer carbón de calidad empleado en herrerías y fraguas de la Cornisa Cantábrica. En menor medida para la fabricación de pipas. En jardinería se emplean sus restos o mantillo como "tierra de brezo".



### **Distribución:**

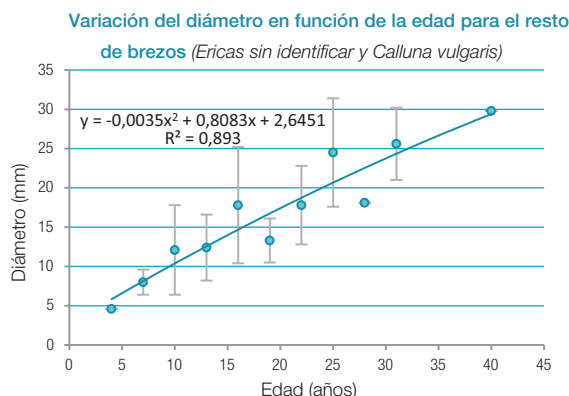
Superficie dominante: 81.213 ha

Superficie secundaria: 544.822 ha





**Crecimientos en diámetro y altura:**



Calluna vulgaris L. (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	4,6	0,0
6-8	7	2	8,0	1,6
9-11	10	11	12,1	5,7
12-14	13	13	12,4	4,2
15-17	16	12	17,8	7,4
18-20	19	2	13,3	2,8
21-23	22	2	17,8	5,0
24-26	25	3	24,5	6,9
27-29	28	1	18,1	0,0
30-32	31	3	25,6	4,6
39-41	40	1	29,8	0,0

**Cytisus oromediterraneus (Rivas Mart. et al.)**



Fotografía I.4.2.19.-*Cytisus oromediterraneus*. Sierra de Gredos (Ávila)

**Nombres vulgares:** piorno, piorno serrano, piorno negro, calabón serrano.

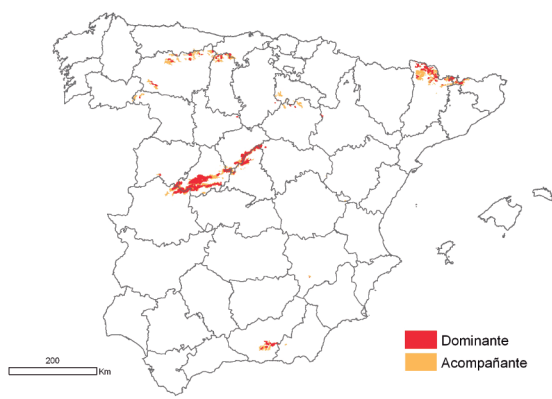
**Talla:** Mata almohadillada, tendida, densa, de ramaje erguido y rígido; puede alcanzar de 1,5 a 2 metros.

**Suelos:** suelos silíceos, granitos, micacitas, cuarcitas, areniscas y conglomerados.

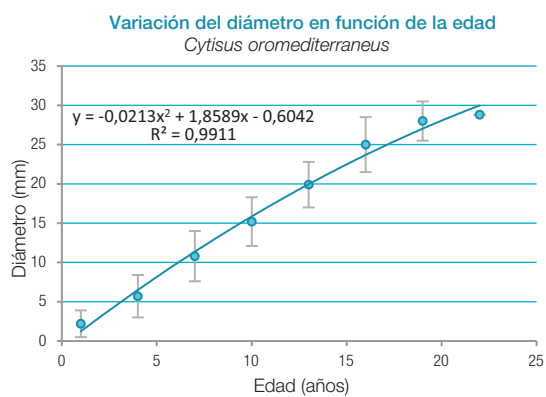
**Dominios:** abunda en la mayoría de sierras peninsulares por encima de *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata*. Vive casi siempre por encima de la cota de máxima expansión del arbolado en espesura, mezclado con *Juniperus communis subsp. alpina*, o, localmente, otras leguminosas retamoideas y erizales de montaña, bajando a los niveles de *Quercus pyrenaica*, *Quercus ilex* y *Pinus nigra*. Forma rodales extensos (piornales) de matorral, más o menos almohadillado, llamados piornales.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha empleado como combustible, como cama para el ganado estabulado. Periódicamente se queman para rejuvenecimiento de pastos, con rotaciones de unos 10 años, buscando la colonización de herbáceas que crecen en su lugar con gran vigor debido al efecto fertilizante del piorno.

**Distribución:**  
Superficie dominante: 74.182 ha  
Superficie secundaria: 376.267 ha



### Crecimientos en diámetro:



Cytisus oromediterraneus (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	8	2,2	1,7
3-5	4	12	5,7	2,7
6-8	7	12	10,8	3,2
9-11	10	12	15,2	3,1
12-14	13	12	19,9	2,9
15-17	16	12	25,0	3,5
18-20	19	7	28,0	2,5
21-23	22	1	28,8	0,0

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	14,8	20,3	24,6	28,1
20	17,5	24,1	29,1	33,2
30	19,4	26,7	32,3	36,9
40	20,9	28,9	34,9	39,8
50	22,3	30,8	37,2	42,5
60	23,6	32,6	39,3	44,9
70	24,9	34,3	41,4	47,3
80	26,2	36,1	43,6	49,8
90	27,7	38,2	46,1	52,7
100	30,8	42,5	51,2	58,6

$$W \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	11,831024	4,505851	2,625702	0,0127
b <sub>1</sub>	0,463955	0,142774	3,249577	0,0026

Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,98	1,36	1,64	1,87
20	1,17	1,61	1,94	2,22
30	1,29	1,78	2,15	2,46
40	1,40	1,93	2,32	2,66
50	1,49	2,05	2,48	2,83
60	1,57	2,17	2,62	2,99
70	1,66	2,29	2,76	3,15
80	1,74	2,41	2,90	3,32
90	1,85	2,55	3,07	3,51
100	2,05	2,83	3,42	3,90

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,788735	0,3003902	2,625702	0,0127
b <sub>1</sub>	0,4639552	0,142774	3,249576	0,0026

Biomasa media modelo: 36,7

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,45

Transformación CO<sub>2</sub>: 1,8678

## Cytisus scoparius L.



Fotografía I.4.2.20.- Cytisus scoparius en Parque Natural del Lago Sanabria, Zamora.

**Nombres vulgares:** escoba, escobón, escoba negra.

**Talla:** mata muy profusamente ramificada, que puede alcanzar entre 1 a 2 (3) metros.

**Dominios:** se instala con profusión en los dominios de *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus canariensis*, *Quercus faginea* y *Fagus*

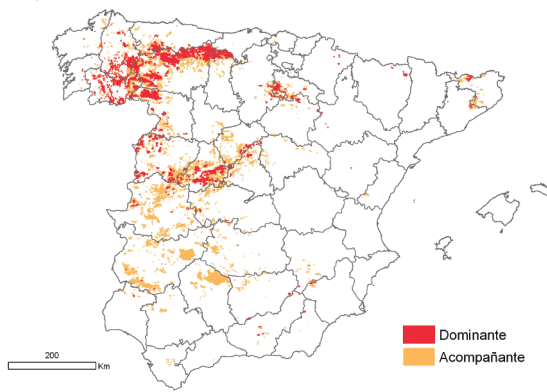
*sylvatica* así como en los de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* y *Pinus pinea*. Forma matorrales (escobonales) de ribazos, bordes y claros de bosques, masas arbóreas aclaradas y cultivos abandonados. Forma grandes extensiones en zonas repetidamente quemadas que pueden ser muy densas, hasta dificultar el paso del ganado y la caza. Se mezcla o asocia con numerosas especies como *Genista florida*, *Genista falcata*, *Adenocarpus spp.*, *Ulex europaeus*, *Cistus populifolius*, *Cistus laurifolius*, *Erica arborea*, *Erica australis*, *Erica cinerea*, *Prunus spinosa*, *Arbutus unedo*, *Crataegus monogyna*, *Rhamnus*, *Viburnum* y *Pistacia*.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha empleado como estabilizadora de arenales móviles, como melífera, para fabricación de escobas de barrer, para fibra textil. Las flores tienen propiedades diuréticas. Los brotes jóvenes se emplearon para dar sabor a la cerveza (antes de la introducción masiva del lúpulo) y las semillas se han tostado como sucedáneas del café en tiempos de escasez.

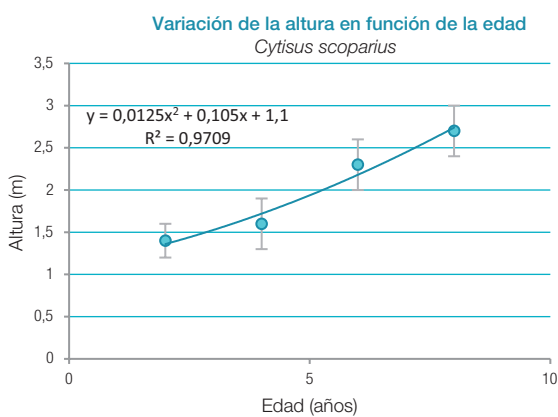


### Distribución:

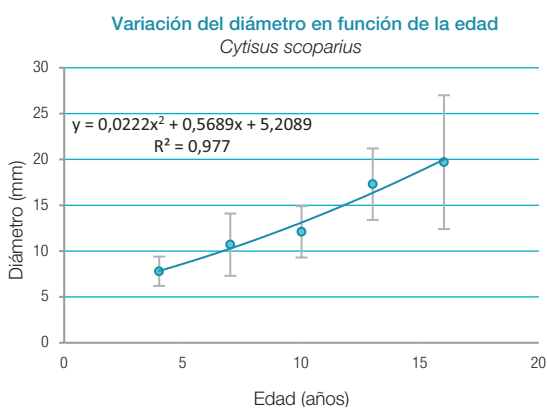
Superficie dominante: 74.406 ha  
 Superficie secundaria: 1.969.779 ha



### Crecimientos en diámetro y altura:



Cytisus scoparius L. (h <sub>m</sub> )			
Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
2	20	1,4	0,2
4	20	1,6	0,3
6	20	2,3	0,3
8	20	2,7	0,3



Cytisus scoparius L. (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	2	7,8	1,6
6-8	7	7	10,7	3,4
9-11	10	7	12,1	2,8
12-14	13	4	17,3	3,9
15-17	16	2	19,7	7,3

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	0,7	1,5	2,5	3,5	4,6	5,7
20	1,0	2,4	3,8	5,4	7,1	8,9
30	1,3	3,1	5,0	7,1	9,3	11,6
40	1,6	3,8	6,2	8,7	11,4	14,2
50	1,9	4,5	7,3	10,3	13,5	16,8
60	2,2	5,2	8,4	11,9	15,6	19,4
70	2,6	5,9	9,6	13,6	17,8	22,2
80	2,9	6,7	11,0	15,6	20,4	25,4
90	3,4	7,8	12,7	18,0	23,6	29,4
100	4,5	10,3	16,8	23,8	31,1	38,8

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,3696343	0,12766493	2,895347	0,0049
b <sub>1</sub>	1,2075982	0,09945867	12,141709	0,00001

**Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	1,21	0,82	0,65	0,55	0,48	0,44
20	2,18	1,47	1,17	0,99	0,87	0,79
30	3,13	2,11	1,67	1,42	1,25	1,13
40	4,10	2,76	2,19	1,86	1,64	1,48
50	5,11	3,44	2,73	2,32	2,04	1,84
60	6,21	4,19	3,32	2,82	2,48	2,24
70	7,45	5,02	3,98	3,38	2,98	2,68
80	8,90	6,00	4,76	4,04	3,56	3,21
90	10,82	7,29	5,78	4,91	4,32	3,90
100	15,66	10,55	8,37	7,11	6,26	5,64

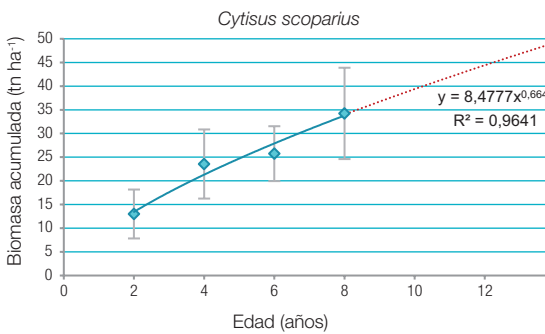
$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	18,900532	7,012065	2,695430	0,0086
b <sub>1</sub>	-0,569899	0,124294	-4,585097	0,00001
b <sub>2</sub>	1,614888	0,309229	5,222309	0,00001

Biomasa media modelo: 23,9  
 Tasa acum. anual Biomasa modelo: 7,09  
 Transformación CO<sub>2</sub>: 1,8348

**Variación de la Biomasa acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:**

**Evolución de la Biomasa aérea (t ha<sup>-1</sup>) en función de la edad:**



Cytisus scoparius			
Edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ (tn ha <sup>-1</sup> )	sd
2	20	13,0	5,2
4	20	23,6	7,3
6	20	25,7	5,8
8	20	34,2	9,6



## *Cytisus multiflorus* (L'Her.) Sweet



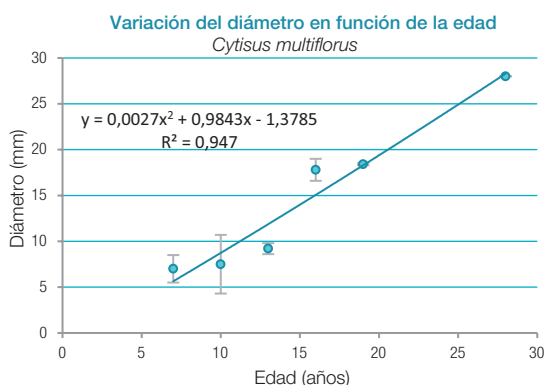
Fotografía I.4.2.21.- *Cytisus multiflorus* en la Sierra de Gata (Cáceres)

**Nombres vulgares:** escoba blanca, piorno blanco, retama blanca.

**Talla:** Mata alta de 1,5 a 2 (2,5) metros, grisácea, glauca, con cloración plateada vista a distancia.

**Suelos:** vive sobre suelos silíceos, rocosos, de granitos y gneises, cuarcitas y micacitas. Se instala en áreas de suelos degradados por la erosión, en los cuales actúa como colonizadora y mejoradora del suelo, en particular, aparece a menudo asociado a berrocales graníticos.

### Crecimientos en diámetro y altura:



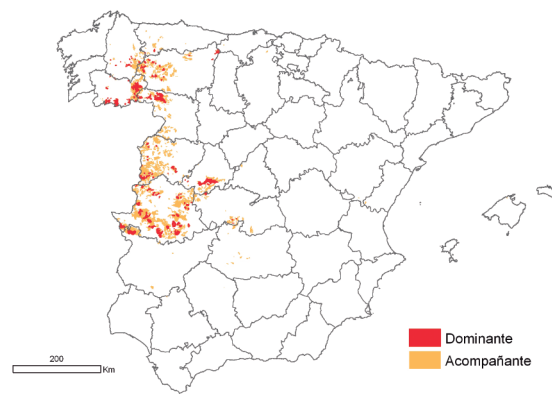
**Dominios:** aparece en dominios de *Quercus ilex*, *Quercus suber* y *Quercus pyrenaica*, ocupando claros y linderos del bosque. Forma extensos rodales densos en los que actúa como especie dominante. Coloniza con facilidad los rasos producidos por incendios.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha aprovechado como combustible y como iniciador de fuego de leñas gruesas; troceado se utilizaba como cama para el ganado estabulado y formador de abono orgánico. Se le atribuye un valor melífero medio y se ha utilizado como ornamental.

### Distribución:

Superficie dominante: 74.168 ha

Superficie secundaria: 902.709 ha



Cytisus multiflorus (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	3	7,0	1,5
9-11	10	3	7,5	3,2
12-14	13	2	9,2	0,6
15-17	16	4	17,8	1,2
18-20	19	2	18,4	0,1
27-29	28	1	28,0	0,0

## Genista florida L.



Fotografía I.4.2.22.- *Genista florida* en floración. Provincia de Ourense.

**Nombres vulgares:** Escoba, escobón, escoba blanca, retama albar, piorno mayor, retama blanca, piorno, escobón.

**Talla:** mata erecta alta, en ocasiones arbustiva, alcanza de 2 a 3 (4) metros y a veces se diferencia un grueso tronco y copa en ejemplares muy desarrollados y añosos. Ramas y tallos flexibles y de coloración amarillenta.

**Suelos:** silíceos y también calcáreos descalcificados, profundos y frescos, aunque es frecuente encontrarla en roquedos y cascajares o canchales.

**Dominios:** abunda en los dominios de especies más o menos higrófilas como *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica* y zonas de los géneros *Sorbus*, *Acer*, *Betula*, *Taxus*, etc. Es especie dominante que forma rodales extensos y densos en los claros de pinares de *Pinus sylvestris*, donde puede dificultar su regeneración del pinar. En zonas de estos dominios montañosos, forma extensos rodales sobre suelos pedregosos y degradados en los que no entra el pinar, el hayedo o los robles. Se mezcla por rodales con *Genista cinerascens*, *Adenocarpus* sp. y en las zonas más ácidas y

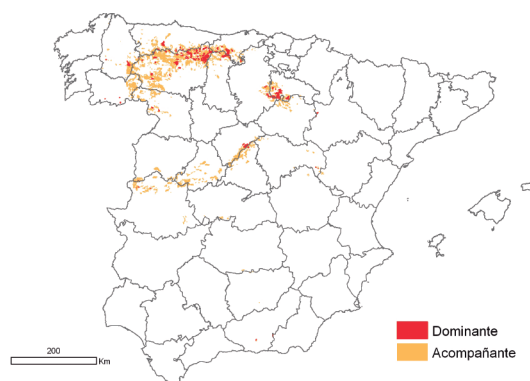
pobres con *Cistus laurifolius*.

**Aprovechamientos tradicionales:** su utilización como combustible no ha sido frecuente, seguramente debido a que en las áreas donde vive hay abundancia de leñas de robles y pinos. Se cultiva a veces como planta ornamental. En el sotobosque de estos retamares y en los claros entre plantas se forma un pasto herbáceo que es apreciado por el ganado vacuno y ovino en época estival como pastos de verano.

### Distribución:

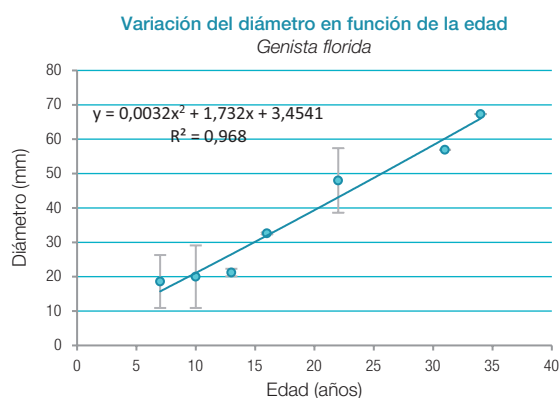
Superficie dominante: 30.807 ha

Superficie secundaria: 829.459 ha





### Crecimientos en diámetro:



Genista florida L. ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	5	18,6	7,7
9-11	10	2	20,0	9,1
12-14	13	2	21,2	1,1
15-17	16	2	32,6	0,3
21-23	22	3	48,0	9,4
30-32	31	1	56,9	0,0
33-35	34	1	67,3	0,0

### *Genista cinerea* (Vill).DC.



Fotografía I.4.2.23.-*Genista cinerea*. Detalle de ramas floridas.

**Nombres vulgares:** hiniesta, ginesta, giniesta, retama, flor de tintorero. Se trata de una especie que podríamos llamar colectiva de cuatro subespecies bien diferenciadas geográficamente. En áreas montañosas del Sistema Central y su entorno se encuentra la subespecie *cinerascens* (*G. cinerascens* Lange), la retama serrana.

**Talla:** mata de altura variable que puede alcanzar de 0,3 a 1,5 (2) metros. Tronco

y ramas grisáceas (de ahí su nombre) y recorridas por 8 o 10 surcos y costillas longitudinales.

**Suelos:** suelos silíceos o calizos según las subespecies. En el Sistema Central vive sobre suelos procedentes de granitos o gneises sueltos y ácidos, en zonas de paramera y alta montaña. En Andalucía puede aparecer sobre suelos calizo, así como en Cataluña y Aragón.

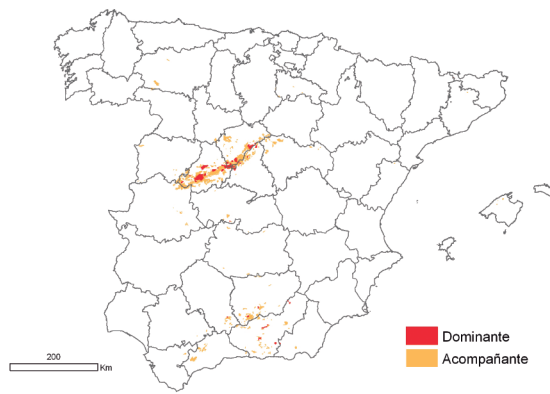
**Dominios:** se encuentra en zonas naturales de *Quercus faginea*, *Pinus sylvestris* y en general en los calveros de los bosques, montes desarbolados y en vaguadas y laderas secas y soleadas. Forma rodales como especie dominante de recubrimiento medio.

**Aprovechamientos tradicionales:** se cultiva como planta ornamental; su leña se aprovecha para cocina y calefacción, así como las ramas y troncos para iniciar el fuego en los hogares de poblaciones rurales. Las ramillas y frutos son consumidos por cabras y caza mayor.

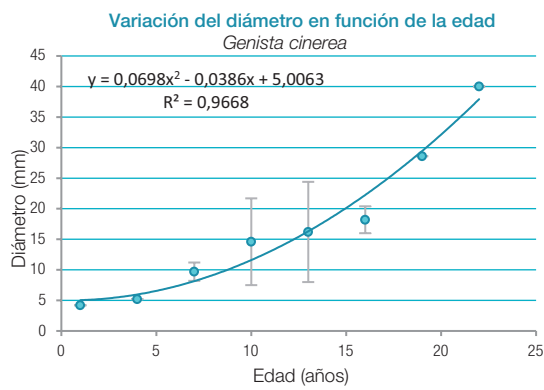


**Distribución:**

Superficie dominante: 18.131 ha  
 Superficie secundaria: 415.446 ha



**Crecimientos en diámetro:**



Genista cinerea (Ø..)				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	1	4,2	0,0
3-5	4	1	5,2	0,0
6-8	7	4	9,7	1,5
9-11	10	5	14,6	7,1
12-14	13	11	16,2	8,2
15-17	16	2	18,2	2,2
18-20	19	1	28,6	0,0
21-23	22	1	40,0	0,0



## Genista tinctoria (L.)



Fotografía I.4.2.26.-Genista tinctoria en floración

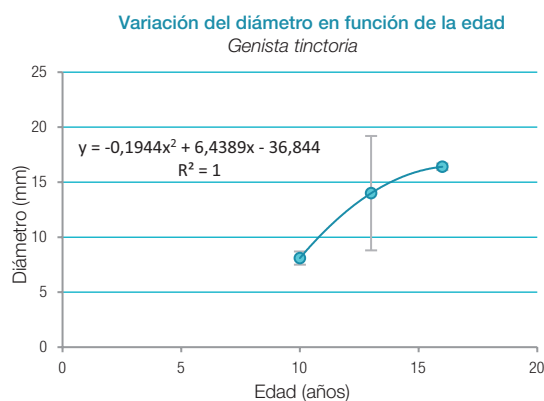
**Nombres vulgares:** retama de tintes, retama de tintorero, hiniesta de tinte.

**Talla:** mata de tamaño medio que puede alcanzar de 1 a 1,5 metros, ramillas y tronco con cinco costillas. Raras veces alcanza un porte arbustivo.

**Suelos:** planta acidófila de suelos derivados de granitos y gneises.

**Dominios:** crece en dominios de coníferas de montaña y bosques frondosos caducifolios, mesófilos o subesclerófilos, de media montaña. Es frecuente en galerías sotos y cauces de ríos. Abunda en áreas naturales de *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica*, así

### Crecimientos en diámetro:



como en encinares húmedos. Se cultivó en el pasado como planta tintórea y se considera que se ha naturalizado y vive asilvestrada en gran parte de la España peninsular. No suele formar rodales extensos, vive salpicada o por pequeños grupos mezclada con otros matorrales de montaña.

**Aprovechamientos tradicionales:** los botones florales se han usado como ingredientes a modo de alcaparras, para ciertas salsas. También se dice que fue empleada como verdura comestible y que las semillas de sus legumbres se han empleado como sucedáneas del café. Su uso más apreciado es el de los glicósidos de sus órganos, empleados como tinte amarillo.

### Distribución:

Superficie secundaria: 106 ha



Genista tinctoria ( $\bar{\varnothing}_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
9-11	10	3	8,1	0,6
12-14	13	10	14,0	5,2
15-17	16	2	16,4	0,3

## Teline monspessulana L. y Teline linifolia L.



Fotografía I.4.2.24.- Teline monspessulana en floración



Fotografía I.4.2.25.-Teline linifolia en floración

**Nombres vulgares:** escobón de Montpellier, escobón, escobón blanco, retama fina, escobón de romero.

**Talla:** matas altas de 2 a 3 metros, ramas flexibles, abundantes y densamente cubiertas de hojas.

**Suelos:** se encuentran en suelos silíceos y raramente en calizos si no están lavados.

**Dominios:** aparecen en los claros de los alcornoques, quejigares y en menos abundancia con *Quercus ilex*. Frecuentemente en lugares frescos y húmedos, barrancos y laderas de umbría. Forman rodales densos como dominantes o mezcladas con *Calicotome villosa*, *Ulex spp.*, *Adenocarpus spp.*, *Erica arborea* y *Arbutus unedo*. Se extiende con facilidad sobre los rasos del alcornocal y se regeneran

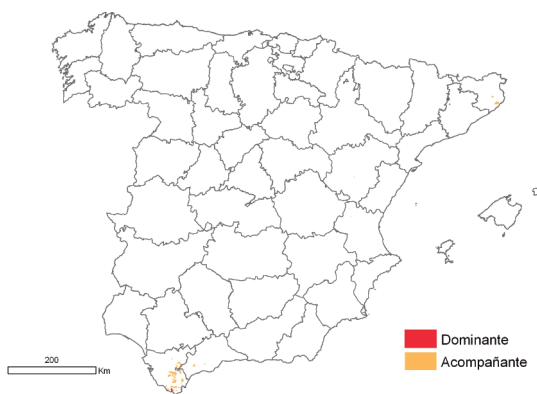
bien después de incendios, presentando crecimientos rápidos en los primeros años.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha utilizado como leña y para techar las chozas de pastores y apriscos de ganado en las majadas de cabras y ovejas.

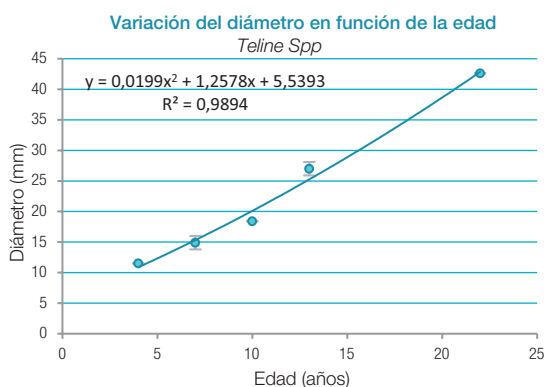
**Distribución:**

Superficie dominante: 580 ha

Superficie secundaria: 34.737 ha



**Crecimientos en diámetro:**



Teline monspessulana y T.linifolia (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{x}$ (m)	sd (m)
3-5	4	1	11,5	0,0
6-8	7	2	14,9	1,1
9-11	10	1	18,4	0,0
12-14	13	2	27,0	1,1
21-23	22	1	42,6	0,0

## **Adenocarpus spp. (Incluye *Adenocarpus decorticans* Boiss., *Adenocarpus hispanicus* (Lam.) DC., *Adenocarpus telonensis* (Loisel.) DC y *Adenocarpus complicatus* (L.) J. Gay)**



Fotografía I.4.2.27.- *Adenocarpus hispanicus* en Monfragüe (Cáceres).

**Nombres vulgares:** codeso, rascavieja, cambroño, cenizo, escobón prieto.

**Talla:** matas arbustivas de 2 a 4 metros, hasta 5 o 6 en *A. decorticans* y poco más de 2 en *A. telonensis*. Numerosas ramas divergentes y cortas (salvo *A. hispanicus*). La corteza se desprende en largas tiras.

**Suelos:** en general viven en suelos silíceos y arenosos derivados de granitos y gneises, así como en suelos básicos derivados de peridotitas y serpentinitas. *A. decorticans* aparece sobre sustratos calizos en las sierras de Andalucía oriental.

**Dominios:** *A. hispanicus* abunda en las montañas silíceas del centro y oeste de la Península Ibérica, en ámbitos de coníferas de montaña en el área de *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Quercus petraea*, *Quercus pyrenaica* y, por el sur, en zonas de *Quercus suber* y *Quercus ilex*, formando rodales puros y espesos o en mezcla con otras especies de matorral. Es frecuente colonizador de suelos abandonados de antiguos cultivos de montaña y de claros,

calveros y bordes del bosque.

*A. decorticans* es propio de las sierras andaluzas desde Almería a la sierra del Endrinal en Cádiz; abunda en piornales, matorrales y claros del bosque en sitios frescos y sombríos.

*A. telonensis* aparece en dominios de *Quercus suber*, *Quercus ilex* y *Quercus faginea* del suroeste español y Cataluña, se regenera bien y no suele formar rodales extensos y densos, sino que aparece entremezclado con otras especies.

*A. complicatus* es una especie polimórfica que existe prácticamente en toda la Península Ibérica en el dominio de bosques aclarados de los pisos inferior y montano. Ocupa los rasos, baldíos, tierras alteradas y áreas de cultivos abandonados; tras los incendios coloniza con facilidad; forma rodales de apreciable extensión y densidad en los dominios de robledales y otros *Quercus* de ambiente más mediterráneo. Aparece mezclado con el tojo, brezos y jaras en las zonas más secas del sur.

En general se trata de especies de vida corta que no suelen durar más de 10 o 15 años.

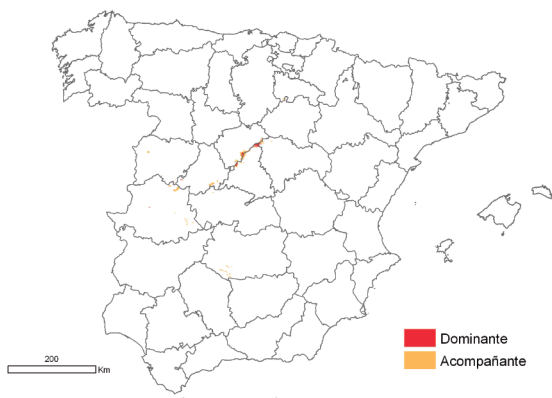
**Aprovechamientos tradicionales:** Son especies poco utilizadas por el hombre. Se han utilizado para fabricación de escobas y baleos, como cama de ganado, combustible para hogares, hornos y actualmente se utilizan como especies ornamentales.

**Distribución:**

*Adenocarpus hispanicus*

Superficie dominante: 2.592 ha

Superficie secundaria: 39.972 ha



**Distribución:**

*Adenocarpus decorticans*

Superficie dominante: 1.257 ha

Superficie secundaria: 22.027 ha

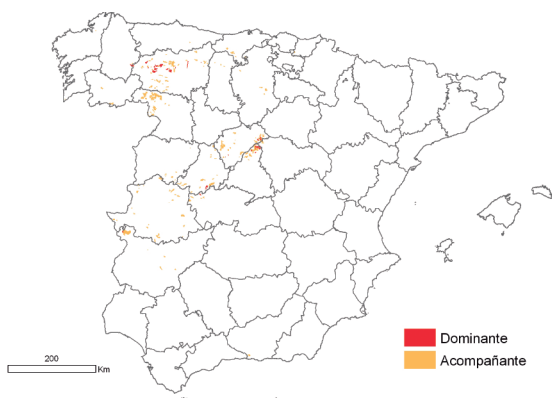


**Distribución:**

*Adenocarpus complicatus*

Superficie dominante: 8.034 ha

Superficie secundaria: 139.925 ha

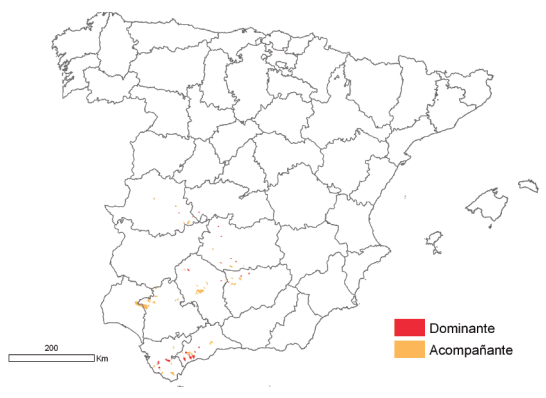


**Distribución:**

*Adenocarpus telonensis*

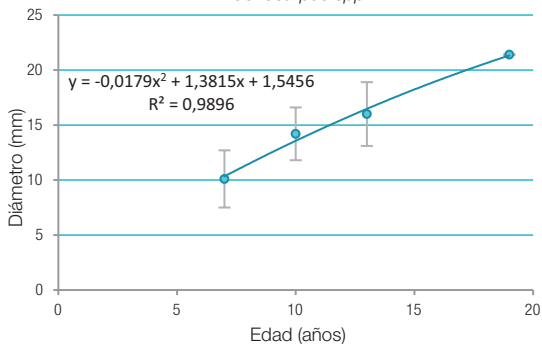
Superficie dominante: 16.840 ha

Superficie secundaria: 73.862 ha



**Crecimientos en diámetro:**

Variación del diámetro en función de la edad  
*Adenocarpus spp.*



Adenocarpus spp. ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{x}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	3	10,1	2,6
9-11	10	6	14,2	2,4
12-14	13	2	16,0	2,9
18-20	19	1	21,4	0,0

## ***Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss.**



Fotografía I.4.2.28.- *Retama sphaerocarpa* en Sierra Morena (Córdoba)

**Nombres vulgares:** Retama común.

**Talla:** mata erecta que alcanza de 1,5 a 2,5 (3) metros, con ramas de corteza estriada, típicamente retamoideas, muy flexibles, que pierden pronto las hojas, desempeñando el tallo la función asimiladora. Sus raíces pueden alcanzar 14 y hasta 30 metros de profundidad.

**Suelos:** vive sobre suelos pobres y ácidos, pero en ocasiones aparece sobre suelos básicos; sus valencias ecológica y climática son muy amplias. Es frecuente en suelos arenosos procedentes de la descomposición de granitos.

**Dominios:** vive en los dominios pastoreados de *Quercus ilex*, *Quercus faginea*, en laderas soleadas, claros de encinares y ramblas. Forma retamares a veces muy extensos y abiertos sobre pasto herbáceo en terrenos de poca pendiente que en gran parte fueron objeto de cultivo de cereal y ahora constituyen pastizales muy apreciados por el ganado ovino y vacuno y por la fauna menor cinegética (conejos, liebres, perdices...).

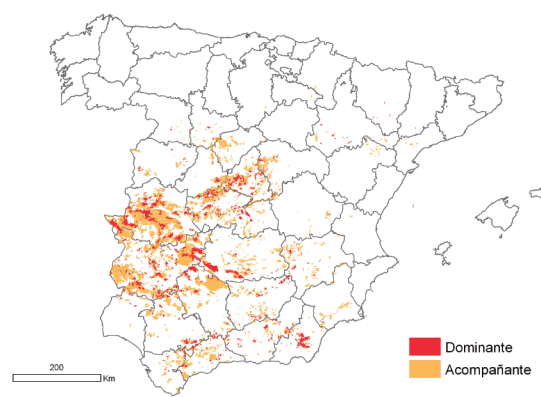
### **Aprovechamientos tradicionales:**

actualmente, quizás su principal aprovechamiento sea el que ofrecen como pastaderos para el ganado ovino: se dice que “cada retama cría un cordero” al igual que “cada jara y carrasca crían un cabrito”. Su aprovechamiento para leñas fue tan importante que se dice que abastecía de leña a “todas las tahonas de Madrid”, para lo cual se cultivaría aprovechando los terrenos arenosos de la base de la Sierra de Guadarrama que no servían para el cereal.

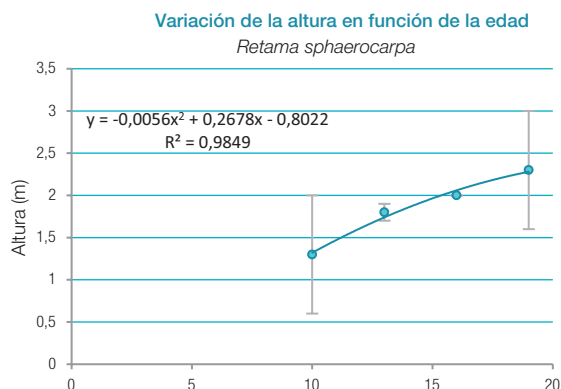
### **Distribución:**

Superficie dominante: 502.455 ha

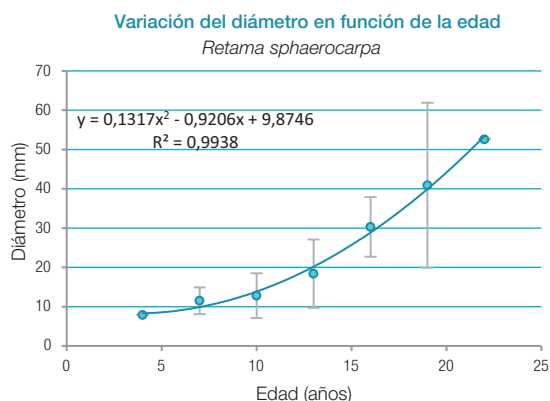
Superficie secundaria: 2.164.277 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



Retama sphaerocarpa (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
9-11	10	2	1,3	0,7
12-14	13	2	1,8	0,1
15-17	16	1	2,0	0,0
18-20	19	3	2,3	0,7



Myrtus communis (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	7,9	0,0
6-8	7	7	11,5	3,4
9-11	10	10	12,8	5,7
12-14	13	12	18,4	8,7
15-17	16	2	30,3	7,6
18-20	19	2	40,9	21,0
21-23	22	1	52,6	0,0

Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	2,6	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6
20	3,7	7,5	11,2	15,0	18,7	22,5
30	4,7	9,4	14,0	18,7	23,4	28,1
40	5,5	11,1	16,6	22,1	27,7	33,2
50	6,3	12,7	19,0	25,4	31,7	38,1
60	7,2	14,3	21,5	28,6	35,8	42,9
70	8,0	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0
80	8,9	17,9	26,8	35,8	44,7	53,7
90	10,1	20,2	30,3	40,4	50,4	60,5
100	12,7	25,4	38,1	50,7	63,4	76,1

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot H_m \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,6152778	0,1915259	8,433728	0,00001

**Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	0,23	0,46	0,69	0,93	1,16	1,39
20	0,33	0,67	1,00	1,34	1,67	2,00
30	0,42	0,83	1,25	1,67	2,09	2,50
40	0,49	0,99	1,48	1,97	2,46	2,96
50	0,57	1,13	1,70	2,26	2,83	3,39
60	0,64	1,28	1,91	2,55	3,19	3,83
70	0,71	1,43	2,14	2,85	3,57	4,28
80	0,80	1,59	2,39	3,19	3,99	4,78
90	0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,39
100	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78

$$Y \text{ (t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot Hm \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,1439749	0,0198256	7,262069	0,00001

***Ulex europaeus* L.**Fotografía 1.4.2.29.-*Ulex europaeus* en la provincia de Ourense

**Nombres vulgares:** tojo, árgoma, toxo.

**Talla:** mata alta, de 1,5 a 2,5 (3) metros, muy ramosa y muy pinchuda, por presencia conjunta de ramas espinosas y hojas reducidas a un pecíolo espinoso (filodio).

**Suelos:** vive sobre suelos silíceos y calizos lavados por las abundantes precipitaciones

del N y NO de la península, donde es más abundante. El sustrato litológico está compuesto por rocas ígneas y metamórficas que, junto, con la elevadas lluvias, dan lugar a suelos ácidos con pH comprendido entre 3 y 4,5 raras veces superior a 5.

**Dominios:** ocupa los dominios de *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Pinus pinaster* en Galicia y *Fagus sylvatica*. Forma rodales puros extensos y muy espesos en los que la especie suele ser dominante o asociada a otros matorrales como brezales (tojar-brezales), escobonales o xesteiras, carpazales (*Halimium lasianthum*), codesares (*Adenocarpus complicatus*), carqueisares (*Pterospartum tridentatum*) etc. o formando matorrales mixtos con las especies componentes de éstos. También se mezcla habitualmente con el helecho *Pteridium aquilinum* (tojar-helechares). Se recupera muy bien después del incendio y crece rápidamente en las primeras edades. Longevidad no superior a los 15 ó 20 años.

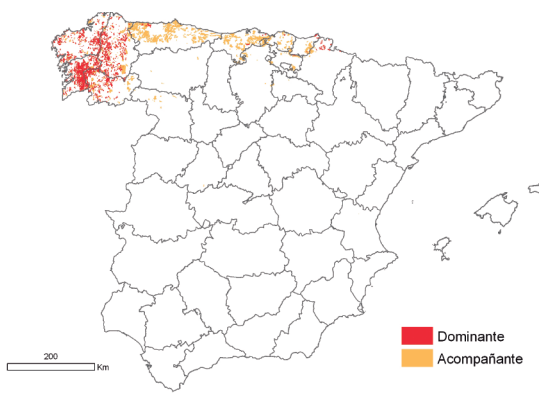


**Aprovechamientos tradicionales:** se ha utilizado como combustible para hogares y hornos, como cama de ganado y como fertilizante orgánico de las tierras agrícolas. El rebrote o regenerado, tras la roza o el fuego,

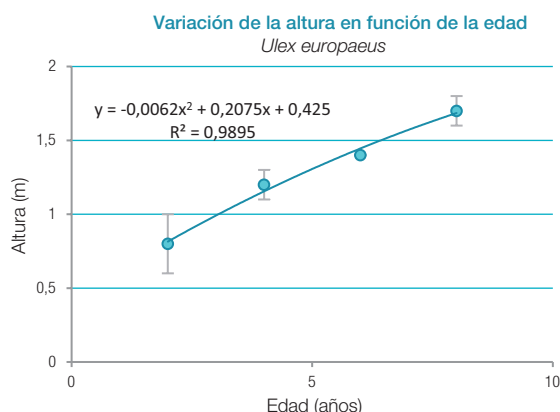
se aprovecha como pasto de buena calidad para el ganado vacuno, cabrío lanar y caballar.

**Distribución:**

Superficie dominante: 168.847 ha  
Superficie secundaria: 436.886 ha



**Crecimientos en altura:**



Ulex europaeus (h <sub>m</sub> )			
Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
2	10	0,8	0,2
4	10	1,2	0,1
6	10	1,4	0,0
8	10	1,7	0,1

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	2,3	4,6	6,9	9,2
20	3,3	6,6	9,9	13,3
30	4,1	8,3	12,4	16,6
40	4,9	9,8	14,7	19,6
50	5,6	11,2	16,8	22,5
60	6,3	12,7	19,0	25,3
70	7,1	14,2	21,3	28,3
80	7,9	15,8	23,7	31,7
90	8,9	17,9	26,8	35,7
100	11,2	22,5	33,7	44,9

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot H_m \cdot \arcseno\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,429399	0,06402668	22,32505	0,00001



**Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,37	0,73	1,10	1,47
20	0,53	1,06	1,58	2,11
30	0,66	1,32	1,98	2,64
40	0,78	1,56	2,34	3,12
50	0,89	1,79	2,68	3,58
60	1,01	2,02	3,03	4,04
70	1,13	2,26	3,39	4,52
80	1,26	2,52	3,78	5,05
90	1,42	2,85	4,27	5,69
100	1,79	3,58	5,37	7,16

$$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcseno\sqrt{(FCC/100)}$$

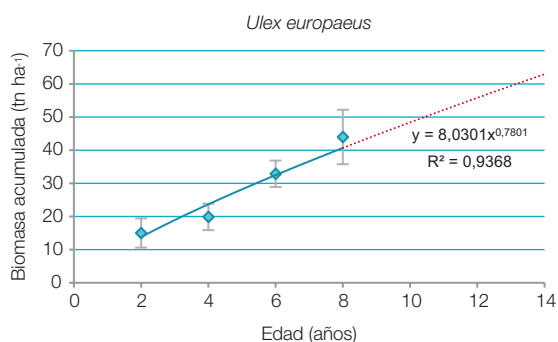
	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,2278959	0,008267514	27,56522	0,00001

Biomasa media modelo: 33,8  
 Tasa acum. anual Biomasa modelo: 5,39  
 Transformación  $CO_2$ : 1,7314

**Evolución de la Biomasa aérea ( $t\ ha^{-1}$ ) en función de la edad:**

Ulex europaeus			
Edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ ( $tn\ ha^{-1}$ )	sd
2	10	15,0	4,4
4	10	19,9	4,0
6	10	32,9	4,0
8	9	44,0	8,2

**Variación de la Biomasa acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:**



## Ulex australis Clemente



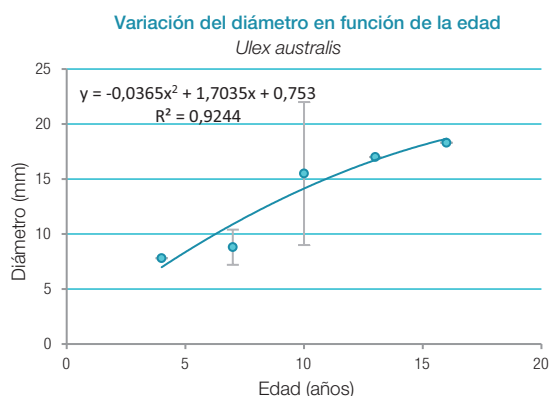
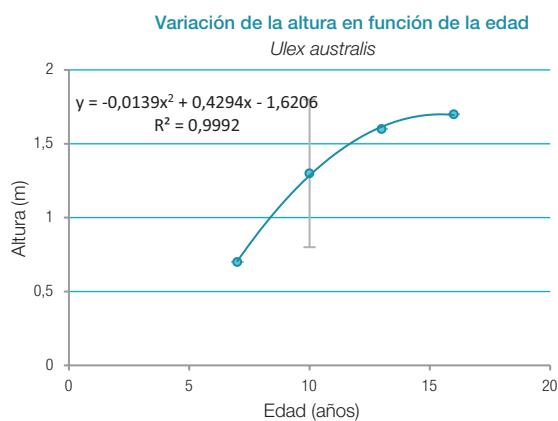
Fotografía I.4.2.30.- Ulex australis en floración

**Nombres vulgares:** aulaga morisca, tojo.

**Talla:** mata de 1 a 1,5 metros, erguida, ramosa con espinas abundantes y recurvadas.

**Suelos:** especie propia de arenales

### Crecimientos en diámetro y altura:



litorales y depósitos limosos. Se considera estabilizadora del suelo.

**Dominios:** ocupa los dominios costeros de *Quercus suber*, *Pinus pinea*, *Olea europaea sylvestris*, *Juniperus phoenicea*. Forma rodalitos no muy extensos y se asocia con *Erica scoparia* participando en matorrales densos de color oscuro denominados "monte negro" en Andalucía occidental.

**Aprovechamientos tradicionales:** no hemos encontrado datos que describan un aprovechamiento tradicional de esta especie por las poblaciones rurales de su área. Su interés radica en que se trata de un endemismo de Andalucía occidental y en que se trata de una especie mejoradora del suelo, aunque esta característica es común a la mayoría de las leguminosas.

Ulex australis (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
6-8	7	1	0,7	0,0
9-11	10	5	1,3	0,5
12-14	13	1	1,6	0,0
15-17	16	1	1,7	0,0

Ulex australis (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	7,8	0,0
6-8	7	2	8,8	1,6
9-11	10	12	15,5	6,5
12-14	13	1	17,0	0,0
15-17	16	1	18,3	0,0



## Ulex parviflorus Pourr.



Fotografía I.4.2.31.- *Ulex parviflorus* en Collserola, Barcelona.

**Nombres vulgares:** aulaga, aulaga moruna, aulaga de diente de perro, argelaga.

**Talla:** mata espinosa de hasta 1.5 a 2 (3) metros de altura, a veces más. Porte erecto y vuelo denso, muy espinosa.

**Suelos:** se encuentra sobre sustratos variados, calizos o dolomíticos al este; y sobre esquistos, granitos y cuarcitas, en derrubios y depósitos derivados, al oeste.

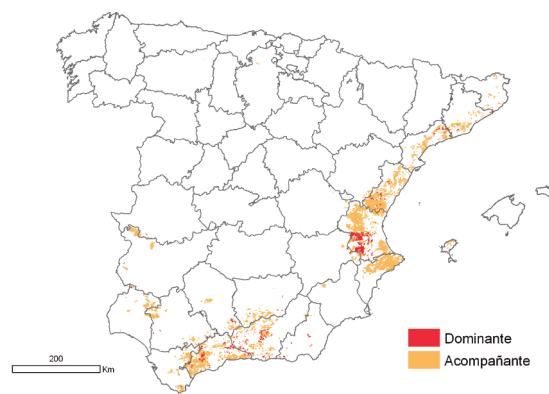
**Dominios:** se extiende en claros de encinares y pinares xerófilos, en lugares secos y soleados pero con algo de humedad edáfica o ambiental.

Se mezcla con otros matorrales mediterráneos como romero, lentisco y coscoja en las garrigas. Forma parte de la garriga mediterránea costera y de las sierras béticas.

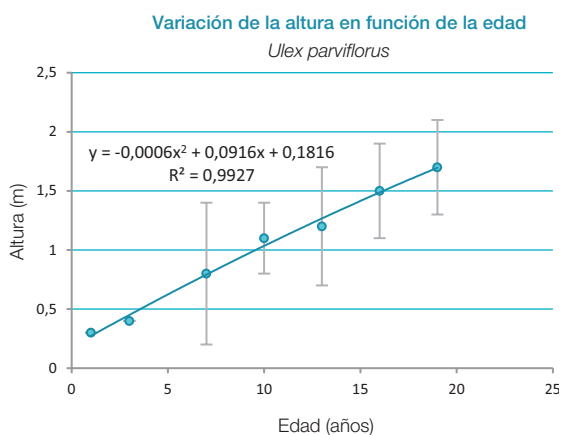
**Aprovechamientos tradicionales:** su aprovechamiento principal ha sido el energético para hornos de panificación y cerámica, por producir llama larga y energética en su combustión. También como cama de ganado estabulado. En las zonas más húmedas de su área se trituraba y se echaba sobre el terreno como fertilizante.

### Distribución:

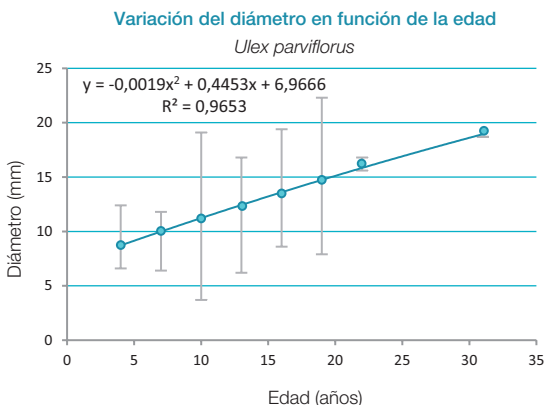
Superficie dominante: 40.981 ha  
Superficie secundaria: 1.173.126 ha



### Crecimientos en diámetro y altura:



Ulex parviflorus (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	10	0,3	0,0
3-5	3	11	0,4	0,0
6-8	7	12	0,8	0,6
9-11	10	22	1,1	0,3
12-14	13	18	1,2	0,5
15-17	16	12	1,5	0,4
18-20	19	5	1,7	0,4



Ulex parviflorus ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	3	9,5	2,9
6-8	7	21	9,1	2,7
9-11	10	44	11,4	7,7
12-14	13	36	11,5	5,3
15-17	16	18	14,0	5,4
18-20	19	6	15,1	7,2
21-23	22	2	16,2	0,6
30-32	31	1	18,7	0,0

**Biomasa total acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	2,6	5,2	7,8	10,5
20	3,7	7,5	11,4	15,2
30	4,7	9,4	14,3	19,1
40	5,5	11,2	16,9	22,6
50	6,3	12,9	19,4	26,0
60	7,2	14,5	22,0	29,4
70	8,0	16,3	24,6	33,0
80	9,0	18,2	27,5	36,9
90	10,2	20,6	31,1	41,7
100	12,9	26,0	39,3	52,7

$W (t\ ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	1,5770360	0,4678852	3,370562	0,00210
$b_1$	1,017956	0,1206691	8,435928	0,00001

**Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,20	0,40	0,61	0,81
20	0,29	0,58	0,87	1,16
30	0,36	0,73	1,09	1,45
40	0,43	0,86	1,29	1,72
50	0,49	0,99	1,48	1,97
60	0,56	1,11	1,67	2,22
70	0,62	1,24	1,87	2,49
80	0,69	1,39	2,08	2,78
90	0,78	1,57	2,35	3,13
100	0,99	1,97	2,96	3,94

$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arccoseno\sqrt{(FCC/100)}$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,125447	0,01600349	7,838725	0,00001



## Genista scorpius (L.) DC.



Fotografía I.4.2.32.- *Genista scorpius* en la Serranía de Cuenca

Es integrante de garrigas y de matorrales mixtos en claros de encinares y quejigares; está presente en los dominios de *Pinus nigra*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* y *Quercus coccifera*. Forma extensos rodales como especie dominante y recubrimiento medio. Es la especie del género *Genista* más abundante superficialmente en España.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha empleado en medicina para reponer fuerzas después de las enfermedades y para tratar obstrucciones intestinales. Se usó como colorante para teñir de amarillo las telas de lana. Planta de mediocre calidad como melífera.

**Nombres vulgares:** aliaga, allaga, aulaga, olaga.

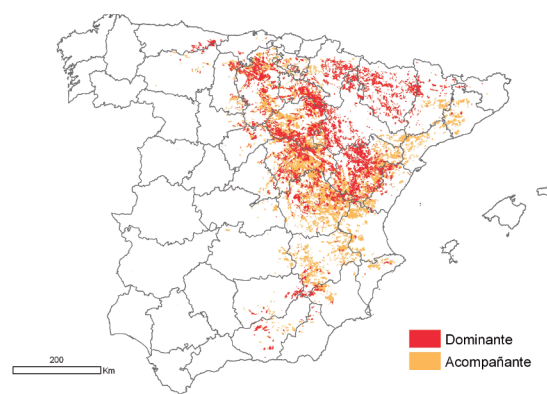
**Talla:** mata de 1 a 1,5 (2) metros, densa pinchosa, muy ramificada y de color grisáceo.

**Suelos:** abunda en suelos calizos, aunque puede aparecer también sobre terrenos silíceos poco ácidos; es especie de amplio espectro mesológico.

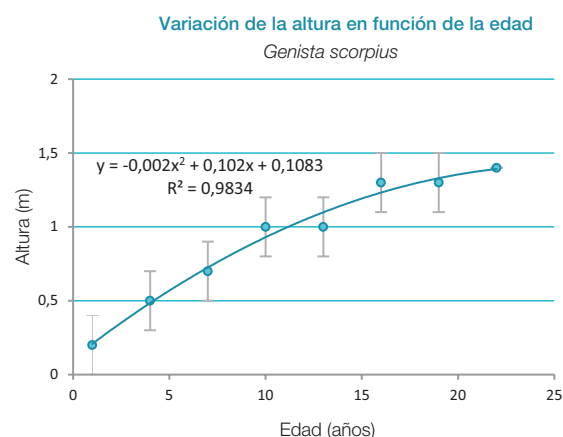
**Dominios:** aparece en terrenos pedregosos y colinas y cerros secos y soleados, tradicionalmente pastoreados y estabilizados, cubiertos de lasto-mato-aliagares; coloniza rápidamente terrenos de cultivo abandonados.

### Distribución:

Superficie dominante: 675.330 ha  
Superficie secundaria: 1.923.026 ha

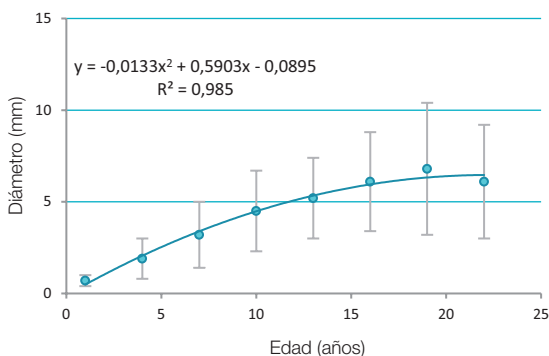


### Crecimientos en diámetro y altura:



Genista scorpius (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{x}$ (m)	sd (m)
0-2	1	23	0,2	0,2
3-5	4	13	0,5	0,2
6-8	7	18	0,7	0,2
9-11	10	9	1,0	0,2
12-14	13	9	1,0	0,2
15-17	16	6	1,3	0,2
18-20	19	3	1,3	0,2
21-23	22	2	1,4	0,0

Variación del diámetro en función de la edad  
*Genista scorpius*



Genista scorpius ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	15	0,7	0,3
3-5	4	15	1,9	1,1
6-8	7	15	3,2	1,8
9-11	10	15	4,5	2,2
12-14	13	13	5,2	2,2
15-17	16	11	6,1	2,7
18-20	19	6	6,8	3,6
21-23	22	4	6,1	3,1

**Biomasa total acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)		
	5	10	15
10	1,8	3,7	5,5
20	2,7	5,3	8,0
30	3,3	6,6	10,0
40	3,9	7,8	11,8
50	4,5	9,0	13,5
60	5,1	10,2	15,2
70	5,7	11,4	17,0
80	6,3	12,7	19,0
90	7,2	14,3	21,5
100	9,0	18,0	27,0

$$W (t\ ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\frac{FCC}{100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,2127759	0,08111203	2,623235	0,0126
$b_1$	2,1722167	0,23092824	9,406457	0,00001
$b_2$	0,6170022	0,27646289	2,231772	0,0318

**Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)		
	5	10	15
10	0,71	1,12	1,45
20	0,90	1,41	1,83
30	1,04	1,63	2,12
40	1,16	1,82	2,36
50	1,27	1,98	2,57
60	1,37	2,14	2,78
70	1,47	2,30	2,99
80	1,58	2,47	3,21
90	1,71	2,67	3,47
100	1,98	3,10	4,02

$$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\frac{FCC}{100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,5264417	0,06440426	8,174019	0,00001
$b_1$	0,6434965	0,06929016	9,286982	0,00001

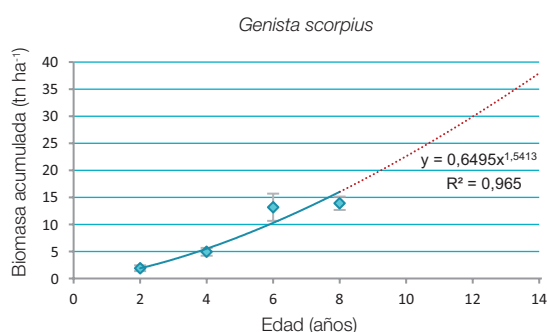
Biomasa media modelo: 8,4  
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,05  
Transformación  $CO_2$ : 1,8751



### Evolución de la Biomasa aérea (t ha<sup>-1</sup>) en función de la edad:

Genista scorpius			
Edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ (tn ha <sup>-1</sup> )	sd
2	10	1,9	0,5
4	10	4,9	0,7
6	10	13,2	2,5
8	10	13,9	1,2

### Variación de la Biomasa acumulada (t ha<sup>-1</sup>MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



## **Genista hirsuta Vahl.**



Fotografía I.4.2.33.- *Genista hirsuta* en puertollano.

**Nombres vulgares:** aulaga, aulaga merina, tojo, tojo alfiletero.

**Talla:** mata erecta de talla media, alcanza de 1,5 a 2 metros.

**Suelos:** es típica en terrenos silíceos, frecuente sobre granitos, gneises, cuarcitas, esquistos, areniscas y arcosas, así como sobre rocas ultramáficas (subsp. *lanuginosa*).

**Dominios:** propia de los dominios de los bosques esclerófilos (encinares, alcornoques, también llega a los pinsapares (*Abies pinsapo*) y a los melojares (*Quercus pyrenaica*). Aparece en el área de *Abies pinsapo*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus pyrenaica* y asociada al madroño y mancha mediterránea. Es la única *Genista* que se mezcla con *Cistus ladanifer* en grandes extensiones del Sistema Central, Montes de Toledo y sierras extremeñas

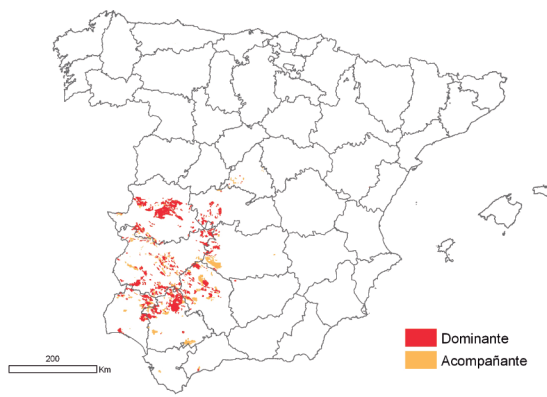


especialmente en terrenos de "rañas", a veces con *Retama sphaerocarpa*.

**Aprovechamientos tradicionales:** se atizaba en ocasiones como cama de ganado estabulado y como material para iniciar la combustión de carboneras. Planta melífera de mediocre calidad.

**Distribución:**

Superficie dominante: 530.510 ha  
Superficie secundaria: 756.450 ha



***Calicotome villosa* (Poir.) Link; *Calicotome spinosa* (L.) Link; *Calicotome intermedia* (Salzm. ex C. Presl) Boiss.**



Fotografía I.4.34.- *Calicotome villosa* en la provincia de Sevilla. Detalle de la flor

**Dominios:** se presentan en dominios de *Quercus suber*, *Quercus canariensis*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex* y *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*. Se mezcla con *Erica arborea*, *Quercus coccifera*, *Adenocarpus telonensis*, *Teline linifolia*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*, *Arbutus unedo* y otros. Son frecuentes en alcornoques, encinares y acebuchares aclarados y bordes de masas, manchas y matorrales. Forman rodales más o menos densos y extensos, espinosos e intransitables.

*Calicotome villosa* abunda en Málaga, Cádiz, Sevilla y Granada. *Calicotome spinosa* abunda desde Cataluña hasta Alicante, también en las Islas Baleares, siendo más abundante en Almería, Murcia y Málaga *Calicotome intermedia*.

**Nombres vulgares:** herguenes, jerguenes. Retama negra, aulaga (argelaga) negra para *Calicotome spinosa*.

**Talla:** matas, altas, subarbustivas, que alcanzan de 1,5 a 3 metros, vuelo muy ramificado pero en conjunto poco espeso.

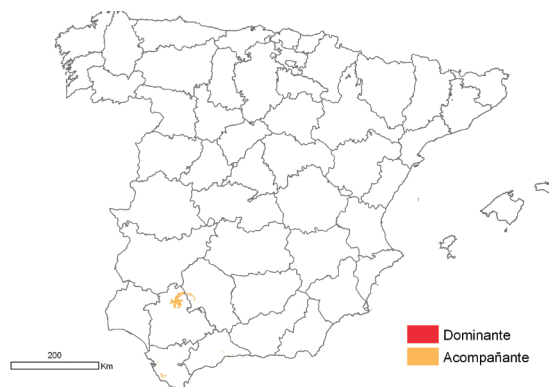
**Suelos:** silíceos y calizos más o menos descarbonatados, terrenos poco profundos y pedregosos en toda la costa mediterránea.

**Aprovechamientos tradicionales:** su ramaje se ha aprovechado como combustible para hornos. Su importancia como planta melífera es baja.

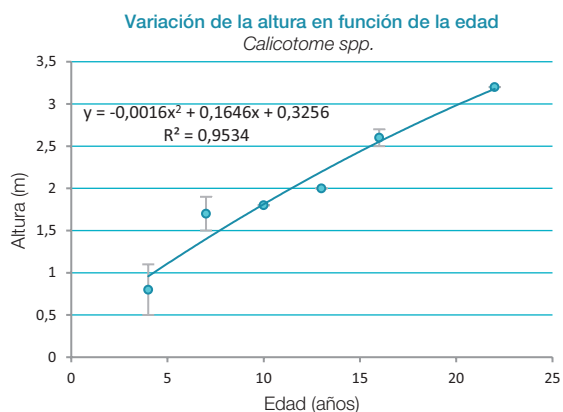


### Distribución:

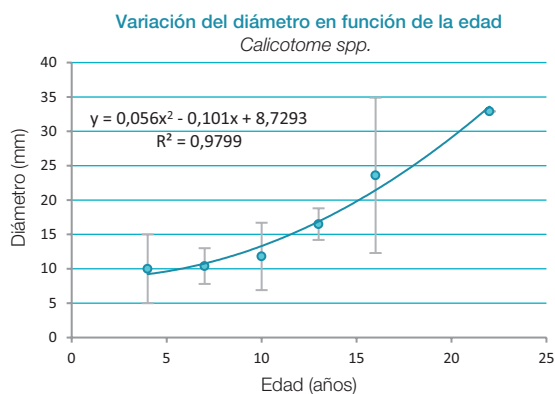
Superficie dominante: 12.097 ha  
 Superficie secundaria: 197.686 ha



### Crecimientos en diámetro y altura:



Calicotome spp. ( $h_m$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	2	0,8	0,3
6-8	7	6	1,7	0,2
9-11	10	3	1,8	0,0
12-14	13	1	2	0,0
15-17	16	4	2,6	0,1
21-23	22	1	3,2	0,0



Calicotome spp. ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	5	10,0	5,0
6-8	7	9	10,4	2,6
9-11	10	4	11,8	4,9
12-14	13	2	16,5	2,3
15-17	16	5	23,6	11,3
21-23	22	1	32,9	0,0

## Cistus laurifolius L.



Fotografía I.4.2.35.- *Cistus laurifolius* en la Serranía de Cuenca

**Nombres vulgares:** estepa, estepa negral, estepa, jara estepa.

**Talla:** mata alta casi subarborescente, puede alcanzar 3 metros de altura, de joven crece esbelta y después se abre en forma de candelabro, produciéndose un gran engrosamiento de las cepas y base de los tallos. Es muy característica su corteza rojiza que se desprende en tiras.

**Suelos:** vive en suelos silíceos: granitos, gneises, cuarcitas, etc. frecuente en suelos pedregosos y secos, puede aparecer sobre sustratos calizos más o menos descalcificados.

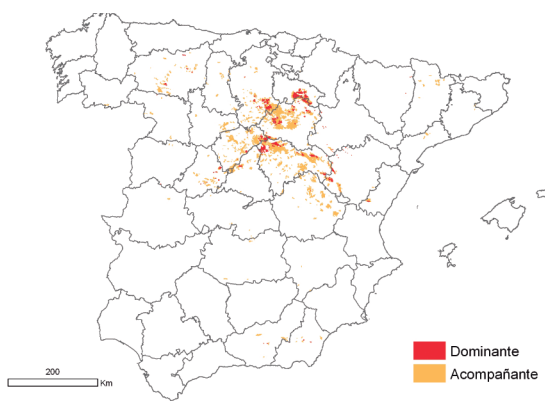
**Dominios:** muy abundante en altiplanos, parameras y montañas de regiones continentales, en ámbitos submediterráneos y también de formaciones arboladas de coníferas aciculifolias orófilas. Vive en los dominios de *Pinus sylvestris*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus faginea*, *Quercus ilex*, *Pinus nigra* y *Pinus pinaster*. En ocasiones aparece asociada a especies de "espinar", leguminosas retamoides y erizoides, brezos, cantuesos, *Thymus* y mezclada en pequeños rodales con la gramínea alta *Stipa gigantea* (berceo).

Aparece en los claros y calveros de las masas forestales; forma manchas continuas y monoespecíficas de gran extensión en zonas que sufren incendios y quemadas recurrentes.

**Aprovechamientos tradicionales:** como todos los *Cistus* de media o gran altura, se ha empleado como combustible para hogares y para la fabricación de picón para braseros.

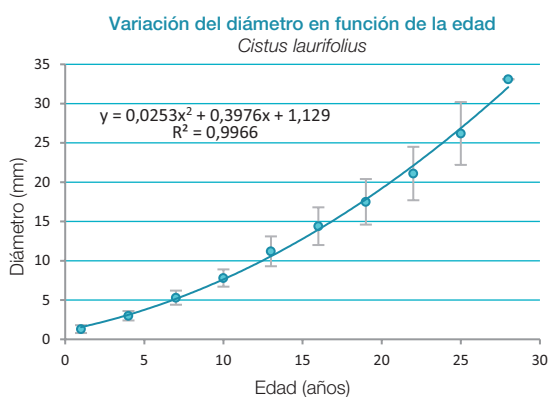
### Distribución:

Superficie dominante: 51.377 ha  
Superficie secundaria: 680.856 ha





### Crecimientos en diámetro:



Cistus laurifolius ( $\bar{\sigma}_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	8	1,3	0,5
3-5	4	12	3,0	0,6
6-8	7	12	5,3	0,9
9-11	10	12	7,8	1,1
12-14	13	12	11,2	1,9
15-17	16	12	14,4	2,4
18-20	19	12	17,5	2,9
21-23	22	11	21,1	3,4
24-26	25	7	26,2	4,0
27-29	28	1	33,1	0,0

### *Cistus ladanifer* L.



Fotografía I.4.2.36.- *Cistus ladanifer*. Detalle de la flor en la forma *maculatus*

**Nombres vulgares:** jara pringosa.

**Talla:** mata alta o subarborescente, puede alcanzar de 2 a 3 (4) metros de altura. Ramas y ramillas rígidas, de madera muy dura.

**Suelos:** Medra en sustratos ácidos relativamente pobres y sobre suelos degradados o incipientes.

**Dominios:** crece en casi toda la Península Ibérica salvo en Galicia, litoral cantábrico, cordillera pirenaica y valle central del Ebro. Se asocia con los dominios de *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*; se mezcla con estas especies y otras ocupando claros y calveros, entrando como componente de las manchas o arbustados mixtos termófilos silicícolas que, degradados, dan lugar a los jarales monoestratificadas y monoestratificados, de espesura variable (30-70 % de cubierta) época biodiversidad y, a menudo, relacionadas con el paso repetido del fuego, pues es pirófila. Por la disposición de hojas y ramas proporciona poca cubierta y protección al suelo. Con frecuencia, ocupa extensas áreas degradadas, siendo la única especie dominante por el efecto alelopático de ládano de sus hojas, aunque puede estar acompañada de *Genista hirsuta*, *Thymus zygis* y *Astragalus*.

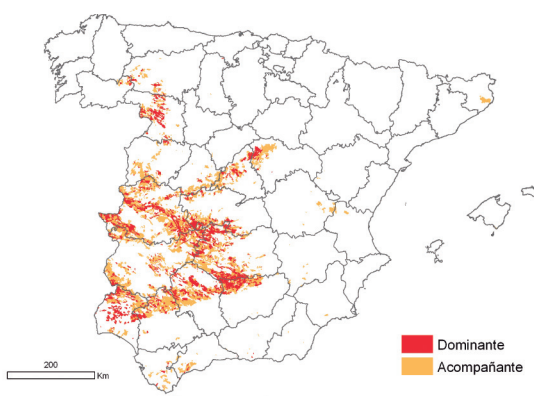
**Aprovechamientos tradicionales:** esta especie ha sido históricamente utilizada como combustible para hornos y hogares. Los jarales eran periódicamente rozados y quemados para la fabricación de picón para los braseros. El ganado cabrío y en mucha menor medida el lanar y vacuno utilizan los jarales como pastadero de baja calidad. La cabra (en régimen extensivo) come con cierta apetencia las flores y sobre todo los frutos antes de abrirse y dispersar las semillas: éstas son las que aportan el valor nutritivo que hacía engordar a las cabras durante los meses de mayo-junio en las sierras mediterráneas del centro y sur de la Península Ibérica. En el ciclo conocido como pasto-jaral se partía de un jaral de 2 m de altura, se quemaba por trozos de forma ordenada y durante los dos o tres primeros años se desarrollaba un pastizal xerófilo de especies anuales y estacional que se aprovechaba por oveja y cabra mientras crecían las jaras y recubrían de nuevo el suelo expulsando casi totalmente a las gramíneas frugales que habían tomado el relevo los primeros años después del incendio; al final se desbrozaba y se aprovechaba la jara para picón o se volvía a quemar nuevamente, repitiendo así en ciclo pasto-jaral.

El otro gran aprovechamiento de esta jara ha sido hasta no hace muchos años, su destilación para la obtención del ládano, sustancia resinosa abundante y que se ha

utilizado en perfumería para la fijación de aromas en perfumes. Así mismo, se empleaba el ládano en medicina como sedante, emplastos para la curación de hernias, como revulsivo y antiespasmódico, gastritis y úlceras intestinales.

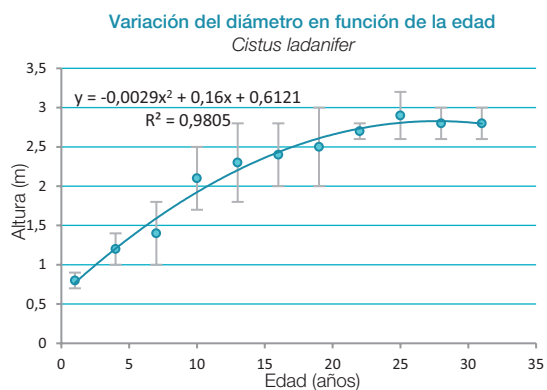
**Distribución:**

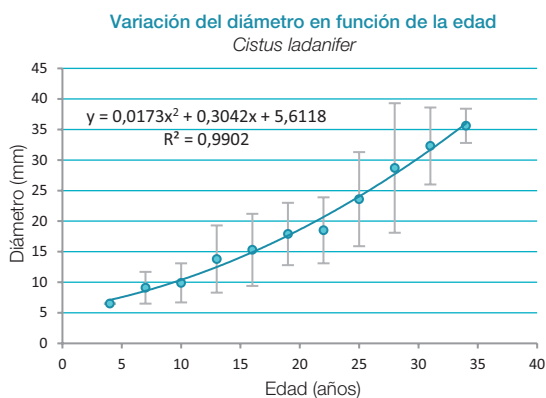
Superficie dominante: 460.088 ha  
Superficie secundaria: 2.450.857 ha



Cistus ladanifer (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	20	0,8	0,1
3-5	4	20	1,2	0,2
6-8	7	28	1,4	0,4
9-11	10	11	2,1	0,4
12-14	13	28	2,3	0,5
15-17	16	26	2,4	0,4
18-20	19	23	2,5	0,5
21-23	22	10	2,7	0,1
24-26	25	11	2,9	0,3
27-29	28	8	2,8	0,2
30-32	31	3	2,8	0,2

**Crecimientos en diámetro y altura:**





Cistus ladanifer ( $\varnothing_{s,c}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	6,5	0,0
6-8	7	14	9,1	2,6
9-11	10	31	9,9	3,2
12-14	13	54	13,8	5,5
15-17	16	56	15,3	5,9
18-20	19	38	17,9	5,1
21-23	22	27	18,5	5,4
24-26	25	23	23,6	7,7
27-29	28	11	28,7	10,6
30-32	31	10	32,3	6,3
33-35	34	4	35,6	2,8

### Biomasa total acumulada ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ MS}$ ) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	2,2	4,5	6,7	9,0	11,2	13,5
20	3,2	6,5	9,7	12,9	16,2	19,4
30	4,0	8,1	12,1	16,2	20,2	24,2
40	4,8	9,5	14,3	19,1	23,8	28,6
50	5,5	11,0	16,4	21,9	27,3	32,8
60	6,2	12,4	18,5	24,7	30,8	37,0
70	6,9	13,8	20,7	27,6	34,5	41,4
80	7,7	15,4	23,1	30,8	38,5	46,2
90	8,7	17,4	26,1	34,8	43,5	52,1
100	11,0	21,9	32,8	43,7	54,6	65,6

$$W (t \text{ ha}^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	1,3981378	0,23095047	6,0538430	0,00001
$b_1$	0,9987021	0,06289353	15,8792510	0,00001

### Biomasa total acumulada ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ MS}$ ) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	0,20	0,40	0,60	0,80	1,01	1,21
20	0,29	0,58	0,87	1,16	1,45	1,74
30	0,36	0,72	1,09	1,45	1,81	2,17
40	0,43	0,86	1,28	1,71	2,14	2,57
50	0,49	0,98	1,47	1,96	2,46	2,95
60	0,55	1,11	1,66	2,22	2,77	3,32
70	0,62	1,24	1,86	2,48	3,10	3,72
80	0,69	1,38	2,08	2,77	3,46	4,15
90	0,78	1,56	2,34	3,12	3,90	4,69
100	0,98	1,96	2,95	3,93	4,91	5,89

$$Y (t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,1250345	0,006328035	19,75882	0,00001

Biomasa media modelo: 19,4

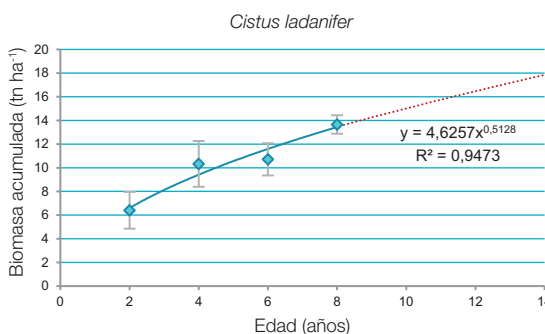
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,74

Transformación  $\text{CO}_2$ : 1,8223

**Evolución de la Biomasa aérea (t ha<sup>-1</sup>) en función de la edad:**

Cistus ladanifer			
Edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ (tn ha <sup>-1</sup> )	sd
2	20	6,4	1,6
4	20	10,3	1,9
6	20	10,7	1,4
8	6	13,7	0,8

**Variación de la Biomasa acumulada (t ha<sup>-1</sup>MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:**



**Cistus monspeliensis L.**



Fotografía I.4.2.37.- Cistus monspeliensis en la provincia de Huelva

**Nombres vulgares:** jaguarzo negro, jaguarzo prieto, estepa negra.

**Talla:** mata de 0,6 a 1,2 (2) metros, porte en candelabro, ramificada desde la base formando un vuelo denso

**Suelos:** vive sobre suelos silíceos, que prefiere aunque tolera los calizos y dolomíticos. Como en general todas las especies de Cistus, es frecuente sobre suelos degradados o incipientes, pero a menudo aparece sobre relícticos (del grupo de los rojos mediterráneos) mejor conservados.

Requiere comparativamente algo más de humedad y contenido en nutrientes que las jaras más xerófilas y frugales.

**Dominios:** aparece de forma abundante en las zonas de *Quercus pyrenaica* y *Quercus faginea*, *Quercus suber* y *Quercus ilex* adeshados, así como en dominios de *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* y *Pinus halepensis*, en un rango relativamente amplio de tipos estructurales (subesclerófilo y esclerófilo). Forma extensas áreas de matorral puro y se mezcla con otros matorrales de los géneros *Ulex*, *Genista*, *Cytisus*, *Thymus*, *Lavandula*, *Helichrysum*, y en menor medida con matorrales de tipo garriga en Levante y Andalucía.

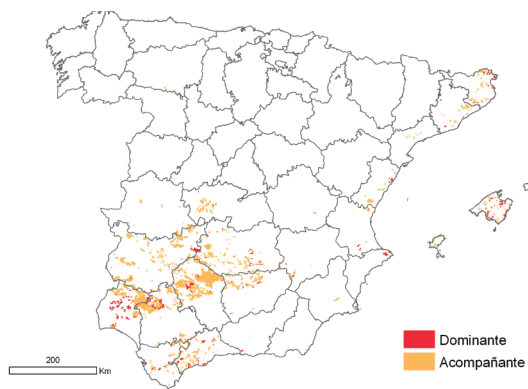
Frecuentemente en los Montes de Toledo y Sierra Morena, en gran parte de Andalucía y Extremadura.

**Aprovechamientos tradicionales:** su único aprovechamiento ha sido el empleo de su ramaje como combustible para hornos y picón para braseros, éste último en escasas ocasiones.

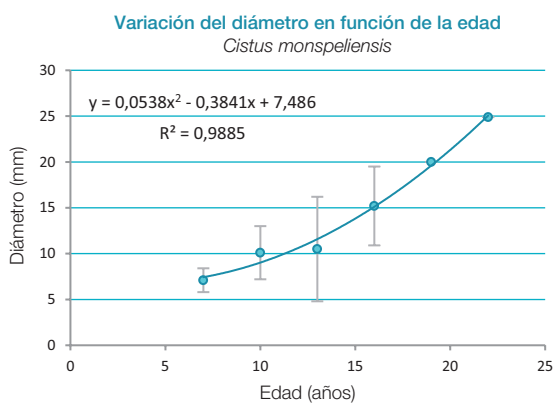


### Distribución:

Superficie dominante: 51.729 ha  
Superficie secundaria: 950.359 ha



### Crecimientos en diámetro:



Cistus monspeliensis ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	10	7,1	1,3
9-11	10	14	10,1	2,9
12-14	13	12	10,5	5,7
15-17	16	7	15,2	4,3
18-20	19	1	20,0	0,0
21-23	22	1	24,9	0,0



## Cistus albidus L.



Fotografía I.4.2.38.- *Cistus albidus* en Sierra de Cazorla (Jaén)



**Nombres vulgares:** estepa blanca, jara blanca, jaguarzo blanco.

**Talla:** mata de follaje verde blanquecino, que suele alcanzar la talla de 1 metro o, en ocasiones, mayor.

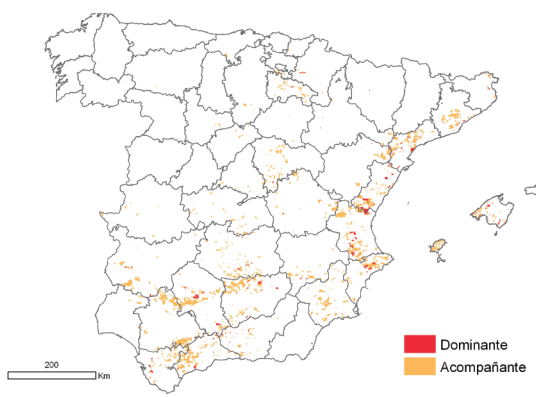
**Suelos:** vive en suelos calizos y secos, tolera silíceos. Coloniza y tolera lugares degradados.

**Dominios:** es frecuente en áreas del quejigo, alcornoque, encina, acebuche, *Pinus nigra*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Juniperus thurifera* y *Juniperus oxycedrus*. En estos dominios aparece salpicada en claros y calveros dadas sus exigencias en luz. Se comporta como pirófito.

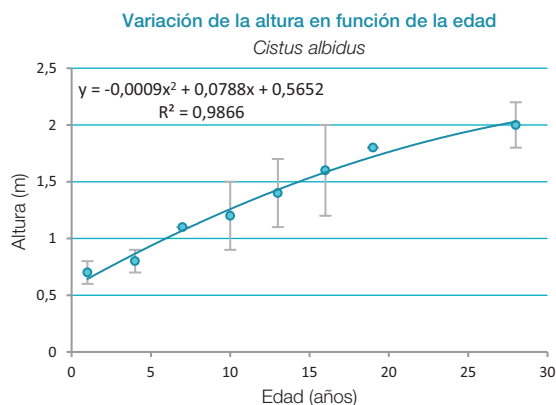
Las agrupaciones donde es única dominante suelen aparecer en zonas degradadas, pero la especie se integra en matorrales mixtos calcícolas, lasto-mato-aliagares, tomillares y pastizales leñosos. Forma cubiertas de densidad media o baja, con escasa protección al suelo frente a la erosión.

**Aprovechamientos tradicionales:** algunos autores citan su valor ornamental; como otras jaras, sus raíces son parasitadas por *Cytinus* (en este caso, *C. ruber*, que se ha usado en medicina popular como astringente).

**Distribución:**  
Superficie dominante: 28.644 ha  
Superficie secundaria: 824.978 ha



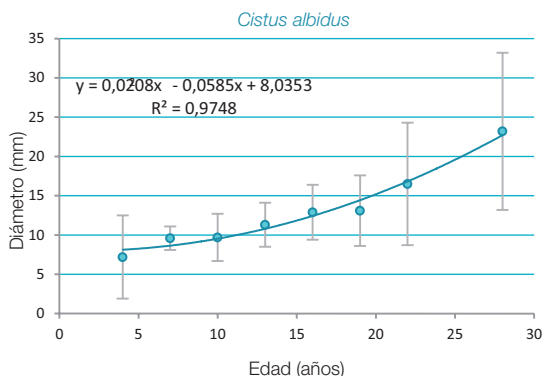
### Crecimientos en diámetro y altura:



Cistus albidus (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	10	0,7	0,1
3-5	4	12	0,8	0,1
6-8	7	3	1,1	0,0
9-11	10	14	1,2	0,3
12-14	13	7	1,4	0,3
15-17	16	7	1,6	0,4
18-20	19	2	1,8	0,0
27-29	28	2	2,0	0,2



Variación del diámetro en función de la edad



*Cistus albidus* ( $\bar{\phi}_{sc}$ )

Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	3	7,2	5,3
6-8	7	9	9,6	1,5
9-11	10	19	9,7	3,0
12-14	13	8	11,3	2,8
15-17	16	13	12,9	3,5
18-20	19	2	13,1	4,5
21-23	22	2	16,5	7,8
27-29	28	2	23,2	10,0

**Biomasa total acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)				
	5	10	15	20	25
10	2,7	4,5	6,0	7,4	8,6
20	3,4	5,6	7,5	9,3	10,9
30	3,9	6,5	8,7	10,7	12,6
40	4,4	7,2	9,7	11,9	14,0
50	4,8	7,9	10,5	13,0	15,2
60	5,2	8,5	11,4	14,0	16,5
70	5,5	9,1	12,2	15,1	17,7
80	5,9	9,8	13,1	16,1	19,0
90	6,4	10,6	14,2	17,4	20,5
100	7,4	12,2	16,4	20,2	23,7

$$W (t\ ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	1,7413566	0,4251554	3,599853	0,0007
$b_1$	0,7218292	0,1251307	5,768603	0,00001
$b_2$	0,6361264	0,1755181	3,324279	0,0007

**Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)				
	5	10	15	20	25
10	3,13	2,72	2,51	2,37	2,26
20	2,91	2,53	2,33	2,20	2,10
30	2,78	2,42	2,23	2,10	2,01
40	2,69	2,34	2,15	2,03	1,94
50	2,61	2,27	2,09	1,98	1,89
60	2,55	2,22	2,04	1,93	1,84
70	2,49	2,17	2,00	1,88	1,80
80	2,44	2,12	1,95	1,84	1,76
90	2,38	2,07	1,91	1,80	1,72
100	2,27	1,98	1,82	1,72	1,64

$$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	3,442917	0,8974647	3,836271	0,0003
$b_1$	-0,201704	0,0884787	-2,279694	0,0268

Biomasa media modelo: 10,9

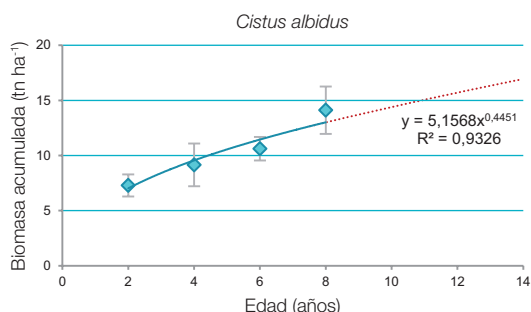
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,06

Transformación  $CO_2$ : 1,8099

**Evolución de la Biomasa aérea (t ha<sup>-1</sup>) en función de la edad:**

Cistus albidus			
Edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ (tn ha <sup>-1</sup> )	sd
2	10	7,3	1,0
4	10	9,2	1,9
6	10	10,6	1,1
8	10	14,1	2,1

**Variación de la Biomasa acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:**



**Cistus populifolius L.**



Fotografía I.4.2.39.- Cistus populifolius en Sierra del Aljibe (Cádiz)

**Nombres vulgares:** jara cervuna, estepa cervical.

**Talla:** mata alta que oscila entre los 0,8 y 2 metros de altura pudiendo alcanzar 2,5 metros en ocasiones, ramosa.

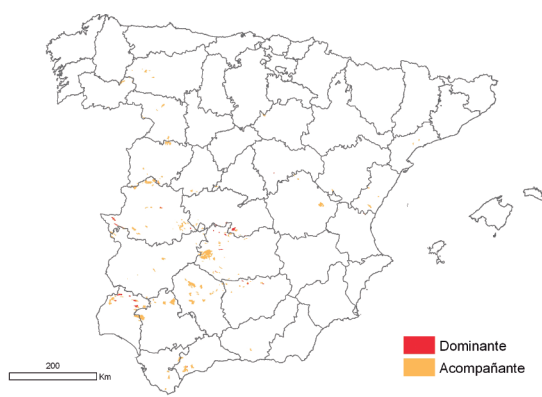
**Suelos:** suelos silíceos, no soporta los calizos ni los muy pobres y secos.

**Dominios:** vive en los dominios de *Quercus suber*, *Quercus canariensis* y en las zonas

más umbrosas de *Quercus ilex*. Es una jara algo menos xerófila que sus congéneres, pero marcadamente termófila. Especie de media luz, se mezcla ccon masas de alcornoque y encina, también con *Quercus canariensis* y con *Castanea sativa* y de los cuales puede formar el subpiso. No suele presentarse en grandes extensiones formando jarales puros y densos. Es frecuente que aparezca formando mezclas por pequeñas manchas con escobonales, aulagares y otros matorrales altos y espesos. Se puede encontrar en barrancos gaditanos, malagueños del macizo del Aljibe y umbrías y partes bajas de las sierras de San Pedro y Sierra Morena.

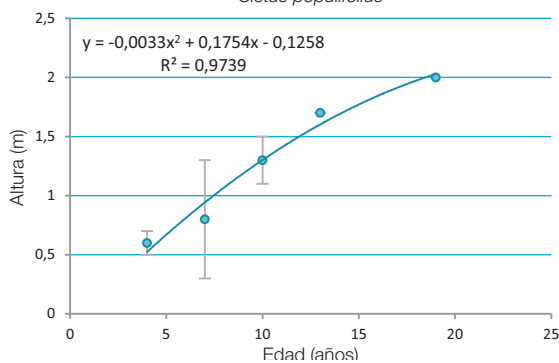
**Aprovechamientos tradicionales:** su único y no muy importante aprovechamiento ha sido como combustible para hornos y hogares y en la fabricación de picón para braseros.

**Distribución:**  
Superficie dominante: 6.407 ha  
Superficie secundaria: 183.638 ha



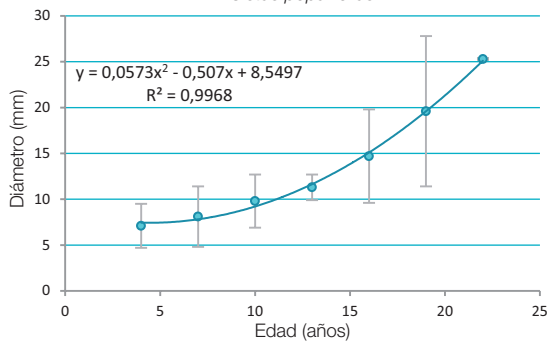
### Crecimientos en diámetro y altura:

Variación de la altura en función de la edad  
*Cistus populifolius*



Cistus populifolius (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	2	0,6	0,1
6-8	7	6	0,8	0,5
9-11	10	3	1,3	0,2
12-14	13	1	1,7	0,0
18-20	19	2	2,0	0,0

Variación del diámetro en función de la edad  
*Cistus populifolius*



Cistus populifolius (Ø <sub>s.c</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	3	7,1	2,4
6-8	7	9	8,1	3,3
9-11	10	6	9,8	2,9
12-14	13	3	11,3	1,4
15-17	16	5	14,7	5,1
18-20	19	4	19,6	8,2
21-23	22	2	25,3	0,1

## Cistus salviifolius L.



Fotografía I.4.2.40.- Cistus salviifolius.

**Nombres vulgares:** jaguarzo vaquero, jaguarzo morisco, chaguazo, estepa vaquera.

**Talla:** mata de 30 a 80 (100) centímetros, muy ramificada y desparramada.

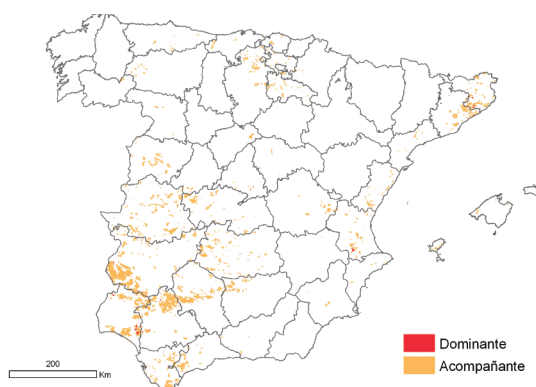
**Suelos:** suelos ácidos, sueltos y arenosos. No puede clasificarse de planta calcífuga, pero tiene gran preferencia por los suelos silíceos.

**Dominios:** su relativa tolerancia a la sombra le permite vivir como sotobosque de alcornoques y encinas en extensiones importantes del sur de la provincia de Badajoz. Participa en un amplio espectro de

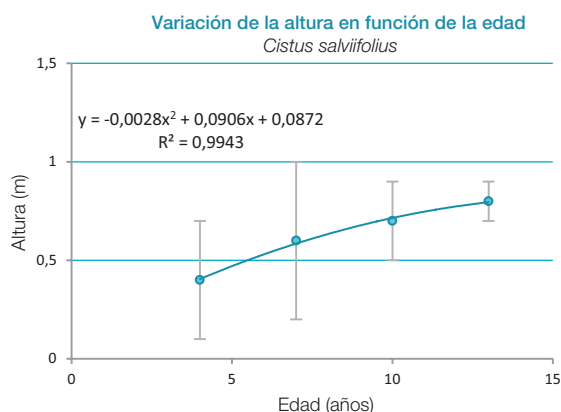
cubiertas leñosas no arboladas, desde las más esclerófilas hasta las de media montaña y más o menos hidrófilas o subhigrófilas (tipos subesclerófilo, e incluso coníferas de montaña y caducifolio, al menos en sus áreas marginales). Se mezcla con brezos, aulagas, escobas, tomillos y otras jaras y cistáceas.

**Aprovechamientos tradicionales:** se conocen pocos aprovechamientos de esta especie por el hombre. Como todos los *Cistus* seguramente haya sido empleada como cama de ganado. En invierno es apetecida por el ganado cabrío y la caza.

**Distribución:**  
Superficie dominante: 3.320 ha  
Superficie secundaria: 1.021.210 ha



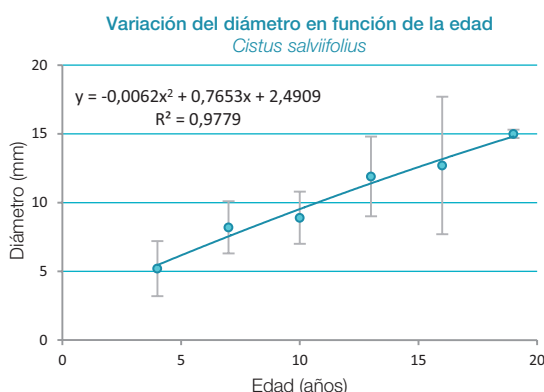
### Crecimientos en diámetro y altura:



Cistus salviifolius (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	2	0,4	0,3
6-8	7	7	0,6	0,4
9-11	10	9	0,7	0,2
12-14	13	3	0,8	0,1



### Crecimientos en diámetro:



Cistus salviifolius ( $\bar{X}_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	4	5,2	2,0
6-8	7	12	8,2	1,9
9-11	10	13	8,9	1,9
12-14	13	9	11,9	2,9
15-17	16	3	12,7	5,0
18-20	19	1	15,0	0,3

## *Cistus crispus* L., *Cistus clusii* Dunal. y *Cistus libanotis* L.



Fotografía I.4.2.41.- *Cistus crispus* en floración.



Fotografía I.4.2.42.- *Cistus clusii* en floración.



Fotografía I.4.2.43.- *Cistus libanotis* en floración.

**Nombres vulgares:** Jara rizada, jaguarzo merino, romero macho, romerina, jaguarzo blanco, tamarilla.

**Talla:** se trata de matas de talla entre 25 y 70 centímetros para *Cistus crispus*, de 70 a 100 centímetros para *Cistus clusii* y hasta 1,2 metros para *Cistus libanotis*.

**Suelos:** *Cistus crispus* es indiferente a la naturaleza del suelo; *Cistus clusii* es más frecuente sobre suelos básicos y *Cistus libanotis* se considera la jara más basófila de nuestro país. En todos los casos su interés forestal se basa en su capacidad para poblar

suelos secos, pedregosos y pobres en nutrientes, margosos y yesosos en el caso de *Cistus libanotis*.

**Dominios:** siempre anuncian una regresión avanzada de encinares, pinares de *Pinus halepensis* y garrigas. *Cistus crispus* es frecuente como sotobosque de alcornocal y mezclada con *Cistus albidus*. En todos los casos forman manchas de relativa extensión en las que aparecen como especies dominantes.

En el caso de *C. clusii*, en frecuente mezcla con *Rosmarinus officinalis* en zonas semiáridas (Bajo Aragón) constituyendo "romerales mixtos."

**Aprovechamientos tradicionales:** por su pequeño tamaño no han sido aprovechadas más que para pastoreo de ganado y caza. Raras veces se han utilizado como cama para ganado estabulado.

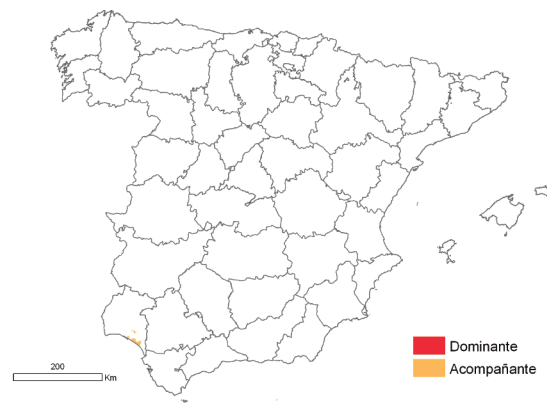
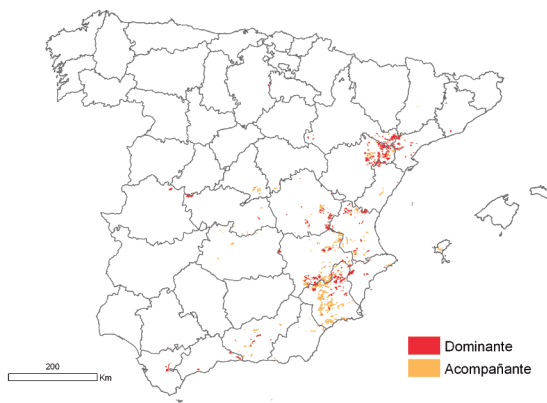
**Distribución:**

*C. clusii:*

Superficie dominante: 112.762 ha  
Superficie secundaria: 523.243 ha

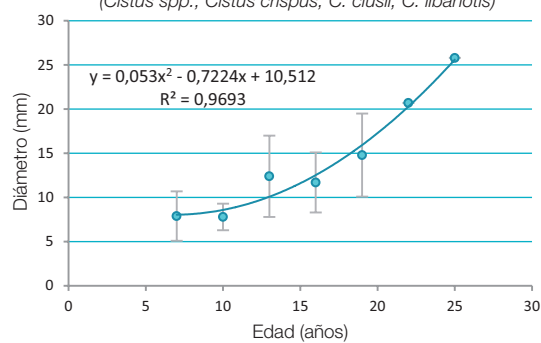
*C. libanotis:*

Superficie secundaria: 15.721 ha



**Crecimientos en diámetro:**

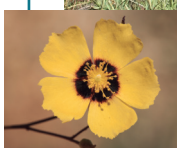
Variación del diámetro en función de la edad para distintas especies de Cistus  
(*Cistus* spp., *Cistus crispus*, *C. clusii*, *C. libanotis*)



Cistus spp., <i>C. crispus</i> , <i>C. clusii</i> , <i>C. libanotis</i> (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{x}$ (mm)	sd (mm)
6-8	7	9	7,9	2,8
9-11	10	11	7,8	1,5
12-14	13	10	12,4	4,6
15-17	16	8	11,7	3,4
18-20	19	2	14,8	4,7
21-23	22	1	20,7	0,0
24-26	25	1	25,8	0,0



## Halimium halimifolium (L.) Willk.



Fotografía I.4.2.44.- *Halimium halimifolium* en la provincia de Huelva

**Nombres vulgares:** monte blanco, jaguarzo blanco.

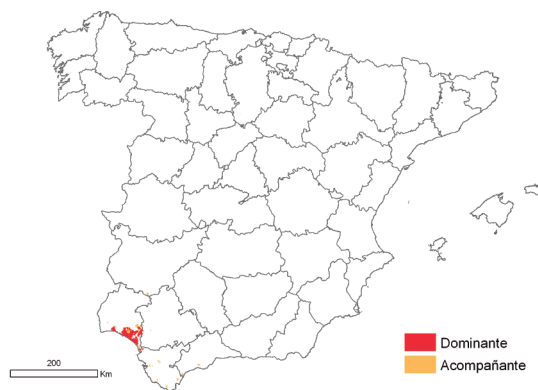
**Talla:** mata de talla mediano-alta que alcanza 1,5 (2) metros, ramas relativamente abundantes finas y flexibles.

**Suelos:** arenosos y dunas próximas a la costa, sobre suelos derivados de dolomías cristalinas. Se manifiesta como planta psammófila, siendo especialmente abundante en los arenales de las provincias de Huelva, Sevilla, Cádiz y Málaga.

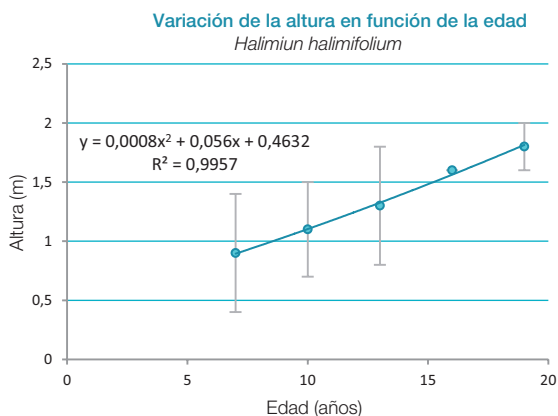
**Dominios:** vive en los dominios de *Quercus suber*, *Quercus canariensis*, *Quercus ilex*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Juniperus oxycedrus* var. *macrocarpa* y *Juniperus phoenicea*. Muy abundante en las zonas de pinares de *Pinus pinea* en la costa andaluza, donde forma extensos rodales como especie dominante vegetando sobre lo que allí se conocen como "arenas muertas" (arenales blancos de granos de sílice finos y estériles).

**Aprovechamientos tradicionales:** por su intensa floración se ha cultivado como ornamental. Por su producción de biomasa, se ha cultivado como combustible para hogares y hornos cuando crece en zonas de escasez de leñas. Su existencia en abundancia favorece la presencia de importantes poblaciones de conejo.

**Distribución:**  
Superficie dominante: 38.500 ha  
Superficie secundaria: 29.732 ha

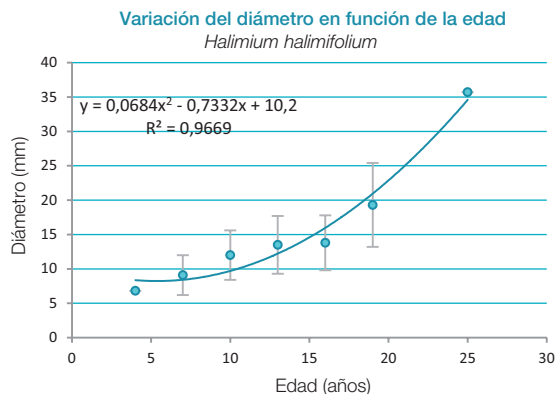


### Crecimientos en diámetro y altura:



Halimium halimifolium (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
6-8	7	4	0,9	0,5
9-11	10	14	1,1	0,4
12-14	13	8	1,3	0,5
15-17	16	3	1,6	0,0
18-20	19	2	1,8	0,2





Halimium halimifolium ( $\varnothing_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	6,8	0,0
6-8	7	18	9,1	2,9
9-11	10	29	12,0	3,6
12-14	13	24	13,5	4,2
15-17	16	10	13,8	4,0
18-20	19	5	19,3	6,1
24-25	25	1	35,7	0,0

**Biomasa total acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	2,2	4,3	6,5	8,6
20	3,1	6,2	9,3	12,4
30	3,9	7,7	11,6	15,5
40	4,6	9,2	13,7	18,3
50	5,2	10,5	15,7	21,0
60	5,9	11,8	17,8	23,7
70	6,6	13,2	19,9	26,5
80	7,4	14,8	22,2	29,6
90	8,3	16,7	25,0	33,4
100	10,5	21,0	31,5	42,0

$$W (t\ ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcsen(\sqrt{FCC/100})$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	1,336776	0,1206873	11,07636	0,00001

**Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,17	0,34	0,51	0,69
20	0,25	0,49	0,74	0,99
30	0,31	0,62	0,93	1,24
40	0,37	0,73	1,10	1,46
50	0,42	0,84	1,26	1,67
60	0,47	0,94	1,42	1,89
70	0,53	1,06	1,59	2,11
80	0,59	1,18	1,77	2,36
90	0,67	1,33	2,00	2,66
100	0,84	1,67	2,51	3,35

$$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcsen(\sqrt{FCC/100})$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,1066242	0,008963212	11,89576	0,00001

## *Rosmarinus officinalis* L.



Fotografía I.4.2.45.- *Rosmarinus officinalis* en floración.

**Nombres vulgares:** romero.

**Talla:** mata de talla mediana de 1 a 1,5 (2,5-3) metros. Sobrepasa los dos metros en lugares muy abrigados y con algo de suelo. Mata aromática, erecta, siempreverde y muy ramosa.

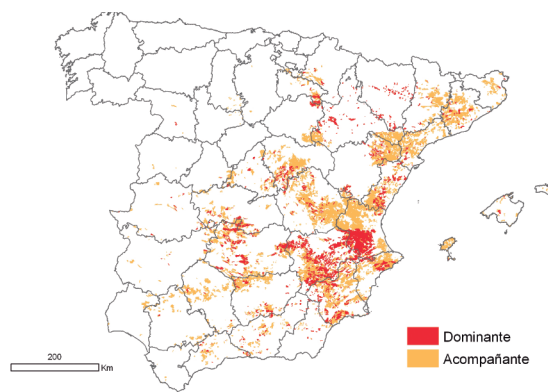
**Suelos:** vive sobre todos los sustratos edáficos, pero es más abundante en los calizos.

**Dominios:** se sitúa en zonas con inviernos cálidos y cuando se interna en las montañas del interior de la península lo suele hacer en laderas soleadas. Especie propia de los dominios degradados de la encina, laderas pedregosas y erosionadas, y de *Quercus faginea*, *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*. Es indiferente edáfico y se inserta como componente de agrupaciones en el ámbito potencial de los bosques subesclerófilos y esclerófilos, formando matorrales donde predomina o bien como integrante de manchas, enebrales y jarales sobre sustratos silíceos o bien en garrigas, coscojares y matorrales mixtos calcícolas, participando en los hiperxerófilos (romerales mixtos) y en los gipsófilos, con el esparto.

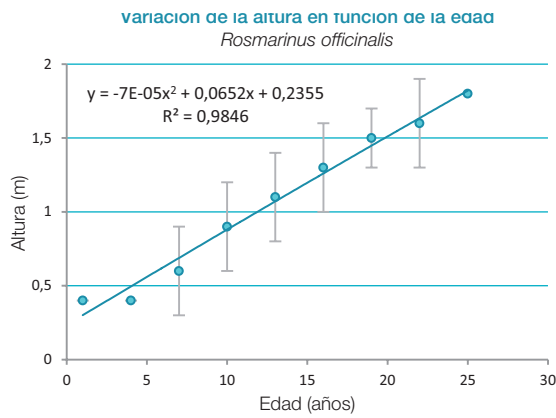
**Aprovechamientos tradicionales:** es probable que el romero sea una de las plantas más utilizadas por el hombre a lo largo de la historia. Se ha utilizado a nivel industrial y en hornos de pan, también como combustible en hogares. Productora de miel de gran calidad (miel de romero). Se cultiva frecuentemente como ornamental.

### **Distribución:**

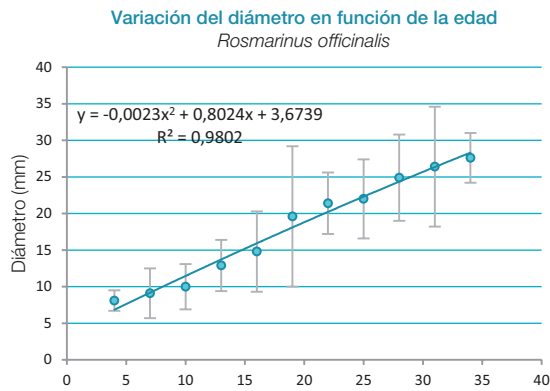
Superficie dominante: 519.498 ha  
Superficie secundaria: 3.406.018 ha



**Crecimientos en diámetro y altura:**



Rosmarinus officinalis ( $h_m$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
0-2	1	10	0,4	0,0
3-5	4	10	0,4	0,0
6-8	7	40	0,6	0,3
9-11	10	11	0,9	0,3
12-14	13	28	1,1	0,3
15-17	16	25	1,3	0,3
18-20	19	10	1,5	0,2
21-23	22	11	1,6	0,3
24-26	25	7	1,8	0,3



Rosmarinus officinalis ( $\bar{\phi}_{sc}$ )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	5	8,1	1,4
6-8	7	29	9,1	3,4
9-11	10	31	10,0	3,1
12-14	13	37	12,9	3,5
15-17	16	36	14,8	5,5
18-20	19	19	19,6	9,6
21-23	22	22	21,4	4,2
24-26	25	9	22,0	5,4
27-29	28	4	24,9	5,9
30-32	31	3	26,4	8,2
33-35	34	3	27,6	3,4

**Biomasa total acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	1,8	3,9	6,1	8,5
20	2,7	5,8	9,2	12,8
30	3,4	7,5	11,9	16,5
40	4,1	9,1	14,4	19,9
50	4,8	10,6	16,8	23,3
60	5,5	12,2	19,3	26,7
70	6,3	13,8	21,9	30,3
80	7,1	15,7	24,8	34,4
90	8,2	18,0	28,4	39,4
100	10,6	23,3	36,9	51,1

$$W (t\ ha^{-1}) = a_1 \cdot H_m [\arccos(\frac{FCC}{100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	1,025574	0,14025769	7,312	0,00001
$b_1$	1,133836	0,06078939	18,652	0,0079



### Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,46	0,35	0,29	0,26
20	0,69	0,52	0,44	0,39
30	0,89	0,67	0,56	0,50
40	1,07	0,80	0,68	0,60
50	1,24	0,93	0,79	0,70
60	1,42	1,07	0,90	0,80
70	1,61	1,21	1,02	0,91
80	1,82	1,37	1,16	1,03
90	2,08	1,56	1,32	1,17
100	2,68	2,02	1,71	1,51

$$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\frac{FCC}{100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	3,1620475	0,6289824	5,027243	0,00001
$b_1$	-0,412884	0,1057651	-3,90375	0,0002
$b_2$	1,1083937	0,2046081	5,417155	0,00001

Biomasa media modelo: 13,1

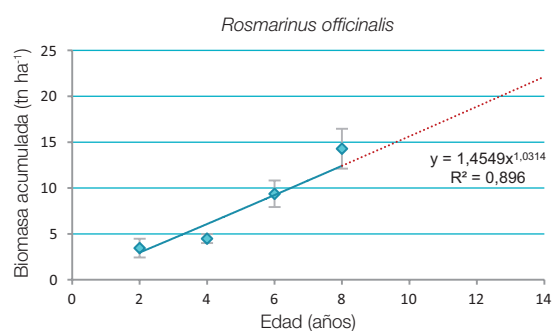
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,09

Transformación  $CO_2$ : 1,8195

### Evolución de la Biomasa aérea ( $t\ ha^{-1}$ ) en función de la edad:

Rosmarinus officinalis			
edad	Nº parcelas	$\bar{x}$ ( $tn\ ha^{-1}$ )	sd
2	10	3,5	1,0
4	10	4,5	0,5
6	10	9,4	1,4
8	10	14,3	2,2

### Variación de la Biomasa acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



## Lavandula stoechas L.



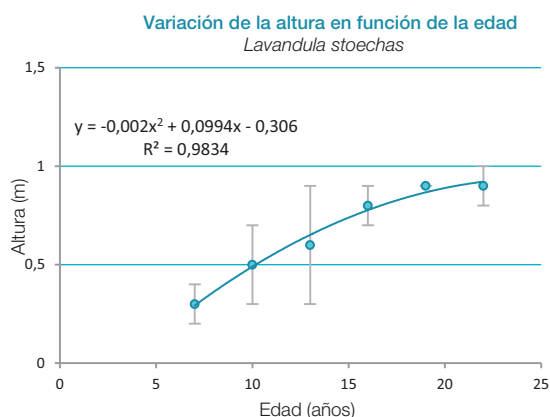
Fotografía I.4.2.46.- Lavandula stoechas.

**Nombres vulgares:** cantueso, tomillo borriquero, se puede considerar una especie colectiva que incluye varias subespecies algunas como la subespecie *pedunculata* que ocupan grandes extensiones en la mitad oeste de la Península Ibérica.

**Talla:** mata de 0,5 a 1 metro de altura, raras veces algo más.

**Suelos:** sobre terrenos silíceos: granitos, cuarcitas, pizarras, etc. y a veces sobre silicatos ultramáficos como serpentinas y peridotitas, aunque por lo general rehúye los sustratos básicos. Abunda en zonas muy erosionadas, pedregales y baldíos desarbolados y degradados por pastoreo, cultivos, deforestación, etc. Aparece en tomillares mixtos (*Thymus mastichina*) o con escobonales (*Cytisus sp.*)

### Crecimientos en diámetro y altura:



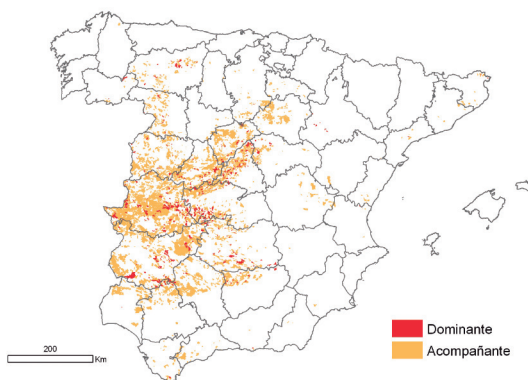
**Dominios:** los cantuesares o 'tomillares' abundan en la mitad norte peninsular en los dominios de *Quercus pyrenaica* y *Quercus ilex*; en la sur, ocupan terrenos intercalados en áreas de *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*. La especie forma parte del subpiso de arbustados de mancha silicícola degradada. Suele mezclarse con *Cytisus scoparius*, *Cytisus multiflorus*, *Cistus laurifolius*, *Cistus ladanifer*, *Thymus mastichina*, *Genista hirsuta*, etc.

**Aprovechamientos tradicionales:** planta melífera, con aplicaciones medicinales; los cantuesares se aprovechan para el pastoreo con ganado caprino y vacuno extensivo, cama para el ganado estabulado y encendaja para hornos.

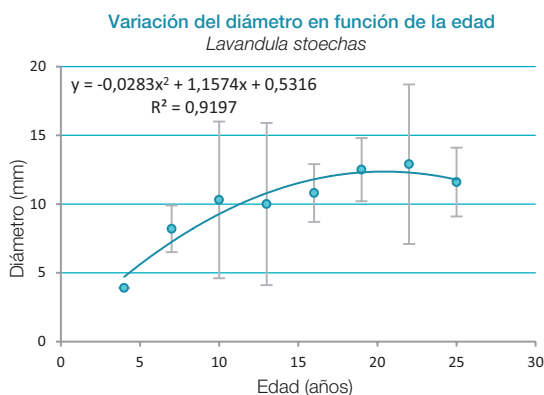
### Distribución:

Superficie dominante: 103.971 ha

Superficie secundaria: 2.958.592 ha



Lavandula stoechas (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
6-8	7	4	0,3	0,1
9-11	10	7	0,5	0,2
12-14	13	12	0,6	0,3
15-17	16	5	0,8	0,1
18-20	19	1	0,9	0,0
21-23	22	2	0,9	0,1



Lavandula stoechas (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	1	3,9	0,0
6-8	7	7	8,2	1,7
9-11	10	15	10,3	5,7
12-14	13	14	10,0	5,9
15-17	16	5	10,8	2,1
18-20	19	5	12,5	2,3
21-23	22	2	12,9	5,8
24-26	25	3	11,6	2,5

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)		
	5	10	15
10	2,7	4,2	5,4
20	3,4	5,3	6,8
30	3,9	6,1	7,9
40	4,3	6,8	8,8
50	4,7	7,4	9,6
60	5,1	8,0	10,4
70	5,5	8,6	11,2
80	5,9	9,2	12,0
90	6,4	10,0	13,0
100	9,0	18,0	27,0

$$W \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot Hm [\arccos(\text{FCC}/100)]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,952115	0,3513391	5,556213	0,00001
b <sub>1</sub>	0,6468343	0,1852431	3,491812	0,0015

**Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)		
	5	10	15
10	0,21	0,33	0,42
20	0,27	0,41	0,53
30	0,31	0,47	0,61
40	0,34	0,52	0,67
50	0,37	0,57	0,73
60	0,40	0,61	0,79
70	0,43	0,66	0,84
80	0,46	0,70	0,90
90	0,49	0,76	0,97
100	0,57	0,87	1,12

$$Y \text{ (t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot Hm [\arccos(\text{FCC}/100)]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,1592441	0,02766232	5,756715	0,00001
b <sub>1</sub>	0,6173933	0,1750969	3,526009	0,00170

## Phlomis purpurea L.



Fotografía I.4.2.47.- *Phlomis purpurea* en floración en Sierra Morena

**Nombres vulgares:** matagallos, melera, chupamieles.

**Talla:** mata media-alta de 1 a 1,5 (2) metros, ramas cubiertas de una borra o tomento lanoso muy denso y blanquecino.

**Suelos:** pedregosos y poco profundos, prefiere los de naturaleza caliza pero es frecuente sobre silíceos en Sierra Morena.

**Dominios:** forma rodales o aparece como sotobosque en laderas soleadas. En Sierra

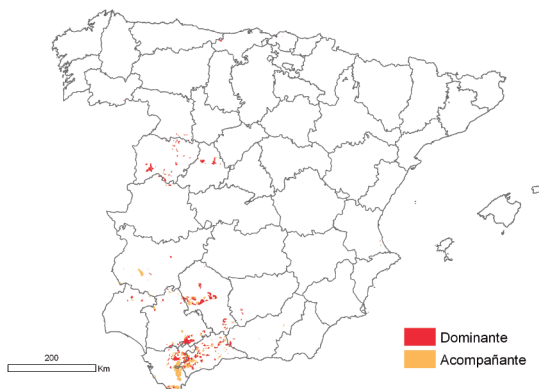
Morena forma rodales extensos con mayor abundancia y sociabilidad que en otras zonas. Aunque puede formar agrupaciones como especie dominante lo frecuente es que aparezca mezclado con otras especies de matorral.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha empleado en medicina como diurético y para eliminar cálculos renales y se considera que tiene valor como melífera.

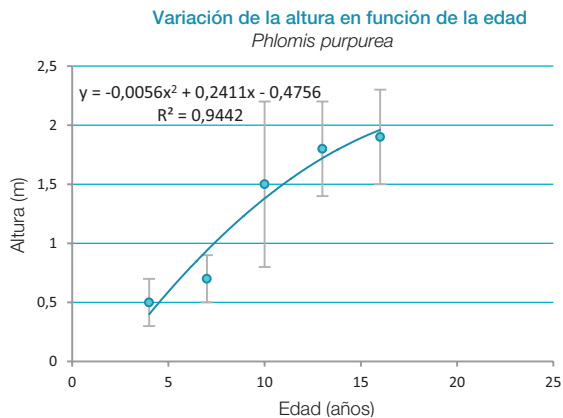
**Distribución:**

Superficie dominante: 1.858 ha

Superficie secundaria: 232.347 ha



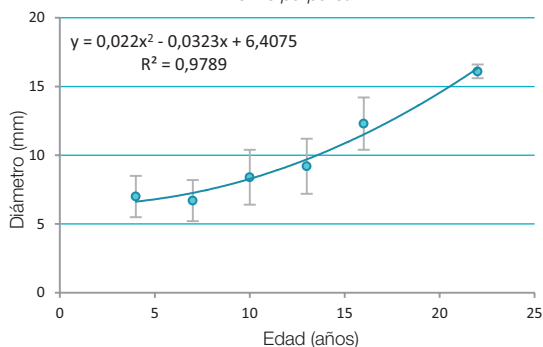
**Crecimientos en diámetro y altura:**



Phlomis purpurea (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (m)	sd (m)
3-5	4	2	0,5	0,2
6-8	7	3	0,7	0,2
9-11	10	2	1,5	0,7
12-14	13	5	1,8	0,4
15-17	16	2	1,9	0,4



Variación del diámetro en función de la edad  
*Phlomis purpurea*



Phlomis purpurea ( $\bar{\sigma}_s$ )

Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{X}$ (mm)	sd (mm)
3-5	4	9	7,0	1,5
6-8	7	6	6,7	1,5
9-11	10	10	8,4	2,0
12-14	13	11	9,2	2,0
15-17	16	3	12,3	1,9
21-23	22	2	16,1	0,5

**Biomasa total acumulada ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ MS}$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	1,6	3,3	4,9	6,6
20	2,4	4,8	7,1	9,5
30	3,0	5,9	8,9	11,9
40	3,5	7,0	10,5	14,0
50	4,0	8,0	12,1	16,1
60	4,5	9,1	13,6	18,2
70	5,1	10,2	15,2	20,3
80	5,7	11,3	17,0	22,7
90	6,4	12,8	19,2	25,6
100	8,0	16,1	24,1	32,2

$$W (t \text{ ha}^{-1}) = a_1 \cdot H_m \cdot \arcsen\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	1,024665	0,2033905	5,037921	0,00001

**Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1} \text{ MS}$ ) en función de Fcc y Altura media:**

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,16	0,33	0,49	0,66
20	0,24	0,47	0,71	0,95
30	0,30	0,59	0,89	1,18
40	0,35	0,70	1,05	1,40
50	0,40	0,80	1,20	1,60
60	0,45	0,90	1,36	1,81
70	0,51	1,01	1,52	2,02
80	0,56	1,13	1,69	2,26
90	0,64	1,27	1,91	2,55
100	0,80	1,60	2,40	3,20

$$Y (t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}) = a_1 \cdot H_m \cdot \arcsen\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,1020098	0,01224869	8,328218	0,00001



## Thymus spp. incluye *T. vulgaris* L., *T. mastichina* (L.) L., *T. zygis* Loefl ex L., *T. baeticus* Boiss. ex Lacaíta, e hibridaciones



Fotografía I.4.2.49.- *Thymus vulgaris* en floración.



Fotografía I.4.2.50.- *Thymus mastichina* en Sierra de Cazorla (Jaén)

**Nombres vulgares:** Tomillo común, tomillo salsero, tomillo blanco, tomillo aceituno, tomillo gris, tomillo limonero.

**Talla:** matas erectas o más o menos postradas o rastreras de 15 a 60 (80) centímetros.

**Suelos:** crecen sobre terrenos silíceos y a veces calizos (*Thymus mastichina*); sólo calizos (*Thymus vulgaris*); o ambos tipos de sustratos (*Thymus zygis*). *Thymus baeticus* vegeta sobre calizas, arenas dolomíticas, margas y yesos.

### Distribución:

*T. mastichina*:

Superficie dominante: 123.660 ha

Superficie secundaria: 3.293.804 ha

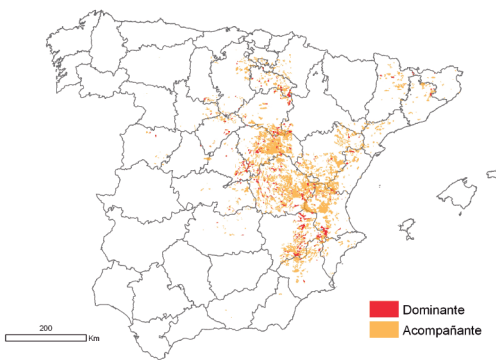
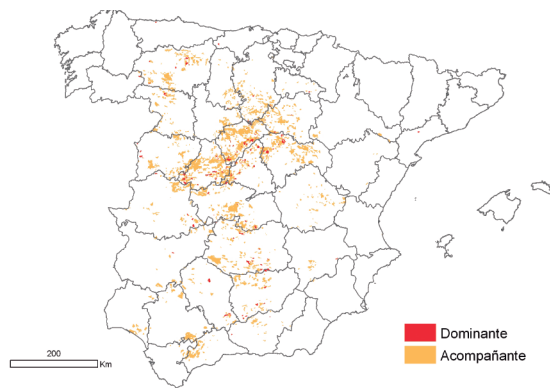
**Dominios:** forman matorrales incipientes o de baja madurez por degradación, que son en general mixtos (pastizales leñosos), con géneros de la misma familia de las Labiadas y de otras con fisonomías similares (tipo 'tomillo') con los que comparten predominio.

**Aprovechamientos tradicionales:** muy utilizados como condimento y aceites esenciales. Su uso como combustible ha sido anecdótico. Los tomillares suelen ser terrenos buenos para pastos y para caza menor.

*T. vulgaris*:

Superficie dominante: 56.298 ha

Superficie secundaria: 1.342.141 ha



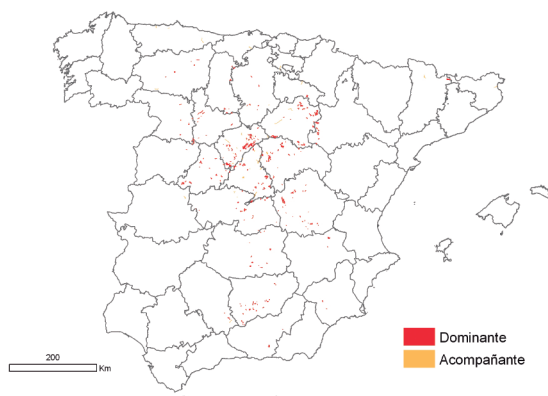


### Distribución:

*T. zygis*:

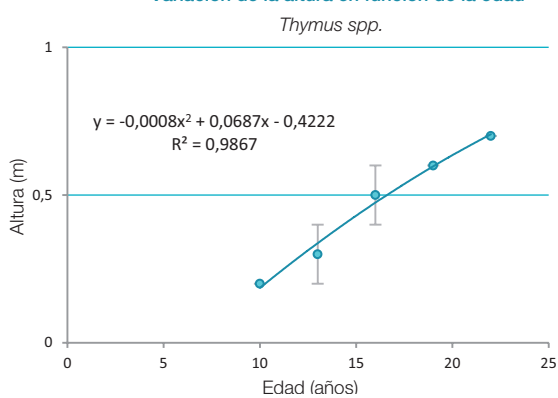
Superficie dominante: 39.586 ha

Superficie secundaria: 727.604 ha



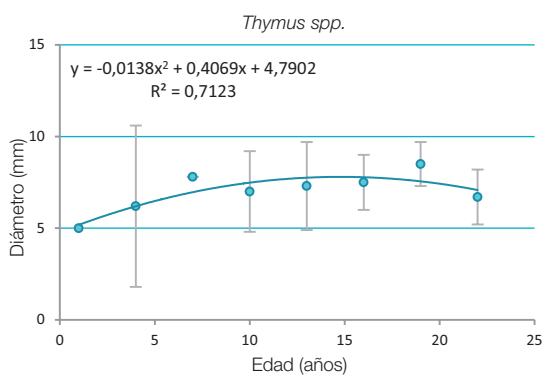
### Crecimientos en diámetro y altura:

Variación de la altura en función de la edad



Thymus spp. (h <sub>m</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{x}$ (mm)	sd (mm)
9-11	10	3	0,2	0,0
12-14	13	11	0,3	0,1
15-17	16	7	0,5	0,1
18-20	19	1	0,6	0,0
21-23	22	3	0,7	0,0

Variación del diámetro en función de la edad



Thymus spp. (Ø <sub>sc</sub> )				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	$\bar{x}$ (mm)	sd (mm)
0-2	1	1	5,0	0,0
3-5	4	2	6,2	4,4
6-8	7	1	7,8	0,0
9-11	10	8	7,0	2,2
12-14	13	13	7,3	2,4
15-17	16	12	7,5	1,5
18-20	19	6	8,5	1,2
21-23	22	3	6,7	1,5

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,3520818	0,182531	7,407411	0,00001
b <sub>1</sub>	0,8747779	0,1584323	5,521462	0,00001

Fcc (%)	Altura media (dm)	
	5	10
10	2,0	3,8
20	2,8	5,2
30	3,4	6,3
40	4,0	7,3
50	4,5	8,2
60	5,0	9,1
70	5,5	10,1
80	6,0	11,1
90	6,7	12,3
100	8,2	15,0

**Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,1022028	0,01751544	5,835011	0,00001
b <sub>1</sub>	0,511909	0,17789586	2,877577	0,0069

Fcc (%)	Altura media (dm)	
	5	10
10	0,13	0,19
20	0,16	0,22
30	0,18	0,25
40	0,19	0,27
50	0,21	0,29
60	0,22	0,31
70	0,23	0,33
80	0,25	0,35
90	0,26	0,37
100	0,29	0,42

**Stipa tenacissima L.**



Fotografía I.4.2.51.- Stipa tenacissima en Sierra de Santa Pola, Alicante.

**Talla:** forma macollas, primero circulares, luego anulares por muerte de la parte central, con la edad se rompe el anillo de la macolla y se forman arcos que en laderas vuelven su concavidad hacia la parte alta. Su altura es variable, de 0,6 a 1,5 (2) metros.

**Suelos:** frecuente en terrenos calcáreos, margosos y arcillosos, puede aparecer también sobre arenosos procedentes de la desintegración de granitos en los Montes de Toledo.

**Nombres vulgares:** atocha, esparto.

**Dominios:** el esparto se distribuye en zonas de clima seco o muy seco donde en muchas ocasiones no puede establecerse



la vegetación arbórea ni arbustiva (tipo hiperxerófilo). En este caso están la mayoría de los espartizales puros, más o menos densos que han sido aprovechados por el hombre históricamente. En otras ocasiones se sitúa en ámbitos de encinares calcícolas, o bien en el dominio de *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* y *Ziziphus lotus*. En la parte más árida del suroeste ibérico ocupa grandes superficies cubriendo las solanas y cerros en los que alterna con *Lygeum spartum* que se sitúa en las depresiones arcillosas o en pies de ladera con algo de humedad y a veces con más o menos sal o yeso.

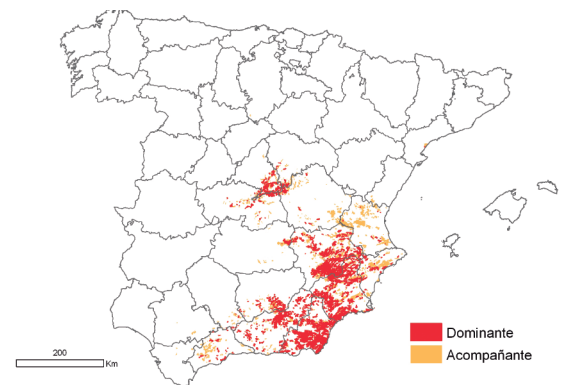
**Aprovechamientos tradicionales:** el esparto se ha utilizado industrialmente en cordelería, calzado, diferentes atalajes empleados en el mundo rural y hasta vestiduras de personas en tiempos prehistóricos. Otro gran uso ha sido, hasta hace pocos años, la fabricación de esteras, serones para caballerías, espuestas

y capachos variados empleados para exprimir el orujo de aceituna y uva. Hasta los años 1969-70 se ha utilizado para los usos descritos y para fabricar papel muy fino, de gran blancura y calidad. En la actualidad se siguen haciendo aprovechamientos en determinados atochares, pero su cantidad no pasa de algunas decenas de toneladas.

#### **Distribución:**

Superficie dominante: 375.465 ha

Superficie secundaria: 582.970 ha



## Lygeum spartum L.



Fotografía I.4.2.52.- *Lygeum spartum* en Bardenas Reales (Navarra)



**Nombres vulgares:** albardín, esparto basto.

**Talla:** forma macollas algo menores y más claras que *Stipa tenacissima* y alcanza alturas de 0,5 a 1 (1,5) metros.

**Suelos:** vive en estepas arcillosas y limosas tendiendo a ocupar los fondos de valles, en lugares húmedos estacionalmente y suaves taludes abundando más en zonas salobres, salinas y yesosas.

**Dominios:** al igual que el esparto, el albardín vive en zonas áridas y semiáridas ocupando las zonas más soleadas, yesosas y con algo de

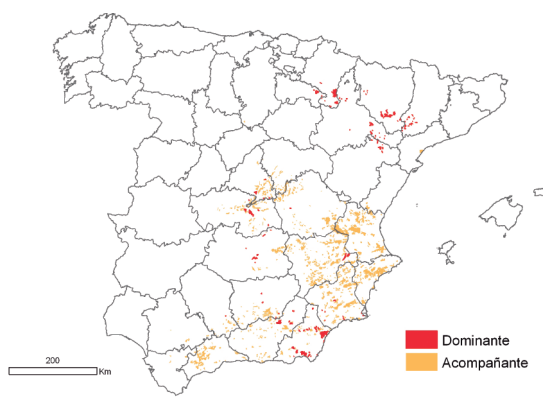
humedad. La vegetación arbórea suele tener muchas dificultades para prosperar en esos enclaves, en las laderas o taludes de erosión puede verse con *Pinus halepensis*, lentisco y raras veces con matas de encina en forma de carrasca.

**Aprovechamientos tradicionales:** se ha utilizado para los mismos que *Stipa tenacissima*, pero su fibra es más corta y frágil por lo que daba lugar a productos de menor resistencia y duración. Actualmente se recogen pequeñas cantidades para usos en artesanía y poco más.

### Distribución:

Superficie dominante: 27.603 ha

Superficie secundaria: 612.033 ha





## **I.5 CONTENIDO DE CARBONO EN LAS PRINCIPALES ESPECIES DE MATORRAL Y ARBUSTEDO**

Debido a la gran extensión superficial que ocupan estas formaciones, al interés despertado por conocer su capacidad de fijación de carbono, a las posibilidades de su aprovechamiento como biocombustible, así como su contribución al inicio y en el desarrollo de los incendios forestales, se plantea la necesidad de conocer la biomasa acumulada en los matorrales españoles, el contenido de carbono en su biomasa aérea y, como consecuencia, la cantidad de carbono acumulado en los mismos.

En España, se cuenta con información sobre la estimación de la biomasa y carbono para especies forestales arbóreas (por ejemplo, Ibañez *et al.* 2002; Montero *et al.* 2005; Balboa-Murias *et al.* 2006a; 2006b; Pérez-Cruzado *et al.* 2011; Ruiz-Peinado *et al.* 2011, 2012) y para especies arbustivas (por ejemplo, Blanco & Navarro 2003; Navarro & Blanco 2006; Montero *et al.* 2013; Ruiz-Peinado *et al.* 2013; Pasalodos *et al.* 2015). Esta información ayuda en la determinación, cada vez más precisa, de la capacidad de fijación del carbono de los principales matorrales y formaciones arboladas. La gestión de los matorrales está más necesitada de información que la de las masas forestales arbóreas y se hace cada vez más necesario buscar alternativas futuras susceptibles de generar recursos económicos, dentro de una gestión sostenible derivada de la aplicación de técnicas adecuadas de fruticicultura, según San Miguel *et al.* (2008).

La concentración de carbono en la biomasa de la mayoría de las especies leñosas (árboles, arbustos, matas) se estima, en general, en el 50% (IPCC, 1996; Brown, 1997; Hough *et al.* 1999). Algunos estudios posteriores han demostrado la existencia de una cierta variabilidad en el contenido de carbono entre especies y entre diferentes fracciones de biomasa dentro de una misma especie (Lin *et al.* 2002; Lamton & Savidge 2003; Peri *et al.* 2004; Gayoso y Guerra, 2005; Figueroa *et al.* 2005; Avendaño *et al.* 2009; Montero *et al.* 2013; Thomas & Martin 2013). En este trabajo, se presentan datos individuales para las principales especies de matorral y arbustedos.

La toma de datos se llevó a cabo coincidiendo con los trabajos de campo realizados en todas las provincias andaluzas dentro del proyecto RECAMAN (Campos y Díaz-Balteiro, 2015) y se ha completado con muestras tomadas en las provincias de Zamora, León, Lugo, Guadalajara, Cáceres, Ciudad Real, Teruel, Lleida, Girona, A Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra. Se han recogido muestras de 122 especies, entre las que figura la encina o carrasca (*Quercus ilex* ballota) en sus morfotipos de talla subarbórea, constituyentes de comunidades de matorral o arbustedo.

Como regla general, en cada parcela de muestreo se tomaron tres muestras de sendas matas leñosas diferentes para conocer la variabilidad intraespecífica en el contenido de carbono. En algunas ocasiones, por deterioro o pérdida de alguna muestra, sólo se pudo contar con una o dos muestras por especie. Siempre que fue posible se eligieron individuos de características y vigor medio dentro de su especie. Cada muestra incluía tallos y ramas, excluyéndose las hojas. Se procuró que entrasen en proporciones similares tallos gruesos y viejos, ramas de tamaño medio y ramillas jóvenes, en pocas ocasiones brotes del año si no estaban muy lignificados. No se tomaron datos biométricos de los individuos seleccionados ni se anotaron características morfológicas de los mismos.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio del INIA-CIFOR donde fueron secadas, molidas y analizadas. Los contenidos de carbono total (CT) se determinaron en las muestras molidas y secas a 65° C por combustión seca utilizando un analizador total LECO mod. HCN-600. En este proceso, las muestras vegetales se queman en oxígeno puro y, en los gases de combustión, se determina el carbono mediante una célula de infrarrojos. Todas las muestras se midieron por duplicado. El equipo se calibró diariamente con EDTA. El control de las lecturas se llevó a cabo mediante el uso de patrones certificados. Los resultados obtenidos por especies y por géneros se presentan en las Tablas I.5.1 y I.5.2.



Tabla 1.5.1.-Contenido de carbono total (% sobre peso seco en estufa) y desviación típica de las principales especies de arbustados y matorrales españoles

Especie	Promedio carbono	Desviación típica	Especie	Promedio carbono	Desviación típica
Adenocarpus decorticans Boiss.	51,34	2,03	Halimium umbelatum L.	51,72	0,70
Adenocarpus telonensis Loisel.	53,40	0,11	Heliantemum spp. (L.) Willd.	48,84	0,26
Amelanchier ovalis Medik	49,24	0,21	Helichrysum stoechas L.	50,08	-
Asphodelus albus Mill.	47,41	0,56	Ilex aquifolium L.	51,08	0,53
Arbutus unedo L.	49,83	1,38	Jasminum fruticans L.	50,07	0,34
Arctostaphylos uva-ursi L.	49,65	0,65	Juniperus communis L.	48,75	0,19
Asparagus albus L.	49,38	0,72	Juniperus oxycedrus L.	51,48	1,34
Berberis vulgaris L.	49,63	0,10	Lavandula stoechas L.	53,09	0,18
Buxus sempervirens L.	50,46	0,23	Ligustrum vulgare L.	47,64	0,11
Calicotome villosa (Poir) Link	50,21	0,41	Lithospermum fruticosum L.	48,87	0,44
Calluna vulgaris L.	50,55	0,49	Lonicera arborea Boiss.	48,23	-
Chamaerops humilis L.	47,59	0,72	Lonicera etrusca Santi.	48,51	0,17
Cistus albidus L.	49,36	0,28	Myrtus communis L.	48,84	0,80
Cistus clusii Dunal	49,62	1,44	Nerium oleander L.	48,45	1,40
Cistus crispus L.	49,63	1,05	Olea europaea var. sylvestris (Mill.)	50,79	-
Cistus ladanifer L.	49,70	0,66	Osyris alba L.	49,97	0,57
Cistus laurifolius L.	49,84	0,45	Osyris lanceolata Hochst.	49,69	1,14
Cistus libanotis L.	49,81	0,43	Phillyrea angustifolia L.	53,04	0,52
Cistus monspeliensis L.	49,92	1,02	Phillyrea latifolia L.	51,29	0,47
Cistus populifolius L.	48,84	0,91	Phillyrea media L.	49,50	0,53
Cistus salviifolius L.	49,42	0,77	Phlomis purpurea L.	50,18	0,93
Cornus sanguinea L.	49,30	0,34	Pistacia lentiscus L.	49,30	1,55
Cornus spp. L.	51,01	0,44	PPistacia terebinthus L.	50,22	0,38
Crataegus monogyna Jacq.	48,55	0,54	Prunus mahaleb L.	49,41	0,05
Cytisus arboreus Webb.	49,29	1,78	Prunus spinosa L.	48,94	0,09
Cytisus oromediterraneus (Rivas Mart. et al.)	50,94	0,47	Pteridium aquilinum L.	49,18	0,09
Cytisus cantabricus ssp.baeticus (Desf) Webb	50,68	0,49	Pyrus bourgaeana Decne.	49,91	1,41
Cytisus cantabricus Wilk.	49,49	0,56	Quercus coccifera L.	46,91	0,64
Cytisus grandiflorus Brot.	49,56	0,06	Quercus ilex L. (Desf.) Samp.	46,72	0,52
Cytisus malacitanus Boiss.	50,37	0,36	Quercus lusitanica Lam.	51,83	0,13
Cytisus multiflorus (L'Hér.) Sweet	50,29	0,40	Retama monosperma L.	49,73	0,30
Cytisus scoparius L.	50,04	0,25	Retama sphaerocarpa L.	50,93	1,33
Cytisus striatus (Hill.)	50,38	0,28	Rhamnus alaternus L.	48,90	0,26
Daphne gnidium L.	51,24	1,25	Rhamnus frangula L.	48,93	0,40
Daphne laureola L.	49,40	-	Rhamnus lycioides L.	49,13	0,27
Dorycnium pentaphyllum. Scop., Fl. Carniol.	53,46	1,31	Rhamnus oleoides L.	47,03	1,28
Echinopartum sp. (Spach) Fourr.	49,82	1,15	Rhododendron ferrugineum L.	50,90	3,07
Erica arborea L.	51,43	1,17	Rosa canina L.	49,51	0,55
Erica australis L.	51,92	0,49	Rosa micrantha Borrer.	50,21	-
Erica erigena R.Ross.	48,23	0,74	Rosmarinus officinalis L.	52,35	0,42
Erica scoparia L.	51,31	-	Rubus ulmifolius Schott.	49,16	-
Erica terminalis Salisb.	50,55	0,11	Salix atrocinerea Brot.	50,36	0,28
Erica tetralix L.	50,12	0,08	Salix purpurea L.	48,75	0,21
Erica umbellata Loefl. Ex L.	50,51	0,27	Sambucus nigra L.	49,50	0,27
Erica vagans L.	50,30	1,68	Spartium junceum L.	51,35	0,34
Erinacea anthyllis L.	52,71	-	Stauracanthus sp	50,69	-
Flueggea tinctoria L.	51,14	0,08	Stipa tenacissima L.	47,41	0,18
Genista cinerea (Vill.) DC	50,34	0,42	Tamarix gallica L.	48,58	0,33
Genista falcata Brot.	51,57	0,33	Teucrium fruticans L.	50,40	1,14
Genista florida L.	50,09	0,91	Thymus mastichina L.	51,68	1,11
Genista hirsuta Vahl.	53,83	-	Thymus vulgaris L.	50,57	-
Genista linifolia L.	50,40	0,22	Thymus zigys Loefl.	51,13	0,58
Genista scorpius L.	51,14	0,66	Tymbra capitata (L.) Cav.	50,77	-
Genista tinctoria L.	50,15	0,69	Ulex australis. Clemente	51,12	0,41
Genista tridentata L.	52,09	0,58	Ulex baeticus Boiss.	49,27	0,18
Genista versicolor Boiss.	50,40	0,04	Ulex boivinii Webb.	48,96	-
Genista. monspessulana L.	47,95	1,10	Ulex europeaus L.	47,22	1,37
Halimium atriplicifolium Lam.	49,55	0,60	Ulex gallii Planch.	49,08	0,34
Halimium halimifolium L.	50,83	0,29	Ulex lusitanicus L.	49,72	0,16
Halimium lasianthum Lam.	49,41	0,15	Ulex minor Roth	49,74	0,60
Halimium lasianthum ssp. alyssoides (Lam.)	49,75	0,07	Viburnum tinus L.	50,82	0,79
Halimium ocymoides Lam.	48,37	0,22	MEDIA	49,99	0,54

Fuente: Montero et al. 2013



Tabla 1.5.2.- Contenido de carbono total (% sobre peso seco en estufa) y desviación típica para los principales géneros botánicos de arbustos y matorrales españoles

	Género	Promedio % C	Desviación típica		Género	Promedio % C	Desviación típica
1	Adenocarpus DC.	52,37	1,77	31	Lithospermum L.	48,87	0,44
2	Amelanchier Medik.	49,24	0,21	32	Lonicera L.	48,42	0,19
3	Asphodelus L.	47,41	0,56	33	Myrtus L.	48,84	0,80
4	Arbutus L.	49,83	1,38	34	Nerium L.	48,45	1,40
5	Arctostaphylos Adans.	49,65	0,65	35	Olea L.	50,79	0,00
6	Asparagus L.	49,38	0,72	36	Osyris L.	49,83	0,91
7	Berberis L.	49,63	0,10	37	Phillyrea L.	51,28	1,53
8	Buxus L.	50,46	0,23	38	Phlomis L.	50,18	0,93
9	Calicotome Link.	50,21	0,41	39	Pistacia L.	49,67	1,30
10	Calluna Salisb.	50,55	0,49	40	Prunus L.	49,17	0,25
11	Chamaerops L.	47,59	0,72	41	Pteridium Gled. ex Scop.	49,18	0,09
12	Cistus L.	49,49	0,90	42	Pyrus L.	49,91	1,41
13	Cornus L.	50,15	0,94	43	Quercus L.	48,48	2,41
14	Crataegus L.	48,55	0,54	44	Retama (Rafin) Boiss.	50,41	1,19
15	Cytisus L.	50,20	0,88	45	Rhamnus L.	48,58	1,01
16	Daphne L.	50,87	1,34	46	Rhododendron L.	50,90	3,07
17	Dorycnium Vill.	53,46	1,31	47	Rosa L.	49,69	0,56
18	Echinospartum Fourr.	49,82	1,15	48	Rosmarinum L.	52,35	0,42
19	Erica L.	50,46	1,40	49	Rubus L.	49,16	0,00
20	Erinacea Adans.	52,71	-	50	Salix L.	49,56	0,84
21	Flueggea Willd.	51,14	0,08	51	Sambucus L.	49,50	0,27
22	Genista L.	50,59	1,36	52	Spartium L.	51,35	0,34
23	Halimium sp (Dunal) Spach	49,91	1,18	53	Stauracanthus Link.	50,69	0,00
24	Helianthemum Miller	48,84	0,26	54	Stipa L.	47,41	0,18
25	Helichrysum Mill.	50,08	0,00	55	Tamarix L.	48,58	0,33
26	Ilex L.	51,08	0,53	56	Teucrium L.	50,40	1,14
27	Jasminum L.	50,07	0,34	57	Thymus L.	51,31	0,95
28	Juniperus L.	50,11	1,67	58	Tymbra L.	50,77	0,00
29	Lavandula L.	53,09	0,18	59	Ulex L.	49,32	1,37
30	Ligustrum L.	47,64	0,11	60	Viburnum L.	50,82	0,79
TOTAL						49,99	49,99

Fuente: Montero et al. 2013



## **I.6 PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y FIJACIÓN DE CARBONO POR MATORRALES Y ARBUSTEDOS**

La estimación de biomasa de los matorrales y arbustedos puede hacerse a escala de especies, tal como se ha realizado en las fichas de especies, o de agrupaciones de matorral (Tabla I.1.4.1), y a su vez esas estimaciones pueden referirse a diferentes niveles territoriales: rodales, montes, términos municipales, provincias, comunidades autónomas o territorio nacional, siempre que se disponga de información cartográfica y de parámetros de la vegetación que lo hagan posible.

Actualmente, se dispone de información sobre altura media y fracción de cabida cubierta del matorral en montes arbolados con  $F_{cc} > 10\%$ , a través de la muestra de parcelas del Inventario Forestal Nacional (IFN). El dato de altura media que entra dentro de las ecuaciones de estimación de biomasa puede aplicarse directamente, pero la fracción de cabida cubierta del matorral requiere algunas modificaciones para evitar casos de  $F_{cc} \geq 100\%$ . Esto es debido a que el IFN considera como  $F_{cc}$  total la suma de las fracciones de cabida cubierta de las cinco especies principales de matorral de la parcela (individualizadas) y en ocasiones su solapamiento hace que en algunas parcelas la  $F_{cc}$  del matorral sea mayor que el 100%.

Sin embargo, las superficies arboladas con  $F_{cc} \leq 10\%$  están muy poco representadas en el IFN, y en ellas el matorral suele ser muy abundante.

El Mapa Forestal de España, a escala 1:25.000, incorpora información sobre  $F_{cc}$  y altura media de los matorrales desarbolados o con  $F_{cc} \leq 10\%$ , lo cual facilita la estimación de biomasa para grandes superficies de nuestro país.

En este trabajo, se presentan ecuaciones de biomasa acumulada y tasa de crecimiento para las principales especies de matorral que forman rodales homogéneos y espesos (jarales, tojares, romerales, retamares, brezales, etc.), incluyéndose en la ficha de cada especie. En segundo lugar, se ajustan ecuaciones de predicción de biomasa para las principales agrupaciones vegetales que figuran en la tabla I.1.4.1, y en tercer lugar, se presenta una ecuación general de predicción de biomasa acumulada y tasa de acumulación anual para toda la España peninsular y balear.

La estructura de los modelos de predicción basados en variables que figuran en las parcelas del IFN o en el Mapa Forestal de España 1:25.000, como son la fracción de cabida cubierta del matorral ( $F_{ccm}$ ) y la altura media del mismo (hm) permite que se logre una buena calidad de ajustes a diferentes niveles (especie, agrupación y conjunto de todas las especies y agrupaciones). Estas dos variables se han elegido por su significado biológico, pues el producto ( $F_{ccm} \cdot hm$ ) representa la biomasa que existe en un prisma cuya base es la superficie de la parcela ocupada por el matorral y cuya altura es igual a la altura media del mismo, por el cual el peso de la biomasa depende directamente de la espesura del matorral y de su altura media.

Por otra parte, el empleo de las dos variables indicadas es importante ya que existen datos de las mismas en las parcelas arboladas del IFN, a partir de mediciones, más o menos precisas, lo cual permite estimar la biomasa acumulada por los matorrales que forman parte del sotobosque de las zonas arboladas. Asimismo, la fracción de cabida cubierta y altura media de matorrales y arbustedos aparecen en el Mapa Forestal de España escala 1: 25.000.

### I.6.1 Estimación de Biomasa para especies individuales

En las fichas de cada especie, y siempre que se ha dispuesto de información suficiente, se presentan ecuaciones de predicción de biomasa acumulada y tasas de acumulación anual. También en dicha ficha y en alguna de estas especies, se ha dispuesto de información sobre el crecimiento o acumulación de biomasa en función de la edad, lo cual, permite presentar resultados sobre la variación de la biomasa por hectárea con la edad para algunas de las principales especies (*Cistus albidus*, *Cistus ladanifer*, *Cytisus scoparius*, *Erica arborea*, *Genista scorpius*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Rosmarinus officinalis* y *Ulex europaeus*). La información se ha obtenido a las edades de 2, 4, 6 y 8 años; sin embargo, en la ecuación ajustada, se ha prolongado la curva hasta los 14 años para ofrecer una orientación al lector de las cifras que pueden alcanzarse a dicha edad, que, por otro lado, está mucho más próxima a los turnos de desbroce de matorral cuando éste se roza periódicamente.

### I.6.2 Estimación de Biomasa por agrupaciones de matorral

La tabla I.1.4.1 se obtiene de una simplificación de la taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales (López Leiva, 2008) que se incluye íntegra en el Anexo I. El orden de las agrupaciones en la taxonomía jerarquizada sigue criterios preferentes de zonalidad, categorías de estructura (talla dominante habitual), grupo fisionómico y/o familia de pertenencia y, secundariamente, grado aproximado de higrofilia decreciente o afinidad/tolerancia creciente a climas mediterráneos semiárido o árido.

Aunque la tipificación general de la vegetación incluye numerosas agrupaciones y subagrupaciones, caracterizadas por sus principales especies, y en muchos casos la estimación superficial de cada una de ellas, no contamos en este trabajo con un número suficiente de parcelas muestreadas para poder ajustar ecuaciones individuales de predicción de biomasa para todas. Esto nos obliga a hacer una reagrupación limitada al segundo nivel de la clasificación. La aparición de nueva información sobre altura y Fcc de matorrales, así como la composición de especies por unidades de vegetación más desagregadas, podría permitir el ajuste de ecuaciones más específicas, que hoy no son posibles.

En este trabajo y partiendo de las 1.514 parcelas descritas, intentamos construir ecuaciones de predicción por agrupaciones, utilizando para cada agrupación el mayor número de parcelas que por la composición de sus especies, se ajusten lo más posible a las características de la agrupación. Naturalmente, algunas parcelas pueden ser incluidas en más de una agrupación, por ejemplo: parcelas de romeral puro o mixto pueden aparecer en las agrupaciones 16 (Sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rastreros), 19A (Garriga) y 26 (Matorrales de labiadas y tomillares).

La agrupación 11 "Galerías arbustivas, matorrales hidrófilos o freatófilos" no ha logrado representación suficiente en el muestreo que hemos realizado sobre las grandes áreas de matorral y arbustedo. Sin duda, se trata de un tipo frecuentemente representado en España, aunque concentrado en bandas longitudinales a lo largo de cauces continuos o estacionales y en vaguadas (excepcionalmente, en depresiones más amplias como zonas encharcables, humedales o gándaras), razón por la que su frecuencia no siempre se corresponde con su abundancia. Las principales especies que las forman (ver anexo I), no se corresponden estructural y funcionalmente con los arbustedos y matorrales mediterráneos, tanto por su



carácter hidrófilo como por su distribución lineal desde el punto de vista espacial. Su inclusión en la taxonomía jerarquizada se debe más a la talla arbustiva de muchas de sus especies que a que sean o hayan sido consideradas habitualmente como tales.

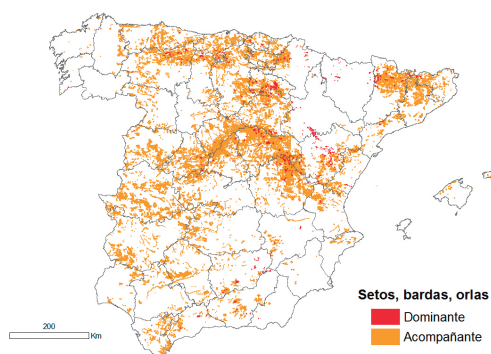
La agrupación número 14 (cornicabrales de *Pistacia terebinthus*), aparece de forma individualizada en dicha taxonomía de cubiertas leñosas no arboladas. Sin embargo, a nivel de producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub>, las diferencias con la agrupación 18 (lentiscales de *Pistacia lentiscus*) no justifican su separación, y al no disponer de un número suficiente de parcelas de muestreo en las que la *Pistacia terebinthus* aparezca como dominante, se ha convenido en aplicar la misma ecuación obtenida para lentiscales de su congénere *P. lentiscus*.

La agrupación 19B, que agrupa a los espinares subxerófilos y xerófilos dominados o caracterizados por especies del género *Rhamnus*, no se incluye en este estudio por su escasa representación superficial como especies dominantes, aunque salpicadas como especies acompañantes son frecuentes en gran parte de la España peninsular. A efectos de su biomasa aparecerán en la Agrupación número 27 "Otros matorrales y cubiertas mixtas intrazonales".

<https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

## Agrupación 12.- Setos, bardas, orlas

Se han adscrito a este tipo parcelas con presencia o dominancia de *Crataegus sp.*, *Rosa sp.*, *Prunus sp.*, *Rubus sp.* (*espinares caducifolios*) y también *Berberis sp.*, *Rhamnus cathartica* y posible presencia de arbolillos o arbustos como *Ilex aquifolium*. En el tipo, se incluyen también setos y orlas de arbustos inermes. N° parcelas: 31



Superficie dominante: 51.305 ha  
Superficie acompañante: 6.281.202 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	1,04	2,07	3,11	4,14
20	1,49	2,99	4,48	5,97
30	1,87	3,73	5,60	7,47
40	2,21	4,41	6,62	8,82
50	2,53	5,06	7,59	10,12
60	2,85	5,71	8,56	11,41
70	3,19	6,38	9,58	12,77
80	3,57	7,13	10,70	14,26
90	4,02	8,05	12,07	16,09
100	5,06	10,12	15,18	20,24

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcseno\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,6441192	0,120869	5,329067	0,00001



Fotografía 1.6.2.2.- Setos espinosos. Hoya del Espino (Jaén)



Fotografía 1.6.2.2.-Rubus ulmifolius como soto bosque de Q. pyrenaica. Montes de Tras la Sierra (Cáceres)

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,11	0,21	0,32	0,43
20	0,15	0,31	0,46	0,62
30	0,19	0,39	0,58	0,77
40	0,23	0,46	0,68	0,91
50	0,26	0,52	0,78	1,05
60	0,30	0,59	0,89	1,18
70	0,33	0,66	0,99	1,32
80	0,37	0,74	1,11	1,48
90	0,42	0,83	1,25	1,66
100	0,52	1,05	1,57	2,09

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcseno\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,06662938	0,0188693	3,5311	0,0028

Biomasa media modelo: 2,74

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 0,28

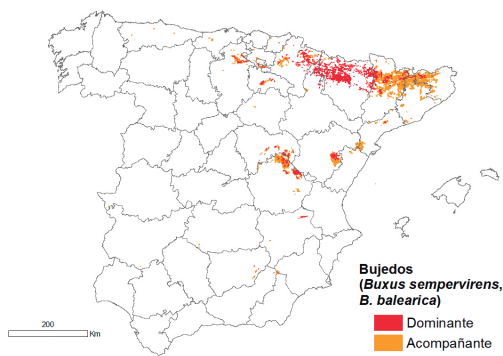
Coefficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8101



## Agrupación 13.- Bujedos

Esta agrupación incluye teselas con predominio de *Buxus sempervirens* y, localmente, de *Buxus balearica*. Las parcelas muestreadas sólo son de la primera especie.

Nº parcelas: 81



Superficie dominante: 100.661 ha

Superficie acompañante: 562.444 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
10	5,54	7,45	8,87	10,03	11,04	11,94	12,75
20	6,48	8,72	10,37	11,73	12,91	13,96	14,92
30	7,13	9,59	11,41	12,91	14,21	15,36	16,41
40	7,65	10,30	12,26	13,87	15,26	16,50	17,63
50	8,12	10,93	13,00	14,71	16,19	17,50	18,70
60	8,55	11,51	13,69	15,49	17,04	18,43	19,69
70	8,97	12,07	14,37	16,25	17,88	19,34	20,66
80	9,40	12,66	15,06	17,04	18,75	20,28	21,66
90	9,90	13,33	15,86	17,95	19,75	21,35	22,81
100	10,93	14,71	17,50	19,80	21,79	23,56	25,17

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	4,515059	1,0014483	4,508529	0,00001
b <sub>1</sub>	0,428802	0,0873552	4,908720	0,00001



Fotografía I.6.2.3.- *Buxus sempervirens*. El Boixal. Puertos de Beceite (Castellón)

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
10	0,25	0,31	0,34	0,37	0,39	0,41	0,43
20	0,28	0,34	0,38	0,41	0,44	0,46	0,48
30	0,30	0,36	0,40	0,44	0,46	0,49	0,51
40	0,31	0,38	0,42	0,46	0,49	0,51	0,53
50	0,32	0,39	0,44	0,47	0,50	0,53	0,55
60	0,33	0,40	0,45	0,49	0,52	0,55	0,57
70	0,34	0,42	0,47	0,51	0,54	0,57	0,59
80	0,36	0,43	0,48	0,52	0,56	0,58	0,61
90	0,37	0,45	0,50	0,54	0,57	0,60	0,63
100	0,39	0,47	0,53	0,58	0,61	0,64	0,67

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,2209653	0,05223597	4,230137	0,0001
b <sub>1</sub>	0,2775320	0,09965788	2,784848	0,0067

Biomasa media modelo: 13,72

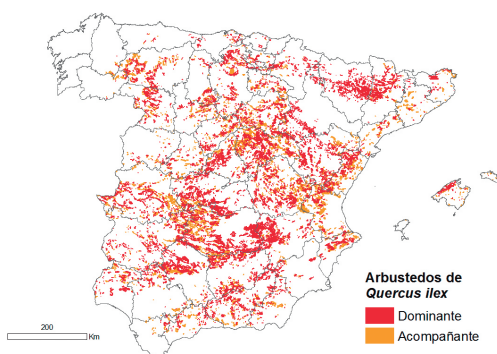
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 0,46

Coficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8502

## Agrupación 15.- Arbustados de *Quercus ilex*

Se incluyen parcelas de con dominancia de *Quercus ilex* de talla arbustiva, bien en el sotobosque de un dosel arbóreo a base de la propia encina o de distintas especies de Pinus, como en arbustados de mancha mediterránea.

Nº parcelas: 32



Fotografía I.6.2.4.- Arbustados de *Q. ilex*. Las Batuecas (Cáceres)

Superficie dominante: 1.482.245 ha  
 Superficie acompañante: 1.415.249 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	1,39	4,03	7,48	11,62
20	2,02	5,84	10,85	16,85
30	2,54	7,33	13,62	21,15
40	3,01	8,68	16,14	25,06
50	3,46	9,98	18,55	28,81
60	3,91	11,28	20,97	32,57
70	4,38	12,64	23,51	36,50
80	4,90	14,15	26,31	40,85
90	5,54	16,00	29,74	46,18
100	7,00	20,20	37,55	58,31

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,12	0,24	0,36	0,49
20	0,18	0,35	0,53	0,70
30	0,22	0,44	0,66	0,88
40	0,26	0,52	0,78	1,04
50	0,30	0,59	0,89	1,19
60	0,33	0,67	1,00	1,34
70	0,37	0,75	1,12	1,50
80	0,42	0,84	1,26	1,67
90	0,47	0,94	1,42	1,89
100	0,59	1,19	1,78	2,38

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_2}$$

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arccoseno\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,3768846	0,09491181	3,970893	0,00001
b <sub>1</sub>	1,5295796	0,14403099	10,619795	0,00001
b <sub>2</sub>	1,0172503	0,14436873	7,046195	0,00001

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,0756024	0,01160416	6,51511	0,00001

Biomasa media modelo: 4,00

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 0,28

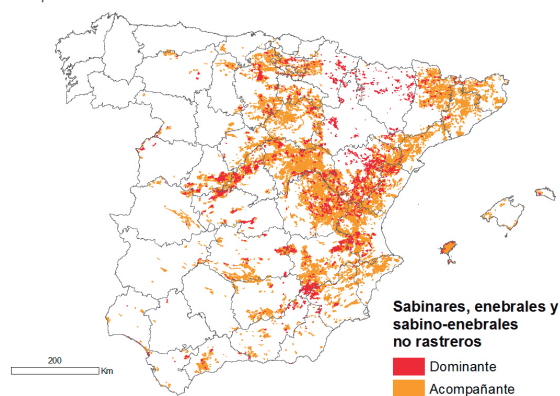
Coefficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,7131



## Agrupación 16.- Sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rastreros

Estas agrupaciones mixtas de *Juniperus communis*, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea* (y sus posibles mezclas) suelen insertarse en otros tipos, tanto de arbustados intercalados (encinares, coscojares) como matorrales de distinta composición, calcícolas y silícícolas. Se han adscrito parcelas con presencia o predominio de las especies principales y algunos matorrales calcícolas (en general, con abundancia de *Genista scorpius*).

Nº parcelas: 109



Superficie dominante: 346.578 ha

Superficie acompañante: 6.012.072 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)				
	5	10	15	20	25
10	1,47	3,48	5,76	8,23	10,85
20	2,32	5,48	9,06	12,94	17,07
30	3,06	7,23	11,95	17,07	22,51
40	3,76	8,88	14,69	20,99	27,68
50	4,46	10,53	17,41	24,88	32,81
60	5,18	12,23	20,22	28,90	38,11
70	5,95	14,05	23,24	33,20	43,79
80	6,82	16,12	26,66	38,09	50,24
90	7,93	18,72	30,96	44,24	58,34
100	10,53	24,88	41,14	58,78	77,52

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,8170986	0,19344388	4,223957	0,00001
b <sub>1</sub>	1,2403275	0,09067801	13,678372	0,00001



Fotografía I.6.2.6.- Sabino-enebral en Almodóvar del Pinar (Cuenca)



Fotografía I.6.2.6.- Enebral con romeral. Puebla del Salvador (Cuenca)

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)				
	5	10	15	20	25
10	0,14	0,19	0,22	0,25	0,27
20	0,26	0,35	0,42	0,47	0,52
30	0,38	0,51	0,61	0,69	0,76
40	0,51	0,69	0,82	0,92	1,02
50	0,65	0,87	1,03	1,17	1,29
60	0,80	1,07	1,27	1,44	1,59
70	0,97	1,30	1,55	1,75	1,93
80	1,17	1,57	1,87	2,12	2,33
90	1,44	1,94	2,31	2,61	2,87
100	2,14	2,88	3,43	3,88	4,27

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,4917113	0,1128271	4,358095	0,00001
b <sub>1</sub>	0,4288069	0,1064173	4,029486	0,0001
b <sub>2</sub>	1,7303628	0,1219542	14,188625	0,00001

Biomasa media modelo: 17,19

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,35

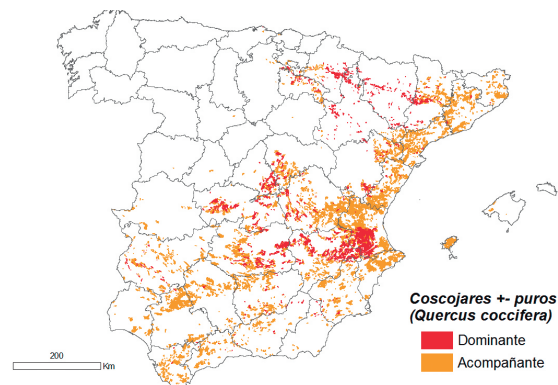
Coefficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8738



## Agrupación 17.- Coscojares más o menos puros (*Quercus coccifera*)

Incluye parcelas con dominancia o presencia importante de esta especie.

Nº parcelas: 54



Superficie dominante: 200.653 ha

Superficie acompañante: 2.218.364 ha



Fotografía I.6.2.8.- Coscojar. Motilla del Palancar (Cuenca)



Fotografía I.6.2.8.- Coscojar bajo *P. halepensis*. Casas de Ves (Albacete)

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	2,67	4,72	6,58	8,32	9,99	11,60
20	3,73	6,58	9,18	11,62	13,95	16,20
30	4,58	8,07	11,25	14,24	17,10	19,86
40	5,33	9,40	13,10	16,58	19,91	23,12
50	6,04	10,65	14,85	18,79	22,56	26,20
60	6,74	11,89	16,58	20,98	25,19	29,25
70	7,47	13,17	18,36	23,24	27,90	32,40
80	8,26	14,57	20,31	25,71	30,87	35,84
90	9,22	16,27	22,67	28,70	34,46	40,01
100	11,36	20,05	27,95	35,38	42,47	49,31

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	0,62	0,48	0,42	0,38	0,35	0,33
20	1,05	0,82	0,71	0,64	0,59	0,55
30	1,44	1,13	0,98	0,88	0,82	0,76
40	1,83	1,43	1,24	1,12	1,04	0,97
50	2,23	1,74	1,51	1,37	1,26	1,18
60	2,65	2,07	1,80	1,62	1,50	1,41
70	3,11	2,44	2,11	1,91	1,76	1,65
80	3,65	2,86	2,47	2,24	2,07	1,94
90	4,34	3,40	2,94	2,66	2,46	2,30
100	6,03	4,72	4,09	3,69	3,41	3,20

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	2,0135328	0,31443789	6,403595	0,00001
b <sub>1</sub>	0,8191936	0,08961063	9,141701	0,00001
b <sub>2</sub>	0,9125035	0,11303108	8,073032	0,00001

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	5,570363	0,9087199	6,129901	0,00001
b <sub>1</sub>	-0,353561	0,0779021	-4,538523	0,00001
b <sub>2</sub>	1,436201	0,1891700	7,592117	0,00001

Biomasa media modelo: 16,18

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,61

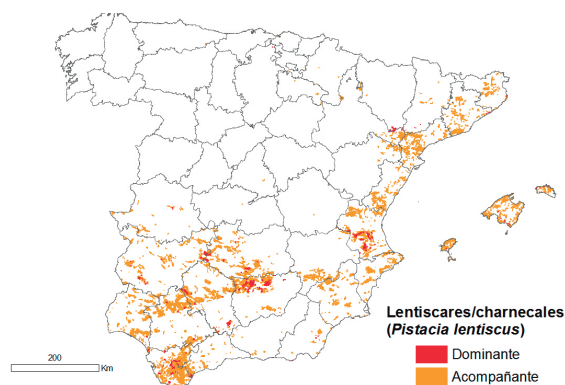
Coefficiente de transformación de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,7200



## Agrupación 18.- Lentiscales, charnecales (*Pistacia lentiscus*)

Incluye parcelas con dominancia o presencia significativa de esta especie.

Nº parcelas: 80



Superficie dominante: 40.448 ha

Superficie acompañante: 1.686.668 ha



Fotografía I.6.2.9.- *Pistacia lentiscus*. Cala d'Or (Mallorca)

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
10	3,78	6,60	9,14	11,52	13,79	15,96	18,07
20	5,07	8,85	12,26	15,45	18,49	21,41	24,23
30	6,07	10,59	14,68	18,49	22,13	25,62	29,00
40	6,94	12,11	16,78	21,14	25,30	29,29	33,15
50	7,75	13,52	18,73	23,61	28,25	32,70	37,02
60	8,54	14,90	20,64	26,01	31,12	36,03	40,79
70	9,34	16,30	22,59	28,46	34,05	39,43	44,63
80	10,21	17,82	24,69	31,11	37,22	43,10	48,78
90	11,25	19,64	27,20	34,28	41,01	47,48	53,75
100	13,52	23,61	32,70	41,21	49,31	57,09	64,62

$$W \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	2,5800701	0,9517896	2,710757	0,0083
b <sub>1</sub>	0,8037841	0,1432408	5,611419	0,00001

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
10	0,27	0,33	0,38	0,42	0,45	0,47	0,49
20	0,49	0,61	0,69	0,76	0,81	0,86	0,90
30	0,71	0,88	1,00	1,09	1,17	1,24	1,30
40	0,93	1,16	1,31	1,44	1,54	1,63	1,71
50	1,17	1,45	1,64	1,80	1,93	2,04	2,14
60	1,42	1,77	2,00	2,19	2,35	2,49	2,61
70	1,71	2,12	2,41	2,63	2,82	2,99	3,14
80	2,05	2,54	2,89	3,16	3,39	3,58	3,76
90	2,50	3,10	3,52	3,85	4,13	4,37	4,58
100	3,64	4,52	5,13	5,61	6,01	6,37	6,68

$$Y \text{ (t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}\text{)} = CF e^a Hm^b Fcc^c$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a	-0,1694	0,1291	2,232	0,0323
b	0,31190	0,1720	1,8113	0,0740
c	1,6414	0,1769	9,278	0,00001
SEE	0,6606			

Biomasa media modelo: 21,54

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,19

Coefficiente de transformación de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8077

## Agrupación 19.- Mancha mediterránea y afines

Montes arbustivos y subarbustivos mixtos, pluriespecíficos, silicícolas y más o menos termófilos. Se incluyen en esta agrupación parcelas con presencia o dominancia de matas de *Quercus ilex*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea sp.*, *Olea europaea*, *Erica sp.*, *Myrtus communis*, *Cistus sp.*, *Halimium sp.*, *Lavandula sp.*, *Phlomis sp.*, etc.

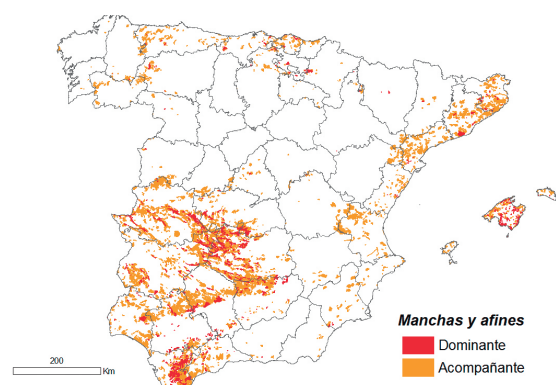
Nº parcelas: 519



Fotografía I.6.2.11.- Mancha mediterránea. Puerto de Niefla (Ciudad Real)



Fotografía I.6.2.11.- Mancha mediterránea. Parque Natural Sierra de Grazalema (Cádiz)



Superficie dominante: 429.014 ha  
Superficie acompañante: 3.739.433 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
10	2,62	5,24	7,86	10,48	13,10	15,72	18,34
20	3,77	7,55	11,32	15,10	18,87	22,65	26,42
30	4,72	9,44	14,16	18,88	23,60	28,32	33,03
40	5,57	11,15	16,72	22,30	27,87	33,45	39,02
50	6,39	12,79	19,18	25,58	31,97	38,37	44,76
60	7,21	14,43	21,64	28,86	36,07	43,28	50,50
70	8,07	16,14	24,21	32,28	40,35	48,42	56,49
80	9,01	18,03	27,04	36,06	45,07	54,08	63,10
90	10,17	20,34	30,51	40,68	50,85	61,02	71,19
100	12,79	25,58	38,37	51,16	63,94	76,73	89,52

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,628329	0,05365844	30,36619	0,00001

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Fcc (%)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
10	0,22	0,40	0,57	0,73	0,88	1,03	1,18
20	0,30	0,55	0,78	1,00	1,21	1,42	1,62
30	0,36	0,66	0,94	1,21	1,47	1,72	1,96
40	0,42	0,77	1,09	1,40	1,70	1,98	2,27
50	0,47	0,86	1,23	1,57	1,91	2,24	2,55
60	0,53	0,96	1,36	1,75	2,12	2,48	2,84
70	0,58	1,06	1,50	1,92	2,33	2,73	3,12
80	0,64	1,16	1,65	2,12	2,57	3,01	3,44
90	0,71	1,29	1,83	2,35	2,85	3,34	3,82
100	0,86	1,57	2,24	2,87	3,48	4,07	4,65

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,1451652	0,01354465	10,71753	0,00001
b <sub>1</sub>	0,8653415	0,03584943	24,13822	0,00001

Biomasa media modelo: 16,46

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,07

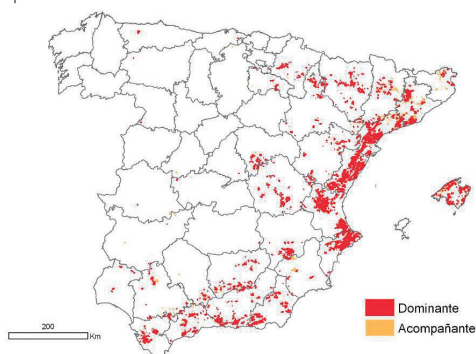
Coefficiente de transformación de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8411



## Agrupación 19A.- Garrigas (matorrales pluriespecíficos calcícolas más o menos termófilos)

Montes subarbusivos o de talla media, mixtos, pluriespecíficos, calcícolas y más o menos termófilos. Se incluyen en esta agrupación parcelas con presencia o dominancia de *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus monspeliensis*, *Chamaerops humilis*, *Ulex parviflorus*, etc.

Nº parcelas: 205



Superficie dominante: 545.643 ha

Superficie acompañante: 638.325 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
Fcc (%)							
10	3,08	4,64	5,89	6,99	7,98	8,88	9,73
20	4,82	7,26	9,23	10,94	12,49	13,91	15,24
30	6,34	9,55	12,14	14,39	16,42	18,29	20,04
40	7,77	11,71	14,89	17,66	20,15	22,44	24,59
50	9,20	13,86	17,62	20,89	23,84	26,56	29,10
60	10,66	16,07	20,43	24,22	27,64	30,79	33,74
70	12,24	18,44	23,44	27,80	31,72	35,33	38,71
80	14,02	21,13	26,85	31,84	36,33	40,47	44,34
90	16,25	24,49	31,14	36,92	42,13	46,93	51,41
100	21,53	32,45	41,25	48,91	55,81	62,17	68,11

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	4,772295	0,6709249	7,113009	0,00001
b <sub>1</sub>	0,591833	0,0572568	10,336478	0,00001
b <sub>2</sub>	1,227138	0,0991723	12,373798	0,00001



Fotografía I.6.2.13.- Garriga con predominio de *Quercus coccifera*. Alcalá de Chivert (Castellón)



Fotografía I.6.2.13.- Garriga con predominio de *Ulex parviflorus*. Parque Natural de sierra de Irta-Castellón

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
Fcc (%)							
10	0,23	0,46	0,68	0,91	1,14	1,37	1,60
20	0,33	0,66	0,99	1,32	1,64	1,97	2,30
30	0,41	0,82	1,23	1,64	2,06	2,47	2,88
40	0,49	0,97	1,46	1,94	2,43	2,91	3,40
50	0,56	1,11	1,67	2,23	2,79	3,34	3,90
60	0,63	1,26	1,89	2,51	3,14	3,77	4,40
70	0,70	1,41	2,11	2,81	3,52	4,22	4,92
80	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50
90	0,89	1,77	2,66	3,54	4,43	5,32	6,20
100	1,11	2,23	3,34	4,46	5,57	6,69	7,80

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arcseno\sqrt{(FCC/100)}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,1418861	0,01111786	12,76199	0,00001

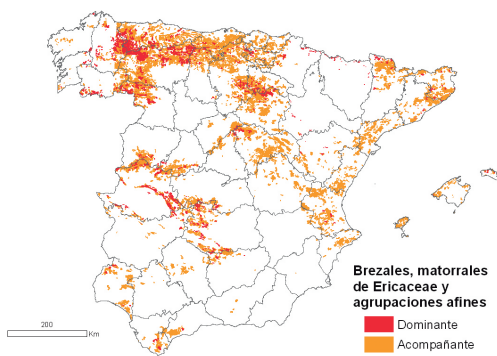
Biomasa media modelo: 18,64

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,64

Coefficiente de transformación de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8535

## Agrupación 22.-Brezales, matorrales de Ericáceas y agrupaciones afines

Se incluyen las parcelas en superficies con matorrales con predominio de ericáceas, incluido *Rhododendron* sp.  
 N° parcelas: 202



Fotografía I.6.2.15.- *Erica australis*. Sierra de Francia (Salamanca)



Fotografía I.6.2.15.- Brezales. Valle del Silencio. Peñalba de Santiago (León)

Superficie dominante: 423.010 ha  
 Superficie acompañante: 5.967.775 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
10	3,09	5,60	7,95	10,18	12,34	14,44	16,49
20	4,23	7,68	10,89	13,95	16,90	19,78	22,59
30	5,12	9,31	13,20	16,91	20,49	23,97	27,38
40	5,91	10,74	15,23	19,52	23,65	27,67	31,60
50	6,65	12,09	17,14	21,96	26,62	31,14	35,57
60	7,38	13,41	19,02	24,37	29,53	34,55	39,46
70	8,13	14,77	20,95	26,84	32,52	38,06	43,46
80	8,94	16,25	23,04	29,52	35,78	41,86	47,81
90	9,92	18,03	25,56	32,75	39,69	46,44	53,04
100	12,09	21,96	31,14	39,90	48,36	56,58	64,62

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
10	0,07	0,19	0,34	0,51	0,69	0,89	1,11
20	0,12	0,32	0,57	0,84	1,15	1,48	1,84
30	0,17	0,44	0,77	1,15	1,57	2,02	2,51
40	0,21	0,55	0,97	1,45	1,98	2,55	3,16
50	0,26	0,67	1,18	1,76	2,39	3,08	3,82
60	0,30	0,79	1,39	2,08	2,83	3,65	4,52
70	0,35	0,93	1,63	2,43	3,31	4,26	5,28
80	0,41	1,08	1,90	2,83	3,86	4,97	6,15
90	0,49	1,28	2,24	3,34	4,56	5,87	7,27
100	0,67	1,76	3,08	4,60	6,27	8,07	10,00

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	2,0483619	0,29848547	6,862518	0,00001
b <sub>1</sub>	0,8613609	0,05455957	15,787532	0,00001

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,0383463	0,00618931	6,19558	0,00001
b <sub>1</sub>	1,3885334	0,05905447	20,58199	0,00001

Biomasa media modelo: 18,71

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,36

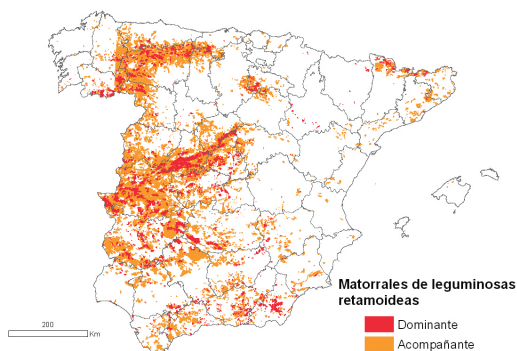
Coefficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8831



## Agrupación 23.- Matorrales de leguminosas retamoideas

Se incluyen las parcelas sobre matorral con predominio de *Cytisus* sp., *Genista* sp. (*no aulagoides*), *Retama* sp., *Adenocarpus* sp., *Teline* sp., etc.

Nº parcelas: 172



Superficie dominante: 744.385 ha

Superficie acompañante: 7.961.281 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
Fcc (%)						
10	9,53	11,98	13,69	15,06	16,21	17,21
20	11,11	13,96	15,96	17,55	18,89	20,06
30	12,20	15,34	17,53	19,28	20,75	22,04
40	13,08	16,45	18,80	20,67	22,25	23,63
50	13,86	17,42	19,92	21,90	23,57	25,03
60	14,58	18,33	20,95	23,04	24,80	26,34
70	15,28	19,21	21,96	24,15	25,99	27,60
80	16,01	20,12	23,00	25,30	27,23	28,92
90	16,84	21,17	24,20	26,61	28,64	30,42
100	18,54	23,31	26,64	29,30	31,54	33,49

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	9,018966	2,8947325	3,115647	0,0022
b <sub>1</sub>	0,329990	0,1083941	3,044352	0,0027
b <sub>2</sub>	0,419907	0,1104089	3,803201	0,0002



Fotografía I.6.2.17.- *Retama sphareocarpa*. Jaraicejo (Cáceres)



Fotografía I.6.2.17.- *Cytisus scoparius*. Montes de Tras la Sierra (Cáceres)

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
Fcc (%)						
10	0,38	0,69	0,99	1,28	1,56	1,83
20	0,52	0,96	1,37	1,77	2,15	2,53
30	0,63	1,17	1,67	2,15	2,62	3,08
40	0,73	1,35	1,93	2,49	3,04	3,57
50	0,83	1,53	2,18	2,81	3,43	4,03
60	0,92	1,70	2,43	3,13	3,81	4,48
70	1,02	1,87	2,68	3,46	4,21	4,94
80	1,12	2,07	2,96	3,81	4,64	5,45
90	1,25	2,30	3,29	4,24	5,16	6,06
100	1,53	2,81	4,03	5,19	6,32	7,43

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,2474103	0,03991110	6,199034	0,00001
b <sub>1</sub>	0,8828921	0,05382941	16,401668	0,00001

Biomasa media modelo: 22,93

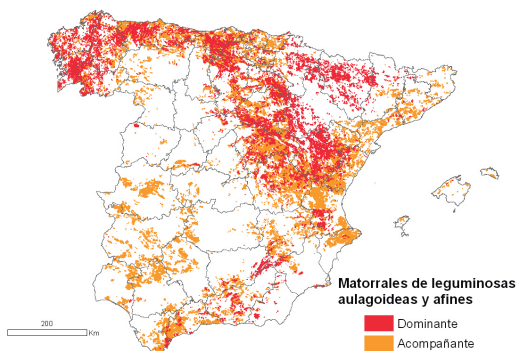
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,97

Coefficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8494

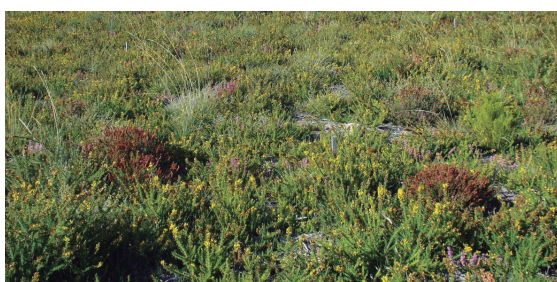
## Agrupación 24.- Matorrales de leguminosas aulagoides y afines

Se incluyen parcelas con predominio de *Ulex europaeus* y otros tojos higrófilos cántabro-atlánticos, así como aliagares mediterráneos (*U. parviflorus/eriodadus*, *U. baeticus*, *Ulex australis*, *Genista scorpius*, *G. hirsuta*, *G. hispanica*...)

Nº parcelas: 162



Fotografía I.6.2.19.- *Genista scorpius*. Barriopedro (Guadalajara)



Fotografía I.6.2.19.- *Ulex europaeus*. Dozón (Pontevedra)

Superficie dominante: 1.432.757 ha  
Superficie acompañante: 6.525.629 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
Fcc (%)						
10	2,28	4,53	6,76	8,99	11,21	13,42
20	3,32	6,59	9,84	13,08	16,31	19,54
30	4,18	8,29	12,38	16,46	20,52	24,58
40	4,96	9,84	14,70	19,53	24,35	29,17
50	5,71	11,33	16,92	22,49	28,04	33,58
60	6,46	12,83	19,15	25,46	31,74	38,01
70	7,25	14,39	21,49	28,56	35,61	42,65
80	8,13	16,13	24,08	32,00	39,90	47,79
90	9,20	18,25	27,26	36,22	45,17	54,09
100	11,64	23,10	34,49	45,85	57,16	68,46

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,4901824	0,2077259	7,173791	0,00001
b <sub>1</sub>	0,988850	0,0645308	15,323689	0,00001
b <sub>2</sub>	1,0275925	0,1364453	7,531166	0,00001

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
Fcc (%)						
10	0,12	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17
20	0,28	0,32	0,34	0,37	0,38	0,40
30	0,46	0,53	0,58	0,61	0,64	0,66
40	0,68	0,78	0,84	0,90	0,94	0,97
50	0,93	1,07	1,16	1,23	1,29	1,33
60	1,22	1,41	1,53	1,62	1,70	1,76
70	1,58	1,82	1,98	2,10	2,20	2,28
80	2,04	2,35	2,55	2,71	2,83	2,94
90	2,69	3,10	3,37	3,57	3,74	3,88
100	4,56	5,25	5,71	6,05	6,33	6,57

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,1624006	0,19463606	5,972175	0,00001
b <sub>1</sub>	0,203849	0,8068031	2,447997	0,0203
b <sub>2</sub>	2,3009147	0,1802069	12,768183	0,00001

Biomasa media modelo: 18,65

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,19

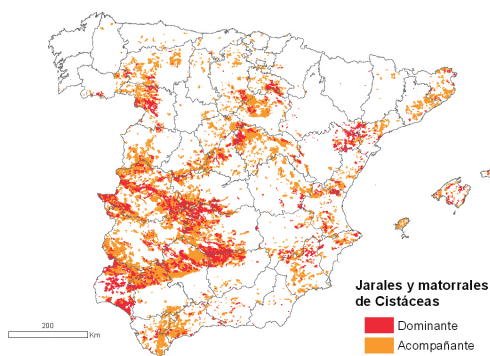
Coefficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8149



## Agrupación 25.- Jarales y matorrales de Cistáceas

Se incluyen todas las parcelas con predominio de especies de *Cistus* spp. y *Halimium* spp.

Nº parcelas: 372



Fotografía I.6.2.21.- Formación jaral. Sierra de Miravete (Cáceres)



Fotografía I.6.2.21.- *Cistus ladanifer*. Saucelles (Salamanca)

Superficie dominante: 755.117 ha

Superficie acompañante: 7.214.939 ha

### Biomasa total acumulada ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
10	2,65	4,89	7,00	9,02	10,99	12,92	14,80
20	3,66	6,75	9,67	12,47	15,18	17,84	20,45
30	4,46	8,23	11,78	15,19	18,50	21,74	24,91
40	5,17	9,53	13,64	17,60	21,44	25,18	28,86
50	5,83	10,76	15,40	19,87	24,20	28,43	32,58
60	6,49	11,97	17,14	22,10	26,92	31,63	36,25
70	7,16	13,22	18,92	24,40	29,73	34,93	40,03
80	7,90	14,58	20,87	26,91	32,78	38,52	44,14
90	8,79	16,22	23,22	29,94	36,47	42,85	49,11
100	10,76	19,87	28,43	36,67	44,67	52,48	60,14

$$W (t\ ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	1,7397887	0,20275865	8,580589	0,00001
$b_1$	0,884211	0,04614796	19,160344	0,00001

### Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
10	0,57	0,82	1,02	1,19	1,34	1,48	1,61
20	0,69	1,00	1,24	1,45	1,63	1,80	1,95
30	0,78	1,13	1,40	1,63	1,84	2,03	2,20
40	0,85	1,23	1,53	1,78	2,01	2,21	2,41
50	0,91	1,33	1,65	1,92	2,16	2,38	2,59
60	0,98	1,41	1,76	2,05	2,31	2,54	2,76
70	1,04	1,50	1,86	2,17	2,45	2,70	2,93
80	1,10	1,59	1,98	2,31	2,60	2,86	3,11
90	1,17	1,70	2,11	2,46	2,77	3,05	3,32
100	1,33	1,92	2,38	2,78	3,13	3,45	3,75

$$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	0,4405185	0,06374844	6,910263	0,00001
$b_1$	0,534338	0,05297978	10,085700	0,00001

Biomasa media modelo: 15,65

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,66

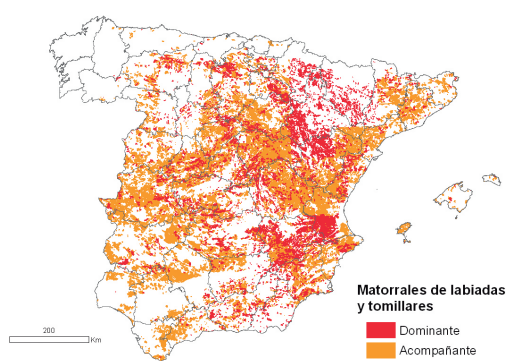
Coefficiente de transformacion de carbono en  $CO_2$ : 1,8263



## Agrupación 26.- Matorrales de labiadas y “tomillares”

Se incluyen parcelas sobre matorrales mixtos con predominio de Labiadas (*Rosmarinus officinalis*, *Lavandula sp.*, *Salvia sp.*, *Phlomis sp.*, tomillos -*Thymus sp.*) y matas leñosas bajas del tipo fisonómico genérico de los tomillos pero de otras familias (*Helianthemum sp.*, *Fumana sp.*, *Helichrysum sp.*, *Santolina sp.* y otros muchos táxones).

Nº parcelas: 274



Superficie dominante: 1.788.307 ha  
 Superficie acompañante: 13.765.878 ha

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)				
Fcc (%)	5	10	15	20	25
10	2,22	4,43	6,64	8,86	11,07
20	3,19	6,38	9,57	12,76	15,94
30	3,99	7,98	11,96	15,95	19,93
40	4,71	9,42	14,13	18,83	23,54
50	5,41	10,81	16,20	21,60	27,00
60	6,10	12,19	18,28	24,37	30,45
70	6,82	13,63	20,45	27,25	34,06
80	7,62	15,23	22,84	30,44	38,04
90	8,59	17,18	25,76	34,34	42,92
100	10,81	21,60	32,39	43,18	53,96

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,378164	0,14550175	9,471803	0,00001
b <sub>1</sub>	0,999194	0,04665893	21,414851	0,00001



Fotografía I.6.2.23.- Formación de labiadas con predominio de *Rosmarinus officinalis*. Fuendetodos (Zaragoza)



Fotografía I.6.2.23.- *Lavandula gr. stoechas* Valle del Jerte (Cáceres)

### Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)				
Fcc (%)	5	10	15	20	25
10	0,34	0,56	0,74	0,91	1,07
20	0,44	0,72	0,96	1,18	1,38
30	0,52	0,85	1,13	1,38	1,62
40	0,58	0,95	1,27	1,56	1,82
50	0,64	1,05	1,40	1,72	2,01
60	0,70	1,14	1,52	1,87	2,19
70	0,76	1,24	1,65	2,02	2,37
80	0,82	1,34	1,78	2,19	2,56
90	0,89	1,46	1,94	2,38	2,79
100	1,05	1,72	2,29	2,81	3,29

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccoseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,24304	0,03250731	7,476472	0,00001
b <sub>1</sub>	0,709618	0,06132918	11,570641	0,00001

Biomasa media modelo: 7,76

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 0,83

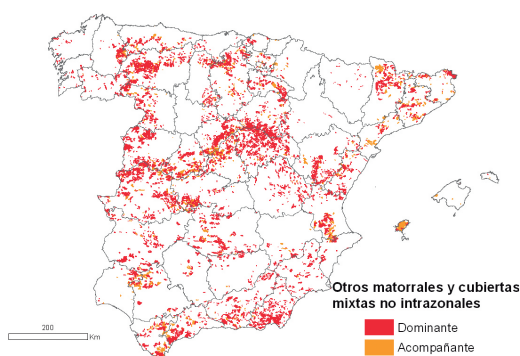
Coefficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,9100



## Agrupación 27.- Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asimilables a grupos anteriores)

Se incluyen parcelas con predominio de *Lavandula* sp., *Thymus* sp., *Helicrysum* sp., *Cytisus scoparius*, *Genista scorpius* y *Cistus salviifolius*.

Nº parcelas: 214



Superficie dominante: 1.027.687 ha

Superficie acompañante: 593.337 ha

Está constituida por diferentes táxones, que no suelen formar agrupaciones de gran extensión superficial. Se trata de matorrales, a veces densos, compuestos por mezclas de especies y en diversas proporciones, no siendo ninguna de ellas claramente dominante y no pudiéndose asignar en las agrupaciones anteriores.

Su carácter de vegetación zonal o no intrazonal no permite incluirla en ninguna de las ocho clases intrazonales que define el Diccionario Forestal (SECF, 2005). Se trata de una agrupación formada por cubiertas vegetales complejas, no fáciles de asignar a ninguna de las demás agrupaciones definidas en la Taxonomía Jerarquizada que se presenta en la tabla I.1.4.1 y Anexo I, por lo que se puede considerar como un "cajón de sastre" formado por matorrales mixtos en sentido amplio, que se podrían subdividir en matorrales mixtos calcícolas y silícícolas, pero ello no disminuiría las dificultades de su clasificación y caracterización. En el grupo genérico de matorrales mixtos calcícolas se incluyen matorrales donde participan, entremezcladas, principalmente especies leguminosas

aulagoideas de los géneros *Genista*, *Ulex*, *Erinacea*, *cistáceas* (*Cistus*) y/o un rico conjunto de labiadas basófilas o indiferentes (*Thymus*, *Lavandula*, *Salvia*, *Satureja*, *Sideritis*, *Phlomis*...), junto con táxones fisonómicamente afines, de morfología de mata baja. Se sabe que en las áreas calcícolas aparecen cubiertas mixtas complejas como lasto-timo-erizales y otros matorrales calcícolas con *Genista scorpius*, *Lavandula latifolia*, *Salvia lavandulifolia* (*salvio-esplegares*), *Thymus vulgaris*, etc.

En el grupo genérico de matorrales mixtos silícícolas tienen representación distintos tipos de composición variable, donde participan, entremezcladas, ericáceas, leguminosas (sobre todo, retamoideas de los géneros *Cytisus* y *Genista* o también *Adenocarpus* o *Pterospartum*), *cistáceas* (*Cistus*, *Halimium*) y/o labiadas de los géneros principales con especies acidófilas o indiferentes.

### Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)				
	Fcc (%)	5	10	15	20
10	2,49	4,27	5,85	7,31	8,70
20	3,31	5,67	9,57	12,76	15,94
30	3,94	6,74	11,96	15,95	19,93
40	4,48	7,68	14,13	18,83	23,54
50	4,98	8,54	16,20	21,60	27,00
60	5,47	9,38	18,28	24,37	30,45
70	5,97	10,23	20,45	27,25	34,06
80	6,51	11,15	22,84	30,44	38,04
90	7,15	12,24	25,76	34,34	42,92
100	8,54	14,63	32,39	43,18	53,96

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,7222769	0,14453082	11,91633	0,00001
b <sub>1</sub>	0,7768124	0,02703033	28,73855	0,00001

Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)					
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
10	0,17	0,23	0,27	0,30	0,32	0,35
20	0,34	0,44	0,52	0,58	0,63	0,68
30	0,51	0,67	0,78	0,87	0,95	1,02
40	0,69	0,90	1,05	1,18	1,28	1,38
50	0,88	1,16	1,35	1,51	1,65	1,77
60	1,10	1,44	1,69	1,88	2,05	2,20
70	1,35	1,77	2,07	2,31	2,52	2,70
80	1,65	2,16	2,53	2,83	3,08	3,31
90	2,06	2,69	3,15	3,52	3,84	4,12
100	3,13	4,09	4,78	5,34	5,83	6,25

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

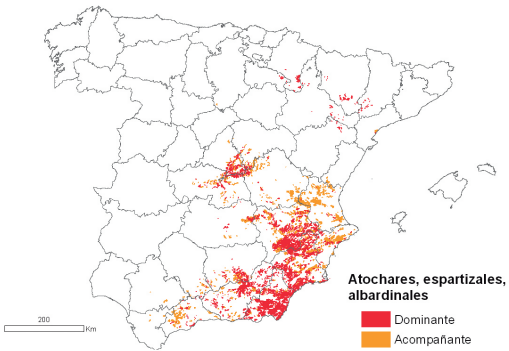
	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,7368077	0,10359872	7,112131	0,00001
b <sub>1</sub>	0,386989	0,06720174	5,758609	0,00001
b <sub>2</sub>	1,8208543	0,1311645	13,882219	0,00001

Biomasa media modelo: 9,54  
 Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,39  
 Coeficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8730

Agrupación 35.- Atochares, espartizales, albardinales

Se incluyen parcelas con predominancia de *Stipa tenacissima* (= *Macrochloa tenacissima*) y *Lygeum spartum*. No se han podido estimar edades ni tasas anuales de acumulación de biomasa. La mata de esparto se renueva en un período de 3-5 años, imposibilitando dicha estimación.

Nº parcelas: 29



Superficie dominante: 403.068 ha  
 Superficie acompañante: 1.195.004 ha



Fotografía I.6.2.25.- Repoblación de *Pinus halepensis* con sotobosque de esparto (*Stipa tenacissima*). Sierra de Mojantes (Murcia).



Fotografía I.6.2.25.- Albardinal. Bárdenas Reales (Navarra)

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media:**

Hm (dm)	Altura media (dm)		
	5	10	15
Fcc (%)			
10	1,58	3,16	4,73
20	2,27	4,55	6,82
30	2,84	5,69	8,53
40	3,36	6,72	10,07
50	3,85	7,70	11,56
60	4,35	8,69	13,04
70	4,86	9,72	14,58
80	5,43	10,86	16,29
90	6,13	12,25	18,38
100	7,70	15,41	23,11

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,9808213	0,06928048	14,15725	0,00001

**Biomasa media modelo:** 7,57

**Coefficiente de transformación de carbono en CO<sub>2</sub>:** 1,7384

### 1.6.3 Ecuaciones de estimación de Biomasa por Formaciones vegetales

La existencia de tres grandes tipos de formaciones en la clasificación jerarquizada (arbustados, matorrales y, dentro de las cubiertas herbáceas o mixtas de leñosas y herbáceas, los espartizales) que se segregan atendiendo a criterios de estructura, fisonomía, adscripción taxonómica y afinidades mesológicas, permite presentar ecuaciones de estimación de biomasa por separado para cada una de ellas.

En principio, parece lógico pensar que los niveles de precisión en la estimación de la biomasa pueden mejorar con respecto a una única ecuación para todas las especies conjuntamente y para toda la España peninsular y Balear. Aunque las ecuaciones incluyen, como ya se ha dicho antes, las variables de fracción de cubierta cubierta, Fcc, y la altura media de la vegetación, Hm, que definen en gran medida la cantidad de biomasa por unidad de superficie, parece razonable presentar ecuaciones predictivas por separado, buscando una mayor precisión y abriendo la posibilidad de ofrecer resultados diferenciados para ambos (arbustados y matorrales), por si pueden encontrar utilidad en estudios que pretendan medir y comparar la importancia relativa de cada formación. No se incluyen los espartizales al disponer solamente de dos especies tratadas conjuntamente y que ya figuran como agrupación en el apartado anterior y nada cambiaría al incluirlos como representantes de la tercera formación.

#### 1.6.3.1 Ecuaciones de estimación de Biomasa para Arbustados

Incluyen las parcelas con dominancia de especies pertenecientes a formaciones arbustivas, tales como las que tienen predominio de: *Nerium oleander*, *Flueggea tinctoria*, espinares, endrinales, *Rhamnus sp.*, *Amelanchier ovalis*, *Buxus sempervirens*, enebrales no rastreros, arbustados de *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Olea europaea*, *Phillyrea angustifolia*, etc. En definitiva, todas las pertenecientes a las agrupaciones comprendidas entre la 12 y la 19B (Tabla I.1.4.1)

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media (Arbustados):**

Hm (dm)	Altura media (dm)						
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
10	2,18	4,48	6,82	9,20	11,60	14,02	16,45
20	3,00	6,16	9,38	12,65	15,95	19,28	22,63
30	3,64	7,48	11,40	15,37	19,39	23,43	27,50
40	4,21	8,65	13,19	17,78	22,42	27,10	31,80
50	4,75	9,75	14,86	20,04	25,27	30,54	35,85
60	5,27	10,84	16,51	22,27	28,08	33,93	39,83
70	5,81	11,95	18,21	24,55	30,96	37,42	43,92
80	6,40	13,16	20,06	27,04	34,10	41,21	48,37
90	7,12	14,62	22,28	30,05	37,89	45,79	53,74
100	8,69	17,86	27,22	36,70	46,28	55,93	65,64

**Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media (Arbustados):**

Hm (dm)	Altura media (dm)						
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
10	0,15	0,11	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06
20	0,36	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16	0,15
30	0,62	0,45	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25
40	0,93	0,68	0,56	0,49	0,44	0,41	0,38
50	1,30	0,94	0,78	0,68	0,62	0,57	0,53
60	1,74	1,26	1,05	0,92	0,83	0,76	0,71
70	2,28	1,65	1,37	1,20	1,08	1,00	0,93
80	2,98	2,16	1,79	1,57	1,42	1,30	1,21
90	3,98	2,89	2,40	2,10	1,90	1,74	1,62
100	6,94	5,04	4,18	3,66	3,30	3,03	2,83

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_2}$$

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,100638	0,14900909	7,386382	0,00001
b <sub>1</sub>	1,039058	0,05889581	17,642301	0,00001
b <sub>2</sub>	0,8728029	0,08316549	10,494773	0,00001

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	4,889672	0,7252342	6,742197	0,00001
b <sub>1</sub>	-0,46149	0,0698084	-6,61081	0,00001
b <sub>2</sub>	2,418631	0,1450579	16,67355	0,00001

Biomasa media modelo: 13,74  
 Crecimiento medio modelo: 0,91  
 Coeficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8095

**I.6.3.2 Ecuaciones de Biomasa para Matorrales**

Incluye las parcelas con dominancia de *Erica* sp., *Cistus* sp., *Halimium* sp., *Genista* sp., *Cytisus* sp., *Ulex* sp., *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula* sp., *Thymus* sp., *Retama* sp. En definitiva todas las pertenecientes a las agrupaciones comprendidas entre la 21 y la 28 (Tabla I.1.4.1)

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media (Matorrales):**

Hm (dm)	Altura media (dm)					
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
10	2,78	5,13	7,34	9,47	11,54	13,56
20	3,84	7,09	10,15	13,09	15,94	18,73
30	4,68	8,64	12,36	15,94	19,42	22,82
40	5,42	10,01	14,32	18,47	22,50	26,44
50	6,12	11,30	16,17	20,86	25,41	29,85
60	6,81	12,57	17,99	23,20	28,27	33,21
70	7,52	13,88	19,87	25,62	31,21	36,67
80	8,29	15,31	21,91	28,26	34,42	40,44
90	9,23	17,03	24,37	31,44	38,29	44,99
100	11,30	20,86	29,85	38,50	46,90	55,11

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arcseno\sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,8255065	0,10115836	18,04603	0,00001
b <sub>1</sub>	0,884400	0,02142397	41,28087	0,00001



### Tasa de acumulación anual de Biomasa ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}\ MS$ ) en función de Fcc y Altura media (Matorrales):

Hm (dm)	Altura media (dm)					
	Fcc (%)	5	10	15	20	25
10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
20	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21
30	0,37	0,35	0,34	0,33	0,33	0,33
40	0,52	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45
50	0,68	0,64	0,63	0,61	0,60	0,60
60	0,86	0,82	0,80	0,78	0,77	0,76
70	1,08	1,03	1,00	0,98	0,96	0,95
80	1,34	1,28	1,24	1,22	1,20	1,18
90	1,71	1,63	1,58	1,55	1,52	1,50
100	2,70	2,57	2,50	2,45	2,41	2,38

$$Y (t\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	1,1793998	0,12024976	9,807918	0,00001
$b_1$	0,154031	0,04510535	3,414924	0,0007
$b_2$	1,9946584	0,08219264	24,268091	0,00001

**Biomasa media modelo:** 15,46  
**Crecimiento medio modelo:** 1,50  
**Coefficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>:** 1,8517

#### 1.6.4 Estimación de la Biomasa para la España peninsular y balear

En ocasiones anteriores hemos indicado la diversidad de especies que existen en cualquier agrupación de las que hemos caracterizado por su especie principal: jarales, retamares, romerales, aulagares, etc. En muchas ocasiones, dentro de una superficie de 10 a 20 m<sup>2</sup> aparecen entre 5 y 10 especies diferenciadas que actúan como acompañantes de la especie dominante.

Se puede afirmar que de no ser en pequeños rodales, no existen subagrupaciones puras cuando nos referimos a áreas de considerable extensión. Este hecho, plantea dificultades cuando se pretende estimar producciones de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por especies específicas, así como por agrupaciones vegetales, como las consideradas en el punto anterior, pues siempre están incluidas en estas clasificaciones especies que no figuran explícitamente en ellas.

Por otra parte, es evidente, que las superficies estimadas en este trabajo para cada especie o agrupación puede contener un sesgo derivado de la metodología, como ya se indicó el el punto 1.1.4. Lógicamente, la suma de las superficies de las agrupaciones, para las que se tiene información sobre producción de biomasa, es menor que la superficie nacional cubierta por matorrales, lo cual indica que una parte de la superficie de matorral podría quedar sin incluir en el cómputo. En este caso con todas las 1514 parcelas conjuntamente.

Según nuestra experiencia, la cantidad de biomasa contenida en una unidad de superficie depende más de la espesura del matorral y de la altura media del mismo que la composición de especies que lo integran. Por tal motivo, y con la voluntad de ofrecer una cifra lo más precisa posible sobre la cantidad de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por nuestros matorrales en toda la España peninsular y balear, hemos creído conveniente aplicar un modelo único para la estimación de biomasa a nivel nacional, en la seguridad, avalada por nuestra experiencia, que la estimación es precisa y estadísticamente significativa, como lo demuestran los parámetros de la ecuación ajustada.

**Biomasa total acumulada (t ha<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media. Para España peninslar y balear:**

Hm (dm)	Altura media (dm)						
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
10	2,61	4,90	7,10	9,22	11,30	13,35	15,36
20	3,64	6,84	9,90	12,87	15,77	18,62	21,43
30	4,46	8,38	12,13	15,77	19,33	22,83	26,27
40	5,19	9,76	14,12	18,36	22,50	26,57	30,58
50	5,88	11,06	16,01	20,81	25,50	30,11	34,66
60	6,56	12,35	17,87	23,23	28,46	33,61	38,68
70	7,27	13,67	19,79	25,72	31,53	37,23	42,85
80	8,04	15,13	21,89	28,45	34,87	41,18	47,39
90	8,97	16,88	24,43	31,76	38,93	45,97	52,90
100	11,06	20,81	30,11	39,14	47,97	56,65	65,20

**Tasa de acumulación anual de Biomasa (t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS) en función de Fcc y Altura media. Para España peninslar y balear:**

Hm (dm)	Altura media (dm)						
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
10	0,20	0,27	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46
20	0,37	0,49	0,59	0,67	0,74	0,80	0,85
30	0,53	0,72	0,86	0,97	1,07	1,16	1,24
40	0,70	0,95	1,13	1,29	1,42	1,53	1,64
50	0,89	1,20	1,43	1,62	1,78	1,93	2,06
60	1,09	1,47	1,75	1,98	2,18	2,36	2,53
70	1,31	1,77	2,11	2,39	2,64	2,86	3,05
80	1,58	2,13	2,54	2,88	3,18	3,44	3,68
90	1,93	2,61	3,12	3,53	3,89	4,21	4,50
100	2,84	3,84	4,58	5,19	5,72	6,19	6,62

$$W (t ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	1,6893814	0,08596185	19,65269	0,00001
b <sub>1</sub>	0,9116759	0,01986898	45,88439	0,00001

$$Y (t ha^{-1} año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot [\arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	0,6605358	0,06404191	10,314119	0,00001
b <sub>1</sub>	0,4347823	0,0437338	9,941562	0,00001
b <sub>2</sub>	1,6817780	0,06391779	26,311580	0,00001

Biomasa media modelo: 15,28  
 Crecimiento medio modelo: 1,67  
 Coeficiente de transformacion de carbono en CO<sub>2</sub>: 1,8333



## **I.7 APLICACIÓN DE LAS ECUACIONES DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA**

En páginas anteriores se han presentado las ecuaciones de predicción de biomasa por especies, agrupaciones, formaciones y en conjunto para la península y Baleares. A continuación se indican las posibilidades de aplicación de dichas ecuaciones para obtener resultados óptimos.

### **I.7.1 Estimación de biomasa por especies**

Estas ecuaciones aparecen en la ficha descriptiva de las especies de matorral. Sólo se han realizado para las especies que hemos tenido información suficiente y en casi todos los casos, para especies que conforman áreas de matorral en las que la especie es dominante. En pocos casos y sólo en áreas limitadas, puede hablarse de formaciones monoespecíficas.

La aplicación de la ecuación es inmediata para formaciones con una especie claramente dominante, basta con tomar o estimar los datos de altura media del matorral en decímetros y la fracción de cubierta cubierta en tanto por ciento y resolver la ecuación de predicción de la especie. Si las áreas a valorar son muy extensas y es difícil la estimación aproximada de la altura y la espesura del matorral, puede resultar más cómodo estimar la superficie de la zona a valorar y multiplicar por el valor medio del modelo. La precisión será menor, pero en nuestra opinión suficiente para este tipo de estudios, al menos mientras no se disponga de información cartográfica y biométrica más específicas y detalladas.

En los casos de matorrales pluriespecíficos, sin ninguna especie claramente dominante, se pueden ofrecer tres opciones que el interesado debe valorar. Una primera opción puede ser la de aplicar la ecuación general para todas las especies conjuntamente. Si la fisonomía de la zona y la composición florística tiene algún parecido con alguna de las agrupaciones para las que se ha obtenido ecuaciones de estimación de biomasa, puede aplicarse a ese caso concreto y si se trata de matorrales muy pluriespecíficos en los que no existe una dominancia especial de una especie o varias especies representativas, como las que aparecen en cada agrupación taxonómica, se puede recurrir a la aplicación de la ecuación de la agrupación 27 "cubiertas mixtas de matorrales no intrazonales".

Lo expuesto para la estimación de biomasa rige, y debe aplicarse, para la estimación de la tasa anual de acumulación.

### **I.7.2 Estimación de biomasa por agrupaciones**

Las agrupaciones obtenidas de la Taxonomía de cubiertas vegetales de la Península Ibérica y Baleares se integran en las cuatro grandes formaciones que se ordenan por su grado de hidrofilia:

- 1- Arbustedos y agrupaciones afines
- 2- Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas
- 3- Comunidades de herbáceas y pastizales
- 4- Los desiertos (lógicamente no se contempla en nuestro trabajo)

Dentro de las tres primeras grandes formaciones entra la práctica totalidad de la vegetación forestal no arbórea de nuestro país. La pluriespecificidad de los arbustedos y sobre todo de



los matorrales y de comunidades herbáceas, tantas veces puesta de manifiesto, hace difícil su clasificación y encuadre sistemático o dicotómico en agrupaciones vegetales concretas y mucho más, cuando se desciende a nivel de subagrupaciones. Como hemos expuesto anteriormente, los gradientes de hidrofilia marcan umbrales que permiten acotar, en términos generales unas veces y con cierta precisión en otras, los límites entre las subagrupaciones.

La posibilidad de cartografiar las agrupaciones basándonos en el Mapa Forestal de España y en el conocimiento de las características de composición, estructura, posición dinámica y distribución geográfica de cada una, así como su definición a partir de las especies dominantes, permite dotar a dichas agrupaciones vegetales de un contenido cuantitativo referido a su biomasa. El número de parcelas de arbustados y matorral con las que contamos permite ajustar ecuaciones de estimación de biomasa para las principales agrupaciones, si bien, otras no han sido analizadas debido al número limitado de parcelas en dichas agrupaciones.

Los modelos matemáticos, al igual que en el caso de las especies concretas, se han ajustado para rangos de altura media y fracción de cubierta del matorral. La precisión en la estimación de la biomasa por agrupaciones se considera de media a alta, medida ésta por la calidad de los ajustes de las ecuaciones de estimación.

La inclusión de la altura media y el grado de cubierta del matorral que pretendemos estimar en las ecuaciones del modelo proporciona respectivamente, la cantidad de biomasa y la tasa anual de acumulación de biomasa. Si no se dispone de esa información, lo más sencillo y práctico será aplicar el valor medio por hectárea del modelo y multiplicar por el número de hectáreas.

### **I.7.3 Estimación de la biomasa por formaciones**

Las diferentes fisionomías y estructuras que se presentan entre los arbustados y matorrales aconsejan aplicar diferentes ecuaciones de estimación de biomasa en cada caso. Por tal motivo, se presentan ecuaciones individualizadas para arbustados y matorrales con el objetivo de lograr una mayor precisión en las estimaciones de biomasa total acumulada y tasas de acumulación anual. En este caso, la aplicación de la ecuación de arbustados (apartado I.6.3.1) puede mejorar la precisión de la estimación de la biomasa de éstos, y lo mismo puede decirse para los matorrales.

### **I.7.4 Estimación de la biomasa de matorral para la España peninsular y balear**

En este caso sólo existe una ecuación o modelo predictivo ajustado con todas las parcelas, 1514, que intenta representar a todo el territorio, sin hacer referencia a especies ni a agrupaciones concretas. La biomasa y tasa de acumulación anual del modelo se obtienen como resultado de multiplicar la media del modelo, en  $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}\text{MS}$ , por la superficie de matorral o arbustado considerada.

## **I.8 ESTIMACIÓN DE BIOMASA TOTAL Y TASAS DE ACUMULACIÓN ANUAL EN ARBUSTADOS Y MATORRALES.**

Hasta aquí se ha calculado la biomasa total acumulada y la tasa media de acumulación anual para las principales especies, para las principales agrupaciones de arbustados y matorrales, para las principales formaciones, arbustados, matorrales y espartizales y para el conjunto de las agrupaciones de arbustados y matorrales.



Se propone a continuación la estimación de la biomasa total acumulada y de la tasa de acumulación media para toda España. Para ello, se han de referir los valores medios por hectárea a toda la superficie de arbustados y matorrales (Tabla I.1.4.1)

Como se ha indicado anteriormente, las ecuaciones para los diferentes niveles territoriales, especies, agrupaciones, formaciones y matorral en general, se han ajustado de forma independiente, sin forzarlas a converger para los diferentes niveles territoriales y especie/agrupación/formación. Esta metodología obliga a admitir que la suma de las partes no siempre sea exactamente igual al todo, o dicho de otro modo, los valores medios por hectárea de cada agrupación multiplicados por la superficie correspondiente y sumados no tienen por qué coincidir exactamente con la suma de arbustados más la suma de matorrales por sus correspondientes superficies y con el producto de sus valores medios de la ecuación general por la totalidad de la superficie estimada en la tabla I.1.4.1 para toda España.

Tabla I.8.1.-Cuantificación de la biomasa total y tasa de acumulación (tn MS) por agrupaciones vegetales

Agrupación	Superficie (ha)	Biomasa total (tn ha <sup>-1</sup> )	Tasa de acumulación anual (tn ha <sup>-1</sup> )	Total Biomasa acumulada en agrupación (tn)	Tasa de acumulación anual (tn año <sup>-1</sup> )
11 Galerías arbustivas, matorrales hidrófilos o freatófitos	36.707,58				
12 Setos, bardas, orlas	51.305,19	2,74	0,28	140.695 <sup>(1)</sup>	14.554
13 Bujedos (Buxus sempervirens, Buxus balearica)	100.660,96	13,72	0,39	1.380.781	39.137
14 Cornicabrales (Pistacia terebinthus)	5.421,11	21,54	2,19	116.771	11.872
15 Arbustados de Quercus ilex	1.482.244,81	4,00	0,28	5.923.295	413.794
16 Sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rastreros	346.578,08	17,19	1,35	5.958.942	469.291
17 Coscojares ± puros (Quercus coccifera)	200.652,89	16,18	2,61	3.246.678	523.744
18 Lentiscas/charnecales (Pistacia lentiscus)	40.447,78	21,54	2,19	871.423	197.769
19 Manchas y afines	429.014,34	16,46	1,07	7.061.669	461.039
19 A Garrigas (matorrales pluriespecíficos calcícolas ± termófilos)	545.642,85	18,64	1,64	10.169.492	895.877
19 B Espinares subxerófilos y xerófilos (Hippophäe rhamnoides, Rhamnus saxatilis, Rh.lyciooides -éste último no en área hiperárida-)	13,68				
21 Sabinares y enebrales rastreros	43.209,85				
22 Brezales, matorrales de Ericaceae y agrupaciones afines	423.010,38	18,71	1,36	7.916.067	797.241
23 Matorrales de leguminosas retamoideas	744.384,89	22,93	2,97	17.068.364	2.214.118
24 Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines	1.432.756,64	18,65	2,19	26.727.168	3.143.054
25 Jarales y matorrales de Cistáceas	755.116,91	15,65	1,66	11.815.561	1.254.460
26 Matorrales de labiadas y "tomillares" s.l. (incluyendo estepas leñosas, pastizales leñosos y afines)	1.788.307,18	7,76	0,83	13.879.039	1.483.202

27 Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asignables a grupos anteriores)	1.027.686,77	9,54	1,39	9.804.132	1.428.485
28 Matorrales y cubiertas hiperxerófilos/termoxerófilos, gipsofilos, halófilos, psammófilos y otros intrazonales	366.451,57				
<b>TOTAL</b>	<b>9.819.613,46</b>		<b>22,40</b>	<b>122.080.077</b>	<b>13.347.637</b>
35 Espartizales y albardinales	403.067,51	7,57		3.051.085	

(1) la biomasa total acumulada obtenida en el proceso de calculo general con cuatro decimales varí lgeraente de la obtenida por multiplicación dela superficie total por la biomasa media por ha redondeada a dos decimales.

Estas diferencias son inherentes a la metodología de estimación por muestreo, que permite estimar la biomasa total acumulada y la tasa de acumulación anual con un error más o menos amplio y admisible para los fines que se proponen.

Tabla I.8.2.- Cuantificación de la Biomasa aérea total y tasa de acumulación anual (tn MS) a partir del modelo general (sin incluir la superficie de espartizales)

Formaciones	Superficie (ha)	Biomasa total (tn ha <sup>-1</sup> )	Tasa de acumulación anual (tn ha <sup>-1</sup> )	Total Biomasa acumulada en agrupación (tn)	Tasa de acumulación anual (tn año <sup>-1</sup> )
Arbustedos	3.201.968,01	13,74	0,91	43.995.040	2.913.791
Matorrales	6.171.262,77	15,46	1,50	95.407.722	9.256.894
Espartizales	403.067,51	7,57		3.051.085	
<b>TOTAL</b>	<b>9.776.298,29</b>			<b>142.453.848</b>	<b>12.170.685</b>

Tabla I.8.3.- Cuantificación de la Biomasa aérea total y tasa de acumulación anual (tn MS) a partir del modelo general (sin incluir la superficie de espartizales)

Formaciones	Superficie (ha)	Biomasa total (tn ha <sup>-1</sup> )	Tasa de acumulación anual (tn ha <sup>-1</sup> )	Total Biomasa acumulada en agrupación (tn)	Tasa de acumulación anual (tn año <sup>-1</sup> )
Arbustedos y matorrales	9.373.230,78	15,28	1,67	143.222.966,32	15.653.295,40

Tabla I.8.4.- Comparación de Biomasa aérea total y tasas de acumulación anual para la España peninsular y Balear obtenida por diferentes métodos

Niveles de agrupación	Superficie (ha)	Biomasa total acumulada (tn 10 <sup>6</sup> )	Tasa de acumulación anual (tn 10 <sup>6</sup> )	CO <sub>2</sub> total acumulado en matorral (tn 10 <sup>6</sup> )	Tasa de acumulación anual de CO <sub>2</sub> (tn 10 <sup>6</sup> )
Agrupaciones	9.776.298,29	125,13	13,01	229,27	23,84
Formaciones	9.776.298,29	142,45	12,17	260,78	22,28
Ecuación general	9.776.298,29	149,38	16,33	273,87	29,93
Promedio		138,99	13,84	254,64	25,35

De la observación de la última tabla se desprende que los resultados obtenidos a través de las tres vías, por acumulación de agrupaciones, formaciones y ecuación general son algo diferentes, de promedio encontramos 139·10<sup>6</sup> tn de biomasa seca para toda España y se acumulan casi 14 millones de tn anualmente, siendo las cifras referidas a la cantidad de CO<sub>2</sub> secuestrado y el acumulado anualmente proporcionales a las anteriores, resultado de multiplicar la biomasa seca por el porcentaje medio de carbono (0,4999) (Tabla I.5.1) y por el peso molecular de CO<sub>2</sub>, lo que da lugar a un coeficiente de transformación de biomasa seca en CO<sub>2</sub> de 1,83.



## I.9 BIOMASA DE MATORRAL Y DENSIDAD DE ARBOLADO

De las 1.514 parcelas levantadas para el muestreo de biomasa de matorral y arbustados (ver Anexo III), 786 están situadas en terrenos cubiertos de arbolado con fracción de cabida cubierta mayor del 10%. En estos casos, se ha intentado buscar una relación entre la cantidad de biomasa del matorral y la densidad del arbolado. Este objetivo, que “a priori” se presentaba sencillo, no ha sido posible debido a la diferente tolerancia de los tipos de matorral a las especies arbóreas que los cubren; a la exposición (solana o umbría) en la que se extienden; o, como es general, a las particulares condiciones ecológicas de la estación donde se instala cada parcela, al tratamiento previo (desbroces, pastoreo, quemadas...). Todos estos factores enumerados, entre otros, no permiten obtener una relación adecuada entre la espesura o densidad de la masa forestal y la cantidad de biomasa de matorral que vive bajo su cubierta.

El objetivo inicial era buscar una relación entre esas variables que permitiese establecer un grado de dependencia entre ellas estadísticamente significativo, y que permitiese estimar con precisión la biomasa de matorral bajo diferentes formaciones arbóreas, a través, de la fracción de cabida cubierta del arbolado de las mismas.

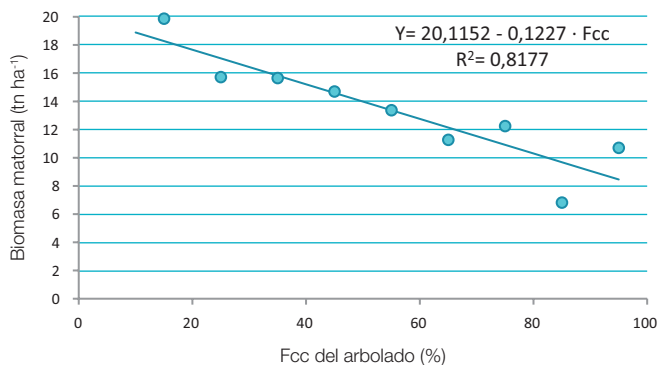
Se ha intentado la búsqueda de esas relaciones por especies arbóreas en algunas de las cuales se cuenta con un número elevado de parcelas, tales como *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, pero los resultados no presentaban la suficiente precisión para predecir, de forma adecuada, la biomasa de matorral en función de la Fcc de las especies arbóreas.

La relación entre la biomasa de matorral y Fcc del arbolado no nos sirve para predecir el valor de una variable en función de la otra con alta probabilidad de acierto, pero sí presenta una tendencia lógica y marcada en el sentido que a medida que aumenta la Fcc del arbolado disminuye la cantidad de matorral que vive bajo su cubierta. Para representar esa tendencia y ofrecer una orientación del valor medio de biomasa en tn ha<sup>-1</sup> MS se presentan los valores medios por clases de Fcc del arbolado, las ecuaciones y sus correspondientes rectas de regresión para todas las parcelas conjuntamente (I.9.1) y para las masas de frondosas (I.9.2) y de coníferas (I.9.3)

### Todas las parcelas y todas las especies:

Tabla I.9.1.-Variación de biomasa del matorral (t ha<sup>-1</sup>) en función de la Fcc del arbolado. (Para montes arbolados en conjunto).

Clases Fcc	nº de parcelas	Promedio	Min	Max	Desvest
15	178	19,86	0,19	91,41	19,33
25	101	15,72	0,17	62,58	16,60
35	70	15,65	0,23	134,80	19,62
45	91	14,69	0,06	115,30	17,26
55	57	13,37	0,18	58,76	14,10
65	62	11,26	0,14	73,75	15,67
75	69	12,24	0,07	96,12	18,06
85	64	6,81	0,19	44,13	7,87
95	49	10,70	0,05	58,40	12,11
	973	11,12	0,11	64,50	12,52

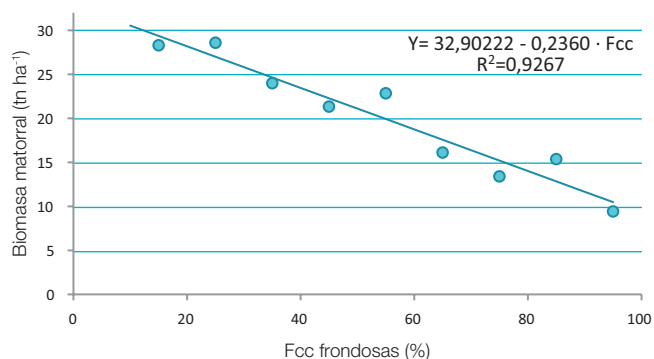


Ese mismo ajuste se ha hecho para el conjunto de las especies de frondosas y para el de coníferas por separado, buscando un mayor grado de correlación entre la fracción de cubierta del arbolado y la biomasa del matorral.

**Frondosas:**

Tabla I.9.2.-Variación de Biomasa del matorral (t ha<sup>-1</sup>) en función de la Fcc de las parcelas para montes arbolados de frondosas.

Clases Fcc	nº de parcelas	Promedio	Min	Max	Desvest
15	65	28,3	0,2	91,4	20,9
25	34	28,6	3,7	62,6	17,5
35	24	24,0	2,4	134,8	25,7
45	29	21,3	1,6	115,3	21,8
55	17	22,8	4,3	58,8	16,1
65	21	16,1	0,3	73,8	21,3
75	20	13,4	0,1	88,6	20,2
85	9	15,4	0,4	44,1	15,7
95	12	9,4	0,1	35,3	10,4
	231	22,74	0,05	134,80	20,76

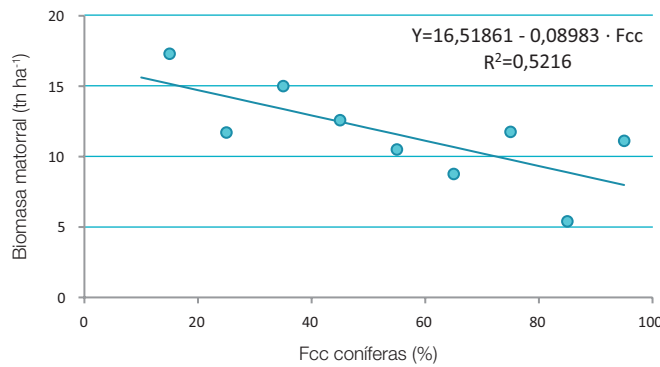




### Coníferas:

Tabla I.9.3.-Variación de Biomasa del matorral (t ha<sup>-1</sup>) en función de la Fcc de las parcelas montes arbolados de coníferas.

Clases Fcc	nº de parcelas	Promedio	Min	Max	Desvest
15	95	17,3	0,2	68,3	17,2
25	49	11,7	0,2	47,2	12,7
35	33	15,0	0,2	67,2	15,0
45	56	12,6	0,1	94,4	14,2
55	34	10,5	0,2	47,6	11,7
65	41	8,8	0,1	65,3	11,3
75	49	11,8	0,4	96,1	17,3
85	55	5,4	0,2	17,2	4,7
95	37	11,1	0,1	58,4	12,7
TOTAL	451	12,06	0,06	96,12	14,20



Los modelos parciales ajustados para las frondosas y las coníferas no mejoran mucho los resultados del modelo general. En el caso de las frondosas, mejora casi un 10% la estimación y en el caso de las coníferas, la precisión del modelo baja con respecto al modelo único general.

## I.10 COMPARACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE BIOMASA AÉREA Y FIJACIÓN DE CO<sub>2</sub> POR LAS MASAS FORESTALES ARBOLADAS Y LOS MATORRALES

En un trabajo anterior (Montero *et al.* 2005) se presentaron los resultados obtenidos para las principales especies forestales arbóreas, separando entre las diferentes fracciones de biomasa aérea (fuste, ramas, hojas y acículas) y suponiendo que el incremento anual de biomasa se mantiene igual que en 2005. En este trabajo se presentan resultados sobre la biomasa aérea de los matorrales. Por consiguiente, la comparación se reduce a la biomasa aérea de los tres tipos de formaciones: montes arbolados, arbustados y matorrales.

Tabla I.10.1.- Comparación de producción de biomasa aérea total<sup>(1)</sup> y fijación de CO<sub>2</sub> por la biomasa aérea de masas forestales arbóreas, arbustados, matorrales y espartizales.

Agrupación	Biomasa aérea (toneladas MS) 10 <sup>6</sup>		CO <sub>2</sub> total (toneladas MS) 10 <sup>6</sup>		
	Formación	Biomasa total acumulada	Incremento neto anual	CO <sub>2</sub> total fijado	Incremento de CO <sub>2</sub> neto anual
Total masas arboladas (2016)		1.434,50	32,91	2.602,56	59,80
Arbustados (1)		44,00	2,91	80,65	5,33
Matorrales (2)		95,41	9,26	174,89	16,97
Espartizales (3)		3,05	*	5,59	*
Total desarbolada (1)+(2)+(3)		142,46	12,17	261,13	22,30

\* Se han incluido los espartizales como tipo diferenciado por su significación como cubierta a menudo mixta de leñosas y herbáceas (entre las que domina el propio esparto o atocha, objeto de aprovechamiento tradicional) y porque es frecuente encontrar estas comunidades en subpisos de masas arboladas abiertas, como los pinares.

(1) lo que supone que no están contabilizadas las 985,20 Mt de biomasa radical que acumulan 1596,31 Mt de CO<sub>2</sub> y fijan cada año más de 34,27Mt de CO<sub>2</sub>.

De la observación de la tabla I.10.1 se desprende que la biomasa total acumulada por las formaciones de matorral representa alrededor del 10% de la acumulada por las masas forestales arboladas.

Si comparamos, en términos de incremento anual de biomasa, observamos que los matorrales aumentan anualmente casi el 37% de lo incrementado por las masas forestales arbóreas. Esto pone de manifiesto que las formaciones de matorral son mucho más dinámicas que las arbóreas, es decir, la cantidad de biomasa anual repuesta por unidad de biomasa existente es mayor que en las formaciones arboladas. Se deduce, por consiguiente, que el desfronde anual por unidad de superficie debe ser mayor que en las masas arbóreas; esto podría explicarse teniendo en cuenta que el porcentaje de biomasa fotosintética relativa es mayor en los matorrales que en los bosques.

En términos de CO<sub>2</sub>, las proporciones se mantienen en un 10% y un 37%, respectivamente, igual que en la biomasa. Este aspecto es destacable, por cuanto la fijación de CO<sub>2</sub> anual es la que tiene mayor importancia en la mitigación del cambio climático. Si bien es cierto que el mayor ritmo de desfronde (descomposición) y de incorporación de hojarasca de los matorrales al suelo hace que no se pueda afirmar, sin matizaciones, que la fijación anual neta de CO<sub>2</sub> de los matorrales sea del 37% respecto a las masas arbóreas, pues aunque no poseemos datos para estimar el porcentaje exacto, lo cierto es que será igual o algo menor de ese 37%.







## **PARTE II**

# **Fijación de carbono en el horizonte orgánico de los suelos forestales**



## II.1 INTRODUCCIÓN

La biomasa vegetal o fitomasa de los ecosistemas forestales se acumula en diferentes compartimentos que conviene diferenciar para facilitar su estudio y gestión. A menudo se habla de biomasa aérea y radical para referirse a la biomasa acumulada en cada una de esas fracciones o de la materia orgánica del suelo forestal que forma parte del complejo arcillo-húmico y que es importante para la fertilidad de los mismos (Zanella *et al.* 2011), perteneciendo al conjunto de biomasa edáfica. Sin embargo, pocas veces se habla de otro gran compartimento de acumulación de necromasa, que se suele designar como hojarasca, mantillo o capa orgánica superficial (forest floor en inglés), refiriéndose siempre a la capa de restos vegetales en diferentes grados de descomposición que se acumula sobre la superficie del suelo. El contenido de carbono en dicha capa orgánica y su proceso de disgregación en los suelos forestales es el principal motivo de atención de este capítulo.



Figura II.1.1 Aspecto del suelo en un quejigar en Brihuega (Guadalajara) donde se observa los restos orgánicos, fundamentalmente hojarasca, que cubren el suelo

### II.1.1 Definición y conceptos

La capa orgánica superficial puede considerarse como un horizonte superpuesto al suelo mineral. Esta capa orgánica típicamente incluye material vegetal fresco, partes parcialmente descompuestas y material bastante transformado (humificado) que posee diferentes características en función de las condiciones climáticas y edáficas del sitio y de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas de cuyo desfronde procede. Su determinación es bastante sencilla de forma visual (Figura II.1.1), aunque a veces existe una mezcla íntima en la zona de contacto entre la capa orgánica y el suelo mineral donde la determinación es más complicada. Quedarían excluidos aquellos horizontes con suficiente material orgánico de diagnóstico (FAO 2007).

La importancia de la capa orgánica del suelo como un componente principal de los ecosistemas forestales terrestres, ha llevado a su estudio intensivo. Así, se ha desarrollado una clasificación taxonómica de las formas de humus (primera aproximación de Klinka *et al.* 1981; segunda y tercera aproximación de Green *et al.* 1993 y 1997, respectivamente; clasificación europea de humus de Zanella *et al.* 2011). Aunque, a veces, puede llevar a confusión puesto que el humus



es habitualmente definido como una parte del horizonte orgánico del suelo (capa humificada) y también existen humus y ácidos húmicos en las capas minerales del suelo (Binkley & Fisher 2013). En este capítulo, cuando se haga referencia al humus se estará refiriendo a toda la capa orgánica.

En el caso más completo, la capa orgánica está formada por tres subcapas (L, F y H), todas ellas de espesor variable según los casos (Fisher & Binkley 2000) que pueden identificarse de manera visual. La **capa L** (*litter* en inglés) u hojarasca está formada por una capa superior de restos vegetales poco descompuestos cuyo origen es fácilmente reconocible; la **capa F** (*fragmented* en inglés) o de restos fragmentados está compuesta de restos parcialmente descompuestos en los que todavía se reconocen, con alguna dificultad, las formas y estructuras de las hojas, flores, frutos y ramillas que la componen; la **capa H** o humificada está formada por restos orgánicos totalmente descompuestos sin estructura visible y generalmente de color oscuro pero en los que no se aprecian partículas de suelo mineral.

El desfronde anual y la velocidad de descomposición de los restos orgánicos aportados por los árboles y matorrales del bosque determinan el espesor de la capa orgánica. Esta capa regula la mayoría de los procesos funcionales del bosque actuando como una capa protectora frente a los cambios extremos de temperatura y humedad, protegiendo al suelo de la erosión y favoreciendo la infiltración del agua (Roig *et al.* 2005). Y esta regulación, cobra aún mayor importancia en los ecosistemas mediterráneos.

El papel de la necromasa en la nutrición del ecosistema depende, como es lógico, de la cantidad de restos que se incorporan anualmente, de la calidad de los mismos y de la velocidad de descomposición e incorporación de éstos al suelo. Se afirma que más del 90% del Nitrógeno y el Fósforo absorbidos por las plantas, en la mayoría de ecosistemas forestales, provienen de los nutrientes de la hojarasca producida en años anteriores (Chapin *et al.* 2002). En los bosques mediterráneos los nutrientes liberados por la capa orgánica representan la principal fuente del mantenimiento de la fertilidad del suelo, junto con los aportes de la biomasa subterránea, para satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas.

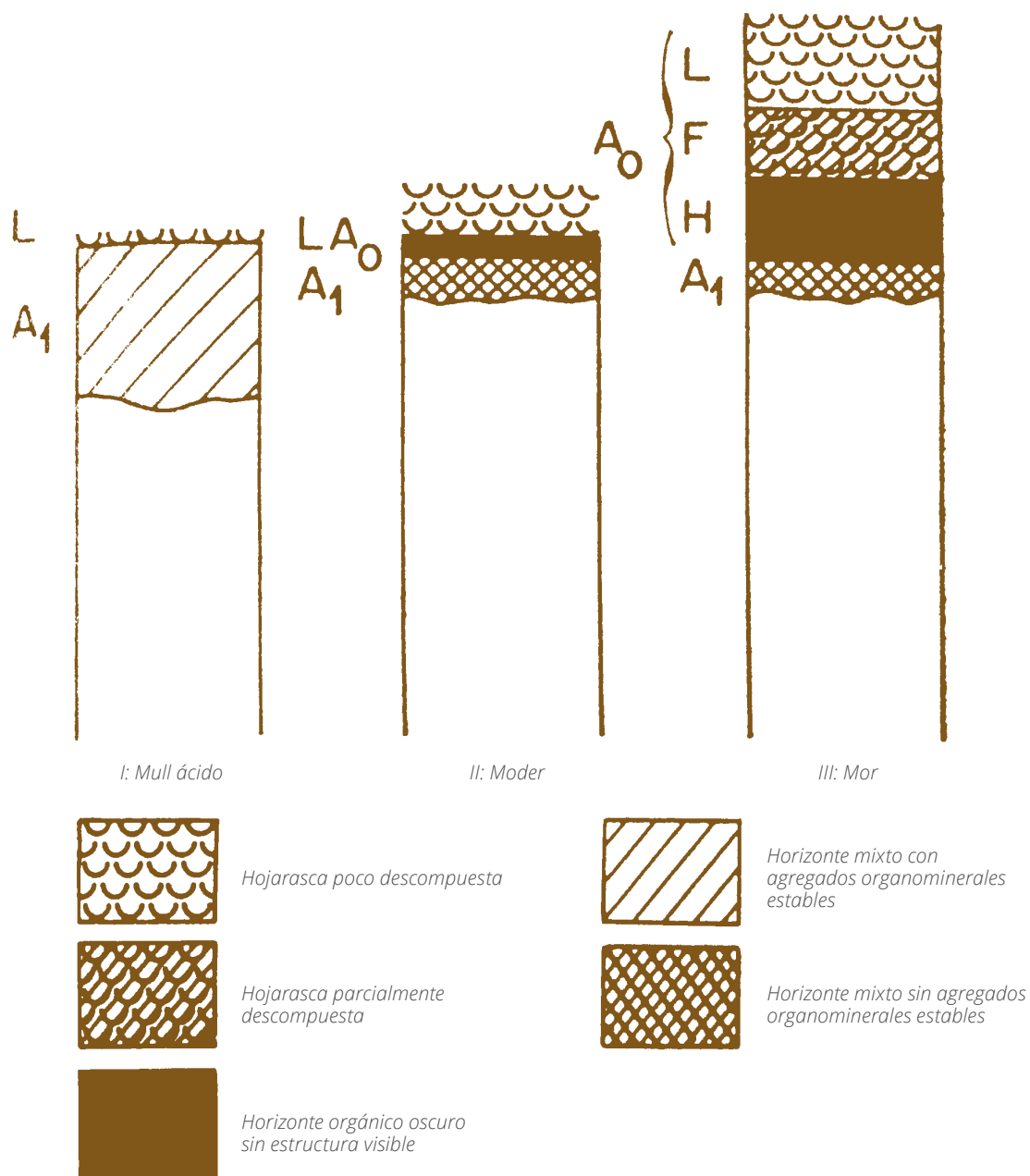
### II.1.2 Procesos de humificación y mineralización

La existencia de las tres capas conjuntamente (L, F y H) no se presenta en todos los suelos. En sitios con una fuerte actividad biológica, bien aireados y poco ácidos, la descomposición de la hojarasca que se desprende anualmente es muy rápida, realizándose en un periodo de uno a dos años (Duchaufour 1984). En estos casos la hojarasca forma una capa delgada en otoño que desaparece casi por completo en el verano siguiente, incorporándose a la parte superior del suelo, dando lugar a un horizonte mixto con agregados organominerales estables que, siguiendo la clasificación de Duchaufour (1984), se conoce como humus de tipo Mull. Por el contrario, en condiciones edafoclimáticas desfavorables para la descomposición de la necromasa, como por ejemplo medios mal aireados, falta de luz, temperaturas muy bajas, poca humedad edáfica y acidez (lo que se traduce en poca actividad biológica), o simplemente la materia prima es muy poco biodegradable, la descomposición de los restos vegetales es muy lenta (períodos de 10 a 20 años). Esto da lugar a un horizonte orgánico formado por restos vegetales parcialmente descompuestos, característico de los humus forestales de tipo Moor, en los cuales suelen coexistir las tres capas (L, F y H) simultáneamente, alcanzando espesores superiores a los 5-10 cm. En condiciones edáfico-climáticas intermedias, que permiten una actividad biológica moderada, suelen desarrollarse las capas L y H formando un

horizonte orgánico ácido de 2 a 4 cm de espesor, que se corresponde con el tipo Moder, de características intermedias entre los tipos de humus anteriormente citados (Duchaufour 1984) (Figura II.1.2.1).

Como se acaba de apuntar, la hojarasca en su descomposición se va transformando poco a poco en moléculas pequeñas más o menos hidrosolubles a una velocidad variable. Algunos autores como Duchaufour *et al.* (1987) indican que los restos orgánicos ricos en proteínas se solubilizan muy rápidamente, los ricos en celulosas y hemicelulosas lo hacen a una velocidad media y los muy ricos en lignina lo hacen de forma muy lenta. La velocidad de esta transformación depende, también, de los organismos que la realizan, del clima, de las condiciones físico-químicas del suelo y de la naturaleza o composición de la necromasa.

Figura II.1.2.1.- Morfología de los tipos de humus. (Fuente: simplificado de Duchaufour, 1984)

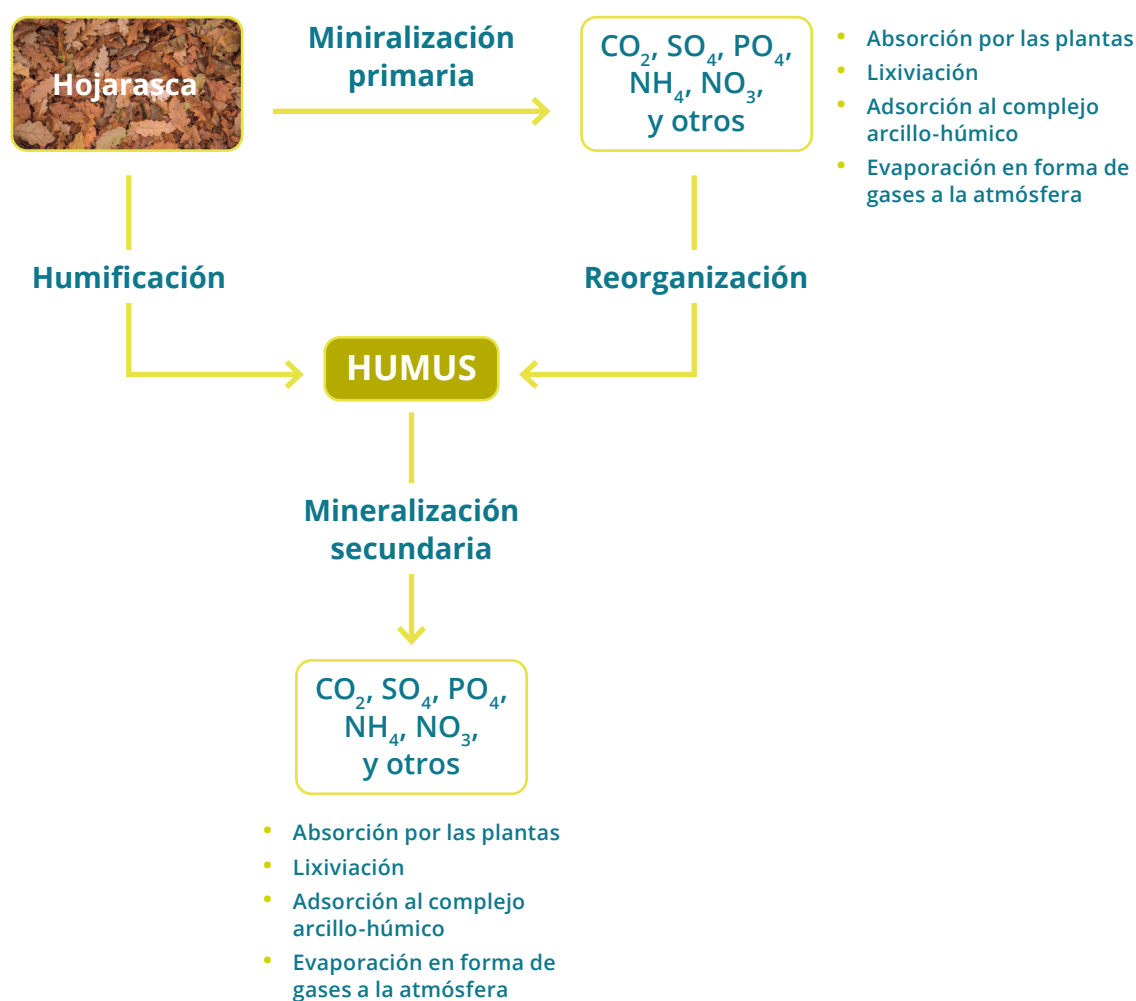




La hojarasca, dependiendo de la especie principal de la cual procede, presenta propiedades variables que hacen que su humificación y mineralización sean más o menos rápidas y que el humus formado sea más o menos rico en nutrientes. En este sentido, autores como Cobertera (1993) clasifican la hojarasca o restos orgánicos depositados sobre la superficie en “mejorantes”, “acidificantes” y aquellos que no producen, por sí mismos, efectos acidificantes del humus y por lo tanto del suelo.

Los nutrientes contenidos en la hojarasca se incorporan al suelo mineral mediante la mineralización de la misma. Una parte de la hojarasca se transforma merced a descomponedores en compuestos minerales solubles (fosfatos, sulfatos, nitratos, etc.) y en compuestos gaseosos como  $\text{CO}_2$  y  $\text{NH}_3$ . Los compuestos solubles pasan a la solución del suelo y pueden ser absorbidos por las plantas o perdidos por lixiviación. Otra parte puede reorganizarse mediante la incorporación de una fracción de los compuestos químicos liberados a los compuestos húmicos (Figura II.1.2.2). En otros casos, se produce primero un proceso de humificación más o menos lento de la materia orgánica u hojarasca (formación de humus) y la posterior mineralización de éste que se conoce como mineralización secundaria.

A pesar de estas diferencias en las vías de mineralización de los restos orgánicos, en los climas templado-húmedos, los dos procesos de mineralización se producen a una velocidad semejante, siendo siempre más rápidos en los humus de tipo *Mull* que en los de tipo *Moor* y *Moder*.



### II.1.3 Desfronde

Tras los comentarios realizados en el apartado anterior sobre la dinámica de los restos orgánicos depositados sobre la superficie de los suelos forestales antes de su humificación-mineralización, conviene llamar la atención sobre el importante papel que juegan estos restos forestales como fijadores de carbono. En este sentido, interesa conocer y cuantificar los procesos de desfronde y descomposición de los restos vegetales que caen al suelo anualmente.

El desfronde de las plantas es la principal vía de incorporación de materia orgánica y de nutrientes al suelo, junto con los procesos de rizodeposición. El estudio de los procesos de desfronde y su relación con el clima es de gran importancia para el conocimiento de la ecología de las especies y la dinámica natural de las masas forestales y formaciones de matorral.

Según el diccionario de términos pascícolas (San Miguel y Roig 2012) y el diccionario forestal de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (SECF 2005) se define el desfronde como *“la caída natural de biomasa procedente de la parte aérea de los árboles, arbustos y matorrales: hojas, frutos, ramillos, corteza, etc., de forma periódica y que contiene una gran parte de los nutrientes extraídos del suelo por el vegetal”*. En ocasiones, el término es sustituido por el de hojarasca, como una simplificación del mismo, debido a que las hojas suelen constituir el mayor componente del desfronde. El desfronde anual se refiere a la cantidad de biomasa caída de forma natural a lo largo de un año en un sistema o una formación forestal determinada. Su conocimiento y cuantificación interesa para conocer el grado de retorno anual de biomasa al suelo y su influencia en la cuantía, estructura y dinámica de la capa orgánica. En la tabla II.1.2.1 se muestra una recopilación bibliográfica de valores de desfronde para diferentes especies forestales arbustivas o de matorral y en la tabla II.1.2.2 para diferentes especies arbóreas.

En este trabajo no hemos generado información sobre la cantidad de desfronde anual o tasas de descomposición de las principales especies o formaciones arbóreas o de matorral. Solo hemos muestreado la cantidad de restos orgánicos que componen las tres capas del horizonte orgánico superficial, pesándolo conjuntamente, de tal manera, que en ese contenido se incluyen el desfronde del último año, los restos semidescompuestos de años anteriores y el humus que aún no se ha mineralizado e incorporado al perfil mineral del suelo. Con esta información conocemos la cantidad de materia orgánica depositada sobre el suelo pero no la velocidad a la que se descompone y pasa de una a otra capa del horizonte orgánico.



Tabla II.1.3.1.-Producción anual de restos orgánicos (desfronde), por especie de matorral, en gr m<sup>-2</sup> de área cubierta por matorral en distintas localizaciones españolas (Valores tomados de bibliografía)

Formación y especie	Región o Provincia	Zona	Desfronde anual (kg ha <sup>-1</sup> año)	Referencia
Adenocarpus decorticans	Almería	Sierra Filabres	93,37	Moro, 1992
Adenocarpus hispanicus	Madrid	Sierra de Guadarrama	353,49	García Ibáñez, 2001
Anthyllis cytisoides	Almería	Sierra Filabres	108,54	Puigdefábregas et al., 1996
Arbutus unedo	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	333,00	Fernández, 1999
Arbutus unedo	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	160,00	Fernández, 1999
Arbutus unedo	Cádiz	PN Los Alcornocales	51,00	Fernández, 1999
Cistus ladanifer	Badajoz	Cheles	263,43	Márquez et al., 1989
Cistus ladanifer	Badajoz	Cheles	290,00	Núñez-Oliveira et al., 1993
Cistus ladanifer	Cádiz	PN Los Alcornocales	234,00	Fernández, 1999
Cistus ladanifer	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	272,00	Fernández, 1999
Cistus ladanifer	Extremadura		280,00	Núñez Oliveira, 1989
Cistus ladanifer	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	84,00	Fernández, 1999
Cistus laurifolius	Almería	Sierra Filabres	47,74	Moro, 1992
Cistus laurifolius	Madrid	Sierra de Guadarrama	435,60	García Ibáñez, 2001
Cistus salviifolius	Sevilla	Las Navas Sierra Norte	212,00	Fernández, 1999
Cytisus oromediterraneus	Madrid	Sierra de Guadarrama	135,41	García Ibáñez, 2001
Cytisus scoparius	Madrid	Sierra de Guadarrama	222,88	García Ibáñez, 2001
Daphne gnidium	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	9,00	Fernández, 1999
Erica arborea	Cádiz	PN Los Alcornocales	152,00	Fernández, 1999
Erica arborea	Sevilla	Las Navas Sierra Norte	78,00	Fernández, 1999
Erica scoparia	Huelva	Doñana	281,20	Merino y Martín-Vicente, 1988
Genista cinerea	Madrid	Sierra de Guadarrama	321,51	García Ibáñez, 2001
Genista florida	Madrid	Sierra de Guadarrama	358,32	García Ibáñez, 2001
Genista hirsuta	Sevilla	Las Navas Sierra Norte	45,00	Fernández, 1999
Genista hirsuta	Cádiz	PN Los Alcornocales	115,00	Fernández, 1999
Halimium halimifolium	Huelva	Doñana	71,10	Merino y Martín-Vicente, 1988
Juniperus oxycedrus	Ávila	Hoyo de Pinares	63,00	Calama et al., com. pers.
Juniperus oxycedrus	Madrid	Cadalso de los Vidrios	31,00	Calama et al., com. pers.
Juniperus oxycedrus	Murcia	Cuenca Río Mula	112,00	Belmonte Serrato et al., 1998
Lavandula stoechas	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	122,00	Fernández, 1999
Myrtus communis	Cádiz	PN Los Alcornocales	47,00	Fernández, 1999
Myrtus communis	Badajoz	Cheles	120,63	Lavado et al., 1989
Myrtus communis	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	119,00	Fernández, 1999
Phillyrea angustifolia	Cádiz	PN Los Alcornocales	31,00	Fernández, 1999
Phillyrea angustifolia	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	27,00	Fernández, 1999
Phillyrea latifolia	Cádiz	PN Los Alcornocales	51,00	Fernández, 1999
Phlomis purpurea	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	53,00	Fernández, 1999
Pistacia lentiscus	Badajoz	Cheles	236,48	Lavado et al., 1989
Quercus coccifera	Valencia	Buñol	373,30	Cañellas y San Miguel, 2003
Quercus coccifera	Valencia	Venta Moro	324,20	Cañellas y San Miguel, 2003
Quercus coccifera	Valencia	Chera	522,90	Cañellas y San Miguel, 2003
Quercus ilex	Ávila	Hoyo de Pinares	73,00	Calama et al., com. pers.
Quercus ilex	Madrid	Cadalso de los Vidrios	37,00	Calama et al., com. pers.
Retama sphaerocarpa	Almería	Sierra Filabres	140,64	Puigdefábregas et al., 1996
Rosmarinus officinalis	Murcia	Cuenca Río Mula	77,50	Belmonte Serrato et al., 1998
Rosmarinus officinalis	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	91,00	Fernández, 1999
Rosmarinus officinalis	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	147,00	Fernández, 1999
Stipa tenacissima	Almería	Sierra Filabres	396,86	Puigdefábregas et al., 1996
Thymus vulgaris	Murcia	Cuenca Río Mula	111,70	Belmonte Serrato et al., 1998
Viburnum tinus	Cádiz	PN Los Alcornocales	106,00	Fernández, 1999
Viburnum tinus	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	65,00	Fernández, 1999

Fuente: Elaboración propia



## PARTE II fijación de carbono en el horizonte orgánico de los suelos forestales

Tabla II.1.3.2.-Producción de desfronde anual para diferentes especies arbóreas (kg materia seca ha<sup>-1</sup>) en diferentes localizaciones de España

Formación y especie	Región o Provincia	Área	Fcc(%)	Nº años	Desfronde anual (kg ha <sup>-1</sup> año)	Referencia
<b>BOSQUE</b>						
Abies alba	Barcelona/Girona	Montseny		2	3.430	Ferrés et al., 1984
Castanea sativa	Salamanca	Sierra de Béjar		1	5.873	Santa Regina y Gallardo, 1985
Castanea sativa	Salamanca	Sierra de Gata		1	4.912	Santa Regina, 2000
Castanea sativa	Salamanca	Sierra de Tamames		4	4.972	Salazar, 2008
Castanea sativa	Salamanca	Sierra de Tamames		4	5.237	Salazar, 2008
Fagus sylvatica	Barcelona/Girona	Montseny		≥2	4.300	Ferrés et al., 1984
Fagus sylvatica	La Rioja	Sierra de la Demanda		5	4.682	Santa Regina y Tarazona, 2000
Fagus sylvatica	Barcelona/Girona	Montseny		5	6.000	Bou et al., 2015
Fagus sylvatica	Madrid	Sierra Guadarrama			5.760	Gil et al., 1999
Fagus sylvatica	Zaragoza	Moncayo		1	4.250	Carceller et al., 1989
Pinus halepensis	Islas Baleares	Mallorca	60	2	2.980	García-Plé et al., 1995
Pinus halepensis	Granada	Guadix	85	3	3.287	Jiménez y Navarro, 2016
Pinus halepensis	Granada	Guadix	58	3	2.326	Jiménez y Navarro, 2016
Pinus halepensis	Granada	Guadix	47	3	1.953	Jiménez y Navarro, 2016
Pinus halepensis	Granada	Guadix	32	3	1.304	Jiménez y Navarro, 2016
Pinus halepensis	Murcia	Cuenca del río Mula		4	2.379	Belmonte Serrato et al., 1998
Pinus halepensis	Palencia		71	2	2.144	Bueis et al., 2017
Pinus halepensis	Valencia	Tuéjar	100	2	2.912	Lado-Monserrat et al., 2016
Pinus halepensis	Valencia	Tuéjar	40	2	2.057	Lado-Monserrat et al., 2016
Pinus halepensis	Valencia	Tuéjar	25	2	1.321	Lado-Monserrat et al., 2016
Pinus nigra	Almería	Sierra Filabres		3	1.143	Moro, 1992
Pinus nigra	Cuenca	Sierra de Cuenca		1	2.028	Espinosa et al., 2018
Pinus nigra / P. pinaster	Cuenca	Sierra de Cuenca		1	3.171	Espinosa et al., 2018
Pinus pinaster	Almería	Sierra Filabres		3	2.043	Moro, 1992
Pinus pinaster	Ciudad Real	Sierra Morena	100	10	3.532	Montero et al., 1999
Pinus pinaster	Ciudad Real	Sierra Morena	90	10	2.687	Montero et al., 1999
Pinus pinaster	Ciudad Real	Sierra Morena	80	10	2.372	Montero et al., 1999
Pinus pinaster	Ciudad Real	Sierra Morena	70	10	2.175	Montero et al., 1999
Pinus pinaster	Ciudad Real	Sierra Morena		10	3.285	Roig et al., 2005
Pinus pinaster / Q. pyrenaica	Toledo	Montes de Toledo		2	4.837	Bravo-Oviedo et al., 2013
Pinus pinaster	Zamora	Villalpando		3	1.728	Santa Regina, 2001
Pinus pinea	Huelva	Doñana			1.019	Mancilla-Leytón et al., 2013
Pinus pinea	Zamora	Villalpando		3	2.400	Santa Regina, 2001
Pinus radiata	Cataluña, Andalucía	Área mediterránea		1	4.100	Romanyà y Vallejo, 2004
Pinus radiata	País Vasco	Área atlántica		1	3.000	Romanyà y Vallejo, 2004
Pinus radiata	Lugo			1	2.400	Ouro et al., 2001
Pinus radiata	Vizcaya			2	3.635	Barraqueta y Basagoiti, 1988
Pinus radiata	Vizcaya		90	5	5.070	González-Arias et al., 1998
Pinus sylvestris	Girona	Pirineo Oriental		2	2.685	Pausas et al., 1994
Pinus sylvestris	Girona	Pirineo Oriental		2	3.632	Pausas, 1997
Pinus sylvestris	Huesca	Jaca		1	2.954	Alvera, 1980
Pinus sylvestris	La Rioja	Sierra de la Demanda		5	5.791	Santa Regina & Tarazona, 2000
Pinus sylvestris	Madrid	Sierra Guadarrama			5.695	Pardo et al., 1999
Pinus sylvestris	Navarra	Aspurz	100	2	5.533	Blanco et al., 2006
Pinus sylvestris	Navarra	Aspurz	80	2	4.635	Blanco et al., 2006
Pinus sylvestris	Navarra	Aspurz	70	2	4.313	Blanco et al., 2006
Pinus sylvestris	Navarra	Garde	100	2	3.986	Blanco et al., 2006
Pinus sylvestris	Navarra	Garde	80	2	3.584	Blanco et al., 2006
Pinus sylvestris	Navarra	Garde	70	2	2.795	Blanco et al., 2006
Pinus sylvestris	Palencia		85	2	2.357	Bueis et al., 2017
Pinus sylvestris	Salamanca	Sierra de Béjar		1	8.853	Santa Regina y Gallardo, 1985
Pinus sylvestris	Segovia	Valsaín		1	3.720	García del Barrio, 2000
Pinus sylvestris	Segovia	Valsaín		11	4.116	Martínez-Alonso et al., 2007
Pinus sylvestris	Zaragoza	Moncayo		4	2.907	Pausas et al., 1994
Pinus (mezcla)	Palencia	Páramos y Valles		1	8.900	Herrero et al., 2016



Tabla II.1.3.2.-Continuación)

Formación y especie	Región o Provincia	Área	Fcc(%)	Nº años	Producción (kg ha <sup>-1</sup> año)	Referencia
Quercus canariensis	Cádiz	Quejigar	91	1	3.585	Fernández, 1999
Quercus canariensis	Cádiz	Canutos	56	1	2.223	Fernández, 1999
Quercus ilex	Barcelona/Girona	Montseny		1	4.520	Verdú et al., 1980
Quercus ilex	Barcelona/Girona	Montseny		≥1	5.310	Ferrés et al., 1984
Quercus ilex	Barcelona/Girona	Montseny		5	4.340	Bou et al., 2015
Quercus ilex	Segovia	Muñopedro			1.198	Serrada et al., 1996
Quercus ilex	Tarragona	Prades		6	3.900	Lledó, 1990
Quercus ilex	Tarragona	Prades	100	7	2.282	Bellot et al., 1992
Quercus ilex	Zamora	Villalpando		3	2.320	Santa Regina, 2001
Quercus petraea	Girona	Montseny		5	4.400	Bou et al., 2015
Quercus petraea	Zaragoza	Moncayo		1	3.598	Carceller et al., 1989
Quercus pyrenaica	Madrid	Sierra Guadarrama	100	2	4.526	Cañellas et al., 1996
Quercus pyrenaica	Madrid	Sierra Guadarrama	75	2	3.598	Cañellas et al., 1996
Quercus pyrenaica	Madrid	Sierra Guadarrama	65	2	3.420	Cañellas et al., 1996
Quercus pyrenaica	Madrid	Sierra Guadarrama	50	2	2.180	Cañellas et al., 1996
Quercus pyrenaica	Madrid	Sierra Guadarrama		≥2	5.220	Gil et al., 1999
Quercus pyrenaica	Salamanca	Sierra de Béjar		1	8.617	Santa Regina y Gallardo, 1985
Quercus pyrenaica	Salamanca	Sierra de Gata		2	3.136	Rapp et al., 1999
Quercus pyrenaica	Salamanca	Sierra de Tamames		4	3.493	Salazar, 2008
Quercus pyrenaica	Zaragoza	Moncayo		1	4.900	Carceller et al., 1989
Quercus robur	Galicia			3	5.977	Díaz-Maroto y Vila-Lameiro, 2006
Quercus suber	Girona	Sierra de St. Hilari		1	5.246	Oliva et al., 1992
Quercus suber	Girona	Quart		1	4.380	Oliva et al., 1992
Quercus suber	Girona	Sierra de St. Hilari		≥3	4.620	Caritat et al., 1996
Quercus suber	Girona	Quart		≥3	3.960	Caritat et al., 1996
Quercus suber	Girona	Montseny		6	4.774	Caritat et al., 2006
Quercus suber	Girona	Montseny		9	4.293	Andivia et al. 2018
Quercus suber	Huelva	Hinojos		9	3.530	Andivia et al. 2018
Quercus (mezcla)	Palencia	Páramos y Valles		1	2.900	Herrero et al., 2016
<b>BOSQUE DE RIBERA</b>						
Populus, Salix, Tamarix	Zaragoza	Río Ebro			5.630	González, 2012
<b>MANCHA</b>						
Quercus suber	Cádiz		23	1	1.014	Fernández, 1999
Quercus suber	Sevilla	Las Navas	6	2	442	Fernández, 1999
Quercus suber	Sevilla	Las Navas	18	2	631	Fernández, 1999
<b>DEHESA</b>						
Olea europaea var. oleaster	Cádiz		10	1	321	Fernández, 1999
Olea europaea var. oleaster	Sevilla	Las Navas	18	1	299	Fernández, 1999
Pinus pinea	Valladolid	Viana de Cega	29	4	719	Calama et al., com pers.
Pinus pinea	Valladolid	Viana de Cega	20	4	514	Calama et al., com pers.
Pinus pinea	Valladolid	Viana de Cega	26	4	680	Calama et al., com pers.
Pinus pinea	Valladolid	Viana de Cega	19	4	312	Calama et al., com pers.
Pinus pinea	Valladolid	Viana de Cega	29	4	699	Calama et al., com pers.
Pinus pinea	Valladolid	Viana de Cega	26	4	668	Calama et al., com pers.
Pinus pinea	Valladolid	Viana de Cega	33	4	716	Calama et al., com pers.
Pinus pinea	Valladolid	Viana de Cega	49	4	1.143	Calama et al., com pers.
Quercus ilex	Huelva	Calañas	bc	2	2.533	Andivia et al., 2009
Quercus ilex	Huelva	San Bartolomé	bc	2	2.859	Andivia et al., 2009
Quercus ilex	Huelva	San Bartolomé	bc	6	2.627	Andivia et al., 2012
Quercus ilex	Salamanca	Barbadillo	bc	2	6.969	Gómez Gutiérrez et al., 1981
Quercus ilex	Salamanca	Barbadillo	31	3	1.887	Martín et al., 1996
Quercus ilex	Salamanca		bc	3	5.212	Escudero et al., 1985
Quercus ilex	Salamanca		fc-12	3	413	Escudero et al., 1985
Quercus ilex	Sevilla	Las Navas	22	2	957	Fernández, 1999
Quercus ilex	Sevilla	Las Navas	32	2	989	Fernández, 1999
Quercus pyrenaica	Salamanca		bc	3	3.397	Escudero et al., 1985
Quercus pyrenaica	Salamanca		fc-12	3	435	Escudero et al., 1985
Quercus suber	Huelva	Hinojos	bc	6	3.368	Andivia et al., 2012
Quercus suber	Sevilla	Las Navas	26	2	996	Fernández, 1999

Fuente: Elaboración propia

### II.1.4 Descomposición del desfronde

En climas homogéneos con precipitaciones suficientes y sin alteraciones antrópicas importantes, la temperatura y la humedad regulan, en gran medida, la tasa de descomposición del desfronde y, como consecuencia, la cantidad de material orgánico acumulado sobre la superficie del suelo.

La tasa de incorporación de nutrientes al suelo y la importancia de las rutas de humificación y mineralización primaria y secundaria, así como la eficacia con la que la vegetación absorbe y utiliza los nutrientes fijados en el complejo arcillo-húmico del suelo, están muy condicionados por la temperatura. Así, la latitud y la altitud condicionan, en gran medida, los procesos indicados. En el ámbito mediterráneo, caracterizado por grandes variaciones climáticas entre años y con gran variación microclimática a escala regional y local, y una alta diversidad botánica, los procesos de descomposición, mineralización e incorporación de nutrientes al suelo, así como su posterior utilización por la vegetación, son más complejos. En líneas generales, estos procesos están muy marcados por la microtopografía, la composición florística, los períodos de sequía, la capacidad de retención del agua del suelo, la fauna edáfica específica, la composición química y textural del suelo, la recurrencia de los incendios forestales, etc.

Se han identificado tres fracciones en la descomposición química de los restos del desfronde (Berg & Laskowski 2006). Una fracción lábil que se puede descomponer rápidamente compuesta por carbohidratos y proteínas; unas estructuras de descomposición más lenta formadas principalmente por celulosa y hemicelulosa, que son las más abundantes en el desfronde; y una fracción resistente a la degradación con alto contenido en lignina y polifenoles.

Los nutrientes provenientes de restos orgánicos con altas tasas de descomposición y rápida mineralización se encuentran disponibles para las plantas durante cortos períodos de tiempo y tienen el inconveniente de que pueden agotarse muy rápidamente, especialmente, después de una fuerte perturbación, como puede ser el caso de un incendio forestal. Algunos autores, por ejemplo Gallardo (2001), indican que la tasa de descomposición en ecosistemas mediterráneos suele ser relativamente baja en comparación con otro tipo de ecosistemas. Berg *et al.* (1993) afirman que los ecosistemas mediterráneos muestran, en general, menores tasas de descomposición de las que les corresponderían por su índice de evapotranspiración y justifica esta discrepancia "por la facilidad con que se seca la superficie del suelo durante los únicos períodos en los que la disponibilidad de agua y las temperaturas son suficientes para permitir una buena velocidad de descomposición" (primavera y otoño). Este secado superficial, según Gallardo (2001), puede provocar el desplazamiento de las condiciones idóneas de mineralización hacia capas más profundas donde aún puede haber humedad suficiente. Por otro lado, el secado repentino del horizonte orgánico, o mineral superficial, impide el establecimiento de una microflora y microfauna más o menos estable en el horizonte orgánico.

Landsberg & Gower (1997) apuntan que las tasas de descomposición y de mineralización disminuyen según aumenta la edad de la vegetación. Esto es debido a que hay un aporte de restos de material leñoso de mayor tamaño y con una relación C/N más alta, favoreciendo la inmovilización de los nutrientes por los organismos del suelo y esta inmovilización reduce la disponibilidad de nutrientes absorbibles por las plantas. Según Gallardo (2001), en todos los ecosistemas, pero seguramente, en mayor proporción en los mediterráneos, se crea, a veces, una especie de círculo cerrado de retroalimentación, según el cual, una estación poco fértil produce desfronde pobre en nutrientes que, a su vez, disminuye la tasa de descomposición



de la hojarasca. Esto redundaría en un menor reciclado de nutrientes y en una disponibilidad más baja de los mismos en el suelo. Por otra parte, si en ese sitio entran pocos nutrientes y se producen grandes salidas por perturbaciones (fuego, arrastre superficial, etc.) el ecosistema se empobrece. Es conocido que los ecosistemas mediterráneos están más expuestos a perturbaciones, como las indicadas anteriormente, siendo más sensibles a las mismas.

### II.1.5 Tasa de descomposición del desfronde

Los ecosistemas mediterráneos suelen estar compuestos por un conjunto amplio de especies perennifolias y algunas, más escasas, caducifolias. Como consecuencia de esa composición, el desfronde en perennifolias se produce de manera continua a lo largo de todo el año, pero presentando una clara estacionalidad que muestra un máximo al comienzo o final del verano, dependiendo de las condiciones edáfico-climáticas de la estación (Escudero *et al.* 1985; Garrido *et al.* 1989; Núñez Oliveira 1989; Gallardo 2001). Otro máximo relativo anual del desfronde (menor que el anterior) puede presentarse cuando comienza la máxima abscisión, después de la traslocación de nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente) coincidiendo con la renovación foliar (habitualmente en primavera temprana). En algunos casos, la influencia de perturbaciones fuertes (vientos, lluvias fuertes o nieves) puede hacer aparecer picos en el desfronde. En la práctica, se trata de un proceso continuo bimodal en el que las oscilaciones anuales y estacionales causadas por los fenómenos antes mencionados y por los ritmos fenológicos anuales contribuyen a fomentar la variabilidad (García Ibáñez 2001) y afectan a los procesos de descomposición, mineralización e inmovilización. En ecosistemas forestales maduros, estos procesos se estabilizan en torno a valores medios anuales, propios de cada formación vegetal en equilibrio con su suelo y clima.

Siguiendo con la recopilación bibliográfica, se presentan, a modo de ejemplo, diferentes curvas de descomposición. Así, en la figura II.1.5.1 se muestra la dinámica de descomposición de hojas para nueve especies forestales mediterráneas en condiciones controladas en laboratorio (Incerti 2011) y en la figura II.1.5.2 se muestra la dinámica de descomposición en 6 especies forestales de matorral ensayados en condiciones de campo en la Sierra de Guadarrama (García Ibáñez 2001).

Figura II.1.5.1.- Observados (puntos) y simulados (líneas azules). Descomposición dinámica de las hojas en nueve especies forestales utilizando bolsas de descomposición y condiciones controladas óptimas ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$  por la noche,  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  durante el día, con el riego a capacidad de campo) (Incerti *et al.* 2011)

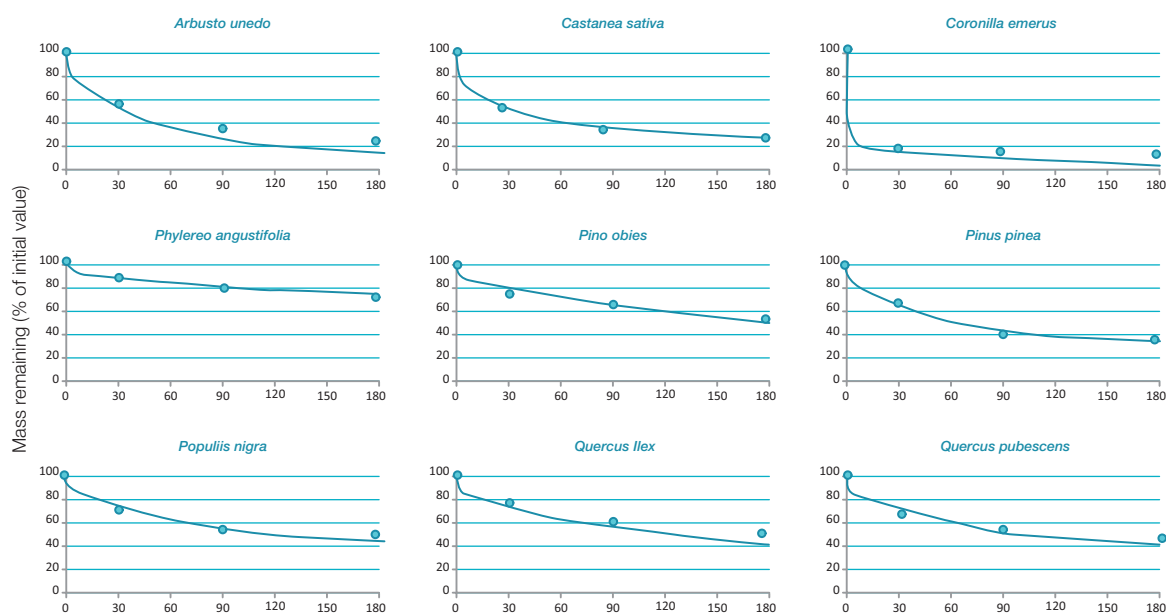
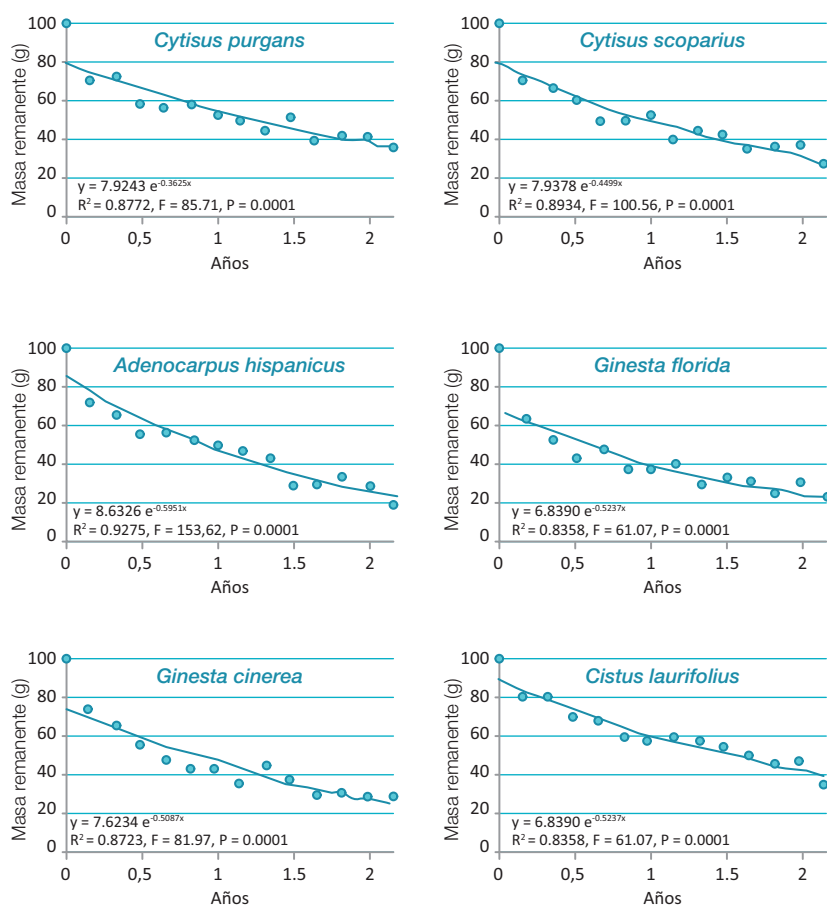


Figura II.1.5.2.- Masa remanente de la descomposición de la hojarasca ajustada al modelo exponencial simple negativo (Olson,1963) para seis arbustos en la Sierra de Guadarrama (García Ibáñez 2001)



La figura II.1.5.3 presenta la dinámica de descomposición en 2 especies arbóreas (*Pinus pinaster* Ait. y *Quercus pyrenaica* Willd.) en un bosque mixto (Bravo-Oviedo *et al.* 2017). Se observa que la descomposición de acículas y hojas es bastante similar durante la primera parte del experimento (450 días ≈ 15 meses). Posteriormente, a partir de la medición realizada a los 540 días (18 meses), la descomposición comienza a ser significativamente diferente entre especies en todas las mediciones realizadas.

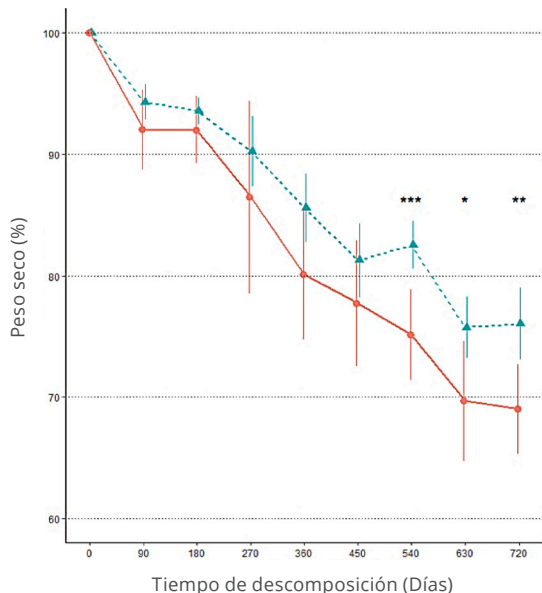


Figura II.1.5.3.- Dinámica de la descomposición de las acículas de *Pinus pinaster* (azul) y hojas de *Quercus pyrenaica* (rojo) en una masa mixta de estas dos especies en los Montes de Toledo (Toledo). Fuente: modificado de Bravo-Oviedo *et al.* (2017).



El ritmo o velocidad de descomposición de la hojarasca se mide por la **tasa de descomposición**  $K_o$  (Jenny *et al.* 1949; Olson 1963). Así, se ha definido el índice de descomposición suponiendo que el ecosistema está en equilibrio con el medio y las entradas de materia orgánica compensan la mineralización, realizándose un aporte de hojarasca continuo, por ejemplo en masas de especies perennifolias.

$$K_o = \frac{A}{F}$$

siendo A la producción anual de hojarasca ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) y F la cantidad de hojarasca acumulada sobre la superficie del suelo forestal ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ).

En ecosistemas caducifolios el máximo pico del desfronde se produce al finalizar el periodo vegetativo, generalmente en otoño, coincidiendo con la caída de la hoja. Para este tipo de vegetación el cálculo de la tasa de descomposición ( $K_j$ ) se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$K_j = \frac{A}{F + A}$$

Los valores de esta tasa de descomposición suelen oscilar entre 0 y 1, aunque pueden ser mayores. Valores de  $K > 1$  indican un tiempo medio de residencia del desfronde sobre el suelo menor de un año. Además, como la velocidad de descomposición de los restos varía a lo largo del año se podrían calcular tasas de descomposición mensuales o estacionales. De la misma manera, existen variaciones de la tasa de descomposición entre años, pero a efectos prácticos, se acepta que sus valores se aproximan a un valor medio.

A partir de la tasa media de desfronde y la cantidad de hojarasca acumulada, también se puede calcular el tiempo medio de residencia como la inversa de la tasa media de descomposición, siguiendo la formulación de Olson (1963).

$$\text{TMR} = \frac{1}{A/F} = \frac{F}{A} = \frac{1}{k_o} \text{ (años)}$$

Es frecuente obtener los valores de la tasa de descomposición mediante la utilización de bolsas de descomposición. Utilizando esta metodología se han realizado un gran número de trabajos en España (ver, entre otros, los trabajos de Gallardo & Merino 1993; Pausas 1997; Santa Regina 2001; Bravo-Oviedo *et al.* 2017). El cálculo de la tasa de descomposición se realiza a partir de la ecuación de Olson (1963), en función de las cantidades descompuestas en un tiempo conocido.

$$\ln \left( \frac{W_t}{W_o} \right) = -k_o \cdot t$$

donde  $W_o$  es la cantidad inicial de hojarasca en la bolsa de descomposición,  $W_t$  es la cantidad de hojarasca que queda en la bolsa tras el tiempo t, y  $K_o$  es la tasa de descomposición.

En general, las curvas de pérdida de biomasa o descomposición del desfronde anual se caracterizan por tener una pendiente más pronunciada en la fase inicial de descomposición que va disminuyendo con el tiempo, hasta la descomposición total e incorporación al suelo.

La utilización de la tasa  $K_o$  puede servir para obtener un valor promedio del tiempo medio de residencia de la hojarasca depositada sobre el suelo antes de descomponerse totalmente. Este valor del tiempo de residencia sería similar al obtenido cuando se alcanza el tramo final de la curva de descomposición, o parte asintótica de ésta, obtenida por el método experimental de

cálculo de la velocidad de descomposición a lo largo del tiempo. Dicho método experimental permite, si la serie temporal es suficientemente larga, estimar el tiempo medio que tarda en descomponerse el 50% de la hojarasca en las bolsas experimentales ( $t_{50}$ ) y el tiempo medio para el cual se considera que se ha descompuesto el 99% de la hojarasca ( $t_{99}$ ). Este tiempo ( $t_{99}$ ) debería coincidir, aproximadamente, con el tiempo medio de residencia definido anteriormente por el método del balance integral de necromasa.

Existen algunos ejemplos de ecosistemas mediterráneos en nuestro país en los cuales se hayan definido las tasas de descomposición del desfronde y los tiempos medios de residencia. A continuación, y a modo de ejemplo, se incluye información sobre una repoblación de *Pinus pinaster* Ait. situada en Fuenaliente (Sierra Morena, Ciudad Real) (Tabla II.1.5.1). En este experimento se presentan datos de cuatro grados de densidad de arbolado (Montero *et al.* 1999). La primera, máxima densidad biológica para la especie (MDB). La segunda, denominada control o testigo, que corresponde a una masa sembrada en 1951-1952, en la que sólo se ha realizado un clareo a los 17 años. La tercera y cuarta corresponden a dos regímenes de claras, clara moderada (C-1) y clara fuerte (C-2). Se muestran, además, los datos de densidad y área basimétrica en pies  $ha^{-1}$  y  $m^2 ha^{-1}$ , respectivamente.

Tabla II.1.5.1.- Tasas de descomposición  $K_o$ ,  $K_j$  y tiempo de residencia TMR en repoblación de *Pinus pinaster* entre 33 y 43 años, sometidas a diferentes tratamientos selvícolas

PERIODO (años)	TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS															
	MDB				CONTROL				C-1				C-2			
	$K_o$	$K_j$	N	AB	$K_o$	$K_j$	N	AB	$K_o$	$K_j$	N	AB	$K_o$	$K_j$	N	AB
1985-1988	0,34	0,28	3600	64	0,27	0,22	1193	49	0,31	0,24	753	35	0,36	0,21	687	31
1989-1992	0,51	0,34			0,39	0,28			0,40	0,29			0,48	0,32		
1992-1995	0,43	0,30	2270	76	0,32	0,24	1173	58	0,28	0,21	736	46	0,31	0,24	667	41
Media (1985-1995)	0,43	0,31			0,33	0,25			0,33	0,25			0,38	0,26		
TMR (1985-1995)	2,8				3,3				3,6				3,7			

Fuente: Elaboración propia

MDB: Máxima densidad biológica para la especie; Control: Sin tratamiento; C-1: Clara moderada; C-2: Clara fuerte; AB y N: Área Basimétrica ( $m^2 ha^{-1}$ ) y Número de árboles (pies  $ha^{-1}$ ), corresponde con el valor de inicio (1985) y fin (1995) de los respectivos rangos temporales; TMR: Tiempo medio de residencia (años).

Existen numerosos estudios que han estimado las tasas de descomposición del desfronde en ecosistemas forestales españoles, pero aún así es necesario realizar un mayor esfuerzo para disponer de un número de valores significativamente más alto. Para revisar la información existente sobre las tasas de descomposición, se ha realizado la recopilación bibliográfica para especies forestales en España que se presenta en el Tabla II.1.5.2.



Tabla II.1.5.2.-Tasa de descomposición ( $K_d$ ) para diferentes especies (matorral y arbóreas) en distintas zonas de España (valores tomados de bibliografía)

Formación / especie	Región / Provincia	Área	Tasa $k_d$	Referencia	Metodología*
<b>ZONA ARBOLADA</b>					
Alnus glutinosa	Guadalajara	Humanes	2,07	Pérez-Corona et al., 2006	Experimental
Betula pubescens	Salamanca	Sierra de Francia	1,20	Escudero et al., 1991	Experimental
Castanea sativa	Salamanca	Sierra de Béjar	0,22	Santa Regina y Gallardo, 1995	Calculado
Castanea sativa	Salamanca	Sierra de Béjar	0,31	Santa Regina y Gallardo, 1995	Experimental
Fagus sylvatica	Barcelona	Montseny	0,22	Terradas et al., 1984	Experimental
Fagus sylvatica	La Rioja	Sierra de la Demanda	0,37	Santa Regina y Tarazona, 2001	Calculado
Fagus sylvatica	La Rioja	Sierra de la Demanda	0,29	Santa Regina y Tarazona, 2001	Experimental
Fagus sylvatica	Madrid	Montejo de la Sierra	0,31	Pardo et al., 1997	Experimental
Frangula alnus	Salamanca	Sierra de Francia	1,97	Escudero et al., 1991	Experimental
Fraxinus angustifolia	Guadalajara	Humanes	4,47	Pérez-Corona et al., 2006	Experimental
Fraxinus angustifolia	Huelva	Doñana	0,44	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Fraxinus angustifolia	Málaga	La Saucedá	1,07	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Pinus halepensis	Mallorca	Alcudia	0,27	García-Plé et al., 1995	Experimental
Pinus halepensis	Palencia-Valladolid		0,30	Bueis et al., 2017	Experimental
Pinus halepensis	Valencia	Tuéjar	0,28	Lado-Monserrat et al., 2016	Experimental
Pinus nigra	Almería	Sierra Filabres	0,17	Moro et al., 1996	Experimental
Pinus pinaster	Almería	Sierra Filabres	0,13	Moro et al., 1996	Experimental
Pinus pinaster	Ciudad Real	Sierra Morena	0,37	Montero et al., 1999	Calculado
Pinus pinaster	Salamanca	Sierra de Francia	0,37	Escudero et al., 1991	Experimental
Pinus pinaster	Toledo	Montes de Toledo	0,15	Bravo-Oviedo et al., 2017	Experimental
Pinus pinaster	Zamora	Tierra de Campos	0,25	Santa Regina, 2001	Calculado
Pinus pinaster	Zamora	Tierra de Campos	0,75	Santa Regina, 2001	Experimental
Pinus pinea	Huelva	Doñana	0,26	Mancilla-Leytón et al., 2013	Experimental
Pinus pinea	Zamora	Tierra de Campos	0,27	Santa Regina, 2001	Calculado
Pinus pinea	Zamora	Tierra de Campos	0,73	Santa Regina, 2001	Experimental
Pinus radiata	Girona	Sta. Coloma de Farners	0,47	Cortina y Vallejo, 1994	Experimental
Pinus radiata	Lugo		0,45	Ouro et al., 2001	Experimental
Pinus sylvestris	Girona	Pirineos	0,24	Pausas, 1997	Experimental
Pinus sylvestris	La Rioja	Sierra de la Demanda	0,46	Santa Regina y Tarazona, 2001	Calculado
Pinus sylvestris	La Rioja	Sierra de la Demanda	0,31	Santa Regina y Tarazona, 2001	Experimental
Pinus sylvestris	Palencia		0,37	Bueis et al., 2017	Experimental
Pinus sylvestris	Salamanca	Sierra de Béjar	0,13	Santa Regina y Gallardo, 1995	Calculado
Pinus sylvestris	Salamanca	Sierra de Béjar	0,23	Santa Regina y Gallardo, 1995	Experimental
Pinus sylvestris	Salamanca	Sierra de Francia	0,73	Escudero et al., 1991	Experimental
Pinus spp.	Palencia	Páramos y Valles	0,18	Herrero et al., 2016	Experimental
Populus nigra	Guadalajara		0,71	Aranda et al., 1990	Experimental
Populus spp.	Madrid		0,60	Moyano et al., 2010	Experimental
Populus spp.	Soria		0,31	Moyano et al., 2010	Experimental
Populus x hybrida	Guadalajara	Humanes	2,01	Pérez-Corona et al., 2006	Experimental
Quercus canariensis	Huelva	Doñana	0,33	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus canariensis	Málaga	La Saucedá	0,50	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus faginea	Huelva	Doñana	0,17	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus faginea	Málaga	La Saucedá	0,35	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus ilex	Barcelona	Montseny	0,30	Verdú et al., 1984	Experimental
Quercus ilex	Lleida	Cervera	0,36	Rosich et al., 1989	Experimental



Tabla II.1.5.2.- (Continuación)

Formación / especie	Región / Provincia	Área	Tasa $k_0$	Referencia	Metodología*
Quercus ilex	Salamanca		0,49	Escudero et al., 1985	Calculado
Quercus ilex	Zamora	Tierra de Campos	0,48	Hernández et al., 1992	Experimental
Quercus ilex	Zamora	Tierra de Campos	0,56	Santa Regina, 2001	Calculado
Quercus ilex	Zamora	Tierra de Campos	0,44	Santa Regina, 2001	Experimental
Quercus pyrenaica	Huelva	Doñana	0,34	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus pyrenaica	Málaga	La Saucedá	0,62	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus pyrenaica	Madrid	Montejo de la Sierra	0,47	Pardo et al., 1997	Experimental
Quercus pyrenaica	Salamanca	Sierra de Béjar	0,19	Santa Regina y Gallardo, 1995	Calculado
Quercus pyrenaica	Salamanca	Sierra de Béjar	0,23	Santa Regina y Gallardo, 1995	Experimental
Quercus pyrenaica	Salamanca	Sierra de Gata	0,48	Martín et al., 1997	Calculado
Quercus pyrenaica	Salamanca	Sierra de Gata	0,34	Martín et al., 1997	Experimental
Quercus pyrenaica	Salamanca	Sierra de Francia	1,10	Escudero et al., 1991	Experimental
Quercus pyrenaica	Toledo	Montes de Toledo	0,17	Bravo-Oviedo et al., 2017	Experimental
Quercus suber	Huelva	Doñana	0,18	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus suber	Málaga	La Saucedá	0,40	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus spp.	Palencia	Páramos y Valles	0,46	Herrero et al., 2016	Experimental
Salix atrocinerea	Huelva	Doñana	0,18	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Salix atrocinerea	Málaga	La Saucedá	0,37	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<b>ZONA ARBUSTIVA</b>					
Adenocarpus decorticans	Almería	Sierra Filabres	0,53	Moro et al., 1996	Experimental
Adenocarpus hispanicus	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,74	García Ibáñez, 2001	Experimental
Cistus laurifolius	Almería	Sierra Filabres	0,21	Moro et al., 1996	Experimental
Cistus laurifolius	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,49	García Ibáñez, 2001	Experimental
Cistus libanotis	Huelva	Doñana	0,14	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Cistus libanotis	Málaga	La Saucedá	0,34	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Cytisus purgans	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,45	García Ibáñez, 2001	Experimental
Cytisus scoparius	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,59	García Ibáñez, 2001	Experimental
Genista cinerea	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,58	García Ibáñez, 2001	Experimental
Genista florida	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,71	García Ibáñez, 2001	Experimental
Halimium halimifolium	Huelva	Doñana	0,16	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Halimium halimifolium	Málaga	La Saucedá	0,46	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
Quercus coccifera	Huelva	Doñana	0,22	Gallardo y Merino, 1993	Experimental

Fuente: Elaboración propia

Metodología\*: Experimental mediante el empleo de bolsas de descomposición y cálculo de la constante por la fórmula de variación del peso en un tiempo determinado (modelo exponencial simple negativo); Calculado: a partir de los datos medidos de desfronde anual y cantidad de hojarasca en el suelo.



## II.2 OBJETIVOS

El objetivo principal de esta segunda parte del trabajo es cuantificar la cantidad de carbono acumulado en el horizonte orgánico de los suelos forestales en función de la cubierta vegetal.

## II.3 METODOLOGÍA

### II.3.1 Datos

Con este fin, se ha constituido una base de datos en el INIA-CIFOR con muestras de capa orgánica procedentes de distintos proyectos de investigación.

La muestra está constituida por 1030 parcelas pertenecientes a la muestra presentada en la primera parte de este trabajo, 340 parcelas inventariadas en el proyecto TIPECOFOR, financiado por el INIA a través del RTA2010-00095; 383 parcelas del proyecto Red Europea de daños de los Bosques (Nivel I España, 1987-1996) y 58 del proyecto Rodales Selectos (Gómez-Sanz et al., 2014), formando una muestra total de 1811 parcelas. De esta muestra se desecharon algunas parcelas por presentar valores que se salían fuera de la media más o menos dos veces la desviación típica.

Respecto a la información de la cubierta vegetal, se dispone de su composición específica tanto arbórea como de matorral, así como de la Fcc de ambas. En las parcelas pertenecientes al proyecto TIPECOFOR, Red Europea de daños de los Bosques y Proyecto de Rodales Selectos, se dispone únicamente de las especies arbóreas dominantes y de la Fcc del vuelo arbóreo, no hay datos de matorral.

### II.3.2 Toma de muestras

En cada parcela se recogieron todos los restos orgánicos depositados sobre la superficie del suelo, incluyendo las tres capas del horizonte orgánico (L, F y H) cuando las mismas estaban presentes, de manera conjunta, y en una superficie conocida (generalmente 25 x 25 cm).

Se colocaba un bastidor, metálico o de madera, siempre en el ángulo superior derecho en aquellas parcelas que se levantaban para la estimación de la biomasa del matorral y en una posición aleatoria, y próxima al centro, en las parcelas restantes (TIPECOFOR, Rodales Selectos). Una vez colocado el bastidor se recogía toda la necromasa contenida dentro del mismo hasta llegar al horizonte mineral, procurando no recoger nada de la tierra mineral, cosa que a veces no fue fácil de conseguir. No se separaron los restos pertenecientes a cada una de las capas del horizonte orgánico (L, F y H). El material se guardaba conjuntamente en bolsas de lona, se cerraban y se enviaban al laboratorio para su desecación y análisis.

A continuación se ilustra en las figuras II.3.2.1 y II.3.2.2, el trabajo de campo realizado para la recogida de muestras de necromasa. <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

Figura II.3.2.1. Descripción del proceso de recogida de muestras del Horizonte Orgánico



1. Colocación del bastidor de 30x30 cm. sobre el suelo y delimitación de del perímetro interior con una paleta. de albañil.



2. Remoción ddel horizonte orgánico superficial para recoger su contenido.



3. Medición del espesor del horizonte orgánico superficial.



4. Los restos vegetales del horizonte orgánico (Capas L, F y H.) Se recogen toda la necromasa hasta llegar a la tierra mineral y se vierte en bolsas de lona para su envío al laboratorio

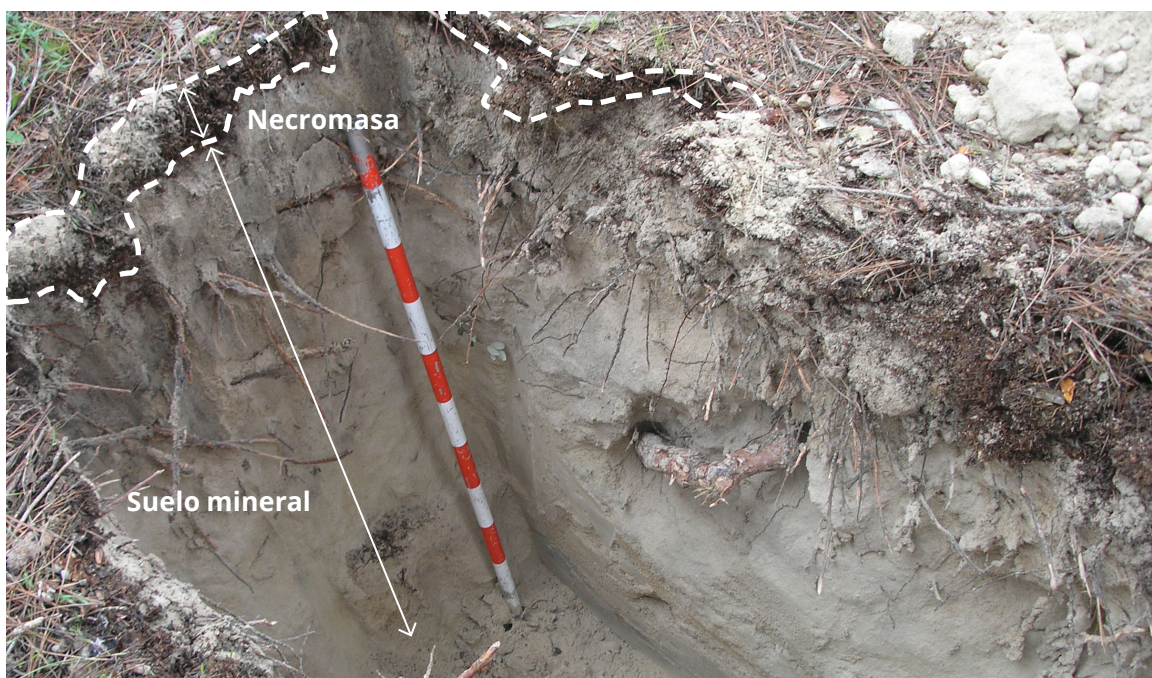


Figura II.3.2.1. Identificación de la capa orgánica superficial o necromasa mediante línea de puntos, que coinciden aproximadamente con el grosor del mismo. Obsérvese el color marrón oscuro de dicho horizonte en la parte frontal del perfil. Masa de Pinus pinea. Valladolid.



### II.3.3 Procesado de muestras en laboratorio

Una vez en el laboratorio, las muestras se vaciaron en bandejas para su secado al aire. Tras realizar una homogeneización de las muestras se metieron en estufa a 65°C hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente, se pesaron con aproximación de un gramo y se extrajo una muestra representativa del contenido total que se trituroó con un molino CULATTI mod. MFC. Con la submuestra molida se realizaron los análisis para la determinación del porcentaje de carbono, mediante combustión completa en un analizador LECO mod. HCN 600. El resto de la muestra se terminó de secar en estufa a 102°C hasta peso constante para la estimación de su peso en materia seca (MS).



**Figura II.3.3.1.** Las muestras llegan al laboratorio debidamente identificadas se vierten en bandejas de aluminio para su secado al air y se remueve la muestra para su homogenización. A continuación se separa una submuestra en bolsas de polietileno que se seca a 65C° para la determinación del Carbono Orgánico total. El resto de la muestra se seca en estufa a 102C° para la determinación de Materia Seca (M.S)

## II.4 RESULTADOS

La acumulación de necromasa en el horizonte orgánico superficial está relacionada con las condiciones ecológicas y con las cubiertas vegetales de las que procede. Los resultados varían en función del tipo de cubierta (arbórea, matorral y mezcla de ambas) y también en función de la densidad de esas cubiertas. Por consiguiente, en la presentación de los resultados se hará referencia a cada una de esas situaciones.

En los siguientes apartados se presentan los resultados medios y su dispersión, caracterizando así la muestra y ofreciendo una información descriptiva sobre el orden de magnitud o valores medios de las variables y sus variaciones respecto a las condiciones ecológicas, tipos y densidad de cubiertas.

### II.4.1 Estimación de la necromasa y del carbono total acumulado en el horizonte orgánico superficial en función de las formaciones arbóreas dominantes

Los resultados que se presentan a continuación (tabla II.4.1.1) se refieren a la necromasa total acumulada en el horizonte orgánico ( $t\ ha^{-1}\ MS$ ), al porcentaje de carbono orgánico contenido en la misma y al carbono orgánico total ( $t\ C\ ha^{-1}$ ).

Los resultados se presentan a diferentes niveles de agregación. En primer lugar se presentan los resultados obtenidos para las masas arboladas con fracción de cabida cubierta superior al

10%, sin distinción de las especies arbóreas que las pueblan ni de las especies del sotobosque, es lo que se denomina formaciones arboladas. Seguidamente se exponen los resultados distinguiendo las masas pobladas predominantemente por coníferas, por frondosas y para formaciones de dehesas. No se consideran los diversos grados de mezcla que se presentan en la realidad en todas estas formaciones, clasificándose la muestra por la especie arborea dominante.

En la misma tabla, para facilitar la comparación entre las diferentes formaciones, se presentan los resultados obtenidos para formaciones de matorrales y arbustados desarbolados o con una fracción de cubierta arbolada menor del 10%. En este caso la fracción de cubierta media que aparece en la tabla se refiere únicamente a la Fcc del matorral, sin tener en cuenta la correspondiente al arbolado ralo que pueda existir.

Para finalizar se presentan los resultados obtenidos para los espartizales, formaciones perennes con características edáfico-climáticas peculiares, que ocupan grandes áreas en climas áridos y semiáridos sobre suelos de naturaleza caliza, condiciones que hacen difícil la existencia del arbolado y del matorral aunque estos sean de carácter mediterráneo.

**Tabla II.4.1 1.- Variación de la necromasa acumulada y carbono total en el horizonte orgánico en función de las formaciones dominantes: arbóreas, matorral y espartizal**

Formaciones	n	Necromasa (t ha <sup>-1</sup> )		(%) Carbono		C Org Total <sup>(1)</sup> (t C ha <sup>-1</sup> )		Fcc (%)	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
Arbolado	1249	19,8	23,5	39,8	6,8	7,9	9,6	58,4	29,6
Coníferas	720	24,8	27,5	39,9	6,7	9,9	11,1	58,0	28,2
Frondosas SD <sup>(1)</sup>	471	14,0	14,7	39,9	7,0	5,6	6,2	63,0	30,8
Dehesas	58	5,6	5,5	38,8	6,9	2,1	2,1	25,9	11,2
Desarbolado	234	10,2	10,2	38,3	8,3	3,8	4,8	59,6	32,0
Espartizal	21	8,3	5,4	35,1	7,8	2,8	1,6	50,5	27,6

*(1) Frondosas no adehesadas. La media del carbono orgánico total se obtiene como producto de la necromasa por el porcentaje de carbono de cada formación.*

Aunque la tabla es por sí sola autoexplicativa, de la observación de la misma cabe destacar:

- a) Si se consideran el total de las masas arboladas (Arbolado) como término de referencia, se aprecia que las **coníferas** muestran un valor superior (más del 25,3%) en lo referente a la cantidad de necromasa (t ha<sup>-1</sup>) acumulada en el horizonte orgánico y un 25,3% en lo referente al carbono total acumulado en el mismo, ya que los porcentajes de carbono son casi iguales.
- b) En los mismos términos anteriores, las masas forestales de **frondosas** acumulan el 29,3% menos de necromasa en el horizonte orgánico superficial respecto a lo acumulado por el promedio de las masas arboladas, (Arbolado) y el carbono orgánico total acumulado (5,6 t ha<sup>-1</sup>) supone, el 29,1% menos de lo acumulado por las masas arboladas en conjunto.
- c) Si se comparan estos dos parámetros, necromasa y carbono total, entre coníferas y frondosas, tomando a estas últimas como base, se observa que las coníferas almacenan un 77% más que las frondosas. Estas cifras, en nuestra opinión, reflejan la existencia de diferentes pautas de comportamiento en la dinámica de la descomposición del desfronde de ambos grupos de especies.



- d) La dehesa, se sitúa aproximadamente en la cuarta parte (40%) de lo que acumulan las frondosas en masas no adehesadas, lo cual resulta lógico debido a su menor cubierta y escasez de matorral en la dehesa, por lo general.
- e) En la comparación entre zonas arboladas y zonas desarboladas o con arbolado ralo ( $F_{cc} < 10\%$ ), se aprecia que los matorrales almacenan un 48,5% menos de necromasa y un 41% menos del carbono orgánico total respecto a las masas arboladas. Esto supone el 23% de lo acumulado por las masas forestales frondosas y un 41%, aproximadamente, que lo acumulado por las coníferas.
- f) Los espartizales, acumulan alrededor del 81% de necromasa y del 73% del carbono orgánico total respecto a lo que acumulan los matorrales. La diferencia entre los porcentajes de necromasa carbono y orgánico se debe al menor porcentaje de carbono del esparto en relación con la media de los matorrales.

En el caso particular de las dehesas, se ha considerado conveniente la división de las zonas pobladas por las especies *Quercus ilex* y *Quercus suber* en masas adehesadas y no adehesadas, pues la diferencia estructural puede condicionar la dinámica de la necromasa existente. Así, se consideró que una parcela está adehesada si la  $F_{cc}$  es menor del 55% y la biomasa de matorral es menor  $6,5 \text{ t ha}^{-1}$  ("dehesa gestionada"), mientras que el resto se consideran como montes de encina o alcornoque no adehesados. Estas condiciones de separación permiten que aparezcan zonas no adehesadas con  $F_{cc}$  menor de 55% e incluso bastante inferiores, siempre que tengan más de  $6,5 \text{ t ha}^{-1}$  de biomasa de matorral ( $\text{t MS}$ ). Es decir, a efectos de este trabajo y siguiendo la definición de dehesa propuesta, los encinares y alcornocales muy aclarados y con abundancia de matorral no se consideran dehesas.

Las dehesas presentan características especiales en lo que se refiere a la cubierta arbórea y al matorral del sotobosque, que suele ser menor, ya que éste se ve casi sustituido por una cubierta herbácea, que confiere a estos terrenos el carácter de superficie adehesada. En la Tabla II.4.1.2 se añade el desfronde (tomado de la bibliografía) y los valores de  $K_o$ , calculados por cociente entre ese desfronde y la necromasa medida en este estudio, en un intento de relacionar el desfronde anual con el horizonte orgánico, siendo conscientes que los lugares donde se han recogido el desfronde y el horizonte orgánico no coinciden en el tiempo ni en el espacio.

Tabla II.4.1 2.- Variación de la necromasa acumulada en el horizonte orgánico, porcentaje de carbono y carbono orgánico total acumulado, desfronde y tasa de descomposición ( $K_j$ ) para *Quercus ilex* y *Quercus suber* en montes y dehesas.

Tipo	n	Necromasa ( $\text{t ha}^{-1}$ )		(% Carbono)		C Org Total ( $\text{t C ha}^{-1}$ )		Fcc (%)		Desfronde* $\text{kg ha}^{-1}$	kj	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd			
<i>Quercus ilex</i> no adehesado	103	9,1	6,9	37,1	5,8	3,3	2,4	37,4	22,9	Datos Bibliográficos	3.410	0,38
<i>Quercus ilex</i> adehesado	47	5,4	5,5	39,5	6,8	2,1	2,0	24,8	11,6		1.061	0,20
<i>Quercus suber</i> no adehesado	56	7,7	5,2	39,1	6,8	3,0	1,9	47,8	29,8		4.596	0,60
<i>Quercus suber</i> adehesado	11	6,6	5,7	35,8	6,4	2,3	2,2	30,5	8,8		996	0,15
Dehesas	58	5,6	5,5	38,8	6,9	2,1	2,1	25,9	11,2		1.029	0,18

\*Desfronde: Se utilizan los valores recogidos bajo copas o ponderados por la superficie total cubierta por copas (datos bibliografía).

En esta tabla destacan los valores menores de  $K_0$  para encinas y alcornoques adehesados en comparación con los valores ofrecidos por los no adehesados (aunque no muy diferentes en *Q. ilex*, pero sí en *Q. suber*). La necromasa es significativamente menor en encinares y alcornoques adehesados, debido casi en su totalidad, a la menor Fcc (menor aporte de desfronde) y posiblemente también a un efecto de "barrido" de la hojarasca por el viento hacia zonas más resguardadas como paredes de cercas, pequeñas manchas de matorral, etc. Las diferencias son mayores, en términos de necromasa acumulada, entre zonas adehesadas y no adehesadas, en las parcelas de encina que en las de alcornoque.

El desfronde (estimado a partir de datos bibliográficos) en sistemas adehesados es entre un 70 y 80 % menor que en montes de encina o alcornoque no adehesados, lo que puede explicar que las tasas de descomposición sean más bajas.

Realizada esta comparación entre las principales formaciones, en los apartados siguientes se va a proceder a un análisis desagregado por formaciones, presentando valores en función de la fracción de cabida cubierta. Esto es debido a que la cubierta arbórea y de matorral influyen directamente en la formación del horizonte orgánico, fundamentalmente por su aporte anual en forma de desfronde, el grado de sombreado que aportan al suelo y el control de las condiciones microclimáticas que imponen al mismo. El desfronde posee, a su vez, características particulares derivadas de la composición específica de la masa de la cual procede y de los diferentes grados de mezclas de arbolado y matorral que componen cada nicho ecológico. Las variables que se presentan para caracterizar la necromasa acumulada en el horizonte orgánico son el peso de la biomasa de las capas L, F y H conjuntamente (hojarasca, fracción fragmentada y humus), el porcentaje medio de carbono y, como resultado del producto de las dos anteriores, el contenido de carbono orgánico total acumulado. La presentación se hará en el mismo orden, primero para las masas arboladas, seguidas de las coníferas, las frondosas, los matorrales desarbolados y los espartizales.

#### **II.4.2 Zonas arboladas con diferente grado de sotobosque y fracción de cabida cubierta >10%**

Se trata de zonas arboladas con muy diferente carga de matorral en el sotobosque. Siempre son masas forestales con fracción de cabida cubierta comprendida entre el 10% y el 100%, lo que asegura una alta variabilidad de espesura arbórea que abarca desde zonas totalmente cubiertas en las que el sotobosque será muy escaso o nulo, a otras con un vuelo arbóreo ralo que puede cubrir poco más del 10% de la superficie, y que permite cubiertas de matorral muy espesas que pueden ocupar hasta el 100% de la superficie. Entre estos dos extremos existe un abanico de situaciones intermedias en las cuales el arbolado y el sotobosque se reparten la ocupación del territorio en diferentes proporciones, dependiendo de las condiciones ecológicas y del uso histórico que se haya hecho del territorio.

La variabilidad, aún dentro de cada clase de Fcc, es muy alta como corresponde a masas que crecen en condiciones ecológicas, estructurales y de grados de mezclas muy diversos. La especie arbórea principal, sobre todo cuando es dominante, influye también en los procesos de mineralización del desfronde. Lo mismo puede decirse en masas muy aclaradas y con gran carga de matorral, en las cuales la preponderancia de matorrales más o menos mono-específicos o pluri-específicos, influyen en los procesos de mineralización que pueden variar mucho de unas formaciones a otras.



No ha sido posible obtener muestras suficientes para poder representar todas las condiciones ecológicas por separado. Por un lado, los distintos grados de mezclas de especies, la variabilidad de cubierta arbórea y del matorral, así como las distintas Fcc de cada una de ellas (muchas veces el territorio está totalmente cubierto, el matorral ocupa lo que no ocupan los árboles y viceversa) y porque las condiciones ecológicas y de gestión son tan variadas que no permiten, en la práctica, muestrear todas las situaciones. Por otra parte, la información no sería ni manejable ni aplicable a nivel práctico, lo que obliga a presentar valores medios simplificados.

A continuación se presenta la Tabla II.4.2.1 que caracteriza la muestra para zonas arboladas, presentando las variables de necromasa acumulada en el horizonte orgánico, el porcentaje medio de carbono de esa necromasa y la cantidad de carbono orgánico total acumulado en el citado horizonte superficial. En la tabla II.4.2.1, y en las consecutivas, el carbono orgánico total se calculará como el producto de la necromasa por el porcentaje de carbono encontrado en cada clase de Fcc.

Tabla II.4.2.1. - Variación de la necromasa ( $t\ ha^{-1}$ ), porcentaje de carbono (%) y carbono orgánico total ( $t\ C\ ha^{-1}$ ) en función de Fcc para zona arboladas en general (con Fcc>10%)

Fcc	n	Necromasa ( $t\ ha^{-1}$ )		(% Carbono)		C Org Total ( $t\ C\ ha^{-1}$ )	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
15	159	8,4	5,9	39,0	6,8	3,2	2,4
25	110	8,8	8,3	39,8	6,3	3,5	3,2
35	88	10,2	8,3	38,4	6,1	3,9	3,4
45	117	15,9	23,0	38,5	6,3	6,0	8,7
55	90	14,6	14,2	38,0	7,5	5,4	5,0
65	116	18,9	21,1	39,2	6,7	7,2	7,1
75	125	21,3	23,2	39,3	6,8	8,5	10,3
85	173	31,7	32,0	40,2	7,1	12,7	12,9
95	271	29,6	27,3	42,2	6,6	12,4	11,4

Los valores medios de la tabla son aplicables a masas arboladas cuya Fcc media se encuentre dentro de alguno de los intervalos que se consideran en la tabla II.4.2.1, pudiendo hacer interpolaciones para casos concretos.

En proyectos de Ordenación de montes o grupos de montes, se pueden hacer estratificaciones por Fcc y aplicar directamente valores de la tabla en cada estrato. Cuando se trata de estimar la necromasa o el carbono orgánico total en grandes áreas, lo más conveniente es utilizar las ecuaciones generales que se presentan en el siguiente apartado. La información contenida en el mapa Forestal de España (Escala 1:50.000) y en el Inventario Forestal Nacional son muy adecuadas para trabajar con las mencionadas ecuaciones y obtener resultados generales aplicables, a falta de información más precisa.



### II.4.3 Zonas pobladas por las principales especies de coníferas (Fcc>10%)

En estas zonas, el vuelo arbóreo de coníferas se considera dominante aunque pueden existir diferentes grados de mezcla con frondosas u otras especies. La espesura del arbolado y la mayor o menor carga de matorral caracterizan cada área concreta.

En este apartado se presentan los valores medios de las variables consideradas anteriormente en función de la Fcc del arbolado. Esta información puede ser obtenida del mapa forestal 1:50.000 y por la información que aporta el Inventario Forestal Nacional, para dar valores en áreas extensas.

Al igual que en el caso anterior, en la tabla II.4.3.1, se presentan los resultados, por clases de Fcc, obtenidos en conjunto para las masas de coníferas (mayoritariamente pinos). Los resultados pueden ser aplicados de la misma forma y con las mismas restricciones que en el caso anterior.

Tabla II.4.3.1. - Variación de la necromasa ( $t\ ha^{-1}$ ), porcentaje de carbono (%) y carbono orgánico total ( $t\ C\ ha^{-1}$ ) en función de Fcc para zona para zonas pobladas de coníferas (con Fcc>10%)

Fcc	n	Necromasa ( $t\ ha^{-1}$ )		(% Carbono)		C Org Total ( $t\ C\ ha^{-1}$ )		Fcc arbolado (%)	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
15	86	9,0	6,6	38,2	7,1	3,4	2,6	12,0	2,5
25	57	10,8	9,9	41,1	6,2	4,4	3,7	21,1	2,1
35	47	13,6	8,9	39,3	6,0	5,3	3,8	31,8	2,5
45	76	19,9	27,4	38,6	6,7	7,5	10,3	41,5	2,6
55	52	17,7	17,2	38,4	7,3	6,6	6,1	51,1	2,1
65	73	23,5	24,3	39,6	6,8	8,9	7,9	61,8	2,6
75	87	24,6	25,4	39,4	6,8	9,8	11,5	72,6	3,1
85	122	37,0	35,5	41,1	6,6	15,0	14,4	82,8	3,2
95	120	41,6	30,9	41,4	6,1	17,2	12,9	94,2	3,7

A continuación se presenta la información por especies que, busca una aplicación más funcional de los resultados de este trabajo, siendo necesario este desglose para facilitar la integración de los resultados en los diferentes documentos de planificación y gestión de recursos forestales: planes de ordenación de recursos naturales para grandes áreas, los proyectos de ordenación de grupos de montes y los planes técnicos de montes de pequeña superficie.



Tabla II.4.3.2 - Variación de la necromasa acumulada ( $t\ ha^{-1}$ ) porcentaje de carbono (%) y del carbono total ( $t\ C\ ha^{-1}$ ) en el horizonte orgánico para zonas pobladas por las principales especies de coníferas con Fcc >10%.

Especie	n	Necromasa ( $t\ ha^{-1}$ )		(% Carbono)		C Org Total ( $t\ C\ ha^{-1}$ )		Fcc (%)		Desfronde <sup>(1)</sup> kg $ha^{-1}$	$k_j$ <sup>(2)</sup> calculada	$k_o$ <sup>(3)</sup> bibliog
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd			
Abies alba	42	37,3	25,9	42,1	5,8	15,2	10,1	83,4	13,9	3.430	0,10	
Juniperus thurifera	2	4,0	2,8	28,9	5,2	1,2	1,0	32,5	17,7			
Pinus halepensis	100	13,4	7,9	38,6	6,2	5,1	2,8	50,5	22,1	2.266	0,17	
Pinus nigra	142	15,1	15,1	40,1	7,0	6,1	6,4	57,2	26,3	1.586	0,12	0,20
Pinus pinaster	107	13,2	10,5	39,4	6,9	5,2	4,4	47,1	28,1	2.546	0,19	0,25
Pinus pinea	101	8,5	6,8	41,3	6,4	3,5	3,0	33,0	21,2	1.710	0,20	0,28
Pinus radiata	7	9,6	6,2	39,0	5,6	3,9	3,1	68,6	20,1	3.641	0,38	
Pinus sylvestris	172	48,2	35,4	40,1	6,5	19,4	14,9	73,5	24,8	4.222	0,09	0,32
Pinus uncinata	44	48,4	33,9	37,9	7,2	17,9	12,1	75,2	16,8			
Pinus uncinata + Rhododendrom	49	177,9	68,6	42,4	5,7	76,1	31,4	69,4	14,9			
Otras coníferas	3	4,3	2,5	36,7	7,4	1,7	1,3	71,7	44,8			

(1) Valores medios de desfronde tomados de bibliografía en kilos por hectárea de materia seca (MS)

(2)  $K_j$  calculada por cociente entre desfronde anual tomado de la bibliografía y necromasa acumulada.

(3)  $K_o$  Valores medios tomados de bibliografía.

Los valores de desfronde anual se han obtenido de la bibliografía y con ellos se ha calculado el valor de la tasa media de descomposición (Jnnyet.al 1949), presentándose también el valor de la tasa encontrada en bibliografía. Esta forma de proceder, con las limitaciones que conlleva, permite completar la información sobre desfronde y tasa de descomposición del desfronde en especies de las que no se dispone de esos datos en nuestro país.

En la tabla II.4.3.2 se observa que hay una mayor acumulación en el horizonte orgánico en los pinos que viven a mayores altitudes, *Pinus uncinata* y *Pinus sylvestris*. También destaca el *Pinus radiata*, por su baja acumulación de necromasa, y del que se conoce su abundante caída de acículas o desfronde anual. Por debajo de estos valores y siendo abundante y similar su necromasa se encuentran *Abies Alba* y a mayor distancia *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea* y *P. radiata*.

Llama la atención la necromasa y el carbono acumulado en el horizonte orgánico de *Pinus uncinata* cuando debajo crece un sotobosque formado, casi exclusivamente, por *Rhododendron ferrugineum*. En estas ocasiones se acumula una gruesa capa de 20-45 cm de espesor, casi toda ella correspondiente a la capa H, que se incorpora muy lentamente al horizonte mineral. En estos casos da lugar a una capa orgánica cubierta de *Rhododendron* que produce la sensación de una gruesa alfombra extendida sobre un suelo de esquistos pizarrosos de pequeño tamaño (Figura II.4.3.1).



Figura II.3.2.1. Espesor del horizonte orgánico en pinares de *Pinus uncinata* con abundante sotobosque de *Rhododendrom ferrugineum*.  
 1. Sotobosque de *Rhododendrom ferrugineum* bajo *Pinus uncinata*.  
 2. Aspecto del horizonte orgánico bajo *Rhododendrom ferrugineum*. Su espesor es muy variable pero pocas veces inferior a 10-15cm. Pirineo Catalán.  
 3. Vista lateral del horizonte orgánico bajo *Rhododendrom* con mas de 30cm. de espesor. Pirineo Catalán.  
 4. Vista lateral del horizonte orgánico sobre un talud de pista forestal, con casi 40cm. de espesor. Pirineo catalán.

#### II.4.4 Zonas pobladas por las principales especies de frondosas, en zonas no adehesadas (Fcc > 10 %)

En estas zonas, el vuelo arbóreo de frondosas se considera dominante aunque pueden existir diferentes grados de mezcla con coníferas u otras especies. La espesura del arbolado y la mayor o menor carga de matorral caracterizan cada área concreta. En este apartado se presentan los valores medios de las variables consideradas anteriormente en función de la Fcc del arbolado que, al igual que en el caso anterior, puede ser obtenida del Mapa Forestal de España 1:50.000 y de la información que aporta el Inventario Forestal Nacional.

Tabla II.4.4.1. - Variación de la necromasa (t ha<sup>-1</sup>), porcentaje de carbono (%) y carbono orgánico total (t C ha<sup>-1</sup>) en función de Fcc para zona pobladas con frondosas no adehesadas (con Fcc>10%)

Fcc	n	Necromasa (t ha <sup>-1</sup> )		(%) Carbono		C Org Total (t C ha <sup>-1</sup> )		Fcc arbolado (%)	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
15	59	7,8	4,7	39,6	6,5	3,0	1,9	12,0	2,5
25	33	7,3	4,6	38,9	5,5	2,8	1,7	22,1	2,5
35	26	7,2	5,7	37,7	5,7	2,7	2,1	31,9	2,8
45	35	8,9	6,1	38,1	5,8	3,3	2,5	41,6	2,4
55	35	11,1	6,5	37,0	7,7	4,1	2,4	51,3	2,5
65	43	11,1	10,1	38,6	6,5	4,3	4,1	62,4	2,8
75	38	13,9	14,8	39,0	6,9	5,6	6,3	72,5	3,1
85	51	18,8	15,7	38,3	7,8	7,2	5,8	83,8	3,4
95	151	20,2	19,6	42,7	6,9	8,6	8,3	95,7	3,1



Con frecuencia, en determinadas condiciones de clima y fertilidad del suelo, las masas de frondosas mediterráneas con menos de 50% de Fcc suelen estar invadidas por matas y arbustos que compiten con el arbolado y tienden a ocupar la totalidad del espacio. Seguramente por ello y en esas condiciones, la cantidad media de necromasa por hectárea casi no varía, pues lo que no ocupan los árboles lo ocupan las matas y arbustos que, a veces, alcanzan casi su misma talla. A partir de ese grado de espesura, la necromasa crece a medida que lo hace la Fcc del arbolado.

Cuando se trata de especies de carácter más atlántico, como hayedos y robledales, la Fcc alcanza valores mucho más altos que dificultan la invasión del sotobosque. En estas condiciones la necromasa tiende a ser más proporcional a la Fcc del arbolado (Tabla II.4.2.2)

Como en el caso de las coníferas, para facilitar las aplicaciones prácticas, es conveniente presentar los resultados de las frondosas por especies.

Tabla II.4.4.2. - Variación de la necromasa acumulada en el horizonte orgánico, porcentaje de carbono, carbono total acumulado, desfronde,  $K_j$  y  $K_o$  en las parcelas de muestreo de frondosas por especies arbórea dominante

Especie	n	Necromasa (t ha <sup>-1</sup> )		(% Carbono)		C Org Total (t C ha <sup>-1</sup> )		Fcc (%)		Desfronde <sup>(1)</sup> kg ha <sup>-1</sup>	$k_j$ <sup>(2)</sup> calculada	$k_o$ <sup>(3)</sup> bibliog
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd			
Eucalyptus sp.	23	11,4	5,0	39,2	6,6	4,4	2,0	37,2	21,0			0,81
Fagus sylvatica	29	25,0	19,8	40,6	7,0	10,2	7,7	81,0	19,7	4.998	0,20	0,35
Olea europaea	37	8,1	6,2	38,6	6,7	3,1	2,2	47,2	22,6	310	0,04	
Quercus canariensis	24	11,1	5,5	38,3	7,7	4,0	1,9	58,5	25,0	2.904	0,26	0,33
Quercus faginea	7	10,9	9,9	42,0	8,6	4,2	3,1	66,0	17,9	1.394	0,28	
Quercus ilex	103	9,1	6,9	37,1	5,8	3,3	2,4	37,4	22,9	3.410	0,38	
Quercus petraea	57	13,7	8,6	45,0	5,6	6,1	4,0	90,3	10,1	3.999	0,29	0,46
Quercus pyrenaica	16	4,1	5,3	34,9	5,9	1,3	1,7	77,5	24,4	4.343	1,07	0,34
Quercus robur-Q. pteraea	92	27,9	22,1	42,6	6,9	11,8	9,3	92,3	9,0	5.977	0,21	
Quercus suber	56	7,7	5,2	39,1	6,8	3,0	1,9	47,8	29,8	4.400	0,57	0,18
Otras frondosas	27	6,8	4,9	36,7	6,4	2,4	1,7	53,7	29,9			

(1) Valores medios de desfronde tomados de bibliografía en kilos por hectárea de materia seca (MS)

(2)  $K_j$  calculada por cociente entre desfronde anual y necromasa total acumulada.

(3)  $K_o$  Valores medios tomados de bibliografía.

Atendiendo ahora a las principales especies frondosas para las que disponemos de información, destacar la acumulación de necromasa y carbono total en Fagus sylvatica, Eucalyptus sp. y Quercus robur y petrea, seguidas de Olea europea, Q. canariensis, Q. faginea, Q. ilex, Q. pyrenaica y Q. suber.

Al comparar los valores de  $K_j$  calculados y aquellos procedentes de bibliografía, ( $K_o$ ) en las tablas II.4.3.2 y II.4.4.2, se observa que el desfronde de las coníferas se descompone más lentamente que el procedente de cubiertas de frondosas, lo que puede atribuirse a la composición de las hojas, la mayor humedad en los suelos de robledales y hayedos y, probablemente, a la mayor riqueza en cationes de calcio y potasio en las hojas de las frondosas.

### II.4.5 Zonas adhesionadas

En estas zonas, el vuelo arbóreo está formado por *Q. ilex* y/o *Q. suber* como especies dominantes, con Fcc entre 55 y 10 % y menos de 6,5 t ha<sup>-1</sup> de biomasa de matorral (tal y como se ha definido en anteriormente). Es decir, se trata de dehesas arboladas con poco matorral (gestionadas) y predominio del pastizal de herbáceas.

Tabla II.4.5.1 - Variación de la necromasa (t ha<sup>-1</sup>) porcentaje carbono (%) y carbono orgánico total (t ha<sup>-1</sup>) en función de las clases de Fcc, para zonas adhesionadas.

Fcc	n	Necromasa (t ha <sup>-1</sup> )		(%) Carbono		C Org Total (t C ha <sup>-1</sup> )		Fcc arbolado (%)	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
15	14	7.5	5.9	41.7	6.0	3.0	2.4	12.5	2.6
25	20	5.7	6.7	37.6	7.2	2.0	2.3	21.8	2.4
35	15	4.5	4.3	36.7	7.2	1.6	1.5	32.7	2.6
45	6	4.7	3.7	40.3	5.1	1.9	1.6	40.8	2.0
55	3	3.2	3.1	41.4	7.4	1.2	1.0	51.7	2.9

### II.4.6 Zonas con matorral desarbolado o con arbolado ralo (Fcc < 10%)

Estas son zonas cubiertas principalmente por matorrales<sup>1</sup> o arbustados<sup>2</sup> no arbolados. A efectos de estimación de biomasa aérea o almacenamiento de necromasa en el horizonte orgánico superficial se tratan de forma similar las dos agrupaciones. A efectos de gestión de montes o territorios en que se encuentran esas agrupaciones, puede ser conveniente la separación.

Los arbustados suelen estar constituidos por especies más evolucionadas en la escala de sucesión vegetal, lo que supone que la gestión forestal no propugna, casi en ningún caso, la eliminación de especies arbustivas individuales ni el desbroce masivo de arbustados. En cambio en los matorrales, formados por especies pioneras y colonizadoras que compiten con la regeneración natural y el crecimiento y producción de la masa forestal, la gestión forestal suele plantearse su desbroce periódico para favorecer el crecimiento de la masa forestal y disminuir el riesgo de inicio, propagación y virulencia de los incendios forestales. Estos motivos aconsejan estimar las producciones y fijación de carbono de forma individual para arbustados y matorrales.

Tabla II.4.6.1. Variación de la necromasa (t ha<sup>-1</sup>) porcentaje de carbono y carbono total acumulados en el horizonte orgánico, en cubiertas vegetales no arboladas (matorrales)

Formación	n	Necromasa (t ha <sup>-1</sup> )		(%) Carbono		C Org Total (t C ha <sup>-1</sup> )		Fcc formación (%)	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
Desarbolado Sin Espartizal	234	10,2	10,2	38,3	8,3	3,8	4,8	59,6	32,0
Espartizal	21	8,3	5,4	35,1	7,8	2,8	1,6	50,5	27,6
Todo desarbolado	255	10,1	9,9	38,0	8,3	3,7	4,6	58,9	31,8
Arbustados	164	8,8	5,4	37,0	7,9	3,2	2,0	58,6	29,2
Matorral	216	10,3	10,5	38,8	8,0	4,0	4,9	61,3	31,5

Según la Clasificación Taxonómica jerarquizada de López Leiva (2017):

1 Los matorrales están formados por *cistáceas*, *escobonales*, *tojares*, *retamares*, *romerales*, *cantuesares*, *mancha mediterránea*, *garrigas*, etc.

2 Los arbustados están formados por *setos* y *bardas espinosas*, *espinares*, *lentiscares*, *madroñales*, *adelfares-tamujares*, *coscojares*, *chaparrales de Quercus ilex*, *enebrales-romerales*, *coscojares-enebrales-romerales*, etc.



En la Tabla II.4.6.1 se observa que en los matorrales, como formaciones principales, se acumula prácticamente la misma necromasa por hectárea que en los arbustedos. Y aún más importante, como se vió en la tabla I.9.1, la tasa media de acumulación anual de biomasa es más alta en los matorrales que en los arbustedos como corresponde a una mayor velocidad de crecimiento, al menos en sus primeras edades (ver apartado I.9)

Debido a la mezcla, a veces íntima, de varias especies de matorrales y arbustedos, muchas de las parcelas de muestreo se han podido clasificar como matorrales o como arbustedos dependiendo de la dominancia de cada especie en la parcela. Así, aparecen áreas de coscoja con romero que, cuando este último ha sido dominante, se clasifica como matorral y cuando dominaba la coscoja, por sí sola o junto al enebro, se clasificaba como arbustedo. En definitiva, lo habitual es encontrar mezclas que pueden incluirse en una u otra formación. Los rodales puros existen, pero son menos frecuentes, y como consecuencia, en la realidad se encuentra toda una gama de mezclas que se reflejan en la composición específica de las parcelas de muestreadas.

En la tabla II.4.6.2 se presentan los resultados por clases de Fcc de sotobosque para los matorrales en su conjunto (arbustos y matas). En este caso, como en anteriores, parece que la necromasa acumulada varía poco en las zonas con cubiertas de matorral más bajas. Esto podría deberse a la ocupación del espacio por especies herbáceas, las cuales, no se han tenido en cuenta en este trabajo, pero cuyos restos pueden contribuir de forma importante a la formación de lo que venimos denominando horizonte orgánico superficial.

Tabla II.4.6.2. - Variación de la necromasa ( $t\ ha^{-1}$ ), porcentaje de carbono (%) y carbono total ( $t\ C\ ha^{-1}$ ) acumulados en el horizonte orgánico en función de la Fcc de las cubiertas vegetales no arboladas (matorrales en su conjunto).

Fcc	n	Necromasa ( $t\ ha^{-1}$ )		(% Carbono)		C Org Total ( $t\ C\ ha^{-1}$ )	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
5	22	6,8	4,7	38,4	7,3	2,5	1,6
15	24	6,7	4,9	34,3	9,6	2,0	1,4
25	11	6,1	5,5	37,2	6,5	2,2	2,0
35	17	8,0	6,1	36,7	9,2	2,0	1,8
45	17	7,3	7,0	36,5	9,0	2,6	2,9
55	12	7,6	5,6	39,1	4,1	3,0	2,3
65	26	8,3	5,2	37,0	7,5	3,0	2,0
75	31	11,0	7,3	37,6	8,1	4,0	3,0
85	35	14,0	16,3	37,6	8,6	5,4	8,5
95	60	13,1	11,7	41,2	8,4	5,4	5,4

En las tablas II.4.6.3 y II.4.6.4 se presentan los resultados por separado para matorrales y arbustedos, buscando ofrecer una información desagregada por si en algunas situaciones pudiese tener interés práctico dicha separación.

Tabla II.4.6.3. - Variación de la necromasa ( $t\ ha^{-1}$ ) porcentaje de carbono (%) y carbono total ( $t\ ha^{-1}$ ) acumulados en el horizonte orgánico, en función de la Fcc en zonas cubiertas matorrales.

Fcc	n	Necromasa ( $t\ ha^{-1}$ )		(% Carbono)		C Org Total ( $t\ C\ ha^{-1}$ )	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
5	19	6,9	4,4	38,2	7,8	2,5	1,5
15	18	12,0	21,7	36,7	10,2	5,0	11,4
25	8	6,4	6,1	38,9	3,8	2,4	2,2
35	12	7,1	6,0	40,7	5,4	2,7	2,2
45	14	7,6	7,4	36,4	9,9	2,7	3,1
55	7	6,8	5,1	38,1	4,1	2,5	1,8
65	22	8,2	5,5	38,1	6,6	3,0	2,1
75	30	11,0	7,4	37,6	8,2	4,1	3,0
85	32	13,8	17,1	38,2	7,8	5,5	8,9
95	55	13,4	12,2	41,6	8,5	5,5	5,6

Tabla II.4.6.4. - Variación de la necromasa ( $t\ ha^{-1}$ ), porcentaje de carbono (%) y carbono total ( $t\ ha^{-1}$ ) acumulados en el horizonte orgánico, en función de la Fcc en zonas cubiertas arbustados.

Fcc	n	Necromasa ( $t\ ha^{-1}$ )		(% Carbono)		C Org Total ( $t\ C\ ha^{-1}$ )	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
5	10	5,8	4,5	40,1	3,4	2,3	1,7
15	14	5,5	4,8	34,9	9,4	1,7	1,3
25	7	6,6	5,1	35,8	7,4	2,3	1,8
35	13	8,8	6,5	35,9	9,8	2,9	2,2
45	13	5,0	3,7	39,3	6,8	1,9	1,5
55	8	8,6	6,1	39,1	4,0	3,4	2,6
65	20	7,5	4,2	36,2	7,8	2,6	1,4
75	23	9,7	5,2	36,6	8,0	3,5	2,0
85	26	10,6	4,6	36,8	8,5	3,7	1,7
95	30	12,2	5,3	37,3	8,6	4,4	2,1

De la observación de las dos últimas tablas se desprende que las diferencias, en términos de necromasa, entre lo que venimos denominando matas y arbustados son muy pequeñas, por lo que se aconseja que en aquellos casos en que la separación entre estos dos grupos sea difícil porque se presenten mezclados, puedan utilizarse los datos conjuntos presentados en la tabla II.4.6.2. Sólo cuando se trate de rodales pequeños, más o menos delimitados, podría tener sentido la utilización de las tablas por separado.



En la tabla II.4.6.5 se presentan los resultados de las agrupaciones de matorral, separadas en arbustados y matorrales, siguiendo la misma metodología de López Leiva (2008; 2017), descrita en la primera parte de este trabajo al presentar los valores de la biomasa aérea del matorral. En este caso, sólo aparecen aquellas agrupaciones de matorrales desarbolados en las que se ha muestreado horizonte orgánico y no aquellas otras que, por formar parte del sotobosque se han incluido como tal formando parte de la especie arborea que les cubre. Por ejemplo, todas las parcelas de *Buxus sempervirens* muestreadas para estimación de su biomasa están bajo arbolado, por esa razón no figura en la tabla II.4.6.5 la agrupación número 13 (bujedos). Lo mismo sucede con la agrupación número 14 (cornicabrales) incluida en la número 18 (lentiscales) y la número 15 (arbustados de *Quercus ilex*) para la cual no se tomaron las muestras de necromasa del horizonte orgánico.

Tabla II.4.6.5.- Variación de la necromasa ( $t\ ha^{-1}$ ) y carbono total acumulados en el horizonte orgánico por agrupaciones vegetales desarboladas (arbustados y matas)

n		n	Necromasa ( $t\ ha^{-1}$ )		(% Carbono)		C Org Total ( $t\ C\ ha^{-1}$ )		Fcc (%)	
			$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
1	<b>Arbustados y agrupaciones afines</b>									
12	Setos, bardas, orlas	9	5,4	4,9	30,6	8,0	1,7	1,7	21,1	15,4
16	Sabinars, enebrales y sabino-enebrales no rastreros	46	9,4	5,0	37,8	7,8	3,4	1,8	66,8	23,3
17	Coscojares $\pm$ puros	5	12,1	3,4	35,7	8,3	4,2	1,4	65,0	42,1
18	Lentiscales/charnecales	13	9,7	5,3	31,5	10,4	2,9	1,7	56,2	22,3
19	Manchas y afines	90	8,9	5,6	37,9	7,3	3,3	2,1	58,4	31,0
19A	Garrigas	62	9,3	5,1	36,9	8,3	3,3	1,8	66,5	22,0
2	<b>Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas</b>									
22	Brezales, matorrales de ericáceas y agrupaciones afines	17	13,7	5,9	37,4	10,9	4,9	2,5	76,3	27,9
23	Matorrales de leguminosas retamoideas	44	18,1	18,7	41,0	8,0	7,8	9,3	58,5	33,5
24	Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines	24	4,7	4,2	44,4	6,4	1,9	1,5	83,1	31,0
25	Jarales y matorrales de Cistáceas	46	8,5	4,6	37,4	6,9	3,1	1,7	66,3	26,2
26	Matorrales de labiadas y "tomillares" s.l.	64	8,2	5,4	37,9	7,4	3,1	1,7	51,2	30,4
27	Otras cubiertas mixtas	24	6,3	5,1	36,8	7,4	2,1	1,6	49,1	27
35	Espartizales	21	8,3	5,4	35,1	7,8	2,8	1,6	50,5	28,5

<https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/>

De la tabla II.4.6.5 solo reseñar que las agrupaciones de brezales (nº 22) y leguminosas retamoideas (nº 23) encabezan la clasificación en términos de necromasa acumulada en el horizonte orgánico y carbono total. El resto no presenta grandes diferencias salvo los coscojares (nº 17) con un valor superior al resto y los setos, bardas y orlas (nº 12) y matorrales de leguminosas aulagoideas y afines (nº 24) con valores menores a que el resto.

La tabla II.4.6.6 presenta las parcelas de matorral desarbolado clasificadas por la especie más abundante o especie principal. En este caso, la fracción de cabida cubierta corresponde a la superficie total cubierta por todo el matorral y no sólo por la especie principal. Al igual que en las parcelas arboladas, se presentan datos de Fcc, necromasa total acumulada, porcentaje de carbono, carbono total, desfronde anual y tasas medias de descomposición ( $K_d$ ) estimado y procedente de la literatura cuando se han podido calcular u obtener de la bibliografía.



**PARTE II fijación de carbono en el horizonte orgánico de los suelos forestales**

Tabla II.4.6.6.- Variación de la necromasa acumulada en el horizonte orgánico, carbono, desfronde,  $K_j$  y  $K_o$  en las parcelas muestreadas con  $F_{cc}$  arbóreo < 10% en función de la especie de matorral dominante.

Especie	n	Necromasa (t ha <sup>-1</sup> )		(% Carbono)		C Org Total (t C ha <sup>-1</sup> )		Fcc (%)		Desfronde <sup>(1)</sup> kg ha <sup>-1</sup>	$K_j^{(2)}$ calculada	$K_o^{(3)}$ bibliog
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd			
Cistus albidus	6	7,8	5,2	32,4	5,4	2,7	2,1	79,2	10,2			
Cistus clusii	1	5,0	---	40,3	---	2,0		65	--			
Cistus ladanifer	30	9,6	4,5	37,1	7,2	3,5	1,8	67	24,5	2,372	0,25	
Cistus laurifolius	1	2,9	---	36,2	---	1,0	---			2,416	0,83	0,35
Cistus populifolius	1	11,9	---	32,9	---	3,9	---	95	---			
Halimium halimifolium	7	4,9	3	42,8	4,6	2,0	1,0	57,1	33,5	0,711	0,15	0,16
Arbutus unedo	1	8,9	---	37,5	---	3,3	---	65	---	1,813	0,20	
Erica arborea	3	11,2	3,8	41,1	5,3	4,5	0,9	39	44,6	1,150	0,10	
Erica australis	11	14,1	6,9	39,4	10,8	5,4	2,9	83,2	18,1			
Erica scoparia	3	14,4	4	26,2	10,6	3,5	0,9	88,3	7,6	2,812	0,20	
Anagyris foetida	2	0,6	---	33,7	---	0,2	---	20	---			
Erinacea anthyllis	1	17,1	---	33,8	---	5,8	---	5	---			
Cytisus oromediterraneus	24	28,0	20,4	43,3	6,7	12,4	10,6	83,2	16,8	1,354	0,05	0,45
Cytisus scoparius	2	7,9	---	39,3	---	3,1	---	35	---	2,229	0,28	0,59
Genista cinerea	1	5,4	---		---		---		---	3,215	0,60	0,58
Genista florida	4	3,9	3,5	42,5	2,9	1,7	1,5	31,3	22,5	3,583	0,92	
Genista scorpius	1	3,8	---		---		---		---	2,229	0,59	0,59
Genista triacanthos	1	14,8	---	44,0		6,5		50	---			
Retama sphaerocarpa	14	6,8	4,9	38	9,0	2,5	1,8	27,1	24,4	1,406	0,21	
Ulex australis	3	3,2	2,03	40,5	12,1	1,2	0,31	68,3	46,5	2,120	0,66	
Ulex europaeus	15	8,3	1,3	48,3	5,1	4,1	0,6	100	6,2---			
Ulex parviflorus	7	7,0	5,1	38,6	2,6	2,7	2,0	55	35,1			
Quercus coccifera	5	12,1	3,4	35,7	8,3	4,2	1,4	65	42,1	4,068	0,34	0,22
Quercus ilex subsp. ballota	1	7,8	---	32,6	---	2,5	---	15	---	0,550	0,07	
Lavandula stoechas	11	4,4	4,8	40,4	3,2	1,7	1,8	19,2	18,7	1,220	0,28	
Phlomis purpurea	8	7,1	5,1	37,1	7,3	2,6	1,7	40,6	25,3	0,530	0,07	
Rosmarinus officinalis	38	9,1	5,2	38,8	7,4	3,4	1,9	70,8	16,3	1,052	0,12	
Thymus mastichina	1	1,2		39,5		0,5		100				
Olea europaea	4	7,0	7,6	39,8	4,0	2,6	2,7	50	31,9			
Phillyrea angustifolia	1	12,1	---	39,8	---	4,8	---	40	---	0,290	0,02	
Phillyrea latifolia	1	7,0	---	35,2	---	2,5	---	10	---	0,510	0,07	
Asparagus albus	5	2,8	4,9	31,8	3,8	2,5	1,8	26	19,2			
Buxus sempervirens	1	2,2	---	40,0		0,9		5	---			
Crataegus monogyna	1	6,6	---	33,6	---	2,2	---	10	---			
Juniperus oxycedrus	2	7,7	---	28	---	1,9	---	22,5	---	0,687	0,09	
Pistacia lentiscus	13	9,7	5,3	31,5	10,4	2,9	1,7	56,2	22,3	2,365	0,24	
Rhamnus spp.	1	1,0	---	15,4	---	0,2	---	10	---			
Stipa tenacissima	21	8,3	5,4	35,1	7,8	2,8	1,6	50,5	28,5	3,969	0,48	

Datos Bibliográficos

(1) Valores medios de desfronde tomados de bibliografía en kilos por hectárea de materia seca (MS)

(2)  $K_j$  calculada por cociente entre desfronde anual y necromasa total acumulada.

(3)  $K_o$  Valores medios tomados de bibliografía.



De la observación de la tabla II.4.6.6, se desprende que la cantidad de necromasa acumulada depende de la densidad de la cubierta de matorral y de las condiciones climáticas en que vive, tanto o más que de la especie dominante, aunque, naturalmente, ésta influye en la velocidad de descomposición y en la riqueza de nutrientes del humus que se produzca. En la cantidad de necromasa acumulada y carbono total correspondiente, destaca una especie con valores promedios muy superiores a todas las demás, *Cytisus oromediterraneus*, lo que podría estar justificado, como se ha dicho, por el clima frío de las cumbres en las que vive esta especie y por la gran acumulación de materia orgánica que cae bajo las matas rastreras donde llega muy poca luz.

Los valores de desfronde, presentados en las tablas están tomados de la bibliografía, en ocasiones no se corresponden muy bien con los valores de necromasa acumulada en las parcelas de matorral realizadas en este trabajo, al igual que sucedía cuando nos referimos a parcelas arboladas (Tablas II.4.3.2 y II.4.4.2 de coníferas y frondosas, respectivamente). Pero la metodología no permite hacer interpretaciones más rigurosas, ya que los valores de desfronde están medidos en sitios diferentes a aquellos en los cuales hemos medido la necromasa en este trabajo. Lo mismo sucede, como consecuencia, con algunos valores de  $K_j$  estimados como cociente entre el desfronde de la bibliografía y la necromasa media acumulada en el horizonte orgánico medida en este trabajo.

#### **II.4.7 Tendencia de variación de la necromasa y carbono total acumulados en función de la fracción de la cabida cubierta arbórea de la especie dominante**

Suponiendo que las condiciones ecológicas de todas las parcelas fuesen similares, la necromasa acumulada, en principio, debería crecer a medida que lo hace la Fcc arbórea, puesto que aumentaría la cantidad de desfronde, pero los datos medidos muestran que eso no siempre es así. Por otro lado, ya se presentó al final de la primera parte la relación que existe entre la biomasa del matorral acumulada y la fracción de la cabida cubierta del arbolado. En términos generales, a mayor Fcc arbolada menor cantidad de biomasa de matorral y a la inversa.

Según lo observado en el muestreo de la capa orgánica del suelo, las masas arboladas con baja Fcc y abundante matorral pueden dar lugar también, a un horizonte orgánico superficial con cantidades medias-altas de necromasa. O dicho de otra manera, la necromasa acumulada depende de la Fcc del arbolado pero también de la cantidad de matorral, lo cual enmascara, en ocasiones, la tendencia de variación de la necromasa en función de la Fcc del arbolado, que es lo que se quiere conocer en este capítulo.

La Unión Europea pide a los países miembros que estimen la variación de la necromasa o carbono acumulado en el horizonte orgánico en intervalos de tiempo concretos para poder estimar la evolución en el tiempo de esas variables. Utilizando como variable independiente la Fcc esta información es relativamente sencilla de obtener en repoblaciones monoespecíficas, al menos durante las primeras etapas de su vida hasta que la cubierta arbórea se cierra, y la masa comienza a entrar en un estado de equilibrio oscilante donde la Fcc se mantiene sensiblemente constante, con las variaciones propias que producen las perturbaciones naturales no catastróficas. Por otra parte, en las masas adultas donde se ha producido un equilibrio de la Fcc, ésta solo se modifica, temporalmente, por las intervenciones selvícolas y por las perturbaciones naturales. Por ello, la Fcc no es una variable muy precisa para hacer estimaciones periódicas de la necromasa y carbono total acumulado en el horizonte superficial

del suelo y estimar variaciones en masas adultas a lo largo del tiempo, salvo en el caso de las masas jóvenes a las que antes se ha hecho referencia.

Se podrían utilizar otras variables de masa como el área basimétrica de las especies arbóreas. En este trabajo se cuenta con esa información salvo para las parcelas procedentes de la Red Europea de daños en los Bosques (Red Nivel I España, 2011-2017). Sin embargo, se ha comprobado que la relación entre el área basimétrica y la necromasa acumulada presenta los mismos inconvenientes que en el caso de la Fcc, y no se producen mayores correlaciones siendo además más costosa de medir en grandes extensiones que la Fcc para grandes extensiones. La Fcc presenta la ventaja que puede obtenerse con cierta precisión de manera más o menos sencilla y con menor coste a partir de fotografías aéreas utilizando SIGs. Por otra parte, en las áreas de matorral y arbustados, la variable más indicada para este tipo de estimaciones parece ser la Fcc y la altura media del matorral, siempre que se cuente con esa información. Estas consideraciones aconsejan elegir la Fcc como variable predictora más adecuada.

Con los datos procedentes de las parcelas de muestreo, se han probado varios modelos matemáticos para predecir la necromasa en función de la Fcc del arbolado y los resultados no han sido muy satisfactorios. Naturalmente, existe relación entre ambas variables, pero la correlación entre ellas es muy baja debido a la gran dispersión de los valores de necromasa para una misma clase o intervalo de fracción de cabida cubierta. Los resultados muestran tendencias generales, pero no ofrecen ecuaciones de predicción con alta significancia estadística. Seguramente la predicción podría mejorar si se incluyen otras variables como orientación, pendiente, humedad del suelo, etc., pero en una exploración previa de los datos se observó que las correlaciones eran muy bajas y no justificaba la inclusión de más variables en los modelos. De haberse podido incluir, la utilidad de las ecuaciones para obtener variaciones generales a nivel de la necromasa de toda España sería más baja, pues en muchas no se dispone de esa información sobre humedad del suelo, aunque es una variable influyente en la velocidad de descomposición del desfronde.

Una información general sobre cómo varían la necromasa y el carbono acumulado en el horizonte orgánico se puede obtener ajustando los valores modulares medios de necromasa por clases de fracción de cabida cubierta. La precisión predictiva de estos modelos no es alta, pero en ausencia de mejores estimadores se pueden ofrecer resultados generales que permitan hacer estimaciones, también generales, de la necromasa en función de la Fcc para las principales especies arbóreas.

#### **II.4.7.1 Ecuaciones de tendencias de la variación de necromasa y carbono total en función de la fracción de cabida cubierta (Fcc) del arbolado**

Se exploraron los datos disponibles para cada una de las especies arbóreas y en un primer intento, se trató de ajustar un modelo para cada una de ellas con los datos de necromasa en bruto. Sin embargo, la variabilidad de los mismos fue tal que no fue posible encontrar relaciones que diesen lugar al ajuste de un modelo aceptable en términos estadísticos.

Así pues, se optó por analizar, primero visualmente, las tendencias de los valores medios agrupando los datos por clases de fracción de cabida cubierta (Fcc). De esta forma se encontró que para algunas especies el ajuste de modelos era satisfactorio (*Abies alba*, *Eucalyptus* sp., *Olea europaea*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata*, *Quercus canariensis*,



*Quercus ilex* y *Quercus suber*). Pero para el resto de especies (*Fagus sylvatica*, *Juniperus thurifera*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Quercus faginea*, *Quercus petraea*, *Quercus pyrenaica* y *Quercus robur*), no se encontraron modelos cuyos parámetros fueran significativos, aunque se proporcionan los valores medios en las tablas II.4.3.2 y II.4.4.2.

Se probaron varios tipos de ecuaciones (lineal, polinómica de segundo orden, exponencial y potencial), tras transformar los datos en valores porcentuales de Fcc, de manera similar a la que se hizo en la primera parte de este libro (modelos de estimación de biomasa para especies de matorral), mediante la transformación arcoseno-raíz cuadrada, denominada transformación Bliss (Bliss 1938), para estabilizar la varianza y obtener la normalidad de los datos. También, para cada uno de los modelos lineales, se exploró la posibilidad de excluir el término independiente en el ajuste si éste no era significativo en el ajuste previo.

A continuación se muestra para cada especie arbórea y para cada tipo de cubierta, el número de parcelas utilizadas, la media, desviación típica, media recortada (su finalidad es evitar las distorsiones que las puntuaciones extremas causan a la media aritmética quitando el 10% de los valores del extremo inferior y del extremo superior), el porcentaje y desviación media del carbono, así como la media estimada del modelo. Por la forma en que se calcula, cuando el número de parcelas es inferior a 10, la media recortada y la media aritmética coinciden.

Se presenta a continuación las ecuaciones y las gráficas resultantes después de realizar el ajuste de los modelos (para cada ajuste se ha utilizado la media recortada por clase de Fcc, al igual que se muestra en las figuras):

### Abies alba Mill.:

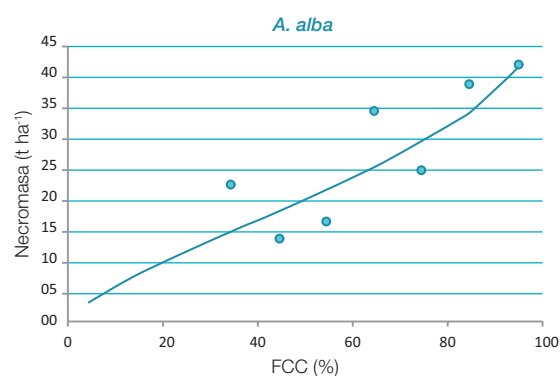
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot [\text{arcoseno } \sqrt{(\text{FCC}/100)}]^{b_1}$$

Necromasa de <i>A. alba</i>								
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						$\bar{x}$	sd	
15	0,3977							8,0
25	0,5236							11,6
35	0,6331	1	22,5		22,5	38,3		15,0
45	0,7353	1	13,8		13,8	48,1		18,3
55	0,8355	1	16,7		16,7	47,6		21,8
65	0,9377	4	34,6	31,4	34,6	35,9	6,8	25,5
75	1,0472	3	24,7	7,3	24,7	42,1	5,9	29,6
85	1,1731	15	38,7	29,9	35,4	43,0	6,0	34,5
95	1,3453	17	42,3	24,9	41,6	42,4	5,0	41,6

(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuación.

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	27,827	2,4301	11,4506	0,0001
$b_1$	1,354	0,3496	3,8739	0,0117

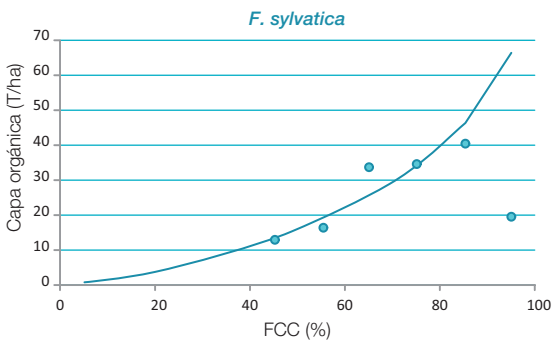


**Fagus sylvatica L.:**

Necromasa (t ha<sup>-1</sup>) = a<sub>1</sub> • [arcoseno √(FCC/100)]<sup>b<sub>1</sub></sup>

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	30,339	4,3073	7,0436	0,0021
b <sub>1</sub>	2,644	0,5556	4,7588	0,0089

Necromasa de Fagus sylvatica								
Fcc	FccBliss	n	x̄	sd	x̄ <sup>(1)</sup> <sub>α-rec</sub>	C (%)		x̄ <sup>(2)</sup> <sub>estim</sub>
						x̄	sd	
15	0,3977							2,7
25	0,5236							5,5
35	0,6331							9,1
45	0,7353	3	13,6	13,2	13,6	37,4	7,8	13,5
55	0,8355	1	16,4		16,4	48,6		18,9
65	0,9377	3	33,9	8,4	33,9	40,6	6,8	25,6
75	1,0472	2	35,0	21,2	35,0	42,3	4,0	34,3
85	1,1731	5	40,8	24,3	40,8	36,6	8,9	46,3
95	1,3453	15	19,5	16,0	20,7	41,9	6,7	66,5



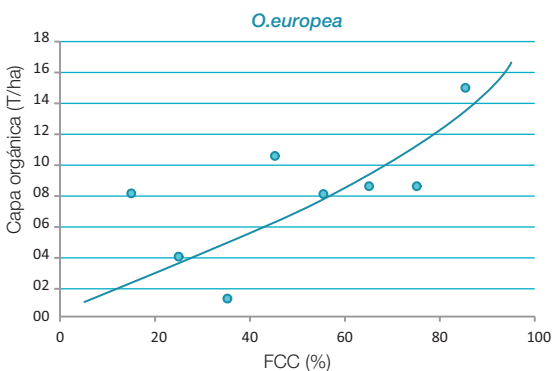
(1) Media recortada al 10%  
 (2) Media estimada por la ecuacion.

**Olea europea L.:**

Necromasa (t ha<sup>-1</sup>) = a<sub>1</sub> • [arcoseno √(FCC/100)]<sup>b<sub>1</sub></sup>

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	10,258	1,1007	9,3195	0,0001
b <sub>1</sub>	1,648	0,6434	2,5609	0,0429

Necromasa de O. europaea								
Fcc	FccBliss	n	x̄	sd	x̄ <sup>(1)</sup> <sub>α-rec</sub>	C (%)		x̄ <sup>(2)</sup> <sub>estim</sub>
						x̄	sd	
15	0,3977	6	7,9	5,8	7,9	40,1	8,6	2,2
25	0,5236	4	3,7	3,7	3,7	42,2	3,6	3,5
35	0,6331	1	1,1		1,1	37,3		4,8
45	0,7353	5	10,3	6,3	10,3	36,5	4,8	6,2
55	0,8355	7	7,9	6,7	7,9	38,9	7,8	7,6
65	0,9377	4	8,5	5,1	8,5	40,3	2,1	9,2
75	1,0472	8	8,2	7,2	8,2	36,9	8,0	11,1
85	1,1731	2	15,0	7,0	15,0	35,1	12,6	13,3



(1) Media recortada al 10%  
 (2) Media estimada por la ecuacion.



## Pinus halepensis Mill.:

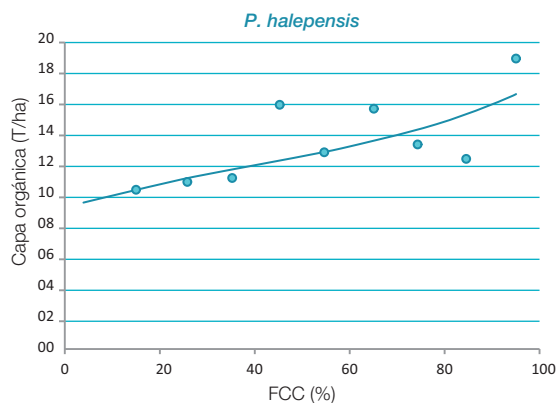
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de <i>P. halepensis</i>									
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim	
						$\bar{x}$	sd		
15	0,3977	8	10,7	4,9	10,7	38,0	8,4	10,5	
25	0,5236	9	10,8	4,7	10,8	42,7	4,2	11,1	
35	0,6331	14	11,3	5,2	11,3	40,8	3,9	11,7	
45	0,7353	13	16,1	10,1	14,9	36,7	6,6	12,3	
55	0,8355	14	13,2	8,2	12,1	34,4	5,6	12,9	
65	0,9377	17	15,8	10,4	14,2	39,6	5,9	13,6	
75	1,0472	9	13,2	10,0	13,1	36,7	6,8	14,3	
85	1,1731	13	12,5	4,9	12,1	41,1	5,3	15,2	
95	1,3453	3	19,0	3,6	19,0	34,1	6,2	16,5	

(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	8,671	1,3823	6,2730	0,0004
b <sub>1</sub>	0,480	0,1636	2,9340	0,0219



## Pinus nigra J.F.Arnold.:

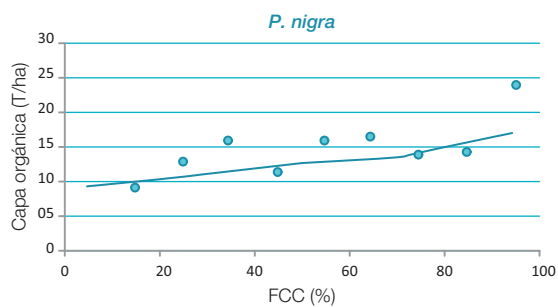
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Pinus nigra									
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim	
						$\bar{x}$	sd		
15	0,3977	13	9,4	5,3	9,2	34,6	7,7	10,0	
25	0,5236	12	12,7	13,4	9,8	38,9	6,4	10,7	
35	0,6331	9	15,9	12,8	15,9	35,7	7,4	11,4	
45	0,7353	15	11,2	7,9	11,0	39,1	5,5	12,0	
55	0,8355	14	15,7	16,4	13,1	38,8	7,2	12,7	
65	0,9377	18	16,3	13,6	14,6	38,1	7,5	13,4	
75	1,0472	21	13,9	12,1	11,9	43,5	5,0	14,2	
85	1,1731	21	14,2	15,0	11,0	42,1	6,3	15,2	
95	1,3453	19	24,0	25,1	20,2	44,0	5,8	16,7	

(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	8,112	2,0419	3,9730	0,0054
b <sub>1</sub>	0,537	0,2559	2,0990	0,0740

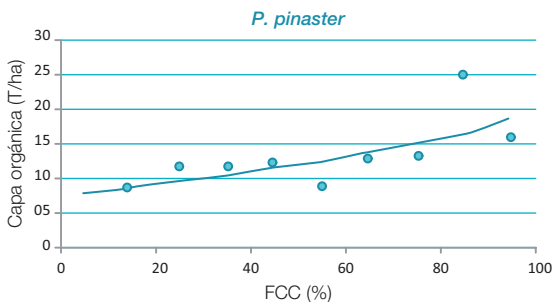


### Pinus pinaster Aiton.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	6,605	2,0093	3,2870	0,0134
b <sub>1</sub>	0,757	0,2991	2,5290	0,0393

Necromasa de Pinus pinaster								
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						$\bar{x}$	sd	
15	0,3977	25	8,8	4,1	8,7	36,0	6,9	8,9
25	0,5236	10	11,4	5,3	11,8	41,6	5,4	9,8
35	0,6331	8	11,5	4,5	11,5	37,0	5,8	10,7
45	0,7353	11	12,2	9,9	10,4	37,2	8,2	11,5
55	0,8355	7	9,1	7,1	9,1	41,5	6,8	12,4
65	0,9377	10	12,4	5,5	13,1	42,5	4,8	13,4
75	1,0472	14	13,2	8,3	12,4	38,4	7,5	14,6
85	1,1731	15	24,7	17,3	23,1	43,2	5,9	16,0
95	1,3453	7	15,5	16,4	15,5	41,4	6,1	18,3



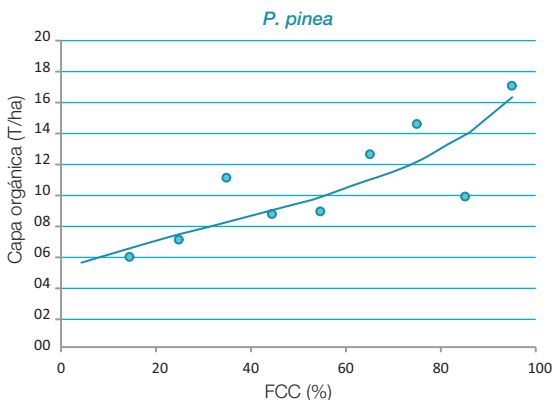
(1) Media recortada al 10%  
 (2) Media estimada por la ecuacion.

### Pinus pinea L.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	4,380	1,1832	3,7020	0,0076
b <sub>1</sub>	0,978	0,2576	3,7960	0,0068

Necromasa de Pinus pinea								
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						$\bar{x}$	sd	
15	0,3977	30	5,8	4,9	5,3	41,0	6,3	6,5
25	0,5236	19	6,7	5,1	6,4	43,1	5,9	7,3
35	0,6331	10	11,2	8,2	10,8	43,4	4,5	8,1
45	0,7353	21	8,6	5,5	7,9	39,9	7,3	9,0
55	0,8355	5	8,9	7,9	8,9	43,1	5,2	9,9
65	0,9377	5	12,8	5,4	12,8	41,3	5,8	11,0
75	1,0472	7	14,9	11,5	14,8	41,2	6,8	12,2
85	1,1731	2	9,9	5,9	9,9	27,1	1,7	13,8
95	1,3453	2	17,2	13,3	17,2	45,8	4,1	16,3



(1) Media recortada al 10%  
 (2) Media estimada por la ecuacion.



## Pinus sylvestris L.

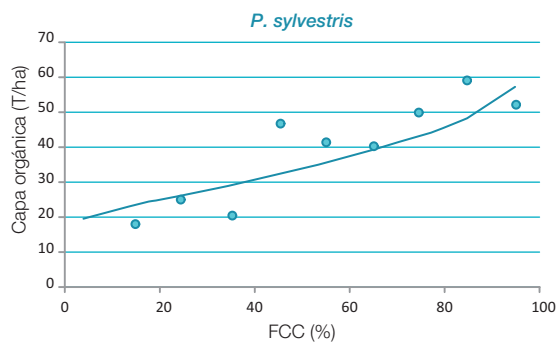
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Pinus sylvestris									
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim	
						$\bar{x}$	sd		
15	0,3977	10	17,5	10,4	16,1	40,4	5,0	22,8	
25	0,5236	5	24,5	17,2	24,5	40,9	5,9	25,7	
35	0,6331	3	20,8	14,6	20,8	40,1	6,8	28,6	
45	0,7353	10	46,2	35,2	40,6	39,0	5,9	31,6	
55	0,8355	8	40,0	23,0	40,0	35,4	7,2	34,8	
65	0,9377	13	39,7	27,2	37,5	39,2	8,1	38,4	
75	1,0472	19	49,9	38,3	45,3	40,1	6,4	42,7	
85	1,1731	43	58,5	43,7	54,0	40,3	6,9	48,2	
95	1,3453	61	52,0	31,5	49,8	40,9	6,2	57,0	

(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	15,515	3,3715	4,6020	0,0025
b <sub>1</sub>	0,967	0,2075	4,6600	0,0023



## Quercus ilex L.:

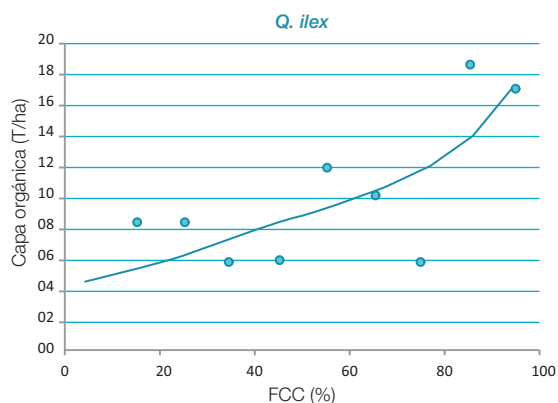
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Q. ilex									
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim	
						$\bar{x}$	sd		
15	0,3977	29	8,4	4,3	8,6	38,2	5,8	5,6	
25	0,5236	15	8,4	5,1	8,4	38,7	5,6	6,5	
35	0,6331	6	5,8	6,4	5,8	36,6	3,6	7,3	
45	0,7353	13	6,0	3,1	6,0	39,5	4,3	8,3	
55	0,8355	14	12,1	7,7	11,8	34,5	5,3	9,3	
65	0,9377	16	10,1	10,9	8,6	36,8	6,5	10,5	
75	1,0472	5	5,8	2,4	5,8	35,4	7,0	11,9	
85	1,1731	3	18,7	8,5	18,7	28,1	0,9	13,8	
95	1,3453	2	17,0	9,9	17,0	35,7	5,9	16,8	

(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	3,507	1,5833	2,2150	0,0623
b <sub>1</sub>	1,166	0,4202	2,7730	0,0276





De la misma forma y siguiendo con las especies arbóreas, presentamos a continuación las parcelas muestreadas, promedios de necromasa, carbono y los distintos modelos obtenidos, según sean arbolado con dehesa, sin dehesa y según las parcelas estén pobladas con coníferas o frondosas.

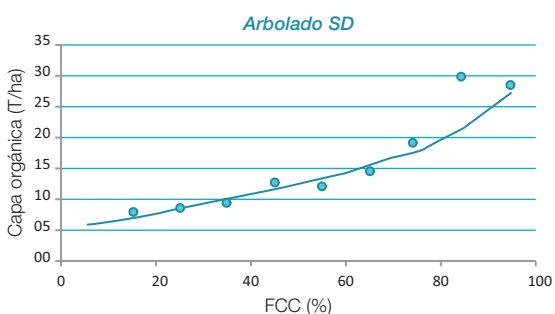
### Arbolado sin Dehesa:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arcseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	4,253	0,7317	5,8120	0,0007
b <sub>1</sub>	1,385	0,1561	8,8690	<0,0001

Necromasa de Arbolado sin dehesa

Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						$\bar{x}$	sd	
15	0,3977	145	8,5	5,9	8,1	38,8	6,9	7,4
25	0,5236	90	9,5	8,5	8,4	40,3	6,0	8,8
35	0,6331	73	11,4	8,4	10,5	38,7	5,9	10,2
45	0,7353	111	16,5	23,5	11,2	38,4	6,4	11,8
55	0,8355	87	15,0	14,3	12,3	37,8	7,5	13,5
65	0,9377	116	18,9	21,1	15,1	39,2	6,7	15,6
75	1,0472	125	21,3	23,2	17,3	39,3	6,8	18,1
85	1,1731	173	31,7	32,0	26,0	40,2	7,1	21,6
95	1,3453	271	29,6	27,3	25,4	42,2	6,6	27,4



(1) Media recortada al 10%  
(2) Media estimada por la ecuacion.

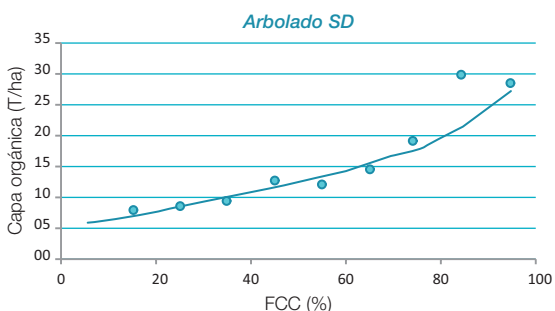
### Arbolado con Dehesa:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arcseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	3,868	0,7213	5,3620	0,0011
b <sub>1</sub>	1,461	0,1679	8,7040	0,0001

Necromasa de Arbolado con dehesa

Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						$\bar{x}$	sd	
15	0,3977	159	8,4	5,9	8,0	39,0	6,8	6,9
25	0,5236	110	8,8	8,3	7,7	39,8	6,3	8,3
35	0,6331	88	10,2	8,3	9,2	38,4	6,1	9,8
45	0,7353	117	15,9	23,0	10,8	38,5	6,3	11,3
55	0,8355	90	14,6	14,2	11,8	38,0	7,5	13,1
65	0,9377	116	18,9	21,1	15,1	39,2	6,7	15,2
75	1,0472	125	21,3	23,2	17,3	39,3	6,8	17,9
85	1,1731	173	31,7	32,0	26,0	40,2	7,1	21,5
95	1,3453	271	29,6	27,3	25,4	42,2	6,6	27,6



(1) Media recortada al 10%  
(2) Media estimada por la ecuacion.



## Coníferas:

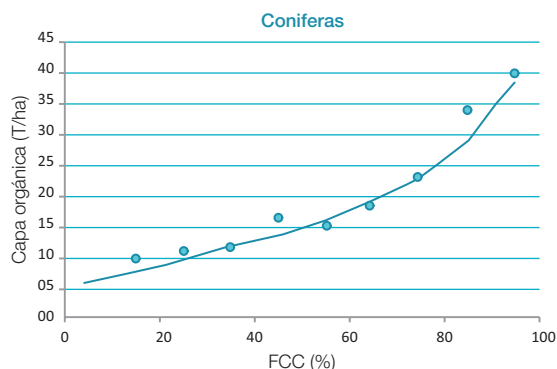
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Coníferas								
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						$\bar{x}$	sd	
15	0,3977	86	9,1	6,6	8,5	38,2	7,1	7,5
25	0,5236	57	10,8	9,9	9,3	41,1	6,2	9,4
35	0,6331	47	13,6	8,9	12,9	39,3	6,0	11,3
45	0,7353	76	20,0	27,4	13,9	38,6	6,7	13,5
55	0,8355	52	17,7	17,2	14,4	38,4	7,3	16,0
65	0,9377	73	23,5	24,3	18,8	39,6	6,8	19,1
75	1,0472	87	24,6	25,4	20,3	39,4	6,8	23,0
85	1,1731	122	37,0	35,5	31,1	41,1	6,6	28,6
95	1,3453	120	41,6	30,9	38,3	41,4	6,1	38,4

(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	3,808	0,4836	7,8750	0,0001
b <sub>1</sub>	1,718	0,1115	15,4170	<0,0001



## Fronosas:

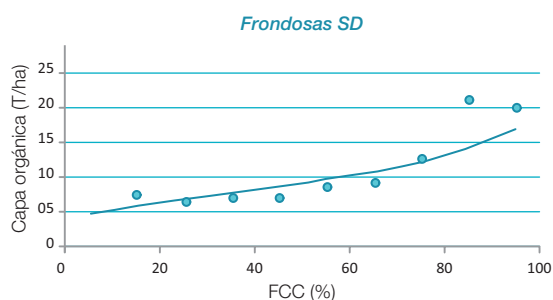
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot e^{(b_1 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Frondosas sin dehesa								
Fcc	FccBliss	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						$\bar{x}$	sd	
15	0,3977	59	7,8	4,7	7,7	39,6	6,5	6,2
25	0,5236	33	7,3	4,6	7,1	38,9	5,5	7,1
35	0,6331	26	7,2	5,6	6,9	37,7	5,7	7,9
45	0,7353	35	8,9	6,1	8,3	38,1	5,8	8,9
55	0,8355	35	11,1	6,5	10,8	37,0	7,7	9,9
65	0,9377	43	11,1	10,1	9,4	38,6	6,5	11,0
75	1,0472	38	13,9	14,8	11,3	39,0	6,9	12,4
85	1,1731	51	18,8	15,7	16,8	38,3	7,8	14,2
95	1,3453	151	20,2	19,6	16,3	42,7	6,9	17,0

(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	4,025	0,7025	5,7300	0,0007
b <sub>1</sub>	1,073	0,1643	6,5290	0,0003



Debido al gran volumen de datos, modelos y para facilitar la comprensión y aplicación de cada uno de ellos, se muestra a continuación una tabla resumen de los datos más relevantes por especie y tipo de cubierta.

Esta tabla incorpora las ecuaciones, directamente aplicables, para cada especie y tipo de cubierta concreto, por lo que simplemente introduciendo la Fcc (en tanto por ciento) nos daría la necromasa resultante en t ha<sup>-1</sup>.

Tabla II.4.7.1.1 - Tabla resumen de los modelos de necromasa por especie y agrupación

Especie	n	Ecuación (t ha <sup>-1</sup> )
Abies alba	42	Necromasa = 27,827 • [arcoseno √(FCC/100)] <sup>1,354</sup>
Fagus sylvatica	29	Necromasa = 30,339 • [arcoseno √(FCC/100)] <sup>2,644</sup>
Olea europaea	37	Necromasa = 10,258 • [arcoseno √(FCC/100)] <sup>1,648</sup>
Pinus halepensis	100	Necromasa = 8,671 • e <sup>(0,480 • arcoseno √(FCC/100))</sup>
Pinus nigra	142	Necromasa = 8,112 • e <sup>(0,537 • arcoseno √(FCC/100))</sup>
Pinus pinaster	107	Necromasa = 6,605 • e <sup>(0,757 • arcoseno √(FCC/100))</sup>
Pinus pinea	101	Necromasa = 4,380 • e <sup>(0,978 • arcoseno √(FCC/100))</sup>
Pinus sylvestris	172	Necromasa = 15,515 • e <sup>(0,967 • arcoseno √(FCC/100))</sup>
Quercus ilex	103	Necromasa = 3,507 • e <sup>(1,166 • arcoseno √(FCC/100))</sup>

Tipo de cubierta	n	Ecuación (t ha <sup>-1</sup> )
Arbolado sin Dehesa	1191	Necromasa = 4,253 • e <sup>(1,385 • arcoseno √(FCC/100))</sup>
Arbolado con Dehesa	1249	Necromasa = 3,868 • e <sup>(1,461 • arcoseno √(FCC/100))</sup>
Coníferas	720	Necromasa = 3,808 • e <sup>(1,718 • arcoseno √(FCC/100))</sup>
Frondosas sin Dehesa	471	Necromasa = 4,025 • e <sup>(1,073 • arcoseno √(FCC/100))</sup>

### II.4.7.2 Ecuaciones de tendencias de la variación de necromasa y carbono total en función de la fracción de cabida cubierta del matorral

En el caso de zonas abiertas con matorral se siguió la misma metodología que en el apartado anterior para el ajuste de modelos de tendencia. En este caso, la variabilidad era bastante grande, al igual que la casuística, por ello se han ajustado únicamente dos curvas, atendiendo a que las especies o agrupaciones se encuentren entre las clasificadas, según metodología de López-Leiva (2008; 2017) como arbustados (Agrupaciones 10A-19) o como matorral (Agrupaciones 21-28). Cabe destacar, como ya se ha comentado anteriormente, que la misma especie puede entrar a formar parte de más de una agrupación, tanto en arbustados como en matorrales. Se recuerda que en este caso la Fcc hace referencia a la fracción de cabida cubierta del matorral.

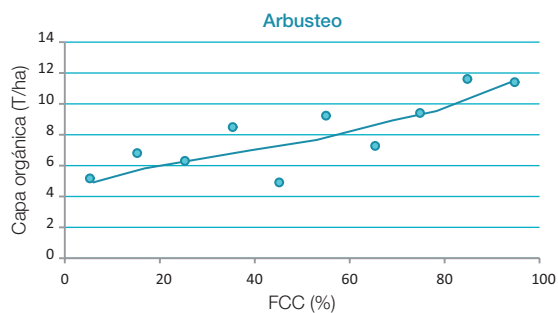


## Arbustados:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot [\arcseno \sqrt{(\text{FCC}/100)}]^{b_1}$$

Necromasa de arbustados							
Fcc	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}_{a-rec}$	C (%)		$\bar{x}_{estim}$
					$\bar{x}$	sd	
5	10	5,8	4,5	5,4	40,1	3,4	3,0
15	14	5,5	4,8	5,1	34,9	9,4	4,6
25	7	6,6	5,1	6,6	35,8	7,4	5,7
35	13	8,8	6,5	8,7	35,9	9,8	6,5
45	13	5,0	3,7	4,8	39,3	6,8	7,3
55	8	8,6	6,1	8,6	39,1	4,0	8,1
65	20	7,5	4,2	7,3	36,2	7,8	8,8
75	23	9,7	5,2	9,6	36,6	8,0	9,6
85	26	10,6	4,6	10,8	36,8	8,5	10,4
95	30	12,2	5,3	11,8	37,3	8,6	11,5

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	9,232	0,4215	21,9016	<0,0001
$b_1$	0,752	0,1753	4,2896	0,0027

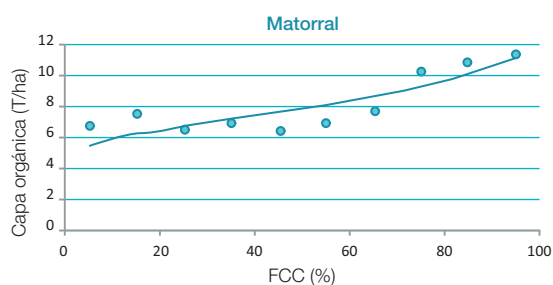


## Matorrales:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot [\arcseno \sqrt{(\text{FCC}/100)}]^{b_1}$$

Necromasa de matorrales							
Fcc	n	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}_{a-rec}$	C (%)		$\bar{x}_{estim}$
					$\bar{x}$	sd	
5	19	6,9	4,4	6,7	38,2	7,8	2,7
15	17	7,1	5,2	6,9	35,8	9,7	4,3
25	8	6,4	6,1	6,4	38,9	3,8	5,4
35	12	7,1	6,1	6,8	40,7	5,4	6,3
45	14	7,6	7,4	6,3	36,4	9,9	7,1
55	7	6,8	5,1	6,8	38,1	4,1	7,9
65	22	8,2	5,5	7,7	38,1	6,6	8,6
75	30	11,0	7,4	10,1	37,6	8,2	9,4
85	32	13,8	17,1	10,8	38,2	7,8	10,3
95	55	13,4	12,2	11,4	41,6	8,5	11,5

	value	Std. Error	t-value	p-value
$a_1$	9,081	0,2773	32,7437	<0,0001
$b_1$	0,806	0,1274	6,3262	0,0002



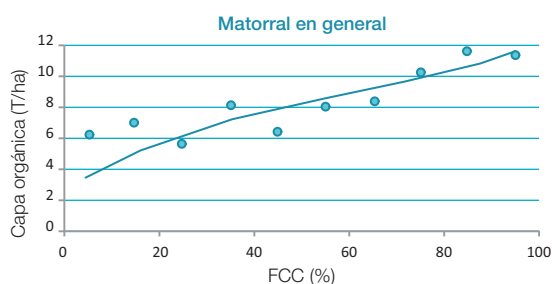
### Matorral en general:

En este modelo se incluyen todas las parcelas desarboladas, independientemente de que pertenezcan a matorrales o arbustados. Reseñar por tanto, que no es la suma de parcelas de ambos grupos.

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot [\arcseno \sqrt{(FCC/100)}]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a <sub>1</sub>	9,066	0,2992	30,2993	<0.00001
b <sub>1</sub>	0,738	0,1341	5,5059	0,0006

Fcc	n	Necromasa de matorrales					
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}_{\alpha\text{-rec}}$	C (%)		$\bar{x}_{\text{estim}}$
					$\bar{x}$	sd	
5	29	6,5	4,4	6,2	38,4	7,3	3,0
15	31	6,4	5,0	6,0	34,3	9,6	4,6
25	15	6,5	5,5	6,2	37,2	6,5	5,6
35	25	8,0	6,2	7,8	36,7	9,2	6,5
45	27	6,3	5,9	5,6	36,5	9,0	7,2
55	15	7,8	5,5	7,8	39,1	4,1	7,9
65	42	7,9	4,9	7,5	37,0	7,5	8,6
75	53	10,5	6,5	9,9	37,6	8,1	9,4
85	58	12,4	13,1	10,7	37,6	8,6	10,2
95	85	13,0	10,3	11,2	41,2	8,4	11,3



Al igual que en el caso anterior, se facilita la tabla resumen con las ecuaciones a aplicar directamente en cada tipo de cubierta de matorral:

Tabla II.4.7.2.1 - Tabla resumen de los modelos de necromasa para cada formación.

Tipo de cubierta	n	Ecuación (t ha <sup>-1</sup> )
Arbustados	164	Necromasa = 9,232 • [arcseno √(FCC/100)] <sup>0,752</sup>
Matorrales	216	Necromasa = 9,081 • [arcseno √(FCC/100)] <sup>0,806</sup>
Matorrales en general	255	Necromasa = 9,066 • [arcseno √(FCC/100)] <sup>0,738</sup>



#### II.4.8 Aplicación de los resultados

Las ecuaciones de estimación de biomasa aérea, radical, leñas gruesas, finas y acículas u hojas pueden depender del diámetro normal del árbol (ver por ejemplo Montero *et al.* 2005) y de la altura cuando era posible su inclusión (ver por ejemplo Balboa-Murias *et al.* 2006; Ruiz-Peinado *et al.* 2011; 2012). Es decir, si se aplica a los resultados de un inventario forestal (datos totales o medios por hectárea) se refieren a un individuo medio de la clase diámetrica. Por agregación de individuos se obtiene la biomasa total de una unidad de inventario (monte, cuartel, tramo). Para unidades territoriales mayores tales como términos municipales, provincias, regiones o todo el territorio nacional se deberán de emplear los datos que ofrece el Inventario Forestal Nacional.

En el caso de los matorrales, lógicamente no se dispone de datos de inventarios por individuos. No conocemos el tamaño de cada individuo representado por una variable fácilmente medible como puede ser diámetro, altura, superficie de copa, etc. Tampoco conocemos el número de ellos que pueblan una determinada superficie. Sólo se dispone de información sobre la superficie media ocupada por matorrales, arbustedos o espartizales que hemos incluido en este trabajo (Anexo I) y una estimación de la variabilidad de la fracción de cabida cubierta obtenida a partir de la información que proporcionan las parcelas muestreadas.

En nuestro estudio las variables fisiográfico-climáticas (altitud, pendiente, orientación, precipitación, temperatura, etc.) no mostraron correlaciones estadísticamente significativas con la necromasa acumulada, al menos a nivel nacional, para todas las especies conjuntamente. Para especies individuales habitando áreas reducidas, como por ejemplo *Pinus sylvestris* en el Macizo de Urbión, es posible establecer algunas relaciones entre la necromasa acumulada y variables fisio-climáticas, pero el interés de estas relaciones puede ser muy local y poco extrapolable a otras áreas de distribución de la especie.

La vocación generalista de este trabajo y la necesidad de contar con datos del Inventario Forestal Nacional, como son superficie cubierta por las principales especies, superficie media ocupada por los matorrales, arbustedos, altura media cuando forman el sotobosque en masas arboladas (no en el caso de las superficies de matorrales y arbustedos desarbolados), aconseja utilizar la fracción de cabida cubierta de la formación arbustiva o de matorral, o del arbolado como variable independiente para predecir la cantidad de necromasa acumulada en la capa orgánica del suelo. Estas condiciones y limitaciones casi obligan a presentar la información de este trabajo referidas a la unidad superficial (ha).

En consecuencia, la información de esta segunda parte del trabajo permite obtener valores medios de necromasa por hectárea, con mayor o menor exactitud dependiendo de las diferentes especies, formaciones o agrupaciones vegetales a que se quiera hacer referencia. Cuando el área a evaluar disponga de información referente a la Fcc, podrán utilizarse los valores medios de las tablas que consideran esa variable o las ecuaciones de tendencia correspondientes en cada caso.

Es conocido que la importancia de los sumideros de carbono como mitigadores del cambio climático es mayor por su capacidad de fijación anual que por la cantidad de su biomasa-necromasa total acumulada. En el caso de los árboles y de los matorrales conocemos la biomasa aérea total acumulada y una estimación del incremento anual de la misma. En este caso, la variación anual de la necromasa en la capa orgánica no la conocemos, y por consiguiente, tampoco cuánto carbono se acumula anualmente en los sistemas forestales

arbóreos y de matorral si no disponemos de información sobre como han cambiado las variables de origen sobre las que se asientan las estimaciones, en este caso la Fcc.

A escala nacional, regional, provincial y de municipio se puede estimar la acumulación anual media que se produce en el período entre dos inventarios Forestales Nacionales consecutivos, a través de la variación de la Fcc en las parcelas de inventarios realizados a intervalos de tiempo conocidos. El IFN proporciona información para estimar el incremento de acumulación en masas arboladas (Fcc>10%). Para conseguir esa información en matorrales y arbustados habrá que conocer la variación de Fcc a través de la información que se va presentando en el MFE50 y que está en proceso de mejora continua.

### II.4.9 Comparación de resultados entre las diferentes formaciones forestales

Para finalizar, se presenta un resumen comparativo que pone de manifiesto la importancia relativa de las principales formaciones forestales arboladas y de matorral en la acumulación de carbono en el horizonte orgánico superficial del suelo. La cuantificación y comparación de los diferentes sumideros de carbono en los bosques es muy importante para la gestión de los mismos, por cuanto ayuda a conocer la importancia cuantitativa y cualitativa de cada uno.

Tabla II.4.9 1 - Resumen comparativo de la cantidad de necromasa (t ha-1 y total) acumulada en la capa orgánica en las diferentes formaciones vegetales (masas forestales arboladas, dehesas, matorrales y espartizales).

	Valores medios por hectárea				Valores totales		
	Superficie (ha)•10 <sup>6</sup>	Necromasa (t ha <sup>-1</sup> ) MS	C Org Total (t C ha <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> (t ha <sup>-1</sup> )	Necromasa (t MS)•10 <sup>6</sup>	C Org Total (t C)•10 <sup>6</sup>	CO <sub>2</sub> (t)•10 <sup>6</sup>
Masas forestales Fcc>10% (1)	15,12 <sup>(3)</sup>	19,8	7,9	29,00	299,38	119,15	437,28
Dehesas (2)	3,08	5,6	2,1	7,71	17,25	6,69	24,55
Matorral desarbolado o con Fcc arbórea<10%	9,82	10,2	3,8	13,95	100,16	38,36	140,78
Espartizales	0,4	8,3	2,8	10,28	3,32	1,17	4,29
<b>Total</b>					<b>420,11</b>	<b>165,37</b>	<b>606,91</b>

(1) Superficie forestal arbolada, excluida superficie de dehesas de *Quercus ilex* y *Quercus suber*. Fuente: SECF 2013.

(2) Superficie adehesada de *Quercus ilex* y *Quercus suber*. Son las que más se ajustan a la definición de dehesa de este trabajo. Fuente: Diagnóstico de las dehesas Ibéricas mediterráneas. MAPA (2008).

(3) Diferencia entre 18,2 ha de superficie de montes arbolados y los 3,08 millones de ha que se atribuye a dehesas de *Quercus ilex* y *Quercus suber*. El resto de las dehesas de otras especies están incluidas en masas forestales arboladas.

De la observación de la tabla II.4.9.1 se desprende que el CO<sub>2</sub> acumulado en la capa orgánica de las masas forestales, matorrales y espartizales asciende a casi 606,91 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, de las cuales alrededor del 72% corresponde a montes arbolados, un 23% a matorrales y algo menos del 5% a formaciones adehesadas.



## II.4.10 Estado de los conocimientos sobre la cantidad de biomasa, CO<sub>2</sub> y carbono orgánico acumulados en los bosques españoles

Los trabajos desarrollados a nivel general, hasta la fecha, han logrado información sobre la biomasa, el CO<sub>2</sub> y el carbono orgánico fijados por las principales especies forestales arbóreas, matorrales y horizonte orgánico superficial de los suelos forestales. El resumen de estas estimaciones se presenta en la tabla II.4.10.1. Sin embargo, no existe información homogénea, en escala y metodología, comparable con la presentada en la citada tabla para los pastizales forestales, la biomasa subterránea de los matorrales y la parte mineral de los suelos forestales. Es de destacar que existen trabajos puntuales sobre especies y sobre territorios forestales que estiman la cantidad de carbono fijado en algunos de los reservorios que se mencionan en la tabla descrita e incluso para los reservorios para los que falta información, pero los resultados no permiten la comparación con los aquí obtenidos, ni la generalización a las superficies indicadas en este trabajo.

Tabla II.4.10.1. - Estado de los conocimientos sobre la cantidad de biomasa, CO<sub>2</sub> y carbono orgánico acumulados en los bosques españoles.

Reservorios	Biomasa aérea (10 <sup>6</sup> toneladas) MS		CO <sub>2</sub> total (10 <sup>6</sup> toneladas)		Carbono orgánico total acumulado (10 <sup>6</sup> toneladas)	
	Biomasa total acumulada	Incremento neto anual	CO <sub>2</sub> total fijado	Incremento de CO <sub>2</sub> neto anual	Carbono orgánico acumulado	Incremento de carbono neto anual
Especies arbóreas (parte aérea) (año 2016)	1.434,5	32,91	2.602,56	59,80	709,15	16,30
Matorrales desarbolados y sotobosque	142,46	12,17	261,13	22,30	71,15	6,08
Horizonte orgánico (árboles+ matorrales)	420,11	Estimaciones*	606,91	Estimaciones*	165,37	Estimaciones*
Especies arbóreas (parte radical) (año 2016)	856,78	19,21	1.527,77	34,27	416,29	9,51

\* Estimaciones a través de ecuaciones de tendencia en función de la evolución de la Fcc con el tiempo

De la observación de esta tabla se desprende la urgente necesidad de elaborar los resultados para la determinación del carbono orgánico contenido en el perfil mineral de los suelos forestales, ya que está identificado como uno de los mayores almacenes de carbono del bosque (Lal, 2005; Pan *et al.*, 2011), para así completar la estimación de carbono orgánico total en los principales reservorios de las masas forestales de nuestro país (Figura II.4.10.1)



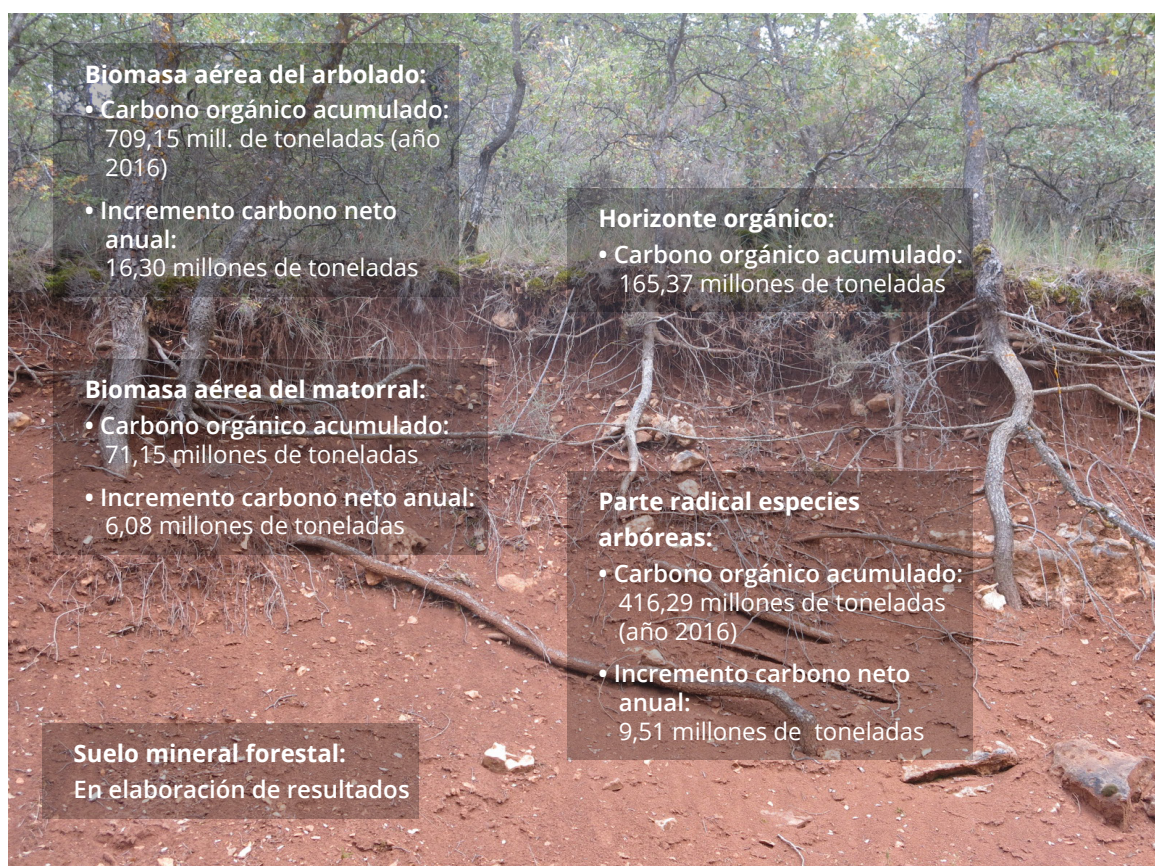


Figura II.4.10.1. Representación esquemática del perfil de un bosque con indicación, en cada reservorio, de las cantidades de Carbono orgánico total acumulado y sus incrementos anuales en cada uno de ellos. Se representan los valores totales medios para los montes españoles. Se encuentra en estudio la estimación del carbono orgánico contenido en el suelo mineral.



## BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, J.G.; MERINO, A.; 2009. Posibilidades de aproveitamento enerxético da biomasa de mato en Galicia (Informe final del proyecto). Universidad de Santiago de Compostela, 78 pp.
- ALVERA, B.; 1980. Retorno al suelo de materia orgánica y bioelementos minerales en dos bosques alto aragoneses. P. Centr. Pir. Biol. Exp. 12: 55-62.
- ALVERA, B.; 1990. Ciclos de elementos minerales en dos pinares pirenaicos. Tesis doctoral. UCM. 754 pp.
- ANDERSON, F.; 1970. Ecological studies in a Scanian woodland and meadow area, southern Sweden. II. Plant biomass, primary production and turnover of organic matter. Botaniska Notiser 123: 8-51.
- ANDERSON, J.M.; 1973. Stand structure and litter fall of a coppice beech *Fagus sylvatica* and sweet chesnut *Castanea sativa* woodland. Oikos 24: 128-135.
- ANDIVIA, E.; ALEJANO, R.; VÁZQUEZ PIQUÉ, J.; 2009. Evolución mensual del desfronde en dos dehesas de *Quercus ilex* subsp. *ballota* de la provincia de Huelva. Influencia de la poda. V Congreso Forestal Español, Ávila.
- ANDIVIA, E.; ALEJANO, R.; FERNANDEZ, M.; 2012. Diferencias interespecíficas en el desfronde de dos especies mediterráneas de *Quercus*: *Q. ilex* y *Q. suber*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 35: 61-67.
- ANDIVIA, E.; BOU, J.; FERNANDEZ, M.; CARITAT, A.; ALEJANO, R.; VILAR, L.; VAZQUEZ-PIQUE, J.; 2018. Assessing the relative role of climate on litterfall in Mediterranean cork oak forests. iForest-Biogeosciences and Forestry 11: 786-793
- APONTE, C.; GARCIA, L.V.; MARAÑÓN, T.; 2012. Tree species effect on litter decomposition and nutrient release in mediterranean oak forests changes over time. Ecosystems 15: 1204-1218.
- ARANDA, Y.; 1989. Entradas de carbono y nitrógeno por degradación de la hojarasca en zonas arboladas de Guadalajara. Memoria de licenciatura. UCM, 118 pp.
- ARANDA, Y.; SERRANO, J.M.; BERMUDEZ DE CASTRO, F.; 1990. Degradación de hojarasca de *Populus nigra* L. Revue d'écologie et de Biologie du Sol 27: 395-406.
- ARIANOUTSOU, M.; 1989. Timing of litter production in a maquis ecosystem of north-eastern Greece. Acta Oecologica 10: 371-378.
- AVENDAÑO, D.; ACOSTA, M.; CARRILLO, F.; ETCHEVERS, J.; 2009. Estimación de biomasa y carbono en un bosque de *Abies religiosa*. Fitotecnia Mexicana 32: 233-238.
- BARRAQUETA, P.; BASAGOITI, M.; 1988. Producción de hojarasca y Aporte de Nutrientes en Plantaciones de *Pinus radiata* en el País Vasco. En: Biología Ambiental. Actas del Congreso de Biología Ambiental. (II Congreso Mundial Vasco). Tomo I. Gobierno Vasco. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco (Eds.), pp. 411-426.

BASANTA ALVES, A.; 1982. Matorral Seral en Sierra Morena. Estudio Ecológico de las respuestas del matorral a distintas intervenciones humanas en el Coto Nacional "Pata del Caballo" (Huelva). Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

BATES, J. D.; SVEJCAR, T. S.; MILLER, R. F.; 2007. Litter decomposition in cut and uncut western juniper woodlands. *Journal of Arid Environments* 70: 222-236.

BELLOT, J.; SANCHEZ, J.R, LLEDO, M.J; MARTINEZ, P; ESCARRE, A.; 1992. Litterfall as a measure of primary production in Mediterranean hom-oak forest. *Vegetatio* 99-100: 69-78.

BELMONTE SERRATO, F; ROMERO DIAZ, M.A.; LOPEZ BERMUDEZ, F.; 1998. Producción de hojarasca en especies de matorral mediterráneo y su relación con algunos factores ambientales. *Nimbus* 1-2: 5-16.

BERG, B.; AGREN, G.; 1984. Decomposition of needle litter and its organic chemical components: theory and field experiments. Long-term decomposition in a Scots pine forest. III. *Canadian Journal of Botany* 62: 2880-2888.

BERG, B.; BOTTNER, P.; BOX, E.; BREYMENYER, A.; COUTEAUX, M.; CALVO; ESCUDERO, A.; GALLARDO, A.; KRATZ, W.; MADEIRA, M.; MALKONEN, E.; MACCLAUGHERTY, C.; MEENTEMEYER, V.; MUÑOZ, F.; PIUSI, P.; REMACLE, J.; YIEZO, A.; 1993. Litter mass loss rates in pine forest of Europe and Eastern Unites States: some relationships with climate and litter quality. *Biogeochemistry* 20: 127-159.

BERG, B.; EKBOHM, G.; 1991. Litter mass-loss rates and decomposition patterns in some needle and leaf litter types. Long-term decomposition in a Scots pine forest VII. *Canadian Journal of Botany* 69: 1449-1456.

BERG, B.; MCCLAUGHERTY, C. A.; 2003. *Plant Litter. Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration*. Springer, 286 pp.

BERMÚDEZ DE CASTRO, F.; GARCIA, E.; MATEUS, C.; 1996. Fenología, desfronde y descomposición de la hojarasca de leguminosas arbustivas de la Sierra de Guadarrama, Madrid. *R. Soc. Esp. His. Nat. Tomo Extraordinario (XII Bial)*: 340-342.

BLANCO, J.A; IMBERT, J.B.; ARRIBITA, F.J.; CASTILLO, F.J.; 2003a. Producción de hojarasca en bosques de *Pinus sylvestris* L. sometidos a diferente intensidad de clara. *Proceedings del VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre, Barcelona*, pp. 267-279.

BLANCO, J.A; IMBERT, J.B.; OZCARIZ, A.; CASTILLO, F.J.; 2003b. Decomposition and nutrient release from *Pinus sylvestris* L. leaf litter in stands with different thinning intensity. *Proceedings of the I.U.F.R.O. meeting on Silviculture and sustainable management in mountain forests in the western Pyrenees*. Navarra.

BLANCO, P; NAVARRO, R.M; 2003. Aboveground phytomass models for major species in shrub ecosystems of Western Andalucía. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 12: 47-55.

BLANCO, J.A.; IMBERT, J.B.; CASTILLO, F.J.; 2006. Influence of site characteristics and thinning intensity on litterfall production in two *Pinus sylvestris* L. forests in the western Pyrenees. *Forest Ecology and Management* 237: 342-352.



BOSCO, J.; BLANCO J.A; CASTILLO F.J.; 2004. Gestión forestal y ciclos de nutrientes en el marco del cambio global. En: Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Valladares, F. (ed.) MAGRAMA, pp. 479-506.

BOU, J.; CARITAT, A.; VILAR, L.; 2015. Litterfall and growth dynamics relationship with the meteorological variability in three forests in the Montseny natural park. *Folia Forestalia Polonica* 57: 145-159.

BRAVO-OVIEDO, A.; DEL RIO, M.; MONTERO, G.; ONRUBIA FERNANDEZ, R.; RUBIO CUADRADO, A.; RUIZ-PEINADO, R.; 2013. Desfronde y tasa de descomposición foliar en rebollar-pinar de repoblación con distinto grado de clara. VI Congreso Forestal Español. Vitoria-Gasteiz, 10-14 Junio 2013.

BRAVO-OVIEDO, A; RUIZ-PEINADO, R; ONRUBIA, R; DEL RÍO, M.; 2017. Thinning alters the early-decomposition rate and nutrient immobilization-release pattern of foliar litter in Mediterranean oak-pine mixed stands. *Forest Ecology and Management* 391: 309–320.

BROWN, S.; 1997. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. En: Actas del XI Congreso Mundial Forestal: Recursos Forestales y Árboles, Vol. 1. Antalya, Turquía, 13-22 Octubre 1997.

BUEIS, T.; BRAVO, F.; PANDO, V.; TURRIÓN, M.B.; 2017. Influencia de la densidad del arbolado sobre el desfronde y su reciclado en pinares de repoblación del norte de España. *Bosque (Valdivia)* 38: 401-407.

CABELLO, J.; ESCUDERO, A.; RODA, F.; OLANO, J.M.; FERNANDEZ-PALACIOS, J.M.; GALLARDO, A.; VALLADARES, F.; 2009. Grupo 5. Matorrales esclerófilos, halonitrófilos y estepas continentales halófilas y gipsófilas. En: Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitats de interés comunitario en España. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

CAMPOS, P.; DIAZ BALTEIRO, L. (eds) 2015. Economía y selviculturas de los montes de Andalucía. Memorias científicas de RECAMAN. Volumen 1. Editorial CSIC, Madrid.

CAÑELLAS, I.; MONTERO, G.; JIMENEZ, MD.; 1996. Litterfall in a rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) coppice thinned with various intensities. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura* 27: 25-29

CAÑELLAS, I.; SAN MIGUEL, A.; 2003. La coscoja (*Quercus coccifera* L.). Ecología, características y uso. Monografías INIA: FORESTAL 5, 195 pp.

CARCELLER, F.; SANTACECILIA, MA.; VALLEJO, VR.; 1989. Primeros datos sobre el ciclo de la materia orgánica en tres bosques caducifolios del Moncayo (Zaragoza). *Options Méditerranéennes: Serie A. Séminaires* 3: 183-186.

CARITAT, A.; BERTONI, G.; MOLINAS, G.; OLIVA, M.; DOMINGUEZ-PLANELLA, A.; 1996. Litterfall and mineral return in two cork-oak forests in northeast Spain. *Ann Sci For* 53: 1049-1058.

CARITAT, A.; OLIVA, M.; MOLINAS, M.; 1992. Distribución de la biomasa en dos parcelas de alcornocal. *Scientia Gerundensis* 18: 131-142.

CARITAT, A.; GARCÍA-BERTHOU, E.; LAPEÑA, R.; VILAR, L.; 2006. Litter production in a *Quercus suber* forest of Montseny (NE Spain) and its relationship to meteorological conditions. *Ann For Sci* 63: 791-800.

CARLISLE, A., BROWN, A.H.F.; WHITE, E.J.; 1966. The litterfall, leaf production and the effect of defoliation by *Tortrix viridana* in a sessile oak (*Quercus petraea*) woodland. *Journal of Ecology* 54: 65-85.

CARRASCOSA, A.; LATORRE, B.; OCAÑA, L.; 2009. Desarrollo de técnicas para el cultivo y aprovechamiento de especies forestales arbustivas con fines energéticos. VI Congreso Forestal Español. Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio 2013.

CASTRO, I.; CASADO, M.A.; RAMIREZ-SANZ, L.; DE MIGUEL, J.M.; COSTA, M.; DIAZ, F.; 1996. Funciones de estimación de fitomasa aérea de varias especies del matorral mediterráneo del centro de la península Ibérica. *Orsis* 11: 107-116.

CEBALLOS, L.; 1945. Los matorrales españoles y su significación. Discurso en la Real Academia de las Ciencias Físicas y Naturales.

CEBALLOS, L.; MARTÍN BOLAÑOS, M.; 1930. Vegetación forestal de la provincia de Cádiz. IFIE. Madrid, 353 pp.

CERNUSCA, A.; TAPPEINER, U.; BAHN, M.; BAYFIELD, N.; CHEMINI, C.; FILIAL, F.; GRABER, W.; ROSSET, M.; SIEGWOLF, R.; TENHUNEN, J.; 1996. ECOMONT- Ecological effects of land-use changes on European terrestrial mountain ecosystems. *Pirineos* 147-148: 145-172.

CHACON, N.; DEZZEO, N.; 2007. Litter decomposition in primary forest and adjacent fire-disturbed forest in the Gran Sabana, southern Venezuela. *Biology and Fertility of Soils* 43: 815-821.

COBERTERA, E.; 1993. Edafología Aplicada. Edit. Catedra, 328 pp.

COLE, D.W.; RAPP, M.; 1981. Elemental cycling in forest ecosystems. En: *Dynamics properties of forest ecosystems* Reichle, D.E (ed.) Cambridge University Press. Cambridge, pp. 341-409.

CORTINA, J.; VALLEJO, V.R.; 1994. Effects of clearfelling on forest floor accumulation and litter decomposition in a radiata pine plantation. *Forest Ecology and Management* 70: 299-310.

COTRUFO, M.F.; RASCHI, A.; LANINI, M.; INESON, P.; 1999. Decomposition and nutrient dynamics of *Quercus pubescens* leaf litter in a naturally enriched CO<sub>2</sub> mediterranean ecosystems. *Functional Ecology* 13: 343-351.

DE BENITO, N.; 1948. Brezales y Brezos. IFIE. N° 39. M. de Agricultura, 71 pp.

DELECOUR, F.; WEISSEN, F.; NANSON, A.; 1967. Aspects, techniques de L'echantillonnage des retombées annuelles et des horizons hologaniques des sols de forêts. *Bulletin de l'Institut agronomique de l'état et des stations de recherches de Gembloux* 2: 429-449.

DELGADO-BAQUERIZO, M.; GALLARDO, A.; 2008. Nitrógeno orgánico disuelto en comunidades vegetales del SO d la Península Ibérica. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 25: 153-159.



DIAZ-MAROTO, I.J.; VILA-LAMEIRO, P.; 2006. Litter production and composition in natural stands of *Quercus robur* L. (Galicia, Spain). *Polish Journal of Ecology* 54: 429-439.

DUCHAUFOR, P.H.; 1984. Edafología. Tomo I. Edafogénesis y Clasificación. Masson. Barcelona.

DUCHAUFOR, P.H.; BONNEU, M.; SOUCHIER, B.; 1987. Edafología. Tomo II. Constituyentes y propiedades del suelo. Masson. Barcelona.

DUVIGNEAUD, P.; PAULET, E.; KESTEMONT, P.; TANGHE, M.; DENAEYER-DE SMET, S.; SCHNOCK, G.; TIMPERMAN, J.; 1972. Productivité comparée d'une hêtraie (Fagetum) et d'une pessière (piceetum), établies sur une même roche-mère, à Mirwart (Ardenne luxembourgeoise). *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* 105: 183-195.

ELVIRA, L., HERNANDO, C.; 1989. Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque. Estudio piloto con aplicación a los incendios forestales. Monografías INIA nº 68, Madrid, 99 pp.  
ESCARRE, A.; RODA, F.; TERRADAS, J.; MAYOR, X.; 1999. Nutrient distribution and cycling. In: *Ecology of Mediterranean evergreen oak forests*. Rodà, F.; Retana, J.; Gracia, C.A.; Bellot, J. (eds) Springer, Berlín, pp. 253-269.

ESCUADERO, A.; CABELLO, J.; RODA, F.; OLANO, J.M.; GALLARDO, A.; VALLADARES, F.; 2009.; Grupo 4. Brezales y matorrales de la zona templada. En: *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitats de interés comunitario en España*. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

ESCUADERO, A.; GARCÍA, B.; GÓMEZ, J.M.; LUIS, E.; 1985. The nutrient cycling in *Quercus rotundifolia* and *Quercus pyrenaica* ecosystems ("dehesas") of Spain. *Acta Oecologica* 6: 73-86.

ESCUADERO, A.; SANZ, S.; DEL ARCO, J.M.; GARRIDO, M.V.; 1991. Leaf litter decomposition in a mountain stream. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 24: 1978-1993.

ESPINOSA, J.; MADRIGAL, J.; DE LA CRUZ, A.C.; GUIJARRO, M.; JIMENEZ, E.; HERNANDO, C.; 2018. Short-term effects of prescribed burning on litterfall biomass in mixed stands of *Pinus nigra* and *Pinus pinaster* and pure stands of *Pinus nigra* in the Cuenca Mountains (Central-Eastern Spain). *Science of the Total Environment* 618: 941-951.

ETIENNE, M.; 1989. Non-destructive methods for evaluating shrubs, biomass: a review. *Acta Oecologica* 10: 115-128.

FERNANDEZ ALEX, R.; 1999. Estudio de los recursos disponibles para la alimentación de herbívoros de caza mayor en terrenos forestales de Andalucía Occidental y la optimización de su manejo. Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. 186 p. Inédito.

FERNANDEZ, R.; RODRIGUEZ, M.; MARTIN, A.; GARCIA, J.L.; INFANTE, J.M.; LEIVA, M.J.; RODRIGUEZ, J.J.; GALLARDO, A.; 1995. Mediterranean oak forests: basis for appropriate protection strategy. Final Report EV5V-CT92-0210. Commission of the European Communities. Unpublished, 165 pp.

FERRAN, A.; VALLEJO, V.R.; 1992. Litter dynamics in post-fire successional forests of *Quercus ilex*. *Vegetatio* 99-100: 239-246.

FERRÉS, L.; RODÁ, F.; VERDÚ, A.M.; TERRADAS, J.; 1984. Circulación de nutrientes en algunos ecosistemas forestales del Montseny (Barcelona). *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos* 7: 139-166.

FIGUEROA, C.; ETCHEVERS, J.D.; VELAZQUEZ, A.; ACOSTA, M.; 2005. Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca. *Terra latinoamericana* 23: 57-64.

FIORETTO, A.; MUSACCHIO, A.; ANDOLFI, G.; VIRZO DE SANTO, A.; 1998. Decomposition dynamics of litters of various pin species in a corsican pine forest. *Soil Biology and Biochemistry* 30: 721-727.

GALLARDO, A.; MERINO, J.; 1993. Leaf decomposition in two Mediterranean ecosystems of southwest Spain: influence of substrate quality. *Ecology* 74: 152-161.

GALLARDO, A.; MERINO, J.; 1999. Control of litter decomposition rate in a mediterranean shrubland as indicated by N, P and lignin concentrations. *Pedobiología* 43: 64-72.

GALLARDO, A.; 2001. Descomposición de hojarasca en ecosistemas mediterráneos. En: *Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional*. Zamora, R.; Pugnaire, F.I. (Eds). *Textos universitarios* nº 32, CSIC y AEET, Castillo y Edisart, S.L., pp. 95-122.

GALLARDO, A.; COVELO, F.; MORILLAS, L.; DELGADO, M.; 2009. Ciclos de nutrientes y procesos edáficos en los ecosistemas terrestres: especificidades del caso mediterráneo y sus implicaciones para las relaciones suelo-planta. *Ecosistemas* 18: 4-19.

GALLARDO, J.F.; MARTIN, A.; REGINA, I.S.; 1998. Nutrient cycling in deciduous forest ecosystems of the Sierra de Gata mountains, aboveground litter production and potential nutrient return. *Ann Sci For* 55: 749-769.

GARCIA DEL BARRIO, J.M.; 2000. Compartimentos y flujos de biomasa y nutrientes en un pinar de *Pinus sylvestris* L. en el monte de Valsaín. *Monografías INIA: Forestal* nº2, Ministerio de Ciencia y Tecnología, INIA, Madrid, 178 pp.

GARCIA IBAÑEZ, E.; 2001. Efecto sobre el suelo de la hojarasca de arbustos de la Sierra de Guadarrama. Madrid: Tesis doctoral. UCM.

GARCIA-PLE, C.; PRATS, E.; VANRELL, P.; SABATER, L.; MOREY, M.; 1990. Dinámica de la descomposición de las hojas de *Pinus halepensis* Mill. en Cap des Pinar (Alcúdia, Mallorca). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* 33: 175-187.

GARCIA-PLE, C.; VANRELL, P.; MOREY, M.; 1995. Litter fall and decomposition in a *Pinus halepensis* forest on Mallorca. *Journal of Vegetation Science* 6: 17-22.

GARCIA VARGAS, A.N.; 2009. Determinación y comparación de la descomposición de hojarasca en bosques con diferentes grados de intervención en el noreste de Costa Rica. CATIE. Costa Rica. Tesis doctoral.

GARRIDO, M.V.; DEL ARCO, J.M.; ESCUDERO, A. 1989.; Ciclo de nutrientes: Fenología de la abscisión y dinámica de la descomposición de las distintas especies caducifolias y perennifolias. *Options Mediterranéenes- Serie A* 3: 163-166.



- GARTNER, T.B.; CARDON, Z.G.; 2004. Decomposition dynamics in mixed-species leaf litter. *Oikos* 104: 230-246.
- GAYOSO, J.; GUERRA, J.; 2005. Contenido de carbono en biomasa aérea de bosque nativo en Chile. *Bosque* 26: 33-38.
- GIL, L.; PARDO, F.; ARANDA, I.; PARDOS, J.A.; 1999. Producción y Ciclos de Carbono y el Nitrógeno. En: *El Hayedo de Montejo: Pasado y Presente*. ETSIM. UPM.CAM. Consejería de Medio Ambiente (eds.) Madrid, pp. 102-122.
- GLOAGUEN, J.C.; TOUFFET, J.; 1980. Vitesse de décomposition et évolution minérale des litières sous climat atlantique. I. Le Hêtre et quelques Conifères. *Acta Oecologica* 1: 3-26.
- GOMEZ GUTIERREZ, J.M.; LUIS CLABUIG, E.; ESCUDERO BERIAN, A.; 1981. Materiales aportados por la encina en la zona de dehesas salmantina. I: sustancia seca. *Studia Oecologica* 2: 181-211.
- GÓMEZ, P.; 2005. *Un planeta en busca de energía*. Ed. Síntesis S.A. Madrid, 207 pp.
- GÓMEZ SANZ V., SERRADA HIERRO R., ELENA ROSSELLÓ R., FERNÁNDEZ YUSTE J.A., GARCÍA VIÑAS J.I., LÓPEZ LEIVA C., 2014. Medio físico de rodales selectos de especies de forestales: *Abies alba*, *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris* y *Fagus sylvatica*. ECOGESFOR UPM. Madrid. Disponible en: [www.ecogesfor.org/rodalesselectos](http://www.ecogesfor.org/rodalesselectos).
- GONZÁLEZ, E.; 2012. Seasonal patterns of litterfall in the floodplain forest of a large Mediterranean river. *Limnetica* 31: 173-186.
- GONZALEZ, J.L.; ROBLES, A.B.; RUIZ-MIRAZO, J.; 2011. Ganadería extensiva y selvicultura preventiva: algo más que una mirada al pasado. *Ambienta* 97: 22-43.
- GONZALEZ, L.M.; SAN MIGUEL, A.; 2004. *Manual de Buenas Prácticas de gestión en Fincas de Monte Mediterráneo de la Red Natura 2000*. D.G.B. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- GONZALEZ-ARIAS, A.; AMEZAGA, I.; ECHEANDIA, A.; DOMINGO, M.; ONAINDIA, M.; 1998. Effects of pollution on the nutrient return via litterfall for *Pinus radiata* plantations in the Basque Country. *Plant Ecology* 139: 247-258.
- GOSSUIN, A.; 1974. Litter production in a beech forest and a spruce plantation in Haute-Ardenne, Belgium. *Bulletin de la Societe Royale de Botanique de Belgique* 107: 9-22.
- GREEN, R.N.; TROWBRIDGE, R.L.; KLINKA, K.; 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science Monograph*. 29: 1-48.
- GREEN, R.N.; TROWBRIDGE, R.L.; KLINKA, K.; 1997. Towards a taxonomic classification of humus forms: third approximation. *Scientia Silvana, Extension Series* 9: 12-31.
- GUINEA, E.; 1954. *Cistáceas españolas. (Cistografía hispánica) Con exclusión del género Cistus*. M. de Agricultura, 196 pp.



HARMON, M.E.; NADELHOFFER, K.J; BLAIR, J. M.; 1999. Analysis of detritus and organic horizons for mineral and organic constituents. In: Standard soil methods for long-term ecological research. Robertson, G.P.; Coleman, D.C.; Bledsoe, C.S.; Sollins, P. (eds.) Oxford University Press, Oxford, pp. 143-165.

HATTENSCHWILER, S.; 2005. Effects of tree species diversity on litter quality and decomposition. En: Forest diversity and function: Temperate and Boreal Systems. Scherer-Lorenzen, M.; Körner, C.; Schulze, E.-D. (eds.). Ecological Studies 176. Berlin Heidelberg, pp. 149-164.

HATTENSCHWILER, S.; TIUNOV, A.V.; SCHEU, S.; 2005. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 36: 191-218.

HERNANDEZ, I.M.; 1989. Contribución al estudio de la materia orgánica y bioelementos en bosques bajo clima semiárido de la Cuenca del Duero. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.

HERNANDEZ, I.; GALLARDO, J.; SANTA REGINA, I.; QUILCHANO, C.; 1992. Decomposition ratio de *Quercus rotundifolia* leaves in an evergreen oak forest of the Duero Basin (Province de Zamora, Spain). Vegetatio 90-100: 259-262.

HERNANDEZ, I.; SANTA REGINA, I.; GALLARDO, J.; 1995. Dynamics of bioelements during leaf decomposition in three forest ecosystems of semiarid climate in the Duero Basin. Arid Soil Research and Rehabilitation 9: 437-455.

HERRERA, M.A.; DEL VALLE, J.I.; ALONSO, S.; 2001. Biomasa de la Vegetación Herbácea y Leñosa y Necromasa en Bosques Tropicales Primarios y Secundarios de Colombia. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales-Valdivia-Chile.

HERRERO, C.; TURRIÓN, M.B.; PANDO, V.; BRAVO, F.; 2016. Carbon content of forest floor and mineral soil in Mediterranean *Pinus* spp. and Oak stands in acid soils in Northern Spain. Forest Systems 25: 065.

HOUGH, B.; 2001. Estimación del contenido de carbono de los bosques. Simposio internacional. Medición y monitoreo de la Captura de carbono en Ecosistemas forestales. Valdivia.

HUBER, J.; OYARZUN, C.; 2011. Producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológicos en un bosque de *Pinus radiata* (D.Don.). Bosque (5) 1: 1-11.

IBAÑEZ J.J.; VAYREDA, J.; GRACIA, C.; 2002. Metodología complementaria al Inventario Forestal Nacional en Catalunya. En: El inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la gestión forestal sostenible. Bravo, F.; del Río, M.; del Peso, C. (eds.) Fundación General de la Universidad de Valladolid, pp. 67-77.

INCERTI, G.; BONANOMI, G.; GIANNINO, F.; RUTIGLIANO, FA.; PIERMATTEO, D.; CASTALDI, S.; DE MARCO, A.; FIERRO, A.; FIORETTO, A.; MAGGI, O.; PAPA, S.; PERSIANI, AM.; FEOLI, E.; VIRZO DE SANTO, A.; MAZZOLENI, S.; 2011. Litter decomposition in Mediterranean ecosystems: modeling the controlling role of climatic conditions and litter quality. Applied Soil Ecology 49:148-157.



INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Chapter 5: Land Use Change & Forestry. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Revised Version. London, 1996, vol. 3, 57 pp.

JARO, Z.; 1958. Alomanenyisegek a magyar erdoekben. *Erdeszettu Domanyi Koelemeuyek* 1: 151-162.

JENNY, H.; GESSEL, S. P.; BINGHAM, F.T.; 1949. Comparative study of decomposition of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Science* 68: 419-432.

JIMENEZ, M.N.; NAVARRO, F.B.; 2016. Thinning effects on litterfall remaining after 8 years and improved stand resilience in Aleppo pine afforestation (SE Spain). *Journal of Environmental Management* 169: 174-183.

KRUGER, F.J.; MITCHELL, D.T.; JARVIS, J.U.M.; 1983. *Mediterranean-Type Ecosystems: The Role of Nutrients*. Ecological Studies 53. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

LABRADOR, J.; 2001. La materia orgánica en los agrosistemas. Aproximación al conocimiento de la dinámica, la gestión y la reutilización de la materia orgánica en los agrosistemas. Mundi-Prensa. Madrid. España.

LADO-MONSERRAT, L.; LIDÓN, A.; BAUTISTA, I.; 2016. Erratum to: Litterfall, litter decomposition and associated nutrient fluxes in *Pinus halepensis*: influence of tree removal intensity in a Mediterranean forest. *European Journal of Forest Research* 135: 203-214.

LAMÉE, G.; BICHAUT, N.; 1973. Recherches sur les écosystèmes des réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau II. Descomposition de la litière de feuilles des arbres e liberation des bioelementes. *Acta Oecologica* 8: 153-174.

LANDSBERG, J.J.; GOWER, S.T.; 1997. *Applications of physiological ecology to forest management*. Academic Press, San Diego.

LAVADO, M.; NUÑEZ, E.; ESCUDERO, J.C.; 1989. Variaciones mensuales en el aporte de biomasa al suelo por distintas especies de matorral mediterráneo. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens* 3: 167-172.

LEON, J.D; GONZALEZ, M.I; GALLARDO, J.F.; 2001. Ciclos biogeoquímicos en bosques naturales y plantaciones de coníferas en ecosistemas de alta montaña de Colombia. *Revista de Biología Tropical* 59: 1983-1894.

LEONARDI, S.; RAPP, M.; DENES, A.; 1992. Organic matter distribution and fluxes within a holm oak (*Quercus ilex* L.) stand in the Etna volcano. A synthesis. *Vegetatio* 99-100: 219-224.

LEONARDI, S.; RAPP, M.; LA ROSA, V.; 1988. Repartition et dynamique de la matière organique dans une forêt de *Pinus laricio* Poir. *Ecología mediterránea* 14: 17-29.

LEONARDI, S.; SANTA REGINA, I.; RAPP, M.; GALLEGU, H.A; RICO, M.; 1996. Biomass, litterfall and

nutrients content in *Castanea sativa* coppice stands of southern Europe. *Ann Sci For*: 53: 1071-1081.

LIN, Y.P.; LIU, C.P.; LIN, J.C.; 2002. Measurement of specific gravity and carbon content of important timber species in Taiwan. *Journal of Forest Science* 17: 291-299.

LLEDO, M.J.; 1990. Compartimentos y flujos biogeoquímicos en una cuenca de encinar del Monte Poblet. Tesis doctoral. Universidad de Alicante.

LOPEZ LEIVA, C.; 2008. Informe final de los Convenios UPM- DGCNA, para la elaboración de cartografía de Cubiertas Vegetales no Arboladas en el MFE.50.000, para las CC.AA. de Castilla y León, La Rioja, Cantabria, Madrid, Murcia e Islas Canarias. Inédito.

LOPEZ LEIVA, C.; 2017. Tipología de cubiertas forestales no arboladas para su aplicación en la cartografía forestal del territorio ibérico-balear. Cuantificación superficial de su significatividad. Actas del VII Congreso Forestal Español, Plasencia. Sociedad Española de Ciencias Forestales.

LOPEZ, G.; 2013. Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares. 3ª Edición corregida. Ed. Mundi-Prensa, 891 pp.

LOSSAINT, P.; RAPP, M.; 1971. Répartition de la matière organique, productivité et cycles des éléments minéraux dans des écosystèmes forestiers. UNESCO. Paris, pp. 597-617.

LOUSIER, J.D.; PARKINSON, D.; 1976. Litter decomposition in a cool temperate deciduous forest. *Canadian Journal of Botany* 54: 419-436.

MADEIRA, M.; ARAUJO, M.C.; PEREIRA, J.S.; 1995. Effects of water and nutrients supply on amount and on nutrient concentration of litterfall and forest floor litter in *Eucalyptus globulus* plantations. *Plant and Soil* 168-169: 287-295.

MANCILLA-LEYTÓN, J.M.; SÁNCHEZ-LINEROS, V., MARTÍN-VICENTE, A.; 2013. Influence of grazing on the decomposition of *Pinus pinea* L. needles in a silvopastoral system in Doñana, Spain. *Plant and Soil* 373: 173-181.

MANUEL, C.; GIL, L.; 1997. La transformación del paisaje forestal español. Introducción al II Inventario Forestal Nacional, MAPA. Madrid.

MÁRQUEZ, M.; NUÑEZ, E.; ESCUDERO, J.C.; 1989. Dinámica del Nitrógeno en un gradiente de edad de *Cistus ladanifer* L. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens* 3: 151-155.

MARTÍN BOLAÑOS, M.; 1949. Jarales y Jaras (Cistografía hispánica) IFIE. N° 49. M. de Agricultura, 232 pp.

MARTIN, A.; GALLARDO, J. F.; SANTA REGINA, I.; 1993. Dinámica de la descomposición de hojas de rebollo en cuatro ecosistemas forestales de la Sierra de Gata (provincia de Salamanca, España): Índices de descomposición. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 2: 5-17.

MARTIN, A.; GALLARDO, J. F.; SANTA REGINA, I.; 1996. Aboveground litter production and bioelement potential return in evergreen oak (*Quercus rotundifolia*) woodland near Salamanca



(Spain). *Ann Sci For* 53: 811-818.

MARTIN, A.; GALLARDO, J. F.; SANTA REGINA, I.; 1997. Long-term decomposition process of leaf litter from *Quercus pyrenaica* forests across a rainfall gradient (Spanish Central Systems). *Ann Sci For* 54: 191-202.

MARTIN, A.; SANTA REGINA, I.; GALLARDO, J. F.; 1994. Ciclos Biogeoquímicos en un Bosque Perenne de Encina (*Quercus rotundifolia*) en las proximidades de Salamanca (España): Retorno potencial. En: *Biogeoquímica de Ecosistemas. XI Simposium Internacional de Biogeoquímica Ambiental (Salamanca)*. J.F. Gallardo Lancho (Eds.). Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla León. Valladolid, pp. 151-160.

MARTINEZ-ALONSO, C.; VALLADARES, F.; CAMARERO, J.J.; LÓPEZ-ARIAS, M.; SERRANO, M.; RODRÍGUEZ, J.A.; 2007. The uncoupling of secondary growth, cone and litter production by intradecadal climatic variability in a Mediterranean Scots pine forest. *Forest Ecology and Management* 253: 19-29.

MERINO O.; MARTIN A.; 1988. Producción de hojarasca en Formaciones de matorral del SW español. *Legascalía* 15 (Extra): 535-540.

MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación); 2008. Diagnóstico de las dehesas ibéricas mediterráneas. TRAGSATEC. Madrid.

MOLINERO, J.; 2000. Nitrógeno y fósforo en la materia orgánica particulada bentónica: Influencia en la vegetación riparia, de las características del cauce y de la química del agua. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.

MONTAGNINI, F.; RAMSTAD, K.; SANCHHO, F.; 1993. Litterfall, litter decomposition and the use of mulch of four indigenous tree species in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Agroforestry Systems* 23: 39-61.

MONTERO, G.; ORTEGA, C.; CAÑELLAS, I.; BACHILLER, A.; 1999. Productividad aérea y dinámica de nutrientes en una repoblación de *Pinus Pinaster* Ait. sometida a distintos regímenes de claras. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales (Fuera de Serie 1)*: 175-206.

MONTERO, G.; PASALODOS, M.; LOPEZ-SENEPLEDA, E.; RUIZ-PEINADO, R.; BRAVO-OVIEDO, A.; MADRIGAL, G.; ONRUBIA, R.; 2015. Modelos de silvicultura y producción de madera, frutos y fijación de carbono de los sistemas forestales de Andalucía. En: *Economía y silviculturas de los montes de Andalucía*. Campos, P.; Díaz-Balteiro, L. (eds). *Memorias científicas de RECAMAN*. Volumen 1. Memoria 1.2. Editorial CSIC, Madrid.

MONTERO, G.; PASALODOS, M.; MONTOTO, R.; LOPEZ-SENEPLEDA, E.; ONRUBIA, R.; BRAVO-OVIEDO, A.; RUIZ-PEINADO, R.; 2013. Contenido de Carbono en la biomasa de las principales especies de matorral y arbustados de España. *Actas del VI Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Vitoria-Gasteiz, 10-14 Junio 2013.

MONTERO, G.; PASALODOS-TATO, M.; LÓPEZ-SENEPLEDA, E.; ONRUBIA, R.; MADRIGAL, G.; 2013. Ecuaciones para la estimación de la biomasa en matorrales y arbustados mediterráneos. *Actas del VI Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Vitoria-

Gasteiz, 10-14 Junio 2013.

MONTERO, G.; RUIZ-PEINADO, R.; MUÑOZ M. 2005. Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles. Monografías INIA. Serie forestal nº 13. Madrid, 270 pp.

MONTSERRAT, P.; 2009. La cultura que hace el paisaje: escritos de un naturalista sobre nuestros recursos de montaña, Ed. La Fertilidad de la Tierra, Estella (Navarra), 236 pp.

MOREY, M.; MONTOYA, R.; 2000. El paisaje y el hombre: Valoración del paisaje natural, rural y urbano. Ed. Parques Nacionales. Serie Técnica, 388 p.

MORO, M. J.; 1992. Desfronde, descomposición y fijación de nitrógeno en una microcuena joven de coníferas y matorral. Universidad de Alicante. Tesis doctoral.

MORO, M. J.; DOMINGO, F. 2000. Litter Decomposition in Four Woody Species in a Mediterranean Climate: Weight loss, N and P dynamics. *Annals of Botany* 86: 1065-1071.

MORO, M. J.; DOMINGO, F.; ESCARRE, A.; 1996. Organic matter and nitrogen cycles in a pine afforest catchment with a shrub layer of *Adenocarpus decorticans* and *Cistus laurifolius* in south eastern Spain. *Annals of Botany* 78: 675-685.

MOYANO. A.; BARRO, R.; CARRASCO, J,E,; SIXTO, H.; CIRIA, P., 2010. Relation between edafoclimatic conditions and decomposition rate of poplar leaves on short rotation conditions. 18th European Biomass Conference & Exhibition. From Research to Industry and Markets, Lyon, France.

NANSON, A.; 1962. Quelques éléments concernant le bilan d'assimilation photosynthétique en hêtraie ardennaise. *Bulletin de l'Institut agronomique de l'état et des stations de recherches de Gembloux* 30: 321-331.

NAVARRO, R.M.; BLANCO, P.; 2006. Estimation of above-ground biomass in shrubland ecosystems of southern Spain. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 15: 197-207.

NIHLGARD, B.; 1972. Plant Biomass, primary production and distribution of chemical elements in a beech and a planted Spruce forest in South Sweden. *Oikos* 23: 69-81.

NUÑEZ OLIVEIRA, E.; 1989. Ecología del Jaral de *Cistus ladanifer* L. Tesis Doctoral Badajoz. Facultad Ciencias. Universidad de Extremadura.

OLIVA, M.; CARITAT, A.; MOLINAS, M.; 1992. Variación estacional del desfronde en dos parcelas de alcornocal. *Scientia gerundensis* 18: 121-130.

OLSON, J.S.; 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology* 44: 322-331.

OURO, G.; PÉREZ-BATALLÓN, P.; MERINO, A.; 2001. Effects of silvicultural practices on nutrient status in a *Pinus radiata* plantation: nutrient export by tree removal and nutrient dynamics in decomposing logging residues. *Annals of Forest Science* 58: 411-422.



PARDO, F.; GIL, L.; PARDOS, J.A.; 1997. Field study of beech (*Fagus sylvatica* L.) and melojo oak (*Quercus pyrenaica* Willd) leaf litter decomposition in the center of the Iberian Peninsula. *Plant and Soil* 191: 89-100.

PARDO, F.; GIL, L.; PARDOS, J.A.; 1999. Estudio del desfronde en tres bosques del Sistema Central (Madrid): Evolución anual y aporte de materia seca al suelo. *Actas del II Congreso Forestal Español*, Pamplona, Sociedad Española de Ciencias Forestales, pp. 467-472.

PASALODOS-TATO, M.; RUIZ-PEINADO, R.; DEL RIO, M.; MONTERO, G.; 2015. Shrub biomass accumulation and growth rate models to quantify carbon stocks and fluxes for the Mediterranean región. *European Journal of Forest Research* 134: 537-553.

PASTOR, A.; MARTIN, J.; 1989. Estudio de pinares en la provincia de Alicante. Informe final, Consellería de Agricultura. Generalitat Valenciana.

PATRICIO, M.S.; NUNES, L. F.; PEREIRA, E.L.; 2012. Litterfall and litter decomposition in chestnut high forest stands in northern Portugal. *Forest Systems* 21: 259-271.

PAUSAS, J.G.; 1997. Litter fall and litter decomposition in *Pinus sylvestris* forests of the eastern Pyrenees. *Journal of Vegetation Science* 8: 643-650.

PAUSAS, J.G.; CARCELLER, F.; VALLEJO, V.R.; 1994. El desfronde en bosques de *Pinus sylvestris* L. en relación con las características climáticas. *Ecología* 8: 167-176.

PEREIRA, A. P.; GRAÇA, M. A.S.; MOLLES, M.; 1998. Leaf litter decomposition in relation to litter physico-chemical properties, fungal biomass, arthropod colonization, and geographical origin of plant species. *Pedobiologia* 42: 316-327.

PÉREZ-CORONA, M.E.; PÉREZ HERNÁNDEZ, M.C.; BERMÚDEZ, F.; 2006. Decomposition of alder, ash and poplar litter in a Mediterranean riverine area. *Soil Science and Plant Analysis* 37: 1111-1125.

PUIGDEFABREGAS J, ALONSO JM, DELGADO L, DOMINGO F, CUETO M, GUTIERREZ L, LAZARO R, NICOLAU JM, SANCHEZ G, SOLE A, VIDAL S, AGUILERA C, BRENNER A, CLARK S, INCOLL L (1996) The Ramble Honda field site: Interactions of soil and vegetation along a vaterna in semi-arid Southeast Spain. In: *Mediterranean desertification and land use*. Brandt, C.J.; Thornes, J.B. (eds.) John Wiley & Sons Ltd., pp 137-168.

PERI P.; VIOLA, M.; MARTINEZ, G.; 2004. Estimación de biomasa y secuestro de carbon en bisques nativos de Ñire (*Nothofagus antarctica*) en Patagonia Sur. *Publicación técnica forestal* 24. Convenio IRTA-UMPA-CAP. Argentina.

RAPP, M.; 1967. Production de litière et apport au sol d'elements minéraux et d'azote dans un bois de pins d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). *Oecologia Plantarum* 2: 325-388.

RAPP, M.; 1978. El ciclo biogeoquímico en un bosque de pino carrasco. En: *Ecología forestal*. Pesson, P. (ed.) Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp. 97-118.

RAPP, M.; SANTA-REGINA, I.; RICO, M.; GALLEGO, H.A.; 1999. Biomass, nutrient content, litterfall and nutrient return to the soil in Mediterranean oak forest. *Forest Ecology and Management* 119: 39-49.

READ, D.J.; MITCHEL, D.T.; 1983. Decomposition and mineralization processes in Mediterranean-type ecosystems and in Heathlands of similar structure. In: *Mediterranean type ecosystems. The role of nutrients*. Kruger, F.S.; Mitchell, D.T.; Jarvis, J.U.M. (eds.) Springer-Verlag. Berlin, pp 208-232.

RODA, F.; RETANA, J.; GRACIA, C.A.; BELLOT, J.; 1999. *Ecology of Mediterranean evergreen oak forests*. Springer. Berlín. Germany.

ROIG, S.; DEL RIO, M.; CAÑELLAS, I.; MONTERO, G.; 2005. Litter fall in Mediterranean Pinus pinaster Ait. stands under different thinning regimes. *Forest Ecology and Management* 206: 179-190

ROMANYÀ, J.; VALLEJO, V.R.; 2004. Productivity of Pinus radiata plantations in Spain in response to climate and soil. *Forest Ecology and Management* 195: 177-189.

ROSICH, D.; CASTELLO, A.; VALLEJO, V.R.; 1989. Estudio del ciclo de la materia orgánica en un encinar continental de la Depresión Central Catalana. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens* 3: 173-177.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 1981. Matorrales en Tratado del Medio Natural. Tomo II. Universidad Politécnica de Madrid, pp. 501-541.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 2000 a. Botánica Popular. Introducción a la Demobotánica. Fundación Conde del Valle Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. U.P.M. Madrid, 53 pp.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 2000 b. El hombre y el Paisaje Vegetal: Historia de la acción humana sobre el componente vegetal del paisaje.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 2001. *Naturaleza y Cultura Popular*. Junta de Andalucía, 61 pp.

RUIZ DE LA TORRE, J.; 2006. *Flora Mayor*. Ed. Parques Nacionales-DG Biodiversidad. 1758 pp.

RUIZ-PEINADO, R.; DEL RIO, M.; MONTERO, G.; 2011. New models for estimating the carbon sink capacity of Spanish softwood species. *Forest Systems* 20: 176-188.

RUIZ-PEINADO, R.; MONTERO, G.; DEL RIO, M.; 2012. Biomass models to estimate carbon stock for hardwood tree species. *Forest Systems* 21: 42-52.

RUIZ-PEINADO, R.; MORENO, G.; JUAREZ, E.; MONTERO, G.; ROIG, S.; 2013. The contribution of two common shrub species to above ground and below ground carbon stock in Iberian Dehesa. *Journal of Arid Environments* 91: 22-30.



- S.E.C.F.; 2005. Diccionario Forestal. Madrid-Barcelona-México: Ediciones Mundi-Prensa, 1336 pp
- SALAS, G., 1987. Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Tropical. Edit. IICA. San José, Costa Rica, 447 pp.
- SALAZAR, S.; 2008. Estudio de procesos ecológicos para el desarrollo sostenible del castaño (*Castanea sativa* Mill.) de la Sierra de Francia. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- SAN MIGUEL, A.; 2003. Gestión silvopastoral y conservación de especies y espacios protegidos. En: Pastos, desarrollo y conservación. Robles, A.B.; Ramos, M.E.; Morales, M.C.; Simón, E.; González-Rebollar, J.L.; Boza, J. (eds.). Junta de Andalucía. Granada, pp. 409-422.
- SAN MIGUEL, A.; 2009. El papel de los montes desarbolados y su gestión multifuncional. Jornadas sobre bosques sumideros de Carbono y cambio climático. Jornadas sobre sumideros de carbono y cambio climático. Zaragoza, 30 Junio 2009.
- SAN MIGUEL, A.; PEREA, R.; ROIG, S.; FERNANDEZ OLALLA, M.; 2012. Bosques y matorrales mediterráneos continentales. *Ambienta* 98: 7-9.
- SAN MIGUEL, A.; ROIG, S.; CAÑELLAS, I.; 2008. Fruticicultura. Gestión de arbustados y matorrales. En: Compendio de Selvicultura aplicada en España. Serrada, R.; Montero, G.; Reque, J. (eds.) INIA-FUCOVASA. Madrid, pp. 877-907.
- SANTA REGINA, I.; LEONARDI, S.; HANCHI, A.; TARAZONA, T.; RAPP, M.; 1999. Production and turnover of organic matter in three southern European *Fagus sylvatica* L. stands. *Pirineos* 153-154: 3-19.
- SANTA REGINA, I.; 2000. Biomass estimation and nutrient pools in four *Quercus pyrenaica* in Sierra de Gata Mountains, Salamanca, Spain. *Forest Ecology and Management* 132: 127-141.
- SANTA REGINA, I.; 2000. Organic matter distribution and nutrient fluxes within a sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) stand of the Sierra de Gata, Spain. *Ann For Sci* 57: 691-700.
- SANTA REGINA, I.; 2001. Litter fall, decomposition and nutrient release in three semi-arid forests of the Duero basin, Spain. *Forestry* 74: 347-358.
- SANTA REGINA, I.; GALLARDO, J.F.; 1989. Ciclos Biogeoquímicos en bosques de la Sierra de Béjar (Salamanca). *Options Méditerranéennes Serie A* 3: 147-149.
- SANTA REGINA, I.; GALLARDO, J.F.; 1985. Retorno al suelo de bioelementos en tres ecosistemas forestales de la Cuenca de Candelario (Sierra de Béjar, Salamanca). *Revue d'écologie et de biologie du Sol* 22: 407-417.
- SANTA REGINA, I.; SAN MIGUEL, C.; GALLARDO, J.F.; PEREZ, C.; 1986. Evolución y velocidad de descomposición de la hojarasca en tres bosques en la Sierra de Béjar (Salamanca). *Anuario* 11. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca. CSIC. (eds.), pp. 217-231.
- SANTA REGINA, I., GALLARDO J.F.; 1995. Biogeochemical cycles in forests of the "Sierra de Béjar" mountains (province of Salamanca, Spain): decomposition and decay of the leaf litter. *Ann Sci For* 52:



393-399.

SANTA REGINA, I.; TARAZONA, T.; 1995. Dynamics of litter decomposition in two mediterranean climate zone forests of the sierra de la Demanda, Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 9: 201-207.

SANTA REGINA, I.; TARAZONA, T.; 1999. Organic matter dynamics in beech and pine stands of mountainous Mediterranean climate area. *Ann For Sci* 56: 667-667.

SANTA REGINA, I.; TARAZONA, T.; 2000. Nutrient return to the soil through litterfall and throughfall under beech and pine stands of Sierra de la Demanda, Spain. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 14: 239-252.

SANTA REGINA, I.; TARAZONA, T.; 2001. Nutrient cycling in a natural beech forest and adjacent planted pine in northern Spain. *Forestry* 74: 11-28.

SCHROTH, G.; 2003. Decomposition and nutrient supply from biomass. In *Trees, crops and soil fertility: Concepts and methods*. Schroth, G; Sinclair, F.L. (eds.) Wallingford, Oxon, UK. CABI Publishing, pp. 131-159.

SEIJAS, E.; BALBOA, M.A.; MERINO, A. RUIZ A.D.; ALVAREA, J.G.; 2009. Ecuaciones de estimación de biomasa en formaciones de tojo de alta densidad de matorral. 5º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Ávila, 21-25 Septiembre 2009.

SERRADA, R.; BRAVO-FERNÁNDEZ, A.; SÁNCHEZ, I.; ALLUÉ, M.; ELENA, R.; SAN MIGUEL, A.; 1996. Conversion into high forest in coppices of *Quercus ilex* subsp. *Ballorta* L. in Central region of Iberian Peninsula. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura* 27: 149-160.

STAAF, H.; BERG, B.; 1982. Accumulation and release of plant nutrients in decomposing Scots pine needle litter. Longterm decomposition in a Scots pine forest. II. *Canadian Journal of Botany* 60: 1561-1568.

SYKES, J.M; BUNCE, R.G.H.; 1970. Fluctuations in litter-fall in a mixed deciduous woodland over a three-year period 1966-68. *Oikos* 21: 326-329.

TATENO, R.; TOCKUCHI, N.; YAMANAKA, N.; DU, S.; OTSUKI, K.; SHIMAMURA, T.; XUE, Z.; WANG, S.; HOU, Q.; 2007. Comparison of litterfall production and leaf litter decomposition between an exotic black locust plantation and an indigenous oak forest near Yan'an on the Loess Plateau, China. *Forest Ecology and Management* 241: 84-90.

TERRADAS, J.; 1984. Introducció a l'ecologia del faig al Montseny. Diputació de Barcelona, Servei de Parcs Naturals, Barcelona.

THOMAS, S.C.; MARTIN, A.R.; 2013. Carbon content of tree tissues: a synthesis. *Forests* 3: 332-352.

USO, J.L; MATEU, J.; KARJALAINEN, T.; SALVADOR, P.; 1997. Allometric regression equations to determine above-ground biomass of Mediterranean shrubs. *Plant Ecology* 132: 59-69.

VERDU, A.M.C.; FERRES, LL.; RODÁ, F.; TERRADAS, J.; 1980. Estructura y funcionalismo de un



encinar montano en el Montseny. *Mediterranea* 4: 51-68.

VERDU, A.M.C.; 1984. Circulació de nutrients en tres ecosistemes forestals del Monseny: Caiguda de virosta i descomposició de la fullaraca. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

WANG, Q.; WANG, S.; HUANG, Y.; 2008. Leaf litter decomposition in the pure and mixed plantations of *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurei* in subtropical China. *Biology and Fertility of Soils* 45: 371-377.

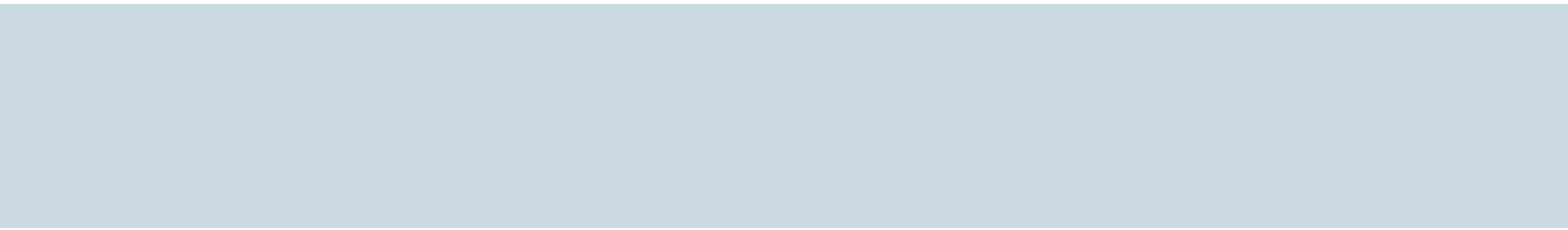
XULUCTOLOSÀ, F.J.; VESTER, H.F.M.; RAMIREZ-MARCIAL, N.; CASTELLANOS-ALBORES, J.; LAWRENCE, D.; 2003. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary forest in Campeche, Mexico. *Forest Ecology and Management* 174: 401-412.

ZAMORA, R.; PUGNAIRE, F.; 2001. Ecosistemas Mediterráneos. Análisis Funcional. Colección textos Universitarios nº 32. CSIC, AEET, Madrid, 463 pp.

ZANELLA, A.; JABIOL, B.; PONGE, J.F.; SARTORI, G.; DE WAAL, R.; VAN DELFT, B.; GRAEFE, U.; COOLS, N.; KATZENSTEINER, K.; HAGER, H.; ENGLISH, M.; BRETHES, A.; BROLL, G.; GOBAT, J.M.; BRUN, J.J.; MILBERT, G.; KOLB, E.; WOLF, U.; FRIZZERA, L.; GALVAN, P.; KOLLI, R.; BARITZ, R.; KEMMERS, R.; VACCA, A.; SERRA, G.; BANAS, D.; GARLATTO, A.; CHERSICH, S.; KLIMO, E.; LANGOH, R.; 2011. European Humus Reference Base.







## **ANEXOS**



## Anexo I

### Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

1. Arbustedos y agrupaciones afines		
11	Galerías arbustivas, matorrales hidrófilos o freatófitos	
	111	Galerías arbustivas mixtas
	112	Salcedas y bardagueras ( <i>Salix</i> spp. pl.)
	1121	Salcedas de <i>Salix salviifolia</i>
	1122	Salcedas de <i>Salix purpurea</i>
	1123	Salcedas de <i>Salix pedicellata</i>
	1124	Salcedas de <i>Salix triandra</i>
	1125	Salcedas de <i>Salix elaeagnos</i>
	113	Cubiertas arbustivas y subarbustivas glicohidrófilas o freatófilas
	1131	Matorrales de gándara
	1132	Tamujares ( <i>Flueggea tinctoria</i> )
	1133	Adelfares ( <i>Nerium oleander</i> )
	1134	Manifestaciones de arto ( <i>Ziziphus lotus</i> )
	1135	Otros matorrales de freatófitos
12	Setos, bardas, orlas	
	121	Setos y bardas espinosos
	1211	Espinares mesófilos mixtos (dom. Rosaceae)
	1212	Espinares de <i>Crataegus</i> spp.
	1213	Agavanzales/escaramujales ( <i>Rosa</i> spp. pl.)
	1214	Endrinales ( <i>Prunus spinosa</i> )
	1215	Arlerales ( <i>Berberis vulgaris</i> spp. pl.)
	1216	Zarzales ( <i>Rubus</i> spp.)
	122	Orlas arbustivas inermes
	1221	Agrupaciones con presencia abundante de <i>Rhamnus alpinus</i>
	1222	Guillomerales ( <i>Amelanchier ovalis</i> )
	1223	Orlas y matorrales con <i>Spiraea hypericifolia</i>
	1224	Otras agrupaciones tipo seto o "sebes" arbustivas mixtas
13	Bujedos ( <i>Buxus sempervirens</i> ) y matorrales con presencia significativa de <i>Buxus balearica</i> 131	
14	Cornicabrales ( <i>Pistacia terebinthus</i> ) 141	
15	Arbustedos de <i>Quercus ilex</i> 151	
16	Sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rastreros	
	161	Enebrales ( <i>Juniperus communis hemisphaerica</i> )
	162	Enebrales ( <i>Juniperus communis communis</i> )
	163	Enebrales de <i>Juniperus oxycedrus</i>
	164	Enebrales mixtos ( <i>Juniperus communis</i> - <i>J. oxycedrus</i> )
	165	Sabinares de <i>Juniperus phoenicea</i>
	166	Sabino-enebrales no rastreros ( <i>Juniperus phoenicea</i> - <i>Juniperus oxycedrus</i> )
17	Coscojares± puros ( <i>Quercus coccifera</i> ) 171	
18	Lentiscares/charnecales ( <i>Pistacia lentiscus</i> ) 181	





## Anexo I

### Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

1. Arbustedos y agrupaciones afines		
19	Manchas y afines	
	191	Arbustedos de <i>Phillyrea angustifolia</i>
	192	Arbustedos de <i>Quercus ilex</i> en manchas
	193	Arbustedos de <i>Arbutus unedo</i>
	194	Matorrales con presencia significativa de <i>Myrtus communis</i>
	195	Acebuchares ( <i>Olea europaea sylvestris</i> ) (se incluyen aquí los que pueden ser también calcícolas: ullastrares y garrigas tipo 'marina' en Baleares)
	196	Otras manchas
19A	Garrigas (matorrales pluriespecíficos calcícolas ± termófilos)	
	19A1	Palmitares/garrigas con palmito ( <i>Chamaerops humilis</i> )
	19A2	Garrigas baleares con <i>Euphorbia dendroides</i>
	19A3	Otras garrigas
19B	Espinares subxerófilos y xerófilos ( <i>Hippophæ rhamnoides</i> , <i>Rhamnus saxatilis</i> , <i>Rh.lycioides</i> - éste no en área hiperárida-)	
	19B1	Espinares subxerófilos y xerófilos de <i>Hippophæ rhamnoides</i>
	19B2	Espinares subxerófilos y xerófilos de <i>Rhamnus saxatilis</i>
	19B3	Espinares subxerófilos y xerófilos de <i>Rhamnus lycioides</i>
2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas		
21	Sabinares y enebrales rastreros	
	211	Sabinares ( <i>Juniperus sabina</i> )
	212	Enebrales ( <i>Juniperus communis alpina</i> )
22	Brezales, matorrales de Ericaceae y agrupaciones afines	
	221	Brezales orófilos y matorrales bajos de ericáceas de alta montaña <i>Loiseleuria</i> , <i>Arct. alpina</i> , <i>Pyrola</i> , <i>Empetrum nigrum</i>
	222	Talabardales/neretares ( <i>Rhododendron ferrugineum</i> ) (2221)
	223	Arandanales ( <i>Vaccinium myrtillus</i> u otras) (2231)
	224	Brezales (sub)hidrófilos ( <i>Erica mackaiana</i> , <i>E. tetralix</i> , <i>E. ciliaris</i> ) y brezales mixtos de hidrófilas y subxerófilas
	2241	Brezales de <i>Erica mackaiana</i>
	2122	Otros brezales hidrófilos o subhidrófilos
	225	Brezales de mesófilos a xerófilos y biercolares, puros o mixtos (incluyendo matorrales mixtos de Ericáceas)
	2251	Brezales con predominio de <i>Erica arborea</i>
	2252	Brezales con predominio de <i>Erica australis</i>
	2253	Brezales con predominio de <i>Erica vagans</i>
	2254	Brezales con predominio de <i>Erica cinerea</i>
	2255	Brezales con predominio de <i>Erica umbellata</i>
	2256	Brezales con predominio de <i>Erica scoparia</i>
	2257	Brezales con predominio de <i>Erica multiflora</i>
	2258	Otros brezales (sub)xerófilos ( <i>Erica terminalis</i> , <i>Erica erigena</i> )
	2259	Biercolares ( <i>Calluna vulgaris</i> )
	226	Gayubares ( <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> ) (2261)
23	Matorrales de leguminosas retamoideas	
	231	Piornales de montaña
	2311	Piornales de montaña de <i>Cytisus oromediterraneus</i> (=C. <i>purgans</i> )
	2312	Piornales de montaña de <i>Genista obtusiramea</i>



Superficie (ha)						
Dominante (Codominante)			Acompañante			
Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	
	207.723,95	221.290,40	429.014,34	955.125,71	2.784.307,31	3.739.433,02
	12.835,67	10.635,77	23.471,43	152.819,48	565.608,44	718.427,93
	48.255,51	30.944,01	79.199,52	10.486,41	71.621,65	82.108,05
	6.606,78	9.971,40	16.578,19	392.130,00	1.154.457,39	1.546.587,38
	0,00	0,00	0,00	44.872,89	194.073,25	238.946,14
	28.026,45	61.559,42	89.585,87	335.962,08	598.584,27	934.546,35
	111.999,54	108.179,80	220.179,33	18.854,85	199.962,31	218.817,16
	328.806,44	188.298,01	517.104,45	23.171,81	172.595,78	195.767,59
	24.639,32	3.899,08	28.538,40	192.650,55	241.680,96	434.331,51
	0,00	0,00	0,00	3.864,71	4.360,99	8.225,70
	13,68	0,00	13,68	46.638,70	13.898,27	60.536,98
	13,68	0,00	13,68	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	8.331,88	10.357,46	18.689,34
	0,00	0,00	0,00	38.306,83	3.540,81	41.847,63
	24.204,72	19.005,13	43.209,85	217.502,95	170.586,90	388.089,85
	9.328,73	16.880,68	26.209,41	65.723,79	89.139,46	154.863,25
	14.875,99	2.124,45	17.000,45	151.779,16	81.447,44	233.226,60
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1.768,46	54,33	1.822,79	35.316,40	29.525,53	64.841,93
	3.222,48	0,00	3.222,48	120.918,58	152.085,47	273.004,05
	4.528,19	392,76	4.920,95	116.537,44	163.742,42	280.279,85
	399,72	0,00	399,72	15.584,45	7.347,99	22.932,44
	290.570,05	119.691,58	410.261,63	1.584.104,47	3.184.866,81	4.768.971,27
	67.162,34	50.039,38	117.201,72	443.264,60	963.071,97	1.406.336,57
	137.564,00	43.803,96	181.367,96	346.979,04	541.787,84	888.766,88
	5.033,30	2.720,69	7.753,99	164.353,74	392.403,91	556.757,64
	854,61	0,00	854,61	124.507,16	193.166,92	317.674,08
	3.473,68	164,55	3.638,23	192.836,43	164.797,36	357.633,79
	11.653,23	5.097,96	16.751,19	72.046,78	260.686,79	332.733,57
	407,72	1.073,50	1.481,22	70.140,82	285.520,46	355.661,28
	0,00	0,00	0,00	1.624,89	6.960,50	8.585,38
	64.421,16	16.791,56	81.212,71	168.351,02	376.471,06	544.822,08
	1.816,80	566,01	2.382,81	72.689,93	485.055,13	557.745,06
	65.986,23	8.195,59	74.181,81	233.735,45	142.531,98	376.267,43
	63.311,42	8.080,43	71.391,85	188.039,86	118.737,57	306.777,43
	2.674,81	115,15	2.789,96	45.695,59	23.794,41	69.490,00



## Anexo I

### Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas			
	232	Escobonales/xesteiras	
		2321	Escobonales de <i>Cytisus striatus</i>
		2322	Escobonales negros mixtos ( <i>Cytisus scoparius</i> , <i>C. reverchonii</i> )
		2323	Escobonales blancos mixtos ( <i>Cytisus multiflorus</i> )
		2324	Otros escobonales en área atlántica o subatlántica ( <i>C. commutatus</i> , <i>C. cantabricus</i> , <i>C. Ingrammii</i> )
		2325	Otros escobonales mediterráneos ( <i>Cytisus patens</i> , <i>C. arboreus</i> , <i>C. baeticus</i> , <i>malacitanus</i> )
	233	Piornales y matorrales retamoideos afines (incluidos los esbononal-piornales), no estrictamente de alta montaña	
		2331	Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista florida</i> (incl. ssp. <i>polygaliphylla</i> )
		2332	Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista cinerascens</i> (hiniestrales)
		2333	Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista gr. cinerea</i> (retamares/palainares)
		2334	Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista umbellata</i> / <i>G. equisetifolia</i> (bolinares)
		2335	Otros matorrales dominados por retamoideas por otras retamoideas o inermes ( <i>G. spartioides</i> -palainares-, <i>G. ramosissima</i> -retamonares-, <i>Cytisus fontanesii</i> , <i>Emerus major</i> , etc.)
		2336	Matorrales de <i>Teline</i> ( <i>Teline monspessulana</i> y <i>T. linifolia</i> )
		2337	Matorrales con <i>Genista tinctoria</i>
	234	Codesares	
		2341	Codesares de <i>Adenocarpus hispanicus</i>
		2342	Codesares de <i>Adenocarpus complicatus</i>
		2343	Codesares de <i>Adenocarpus decorticans</i>
		2344	Codesares de <i>Adenocarpus telonensis</i>
	235	Carquesales (carqueixales) ( <i>Pterospartum tridentatum</i> = <i>Genistella tridentata</i> )	
	236	Retamares	
		2361	Retamares de <i>Retama sphaerocarpa</i>
		23611	Retamares de <i>R. sphaerocarpa</i> ± densos o en mezcla con matorral + denso
		23612	Retamares de <i>R. sphaerocarpa</i> abiertos sobre pasto herbáceo o matorral bajo (pastizal leñoso, tomillar ss. lt.)
		2362	Retamares de <i>Retama monosperma</i>
		2363	Gayombares ( <i>Spartium junceum</i> )
24	Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines		
	241	Argomales (tojares) atlánticos o subatlánticos ( <i>Ulex</i> spp.)	
		2411	Tojares mixtos (incluyendo tojo-brezales, tojo-helechares, tojo-escobonales y tojo-carpazales)
		2412	Argomales de <i>Ulex europaeus</i>
		2413	Argomales de <i>Ulex minor</i> y/o <i>Ulex gallii</i>
	242	Erizonales, erizales y abrojales (y agrupaciones fisonómicamente afines)	
		2421	Erizonales de <i>Echinopartum</i> spp.
		24211	Erizonales de altura ( <i>E. horridum</i> , <i>boissieri</i> , <i>barnadesii</i> )
		24212	<i>Echinopartum ibericum</i>
		2422	Cambronales de <i>Genista hystrix</i>
		2423	Erizonales de <i>Erinacea anthyllis</i>
		2424	Erizales/tollagares de <i>Genista pumila</i>
		2425	Otros matorrales de leguminosas espinosa (gén. <i>Genista</i> ) estenócoras ( <i>G. sanabrensis</i> , <i>G. longipes</i> , <i>G. legionensis</i> , <i>G. polyanthos</i> etc.)
		2426	Abrojales de <i>Astragalus sempervirens</i> , <i>A. granatensis</i>
		2427	Matorrales espinosos almohadillados y (lasto)-mato-erizales

Superficie (ha)						
Dominante (Codominante)			Acompañante			
Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	
132.330,05	57.201,45	189.531,50	113.017,88	59.524,19	172.542,07	
4.533,79	22,94	4.556,72	197.965,42	278.733,95	476.699,36	
48.432,75	25.972,76	74.405,51	684.905,20	1.284.874,19	1.969.779,39	
50.196,60	23.971,54	74.168,14	411.207,82	491.501,64	902.709,45	
0,00	0,00	0,00	14.521,15	26.002,46	40.523,61	
17,12	0,00	17,12	19.302,03	27.679,59	46.981,61	
51.056,46	11.930,35	62.986,82	680.731,04	795.760,03	1.476.491,07	
22.232,11	8.575,20	30.807,30	329.071,94	500.387,12	829.459,05	
13.417,94	2.549,50	15.967,43	175.938,01	136.106,27	312.044,27	
1.938,04	226,53	2.164,57	46.901,04	56.500,98	103.402,02	
11.213,74	0,00	11.213,74	38.439,93	23.292,59	61.732,52	
1.762,55	491,21	2.253,75	76.983,27	58.027,03	135.010,30	
492,10	87,92	580,02	13.345,85	21.390,93	34.736,78	
0,00	0,00	0,00	51,02	55,11	106,13	
5.849,07	6.034,65	11.883,72	131.752,12	144.033,65	275.785,77	
1.501,70	1.090,68	2.592,38	20.160,47	19.811,14	39.971,61	
3.090,12	4.943,97	8.034,10	60.855,65	79.069,29	139.924,94	
1.257,25	0,00	1.257,25	19.376,31	2.651,16	22.027,46	
0,00	0,00	0,00	31.359,69	42.502,07	73.861,76	
6.536,64	0,00	6.536,64	256.142,39	209.441,01	465.583,40	
181.442,39	71.211,16	252.653,54	702.815,65	1.520.685,83	2.223.501,48	
179.986,67	69.814,12	249.800,80	684.232,53	1.473.121,26	2.157.353,80	
83.477,87	22.138,93	105.616,80	0,00	0,00	0,00	
96.508,81	47.675,19	144.183,99	0,00	0,00	0,00	
1.376,50	1.156,64	2.533,14	1.437,69	5.485,19	6.922,88	
79,21	240,40	319,61	17.145,42	42.079,38	59.224,80	
421.099,71	56.710,58	477.810,29	535.714,77	674.054,40	1.209.769,18	
144.024,56	53.510,06	197.534,62	140.825,50	207.927,96	348.753,47	
166.802,49	2.044,08	168.846,57	183.436,63	253.449,13	436.885,76	
110.272,66	1.156,44	111.429,10	211.452,64	212.677,31	424.129,95	
160.669,22	38.027,31	198.696,53	293.212,51	478.463,91	771.676,42	
21.308,22	80,89	21.389,11	68.100,27	36.714,86	104.815,12	
21.091,95	80,89	21.172,84	50.962,34	26.201,12	77.163,46	
216,27	0,00	216,27	17.137,93	10.513,74	27.651,66	
0,00	0,00	0,00	12.266,59	10.747,67	23.014,26	
16.859,76	1.349,90	18.209,66	100.236,52	192.499,07	292.735,59	
6.824,28	1.326,22	8.150,49	64.740,22	178.517,86	243.258,07	
0,00	0,00	0,00	5.486,36	7.289,55	12.775,92	
3.001,61	0,00	3.001,61	16.093,12	3.241,23	19.334,35	
112.675,35	35.270,31	147.945,66	26.189,36	49.453,67	75.643,03	



## Anexo I

### Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas		
	24271	Matorrales espinosos almohadillados de montaña ( <i>Hormatophylla</i> , <i>Vella</i> , <i>Bupleurum</i> , <i>Alyssum</i> , etc., gen. con representación de especies leguminosas)
	24272	"Socarrells" baleares ( <i>Dorycnium fulgurans</i> , <i>Astragalus balearicus</i> , <i>Launaea cervicornis</i> , <i>Anthyllis hystrix</i> )
	243	Aliagares, aulagares y afines
	2431	Olaguinares de <i>Genista hispanica</i>
	2432	Aliagares de <i>Genista scorpius</i> . Mato-aliagares, en otra clase (26)
	2433	Aulagares de <i>Genista hirsuta</i> (± densos)
	2434	Aulagares de <i>Ulex parviflorus</i> / <i>Ulex eriocladus</i>
	2435	Herguenales y argelagares de <i>Calicotome</i>
	24351	Argelagares de <i>Calicotome spinosa</i>
	24352	Herguenales de <i>Calicotome villosa</i>
	24353	Argelagares de <i>Calicotome intermedia</i> , infesta
	2436	Aulagares de <i>Stauracanthus</i> ( <i>boivinii</i> , <i>genistoides</i> )
	2437	Comunidades de <i>Genista falcata</i>
	2438	Aulagares hidrófilos ( <i>G. anglica</i> , <i>G. berberidea</i> )
25	Jarales y matorrales de Cistáceas	
	251	Jarales mixtos o mezclados ( <i>Cistus</i> spp. pl.)
	2511	Jarales-estepares con predominio de <i>Cistus laurifolius</i>
	2512	Jarales-carpazales con predominio de <i>Cistus psilosepalus</i>
	2513	Jarales con predominio de <i>Cistus ladanifer</i>
	2514	Jarales con predominio de <i>Cistus monspeliensis</i>
	2515	Jarales con predominio de <i>Cistus albidus</i>
	2516	Jarales con predominio de <i>Cistus populifolius</i>
	252	Jaguarzales y jaral-carpazales menores ( <i>Halimium</i> spp. pl.)
	2521	Jaral-jaguarzales de <i>Cistus salviifolius</i>
	2522	Jaguarzal-jarales de <i>Cistus crispus</i>
	2523	Jaguarzal-romerales
	25231	Jaguarzales de <i>Cistus clusii</i>
	25232	Jaguarzales de <i>Cistus libanotis</i>
	2524	Jaguarzales/carpazales de <i>Halimium lasianthum</i>
	2525	Jaguarzales de <i>Halimium umbellatum</i>
	2526	Jaguarzales de <i>Halimium halimifolium</i> ("monte blanco")
	2527	Otros jaguarzales ( <i>Halimium atriplicifolium</i> , <i>H. ocymoides</i> , <i>H. calycinum</i> , <i>H. commutatum</i> )
26	Matorrales de labiadas y "tomillares" s.l. (incluyendo estepas leñosas, pastizales leñosos y afines)	
	261	Romerales ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )
	262	Cantuesares ( <i>Lavandula stoechas</i> , <i>L. pedunculata</i> , <i>L. viridis</i> ) (2621)
	263	Esplegares, salviares y salvio-esplegares
	2631	Salvio-esplegares
	2632	Esplegares de <i>Lavandula latifolia</i>
	2633	Otros esplegares y alhucemares ( <i>L. pyrenaica</i> , <i>L. lanata</i> , <i>L. dentata</i> , <i>multifida</i> )
	2634	Salviares ( <i>Salvia lavandulifolia</i> )
	264	Matagallares ( <i>Phlomis purpurea</i> )

Superficie (ha)						
Dominante (Codominante)			Acompañante			
Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	
	0,00	0,00	0,00	100,06	0,00	100,06
	583.429,73	151.430,99	734.860,72	1.273.831,65	3.165.536,87	4.439.368,52
	5.522,09	407,80	5.929,89	117.303,49	165.883,54	283.187,03
	537.913,19	137.416,59	675.329,78	403.200,56	1.519.825,13	1.923.025,69
	0,00	0,00	530.510	195.357,91	561.092,31	756.450,22
	28.226,50	12.753,97	40.980,47	449.026,55	724.098,98	1.173.125,53
	11.697,14	400,13	12.097,27	69.119,98	128.565,81	197.685,79
	246,09	400,13	646,22	10.422,70	35.923,89	46.346,58
	9.277,09	0,00	9.277,09	53.796,30	48.855,38	102.651,68
	2.173,96	0,00	2.173,96	4.351,34	0,00	4.351,34
	70,80	452,51	523,31	16.250,07	50.209,46	66.459,53
	0,00	0,00	0,00	9.214,07	11.131,77	20.345,84
	0,00	0,00	0,00	14.359,01	4.729,86	19.088,88
	283.628,35	315.532,31	599.160,67	1.069.986,04	4.129.424,76	5.199.410,80
	25.133,47	26.243,70	51.377,17	95.716,52	585.139,21	680.855,72
	914,69	0,00	914,69	42.287,66	66.434,61	108.722,27
	216.054,12	244.034,00	460.088,12	523.820,47	1.927.036,93	2.450.857,40
	27.184,18	24.544,63	51.728,81	173.470,49	776.888,64	950.359,13
	11.412,26	17.232,24	28.644,50	190.814,78	634.163,30	824.978,07
	2.929,64	3.477,74	6.407,38	43.876,13	139.762,07	183.638,20
	35.509,55	120.446,69	155.956,24	496.660,46	1.518.867,92	2.015.528,38
	378,05	2.942,20	3.320,25	151.822,58	869.387,87	1.021.210,45
	101,15	6.408,85	6.510,00	60.895,71	245.636,64	306.532,35
	30.661,74	75.590,82	106.252,56	84.418,38	132.293,23	216.711,61
	30.661,74	75.590,82	106.252,56	82.690,29	118.300,62	200.990,91
	0,00	0,00	0,00	1.728,10	13.992,60	15.720,70
	1.295,98	0,00	1.295,98	95.048,87	92.283,00	187.331,87
	0,00	0,00	0,00	30.562,33	36.884,87	67.447,20
	3.017,93	35.482,39	38.500,31	8.273,87	21.458,28	29.732,15
	54,69	22,44	77,13	65.638,72	120.924,03	186.562,75
	204.709,43	178.295,59	383.005,01	921.667,31	2.142.206,83	3.063.874,15
	47.793,18	56.177,95	103.971,12	966.158,50	1.992.433,17	2.958.591,67
	19.158,93	5.448,23	24.607,15	522.503,18	1.387.721,52	1.910.224,70
	6.140,09	3.205,31	9.345,40	9.732,67	5.541,33	15.274,00
	9.925,67	1.992,09	11.917,76	369.010,69	1.065.220,76	1.434.231,45
	1.259,00	0,00	1.259,00	29.296,92	25.711,59	55.008,50
	1.834,16	250,82	2.084,98	114.462,90	291.247,84	405.710,74
	1.578,36	279,84	1.858,19	70.022,01	162.324,94	232.346,96



## Anexo I

### Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas		
	265	Tomillares y agrupaciones fisonómicamente afines
		2651 Ajedreales de <i>Satureja</i> sp.
		2652 Mato-timo-aliagares o lasto-mato-aliagares (incluyendo mato-erizales)
		2653 Pastizales leñosos mesófilos, tomillares de alta montaña, tomillares mesófilos ( <i>Th. caespititius</i> , <i>pulegioides</i> , etc.), estepas leñosas de altura
		2654 Tomillares con <i>Thymus mastigophorus</i>
		2654 Tomillares de <i>Thymus mastichina</i>
		2655 Tomillares mixtos con predominio de <i>Thymus vulgaris</i>
		2656 Tomillares mixtos con predominio de <i>Thymus zygis</i>
		2657 Pastizales leñosos y estepas leñosas ( <i>Thymus</i> , <i>Teucrium</i> , <i>Satureja</i> , <i>Helianthemum</i> , <i>Fumana</i> , <i>Helichrysum</i> et al.)
		26571 Tomillar-Junquillares ( <i>Aphyllantes monspeliensis</i> )
		26572 Otros pastizales y estepas leñosas (más o menos hidrófilos)
		2658 Jaguarcillares ( <i>Helianthemum</i> )
		2659 Otros tomillares, excluyendo los intrazonales e hiperxerófilos
	266	Escobillares y matorrales mixtos con predominio de <i>Dorycnium pentaphyllum</i> , <i>Coronilla minima</i> , etc.
		2661 Escobillares de <i>Dorycnium pentaphyllum</i>
		2662 Otros escobillares
	267	Bolinales ( <i>Santolina</i> spp. y <i>Helichrysum</i> sp.)
		2671 Bolinales de <i>Santolina chamaecyparissus</i>
		2672 Bolinales de <i>Santolina rosmarinifolia</i>
	268	Bojares ( <i>Artemisia</i> spp.)
		2681 Ontinares ( <i>Artemisia herba-alba</i> )
		2682 Bojares de <i>Artemisia campestris</i>
		2683 Otros bojares ( <i>Artemisia barrelieri</i> , etc.)
27	Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asignables a grupos anteriores)	
	271	Matorrales mixtos s.l.
	272	Matorrales mixtos calcícolas
	273	Matorrales mixtos calcícolas con participación apreciable de elementos espinosos
	274	Matorrales mixtos silicícolas
	275	Matorrales mixtos silicícolas con participación apreciable de elementos espinosos
28	Matorrales y cubiertas hiperxerófilos/termoxerófilos, gipsofilos, halófilos, psammófilos y otros intrazonales	
	281	Matorrales y cubiertas hiperxerófilas o termoxerófilas
		2811 Canadillares ( <i>Ephedra</i> spp.)
		2812 Matorral mediano hiperxerófilo mixto/Cambrionales ( <i>Periploca laevigata</i> , <i>Calicotome intermedia</i> , <i>Maytenus senegalensis</i> , <i>Whitania</i> etc.)
		2813 Romerales mixtos ( <i>Cistus clusii</i> - <i>Rosmarinus officinalis</i> )
		2814 Albadares ( <i>Anthyllis cytisoides</i> , <i>A. ternifolia</i> ) y matorrales mixtos con predominio de <i>Anthyllis cytisoides</i>
		2815 Matorrales de quenopodiáceas termonitrófilas/Escobares ( <i>Salsola oppositifolia</i> , <i>Salsola genistoides</i> )
		2816 Matorrales de <i>Coronilla juncea</i>
		2817 Tomillares en áreas hiperxerófilas ( <i>Thymus hyemalis</i> , <i>Helianthemum</i> , <i>Fumana</i> , <i>Teucrium</i> , <i>Lafuentea</i> )
		2818 Aulagares de <i>Launaea arborescens</i> (pendejares)
		2819 Otras cubiertas de matorral en áreas hiperxerófilas

Superficie (ha)						
Dominante (Codominante)			Acompañante			
Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	
465.194,16	129.387,06	594.581,22	238.156,48	282.970,86	521.127,34	
0,00	0,00	0,00	6.990,83	16.068,47	23.059,30	
164.649,01	14.020,74	178.669,75	6.144,88	29.620,77	35.765,65	
6.649,78	0,00	6.649,78	1.131,30	0,00	1.131,30	
14.145,85	13.631,23	27.777,08	394.748,11	829.311,42	1.224.059,53	
25.094,55	31.203,33	56.297,89	331.324,98	1.010.816,26	1.342.141,24	
27.303,75	12.281,83	39.585,58	331.508,34	396.095,71	727.604,05	
129.333,57	57.282,47	186.616,04	64.892,49	136.097,79	200.990,27	
0,00	0,00	0,00	3.344,43	8.804,54	12.148,97	
146.020,60	8.760,17	154.780,77	63.938,75	48.158,96	112.097,71	
129,38	392,84	522,22	116.326,16	379.555,80	495.881,96	
1.809,06	144,42	1.953,48	129.127,76	348.747,14	477.874,90	
1.809,06	144,42	1.953,48	125.746,04	343.605,02	469.351,06	
0,00	0,00	0,00	3.381,72	5.142,11	8.523,84	
373,00	0,00	373,00	179.900,24	226.304,03	406.204,27	
0,00	0,00	0,00	72.722,52	114.041,08	186.763,60	
373,00	0,00	373,00	107.177,72	112.262,95	219.440,66	
28.157,22	759,86	28.917,09	166.639,96	86.461,44	253.101,40	
25.970,15	418,57	26.388,72	63.804,17	23.012,69	86.816,85	
1.097,71	341,29	1.439,00	68.562,53	59.185,21	127.747,73	
1.089,37	0,00	1.089,37	34.273,27	4.263,55	38.536,82	
589.196,58	438.490,19	1.027.686,77	165.598,94	427.738,29	593.337,23	
247.352,16	97.001,29	344.353,45	87.534,33	158.899,93	246.434,26	
38.143,08	74.892,21	113.035,29	10.178,88	69.674,29	79.853,17	
105.568,86	60.188,50	165.757,36	15.923,92	41.505,92	57.429,84	
194.505,55	205.698,24	400.203,79	57.616,28	166.078,55	223.694,83	
4.101,35	936,11	5.037,46	546,59	1.269,47	1.816,06	
450,92	0,00	450,92	8,62	0,00	8,62	
0,00	0,00	0,00	37.308,88	29.148,87	66.457,75	
487,72	0,00	487,72	663,44	0,00	663,44	
127.668,99	8.824,18	136.493,17	121.799,23	220.345,18	342.144,41	
53.120,44	868,66	53.989,10	103.808,33	153.142,54	256.950,87	
7.302,10	0,00	7.302,10	75.325,89	10.286,54	85.612,44	
0,00	0,00	0,00	2.828,12	6.591,70	9.419,82	
226,24	0,00	226,24	10.123,17	51,58	10.174,75	
1.014,79	269,66	1.284,44	30.007,32	473,56	30.480,88	
7.605,87	7.240,48	14.846,35	3.793,31	0,00	3.793,31	



## Anexo I

### Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas		
	28191	Cubiertas con <i>Globularia alypum</i> dominante
	28192	Bojalagares ( <i>Thymelaea hirsuta</i> )
	28193	Comunidades con <i>Capparis spinosa</i> dominante
	28194	Nopales, tunerales ( <i>Opuntia</i> sp.)
282	Matorrales y cubiertas gipsófilas	
	2821	Matorrales con predominio de <i>Ononis tridentata</i>
	2822	Matorrales con predominio de <i>Lepidium subulatum</i>
	2823	Matorrales con predominio de <i>Gypsophila</i> sp.
	2824	Tomillares gipsófilos (incluidos en el tipo superior)
	2825	Otras cubiertas gipsófilas (incluidas en el tipo superior)
283	Matorrales halo-hidrófilos	
284	Matorrales halo-xerófilos	
	2841	Sisallares ( <i>Salsola vermiculata</i> )
	2842	Otros matorrales halo-xerófilos (incluidos en el tipo superior)
285	Matorrales y cubiertas psammófilos	
	2851	Comunidades de <i>Corema album</i>
	2852	Otras comunidades psammófilas no arbóreas
286	Matorrales rupícolas (se computan en otros tipos por su composición)	
288	Matorrales nitrófilos (incluyen los subtipos que figuran debajo)	
	2881	Marrubiales ( <i>Marrubium</i> , <i>Nepeta</i> , <i>Ballota</i> , <i>Mercurialis</i> )
	2882	Otras comunidades nitrófilas
289	Otros matorrales intrazonales o afines	
3. Comunidades herbáceas y pastizales		
31	Comunidades herbáceas hidrófilas (vegetación megafórbica de humedal: tabla y marisma)	
	311	Marismas salinas más o menos densas: herbazales mixtos de tabla con abundancia de terófitos
	312	Cañaverales ( <i>Arundo donax</i> )
	313	Carrizales ( <i>Phragmites australis</i> )
	314	Espadañares ( <i>Typha</i> sp.)
	315	Masegares de <i>Cladium mariscus</i>
	316	Junqueras, herbazales altos de tabla, bayuncares, castañuelares ( <i>Scirpus</i> ) etc.
	317	Pastizales con encharcamiento temporal
32	Pastizales y lastonares de altura, céspedes, brañas de cumbres	
	321	Céspedes en general, no estrictamente xerófilos
	322	Cervunales ( <i>Nardus stricta</i> )
	323	Céspedes xerófilos mixtos
	324	Tascas
	325	Brañas
	326	Borreguiles
	327	Otras cubiertas herbáceas de alta montaña (lastonar de altura)



Superficie (ha)						
Dominante (Codominante)			Acompañante			
Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	
0,00	0,00	0,00	16.028,77	39.906,73	55.935,50	
2.285,21	0,00	2.285,21	71.473,14	23.457,87	94.931,01	
0,00	0,00	0,00	1.820,68	3.002,12	4.822,80	
1.450,47	0,00	1.450,47	27.817,14	14.260,24	42.077,38	
89.135,47	14.941,69	104.077,17	25.449,99	19.922,74	45.372,74	
5.648,14	287,61	5.935,76	39.817,95	41.252,33	81.070,27	
0,00	0,00	0,00	6.802,22	3.412,70	10.214,92	
1.023,66	466,46	1.490,13	40.347,78	20.225,13	60.572,92	
10.300,95	4.658,90	14.959,86	4.359,06	9.682,85	14.041,91	
11.176,98	0,00	11.176,98	2.481,32	547,91	3.029,23	
2.191,35	0,00	2.191,35	8.047,55	403,81	8.451,36	
98,65	0,00	98,65	0,00	0,00	0,00	
0,00	0,00	0,00	2.153,84	7.265,09	9.418,93	
373,00	0,00	373,00	107.177,72	112.262,95	219.440,66	
2.357,86	5.348,11	7.705,97	1.145,21	1.352,67	2.497,88	
60.313,54	11.503,57	71.817,11	342.303,35	616.894,57	959.197,92	
5.075,38	0,00	5.075,38	1.435,31	9.067,09	10.502,40	
3.674,11	1.387,61	5.061,72	75.207,40	143.985,79	219.193,19	
9.821,14	1.927,25	11.748,38	56.390,03	133.328,38	189.718,42	
850,83	161,90	1.012,73	28.604,56	49.793,83	78.398,39	
493,27	0,00	493,27	3.274,57	927,40	4.201,97	
25.003,32	4.860,29	29.863,61	147.517,08	254.957,46	402.474,53	
15.395,50	3.166,51	18.562,01	29.874,40	24.834,63	54.709,03	
264.828,92	9.637,94	274.466,86	87.977,02	22.522,84	110.499,86	
2.696,12	891,69	3.587,81	0,00	0,00	0,00	
3.077,96	398,25	3.476,21	87.977,02	22.522,84	110.499,86	
30.308,50	2.157,21	32.465,71	0,00	0,00	0,00	
145.419,21	4.771,61	150.190,83	0,00	0,00	0,00	
45.644,11	321,02	45.965,13	0,00	0,00	0,00	
1.399,13	0,00	1.399,13	0,00	0,00	0,00	
36.283,89	1.098,15	37.382,04	0,00	0,00	0,00	



## Anexo I

### Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

3. Comunidades herbáceas y pastizales			
33	Pastizales y cubiertas herbáceas mesofíticas		
	331	Prados	
		3311	Prados de diente
		3312	Prados de siega
	332	Helechares ( <i>Pteridium aquilinum</i> )	
	333	Otros pastizales y cubiertas herbáceas mesofíticas	
34	Pastizales xero-mesofíticos de vivaces dominantes		
	341	Pastizales estacionales densos	
	342	Pastizales estacionales claros	
	343	Lastonares mixtos (incl. lastonares bajos -gramales-)	
	344	Berciales ( <i>Stipa gigantea</i> )	
	345	Cerverales ( <i>Brachypodium retusum</i> )	
	346	"Carritxares" ( <i>Ampelodesma mauritanica</i> )	
35	Atochares, espartizales, albardinales		
	351	Espartizales (atochares ( <i>Stipa tenacissima</i> = <i>Macrochloa tenacissima</i> ))	
	352	Albardinales ( <i>Lygeum spartum</i> )	
36	Comunidades herbáceas anuales		
	361	Pastizales anuales (terofíticos)	
	362	Herbazales rudero-arvenses y nitrófilos	
4. Desiertos y semidesiertos			

Superficie (ha)						
Dominante (Codominante)			Acompañante			
Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	
566.289,22	347.584,98	913.874,21	412.055,26	738.803,08	1.150.858,34	
387.507,54	284.280,23	671.787,77	0,00	0,00	0,00	
131.086,91	31.853,65	162.940,56	0,00	0,00	0,00	
256.420,63	252.426,58	508.847,21	0,00	0,00	0,00	
90.166,90	33.211,30	123.378,19	348.159,00	640.053,85	988.212,86	
88.614,79	30.093,46	118.708,24	63.896,25	98.749,23	162.645,48	
1.234.776,92	896.330,78	2.131.107,70	932.918,87	2.510.206,49	3.443.125,35	
1.033.665,82	849.100,34	1.882.766,16	404.416,16	1.206.767,78	1.611.183,94	
58.802,06	23.626,14	82.428,20	53.900,76	110.403,37	164.304,13	
63.285,85	9.885,38	73.171,22	0,00	0,00	0,00	
9.745,80	472,94	10.218,74	143.421,15	165.665,54	309.086,69	
69.277,40	13.245,99	82.523,39	320.542,28	1.009.928,66	1.330.470,93	
0,00	0,00	0,00	10.638,51	17.441,14	28.079,66	
337.677,27	65.390,24	403.067,51	499.294,21	695.709,68	1.195.003,89	
311.908,07	63.556,50	375.464,57	243.680,01	339.290,72	582.970,73	
25.769,20	1.833,74	27.602,94	255.614,20	356.418,96	612.033,16	
27.790,40	5.822,35	33.612,76	0,00	0,00	0,00	
16.746,29	3.222,10	19.968,39	0,00	0,00	0,00	
11.044,11	2.600,25	13.644,37	0,00	0,00	0,00	
	129.799,21	528.766,24	833.017,53	1.321.440,91	2.154.458,44	



## Anexo II

### Resumen de parcelas de matorral por especie dominante

Especie dominante	Nº parcelas	Fcc_matorral	Hm_matorral (dm)	Bio_matorral (t ha <sup>-1</sup> )
Anagyris foetida	3	21	8,3	12,9
Arbutus unedo	3	57	22,7	45,2
Asparagus albus	12	29	9,3	3,2
Berberis vulgaris	2	10	14,5	7,3
Buxus sempervirens	81	63	14,8	14,0
Calicotome villosa	11	43	20,4	24,7
Calluna vulgaris	1	20	7,0	4,2
Chamaerops humilis	43	44	11,4	10,2
Cistus albidus	40	83	12,1	10,3
Cistus albidus	14	58	11,9	13,1
Cistus clusii	2	60	15,5	37,0
Cistus crispus	5	25	14,4	2,1
Cistus ladanifer	222	68	14,4	21,3
Cistus monspeliensis	9	31	9,8	8,6
Cistus populifolius	7	75	13,0	18,3
Cistus salviifolius	10	29	8,5	6,0
Cistus spp.	4	39	6,0	5,3
Crataegus monogyna	8	13	15,3	9,4
Cytisus oromediterraneus	40	79	10,6	40,8
Cytisus scoparius	80	100	20,1	24,1
Cytisus spp.	13	32	10,6	7,9
Daphne gnidium	3	15	11,3	5,1
Erica arborea	121	82	14,9	22,7
Erica australis	6	82	15,2	46,9
Erica scoparia	7	71	10,3	26,3
Erica spp.	18	66	11,3	22,7
Erinacea anthyllis	3	20	2,3	1,4
Genista spp.	12	37	11,7	14,0
Globularia alypum	1	45	15,0	14,0
Halimium halimifolius	26	47	11,1	14,2
Ilex aquifolium	1	5	4,0	0,7
Juniperus communis	1	65	12,0	3,9
Juniperus oxycedrus	6	27	8,5	1,2
Lavandula stoechas	33	13	5,5	2,9
Myrtus communis	3	68	20,7	29,1
Nerium Oleander	4	19	23,5	26,5
Olea europaea	12	44	16,7	33,1
Phillyrea angustifolia	8	37	14,8	23,9
Phillyrea latifolia	3	53	23,7	25,1
Phlomis purpurea	22	44	9,1	7,7
Pistacia lentiscus	80	57	14,9	22,5
Quercus coccifera	54	60	12,1	20,3
Quercus ilex	32	22	7,5	5,3
Retama sphaerocarpa	27	29	16,4	15,0

Especie dominante	Nº parcelas	Fcc_matorral	Hm_matorral (dm)	Bio_matorral (t ha <sup>-1</sup> )
<i>Rhamnus frangula</i>	1	40	18,0	21,1
<i>Rhododendrom</i>	50	75	5,0	8,4
<i>Rosa canina</i>	13	9	12,1	1,1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	117	63	10,3	14,1
<i>Rubus ulmifolius</i>	6	10	10,2	0,5
<i>Spartium junceum</i>	3	67	14,3	14,2
<i>Stipa tenacissima</i>	29	55	9,3	7,9
<i>Teucrium fruticans</i>	1	70	15,0	27,8
<i>Thymus mastichina</i>	52	16	3,5	1,7
<i>Ulex australis</i>	14	60	14,9	16,6
<i>Ulex europaeus</i>	65	100	15,1	33,2
<i>Genista scorpius</i>	40	74	5,1	8,5
<i>Ulex parviflorus</i>	30	52	11,1	18,3
<b>Total general</b>	<b>1514</b>	<b>61</b>	<b>12,4</b>	<b>17,2</b>



### Anexo III

#### Número de parcelas inventariadas para determinación de Biomasa del matorral en función de la especie arbórea que lo cubre

Especie principal	Nº parcelas	Fcc arbóreo	Fcc matorral	Hm matorral(dm)	Biomasa matorral (t ha <sup>-1</sup> )	Desv. Típ. Bio_matorral (t ha <sup>-1</sup> )
arbolada	786	43	45	11,91	14,77	17,52
Castanea sativa	2	58	40	11,50	6,03	7,62
Eucalipto	22	30	82	15,05	33,37	24,07
Olea europaea	40	49	35	16,05	26,80	27,94
Otros	15	29	44	10,00	8,87	6,97
P. halepensis	61	44	44	9,49	7,67	7,80
P. nigra	104	55	31	9,72	6,93	8,12
P. nigra y P. pinaster	4	44	50	10,50	8,99	2,85
P. nigra y P. sylvestris	5	48	62	11,60	13,13	2,85
P. pinaster	90	40	39	11,76	16,32	21,47
P. pinea	108	31	44	11,99	12,18	13,05
P. sylvestris	46	62	79	16,39	22,53	14,88
P. uncinata	49	69	75	5,00	8,50	4,13
P. uncinata y P. sylvestris	1	90	50	5,50	4,82	
Q. canariensis	24	56	43	14,50	17,91	14,98
Q. ilex	140	27	35	11,45	15,27	16,78
Q. pyrenaica	2	53	10	8,00	2,19	1,70
Q. suber	73	43	44	16,32	21,26	23,45
arbolado ralo	26	5	66	12,54	38,06	30,76
Otros	1	5	70	12,00	59,73	
P. halepensis	1	5	50	10,00	17,12	
P. pinaster	1	5	40	13,00	10,69	
P. sylvestris	11	5	87	11,82	44,91	25,46
Q. ilex	12	5	51	13,42	34,01	36,68
matorral	702	1	81	12,98	19,20	16,46
Total general	1514	23	61	12,42	17,22	17,69

## Anexo IV

## Número de parcelas inventariadas para determinación del estudio dendrométrico

Parcelas	786
Muestras	1878
Especies	72

	Especie dominante	Total
1	Adenocarpus spp.	13
2	Arbutus unedo	8
3	Asparagus albus	17
4	Berberis vulgaris	13
5	Calicotome villosa	26
6	Calluna vulgaris	4
7	Chamaerops humilis	1
8	Cistus albidus	60
9	Cistus clusii	25
10	Cistus crispus	6
11	Cistus ladanifer	275
12	Cistus libanotis	2
13	Cistus monspeliensis	46
14	Cistus populifolius	32
15	Cistus salviifolius	42
16	Cistus spp.	9
17	Crataegus monogyna	10
18	Cytisus oromediterraneus	1
19	Cytisus scoparius	25
20	Cytisus spp.	16
21	Cytisus triflorus	6
22	Daphne gnidium	11
23	Daphne laureola	1
24	Erica arborea	99
25	Erica umbellata	8
26	Erica australis	11
27	Erica scoparia	20
28	Erica spp.	39
29	Erinacea anthyllis	1
30	Genista tridens	2
31	Genista florida	16
32	Genista spp.	24
33	Genista tinctoria	15
34	Genista tridentata	1
35	Genista versicolor	2
36	Halymium halimifolium	88
37	Helichrysum italicum	2
38	Helichrysum spp.	3

	Especie dominante	Total
39	Jasminun fruticans	2
40	Lavandula sp.	1
41	Lavandula stoechas	53
42	Myrtus communis	19
43	Nerium oleander	8
44	Olea europaea var. sylvestris	3
45	Osyris spp.	3
46	Phillyrea angustifolia	8
47	Phillyrea spp.	53
48	Phlomis purpurea	42
49	Pistacia lentiscus	103
50	Pistacia spp.	9
51	Prunus spinosa	1
52	Pyrus sp.	1
53	Q. coccifera	35
54	Q. ilex	57
55	Q. suber	2
56	Retama sphaerocarpa	4
57	Retama spp.	31
58	Rhamnus spp.	32
59	Rosa canina	1
60	Rosa spp.	13
61	Rosmarinus officinalis	200
62	Rubus spp.	2
63	Ruscus aculeatus	1
64	Spartium junceum	3
65	Teline spp.	7
66	Teucrium fruticans	3
67	Teucrium spp.	1
68	Thymus mastichina	3
69	Thymus spp.	45
70	Ulex australis	17
71	Ulex spp.	117
72	Viburnum sp.	1
	Sin identificar	11
	Muestra invalidada	3
	Muestra anulada	3
	Total general	1878



## Anexo V

### Parcelas muestreadas para determinación de la biomasa del matorral por provincias y municipios

Provincia/municipios	Nº parcelas
A Coruña	32
Carnota	20
Carral	2
Dumbria	10
Almería	7
Canjayar	7
Cáceres	120
Acebo	20
Cilleros	10
Descargamaría	10
Gata	40
Perales del Puerto	10
Robledillo de Gata	10
Valverde del Fresno	20
Cádiz	119
Alcalá de los Gazules	51
Jerez de la Frontera	57
Los Barrios	11
Córdoba	229
Alcaracejos	10
Añora	83
Cardeña	4
Córdoba	40
Espiel	10
Hornachuelos	18
Montoro	4
Villaharta	10
Villaviciosa de Córdoba	50
Cuenca	120
Alarcón	10
Almodóvar del Pinar	20
Cardenete	10
Cuenca	20
Minglanilla	10
Mira	30
Monteagudo de las Salinas	10
Narboneta	10
Girona	74
Fontanals de Cerdanya	40
Guils de Cerdanya	7
Ger	9
Meranges	18

Provincia/municipios	Nº parcelas
Granada	100
Baza	18
Colomera	9
Lentejé	29
Los Guajares	27
Lugros	17
Huelva	183
Almonte	98
Calañas	7
Campofrío	23
Encinasola	17
Los Marines	1
Paymogo	3
San Lúcar de Guadiana	1
Zufre	32
Jaén	194
Mancha Real	25
Segura de la Sierra	67
Sta. Elena	62
Vilches	14
Villacarrillo	24
La Carolina	2
Lleida	96
Bellver de Cerdanya	10
Lles de Cerdanya	16
Montellà-Martinet	12
Riu de Cerdanya	8
Prullans	50
Lugo	22
Begonte	6
Guitiriz	2
Lugo	4
O Corgo	3
Outeiro de Rei	3
Palas de Rei	2
Rábade	1
Vilalba	1
Málaga	99
Almogía	39
Gaucín	21
Jubrique	2
Nerja	37

Provincia/municipios	Nº parcelas
Ourense	70
Bande	10
Entrimo	7
Lobeira	10
Verea	43
Pontevedra	21
Agolada	21
Sevilla	29
Castiblanco de los Arroyos	6
El Castillo de las Guardas	2
El Real de la Jara	21
<b>TOTAL</b>	<b>1514</b>



## Anexo VI

## Parcelas muestreadas para determinación de la capa orgánica superficial por provincias y municipios

Provincia/municipios	Nº parcelas
Álava	16
Aramayona	1
Arrazua-Ubarrundia	1
Ayala	1
Barrundia	1
Cuartango	1
Lagrán	1
Parzonería de Entzia	1
Urkabustaiz	2
Valdegovia	2
Vitoria-Gasteiz	3
Zigoitia	1
Zuya	1
Albacete	2
Casas de Lázaro	1
Yeste	1
Alicante	1
Monovar/Monòver	1
Almería	11
Vélez Blanco	1
Canjajar	10
Asturias	32
Allande	4
Aller	1
Amieva	1
Campos de Caso - Espinaredo	1
Caso	3
Castrillón	1
Degaña	1
Grado	1
Ibias	3
Luarca	1
Parres	1
Piloña	1
Ponga	1
Quirós	1
San Martin de Oscos	1
Sariego	1
Siero	3
Teverga	1
Tineo	3
Valdes	1
Villaviciosa	1

Provincia/municipios	Nº parcelas
Ávila	9
Gilbuena	1
Hoyos del Espino	1
Navalperal de Pinares	1
Navarredonda de Gredos	2
San Juan de La Nava	1
Solana de Avila	1
Villafranca de la Sierra	1
Villatoro	1
Badajoz	2
Alconchel	1
Calera de León	1
Baleares	7
Campanet	1
Ciudadela	1
Fornells	1
Puigmayor	1
Puigpunyet	1
San Antonio Abad	1
Santa Eulalia del Río	1
Barcelona	26
Avinyó	1
Begas	1
Castell de l'Areny	2
Collbató	1
Figols	1
Fogars de Montclus	1
Llissá de Munt	1
Mediona	1
Monistrol de Calders	1
Montclar	1
Montseny	1
Navás	1
Oris	1
Rupit i Pruit	2
Sagás	1
Saldes	1
San Baudillo de Llusanés	1
San Cipriano de Vallalta	1
San Martín de Centellas	1
San Saturnino de Osomort	1
Santa Eulalia de Ruíprimer	1
Santa Maria de Besora	1
Santa María de Corcó	2

Provincia/municipios	Nº parcelas
Burgos	23
Barbadillo del Pez	1
La Cueva de Roa	1
Ledania de Salas de Los Infant	1
Media de Pomar	1
Melgar de Fernamental	1
Merindad de Montija	1
Merindad de Valdivielso	1
Miranda de Ebro	1
Neila	2
Pradoluengo	1
Quintanar de la Sierra	3
Regumiel de La Sierra	2
Salas de los Infantes	1
San Adrián de Juarros	1
Valle de Sedano	1
Valle de Sedano Valdivielso	1
Valmala	1
Villarcayo de Merindad (en blanco)	1
Cáceres	5
Barrado	1
Cáceres	1
Casatejada	1
Pinofranqueado	1
Valverde del Fresno	1
Cádiz	125
Jimena de La Frontera	1
Alcalá de los Gazules	53
Jerez de la Frontera	59
Los Barrios	12
Cantabria	24
Arenas de Iguña	1
Cabuerniga	1
Camaleño	2
Campoo de Yuso	2
Enmedio	1
Los Tojos	1
Molledo	3
Pesaguero	2
Pina de Montalgrao	1
Reocín	1
Ruente	1



## Anexo VI

### Parcelas muestreadas para determinación de la capa orgánica superficial por provincias y municipios (Continuación)

Provincia/municipios	Nº parcelas
Ruesga	1
Saro	1
Selaya	2
Valdeolea	1
Valdeprado del Río	1
Valderredible	1
Villacarriedo	1
Castellón	11
Borriol	1
Cabanes	1
Castell de Cabres	2
Lucena del Cid	1
Pina de Montalgrao	2
Torralba del Pinar	1
Villamalur	1
Vistabella del Maestrazgo	2
Ciudad Real	1
Puebla de Don Rodrigo	1
Córdoba	123
Añora	82
Cardeña	5
Córdoba	2
Espiel	1
Fuente Obejuna	1
Los Blázquez	1
Montoro	6
Obejo	1
Torrecampo	1
Villanueva de Córdoba	2
Villanueva del Duque	1
Hornachuelos	20
Cuenca	32
Algarra	1
Almodóvar de Monte-Rey	2
Arguisuelas	1
Beteta	1
Boniches	1
Cañada de Hoyo	1
Cuenca	14
Fresneda de La Sierra	1
Garaballa	1
La Pesquera	1
Minglanilla	1

Provincia/municipios	Nº parcelas
Paracuellos	1
Portilla	1
Saceda-Trastierra	1
San Clemente	1
Valdecabras	1
Villar de Olalla	1
Villar del Humo	1
Girona	124
Aiguaviva	1
Alp	4
Arbucies	2
Camós	1
Campdevàdol	1
Campelles	2
Campany	1
Camprodon	2
Fontanals de Cerdanya	41
Ger	10
La Vall de Bianya	1
Las Planas	1
Les Lloses	1
Les Planes d'Hostoles	1
Maiá de Montcal	1
Massanet de Cabrenys	1
Meranges	21
Olot	1
Osor	1
Pals	1
Planoles	1
Riudaura	1
San Feliu de Buxalleu	1
San Julián de Vallfogona	1
Sant Aniol de Finestres	1
Sant Hilari Sacalm	1
Sant Joan de les Abadesses	1
Sant Joan les Fonts	1
Sant Sadurní	1
Santa Cristina de Aro	1
Santa Pau	1
Setcases	7
Toses	1
Vallfogona de Ripollès	1
Viladaséns	1

Provincia/municipios	Nº parcelas
Vilallonga de Ter	1
Guils de Cerdanya	7
Granada	116
Albuñelas	1
Alhama de Granada	1
Arenas del Rey	1
Baza	20
Deifontes	1
Dólar	1
Huescar	1
Lanteria	1
Moclín	1
Montefrío	2
Puebla de Don Fadrique	1
Zújar	1
Colomera	11
Lugros	16
Los Guajares	29
Lentejé	28
Guadalajara	24
Alcoroches	3
Almadrones	1
Arbancón	1
Arbeteta	1
Barriopedro	1
Canredondo	1
Condemios de Arriba	1
Establés	1
Humanes	1
Mazarete	1
Molina	1
Orea	2
Peñalen	2
Sacecorbo	1
Sigüenza	1
Villanueva de Alcoron	2
Ville de Mesa	1
Zaorejas	2
Guipuzcoa	12
Arano	1
Ataun	1
Beasain	1
Berastegi	1

## Anexo VI

## Parcelas muestreadas para determinación de la capa orgánica superficial por provincias y municipios (Continuación)

Provincia/municipios	Nº parcelas	Provincia/municipios	Nº parcelas	Provincia/municipios	Nº parcelas
Izurza	1	Torre de Ribera	1	Los Barrios de Luna	1
Legazpi	1	Valle de Hecho	1	Luyego	1
Leintz-Gatzaga	1	Villanúa	1	Ponferrada	1
Mendaro	2	Jaén	222	Puebla de Lillo	2
Parzonera de Guipúzcoa-Álava	1	Andújar	1	Quintana del Castillo	1
Usurbil	1	Benatae	1	Santa Colomba de Curueño	1
Vergara	1	Cazorla	5	Toreno	1
Huelva	179	Frailas	1	Villablino	1
Valdelarco	1	Huelma	1	Lleida	174
Valverde del Camino	1	Orcera	4	Ager	2
Paymogo	3	Pozo Alcón	1	Alt Aneu	2
Calañas	6	Quesada	1	Alto Arán	1
Encinasola	19	Santa Elena	1	Arres	1
Los Marines	2	Santiago de La Espada	2	Artesa de Segre	1
Campofrío	23	Santo Tomé	1	Baix Pallars	1
Bonares	45	Segura de la Sierra	72	Bellver de Cerdanya	15
Almonte	50	Siles	1	Bossòst	3
Zufre	29	Torre del Campo	1	Canejan	1
Huesca	35	Vilches	15	Castellar de La Ribera	1
Ainsa-Sobrarbe	1	Mancha Real	28	Coll de Nargo	1
Anso	1	Sta. Elena	60	Es Bòrdes	2
Aragües del Puerto	1	Villacarrillo	24	Espot	4
Arguis	1	Montizón	2	Farrera	1
Benabarre	1	La Rioja	10	Gosol	1
Benasque	6	Brieva de Cameros	1	Granadella	1
Bielsa	1	Canales de La Sierra	1	Guixers	2
Biescas	2	Castejón	1	Isona i Conca D'Ala	1
Capella	1	Gallinero de Cameros	1	Josa i Tuixen	3
Chia	1	Lumbreras	2	La Coma i la Pedra	1
Fiscal	2	Mancomunidad de Nalda-Sorzana-Viguera	1	La Vansa-Fórnols	1
Foradada del Toscar	1	Ortigosa de Cameros	1	Les	2
Gistain	1	San Millán de La Cogolla	1	Les Valls de Valira	4
La Fueva	2	Tobia	1	Lladorre	1
Lascuarre	1	Las Palmas	2	Llavorsi	1
Laspuña	1	Arguineguín	1	Lles de Cerdanya	21
Loporzano	1	Artenara	1	Montellá	1
Plan	1	León	15	Montellà i Martinet	14
Puértolas	1	Almanza	1	Montferrer i Castellbò	4
Sallent de Gállego	1	Boca de Huergano	1	Naut Aran	3
San Esteban de Litera	1	Calzada del Coto	1	Oliana	1
San Juan de Plan	1	Cubillas de Rueda	1	Olius	1
Santa Cruz de La Serós	1	Garrafe de Torío	1	Os de Balaguer	1
Tella-Sin	1	La Ercina	1	Pinós	1



## Anexo VI

### Parcelas muestreadas para determinación de la capa orgánica superficial por provincias y municipios (Continuación)

Provincia/municipios	Nº parcelas
Pobla de Ciérvoles	1
Ribera d'Urgellet	1
Sant Esteve de la Sarga	2
Sort	1
Talavera	1
Tremp	1
Vall de Cardos	1
Valls de Valira	1
Vielha e Mijaran	6
Riu de Cerdanya	8
Prullans	50
Lugo	25
A Fonsagrada	2
A Pontenova	1
Abadin	1
Baleira	2
Baralla	1
Castroverde	2
Cervantes	1
Corgo	1
Guitiriz	1
Lugo	1
Monterroso	1
Muras	1
Negueira de Muñiz	1
O Corgo	1
Portomarín	1
Ribeira de Piquín	1
Sarria	1
Sober	3
Trabada	2
Madrid	6
Cadalso de Los Vidrios	1
Miraflores de la Sierra	3
Rascafría	2
Málaga	105
Almogía	36
Cortes de La Frontera	1
Félix	1
Málaga	1
Jubrique	2
Gaucín	20
Nerja	38

Provincia/municipios	Nº parcelas
Álora	6
Murcia	5
Abaran	1
Caravaca	1
Cieza	1
Lorca	1
Moratalla	1
Navarra	47
Abaurrea Baja	1
Amescoa Baja	1
Arantza	1
Arce	2
Ataun	1
Basaburua	1
Basaburúa Mayor	1
Baztán	2
Bértiz-Arana	1
Ergoiena	1
Erro	1
Erro - Espina	1
Esteribar	1
Garralda	1
Goizueta	2
Goñi	1
Hiriberri/Villanueva de Aezkoa	1
Isara	1
Jaurrieta	1
Javier	1
Juslapeña	1
Lakuntza	1
Lanz	1
Larraun	1
Leitza	1
Leoz	1
Lesaka	1
Lumbier	2
Luzaide/Valcarlos	1
Metauten	1
Ochagavía	5
Odieta	1
Orbaitzeta	1
Sierra de Urbasa	1
Ultzama	1

Provincia/municipios	Nº parcelas
Urraul Alto	1
Urzainqui	1
Uterga	1
Vidangoz	1
Orense	19
Allariz	2
Avion	1
Bande	3
Beariz	2
Celanova	1
Entrimo	1
Leiro	2
Lobeira	1
Monterrei	1
Muiños	1
Oimbra	1
Piñor	1
Río	1
Villardevós	1
Palencia	5
Guardo	1
La Puebla de Valdavia	1
Redondo-Areños	1
Saldaña	1
Villaeles de Valdavia	1
Pontevedra	19
A Estrada	1
Bayona	1
Caldas de Reis	1
Cangas	1
Cerdedo	1
Cotobade	2
Forcarei	1
La Estrada	1
Moaña	1
Moraña	1
O Covelo	1
Pazos de Borbén	1
Ponte-Caldelas	1
Porriño	1
Puenteareas	1
Rosal	1
Sangenjo	1

## Anexo VI

## Parcelas muestreadas para determinación de la capa orgánica superficial por provincias y municipios (Continuación)

Provincia/municipios	Nº parcelas	Provincia/municipios	Nº parcelas	Provincia/municipios	Nº parcelas
Villa de Cruces	1	Soria	31	Griegos	1
Salamanca	12	Almalvez	1	Guadalaviar	1
Arabayona	1	Almenar de Soria	1	La Puebla de Valverde	1
Béjar	1	Arévalo de La Sierra	1	Linares de Mora	1
Ciudad-Rodrigo	1	Covaleda	8	Monroyo	1
El Payo	1	Duruelo de la Sierra	3	Montalbán	1
El Saúgo	1	El Royo	2	Monteagudo del Castillo	2
Gejuelo de Barro	1	Fuentearmegil	1	Mora de Rubielos	1
Guijuelo	1	Los Rábanos	1	Orihuela del Tremedal	2
Matilla de Los Caños del Río	1	Oncala	1	Royuela	1
Narros de Matalayegua	1	San Pedro Manrique	1	San Agustín	1
Perosillo de Los Aires	1	Soria	1	Toril y Masegoso	1
Tejada y Segoyuela	1	Talveila	1	Torrecilla del Rebollar	1
Torresmenudas	1	Villar del Río	1	Tramacastiel	1
Santa Cruz Tenerife	8	Vinuesa	6	Valdelinares	4
Arico	1	Vizmanos	1	(en blanco)	1
Buenavista	1	Yanguas	1	Valencia	9
El Paso	1	Tarragona	14	Andilla	1
Fuencaliente	1	Barbará	1	Buñol	1
Iserse	1	Batea	1	Chelva	1
Los Llanos-Icod	1	Bisbal del Penedés	1	Puebla de San Miguel	2
Orotava	1	Horta de Sant Joan	1	Quesa	1
San Sebastián de la Gomera	1	La Senia	5	Requena	2
Santander	1	Montreal	1	(en blanco)	1
Campoo - Cabuérzana	1	Querol	1	Valladolid	2
Segovia	17	Tarragona	1	Cogeces del Monte	1
Aldealengua de Pedraza	5	Tortosa	1	Tordehumos	1
Domingo García	1	Vallfogona de Riúcorp	1	Vizcaya	9
El Espinar	2	Teruel	38	Abanto y Ciérvana	1
Mozoncillo	1	Albalate del Arzobispo	1	Arrigorriaga	1
Navafria	2	Albarracín	4	Ceberio	1
Riaza	1	Alcalá de La Selva	1	Durango	1
San Ildefonso	2	Beceite	1	Echevarría	1
Sanchonuño	1	Belmonte de San José	1	Gordexola	1
Torrecilla del Pinar	1	Bezas	1	Guernica y Luno	1
Turégano	1	Bronchales	1	Orozko	1
Sevilla	33	Camañas	1	Valle de Gordejuela	1
Alcalá de Guadaira	1	Camarena de La Sierra	1	Zamora	9
Constantina	1	Cañada de Benatanduz	1	Castrogonzálo	1
El Castillo de las Guardas	2	Cella	1	Cernadilla	1
Castiblanco de los Arroyos	7	Corbalán	1	Espadeñedo	1
El Real de la Jara	22	Cuenca	1	Fariza	1
		Fortanete	1	Samir de Los Caños	1



## Anexo VI

### Parcelas muestreadas para determinación de la capa orgánica superficial por provincias y municipios (Continuación)

Provincia/municipios	Nº parcelas
San Vitero	1
Tábara	1
Valdefinjas	1
Villanázar	1
Zaragoza	12
Ariza	1
Belmonte de Calatayud	1
Biel-Fuencaleras	1
Ejea de Los Caballeros	1
Fabara	1
Fuendetodos	1

Provincia/municipios	Nº parcelas
Luna	1
Navardún	1
Nonaspe	1
Tauste	1
Uncastillo	1
Val de San Martín	1
A Coruña	18
Ames	1
Aranga	2
Arzua	2
Cesuras	1

Provincia/municipios	Nº parcelas
Coiros	1
Dumbría	1
Irixoa	1
La Baña	1
Monfero	3
O Pino	1
Oza de Los Ríos	1
Puente-Ceso	1
Rois	1
Trazo	1
Total general	1807









