



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

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

NIPO (línea):

00320053X

Depósito Legal:

En trámite

Catálogo de Publicaciones de la AGE:

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

Tienda virtual:

www.mapama.gob.es

E-mail:

centropublicaciones@mapama.es

Distribución y venta:

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

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

Autores:

Gregorio Montero ^{1,3}
César López-Leiva ²
Ricardo Ruiz-Peinado ^{1,3}
Eduardo López-Senespleda ^{1,3}
Raquel Onrubia ¹
María Pasalodos ¹

Colaboradores:

Angel Carrascosa ⁴
Andrés Bravo-Oviedo ⁵
Miren Del Río ¹
Guillermo Madrigal ¹
Rafael Calama ¹
Juan G. Álvarez ⁶

¹ Departamento Selvicultura y Gestión Forestal Sostenible. INIA – CIFOR

² ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural. UPM

³ Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible (UVA-INIA)

⁴ TRAGSA

⁵ Departamento de Biogeografía y Cambio Global. MNCN – CSIC

⁶ 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

I.1	INTRODUCCIÓN	15
I.1.1	Concepto y definiciones de matorrales y arbustedos	15
I.1.2	Tipos de matorrales por su forma de inserción	17
I.1.3	Significación y posición de los matorrales	19
I.1.4	Importancia y significación superficial de los matorrales	20
I.1.5	Gestión de los matorrales y arbustedos	26
I.2	OBJETIVOS	28
I.3	METODOLOGÍA	28
I.3.1	Diseño de muestreo	28
I.3.2	Número de parcelas por especie dominante	29
I.3.3	Tamaño y forma de las parcelas y toma de datos de campo	29
I.3.4	Características de la muestra	29
I.3.5	Toma de datos en las parcelas de muestreo	30
I.3.6	Edad del matorral de las parcelas	30
I.3.7	Altura media del matorral	32
I.3.8	Procesado de las muestras en laboratorio	32
I.4	RESULTADOS	32
I.4.1	Ficha de especies	32
I.4.1.1	Descripción de la especie	32
I.4.1.2	Mapa de distribución	33
I.4.1.3	Variación del diámetro y la altura con la edad.	33
I.4.1.4	Poder calorífico e inflamabilidad.	34
I.4.1.5	Producción de biomasa	36
I.4.1.6	Tasa media de acumulación de Biomasa	36
I.4.1.7	Variación de la biomasa acumulada en función de la edad del matorral	36
I.4.2	FICHAS: Descripción de las principales especies	39
	<i>Nerium oleander L.</i>	39
	<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>	41
	<i>Rosa canina L.</i>	42
	<i>Berberis vulgaris L. (Incluye las subespecies australis y seroi)</i>	43
	<i>Buxus sempervirens L.</i>	45
	<i>Quercus ilex L.</i>	48
	<i>Quercus coccifera L.</i>	51
	<i>Pistacia lentiscus L.</i>	54
	<i>Phillyrea angustifolia L. y Phillyrea media L.</i>	58
	<i>Arbutus unedo L.</i>	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> Loeft ex L., <i>T. baeticus</i> Boiss. ex Lacaíta, e hibridaciones _____	121
<i>Stipa tenacissima</i> L. _____	123
<i>Lygeum spartum</i> L. _____	125
I.5 CONTENIDO DE CARBONO EN LAS PRINCIPALES ESPECIES DE MATORRAL Y ARBUSTEDO _____	126
I.6 PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y FIJACIÓN DE CARBONO POR MATORRALES Y ARBUSTEDOS _____	130
I.6.1 Estimación de biomasa por especies individuales _____	131
I.6.2 Estimación de biomasa por agrupaciones de matorral _____	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
I.6.3 Ecuaciones de estimación de Biomasa por Formaciones vegetales _____	148
I.6.3.1 Ecuaciones de estimación de Biomasa para Arbustedos _____	148
I.6.3.2 Ecuaciones de biomasa para Matorrales _____	149
I.6.4 Estimación de la biomasa de matorral para la España peninsular y balear _____	164
I.7 APLICACIÓN DE LAS ECUACIONES DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA _____	152
I.7.1 Estimación de biomasa por especies _____	152
I.7.2 Estimación de biomasa por agrupaciones _____	152
I.7.3 Estimación de la biomasa de matorral por formaciones _____	153
I.7.4 Estimación de la biomasa de matorral para la España peninsular y balear _____	153
I.8 ESTIMACIÓN DE BIOMASA TOTAL Y TASAS DE ACUMULACIÓN ANUAL EN ARBUSTEDOS Y MATORRALES _____	153
I.9 BIOMASA DE MATORRAL Y DENSIDAD DE ARBOLADO _____	156
I.10 COMPARACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE BIOMASA AÉREA Y FIJACIÓN DE CO₂ POR LAS MASAS FORESTALES ARBOLADAS Y LOS MATORRALES _____	159

PARTE II

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

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



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

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 (= carrasca, chaparra) 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 carrasca, 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 fisionomía 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*.

1.1.2 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 erizionales; tomillares ss. lt. 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 climáticos* o *subclimáticos* 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 arbustados 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 arbustados 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 mono-específicos (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 arbustados 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 segregadas: **arbolados con Fcc>10%; arbolados con Fcc<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 (Fcc<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 rectilíneas, 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 cálculos 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
1. Arbustados y agrupaciones afines							
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 (<i>Buxus sempervirens</i> , <i>B. balearica</i>)	81.414	19.247	100.661	65.449	496.996	562.444
14	Cornicabrales (<i>Pistacia terebinthus</i>)	760	4.661	5.421	113.473	521.499	634.972
15	Arbustados de <i>Quercus ilex</i>	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 (<i>Quercus coccifera</i>)	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 (<i>Hippophæ rhamnoides</i> , <i>Rhamnus saxatilis</i> , <i>Rh. lycioides</i> -éste último no en área hiperárida-)	14	0	14	46.639	13.898	60.537
TOTAL		1.435.198	1.803.491	3.238.689	6.731.091	18.169.733	24.900.824
2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas							
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
TOTAL		4.565.264	2.015.661	6.580.924	14.333.627	29.321.446	43.655.073
TOTAL GENERAL		6.000.462	3.819.152	9.819.614	21.064.718	47.491.179	68.555.897
3. Comunidades herbáceas y pastizales							
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 arbustados

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 climácicos 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



1.2 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 (CO₂) total acumulado en las mismas.
- Cuantificar la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) fijado anualmente como consecuencia de su crecimiento.
- Comparar la cantidad de biomasa y CO₂ 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.

1.3 METODOLOGÍA

1.3.1 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, sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rasteros, manchas, garrigas, coscojares, lentiscas, espinares subxerófilos, brezales mesófilos y xerófitos, talabardales, jarales y jaguarzales, piornales de montaña, escobonares, genistares o piornales de media montaña, codesares, retamares, tojares, aulagares y afines, romerales, cantuesares, matagallares, tomillares 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 tojares 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.

1.3.2 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.

1.3.3 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.

1.3.4 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 m² 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.



1.3.7 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.

1.3.8 Procesado de las muestras en laboratorio

Las muestras de biomasa de matorral fueron secadas en estufa a 102 °C ±2°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™.

1.4 RESULTADOS



1.4.1 Ficha de especies

1.4.1.1 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.

1.4.1.2 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 1.1.4.1).

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.

1.4.1.3 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⁻¹ o en kJ kg⁻¹ 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⁻¹), 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 salviifolius</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_i) 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_2 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_2 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 CO₂ 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 CO₂ entre el peso del átomo de carbono (44/12). El resultado es un coeficiente de 1,83 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 1,83 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 Grazales (Málaga)

Nombres vulgares: adelfa.

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

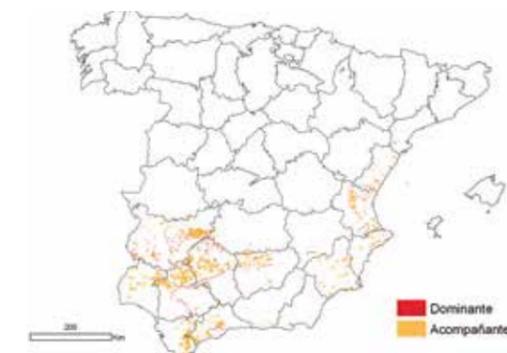
Suelos: indiferente a la naturaleza del suelo, tolera suelos calizos y yesosos. Abundante sobre suelos de aluvión, lechos pedregosos de ramblas, ríos y arroyos.

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.

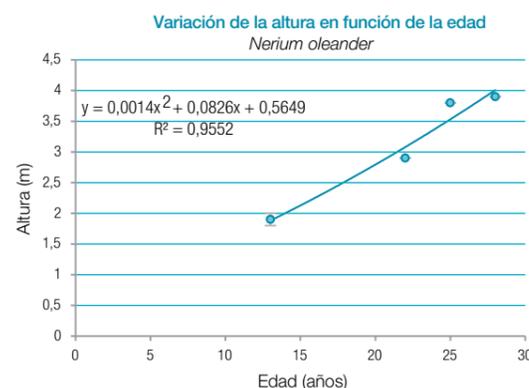
Aprovechamientos tradicionales: madera dura, blanca y con el duramen de forma triangular, se dice que fue usada para fabricar carbón muy adecuado para la elaboración de pólvora. Es una planta tóxica que puede causar la muerte al hombre y animales si ingieren hojas, ramas, cortezas o raíces de forma suficiente. Por su contenido en heterósidos 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

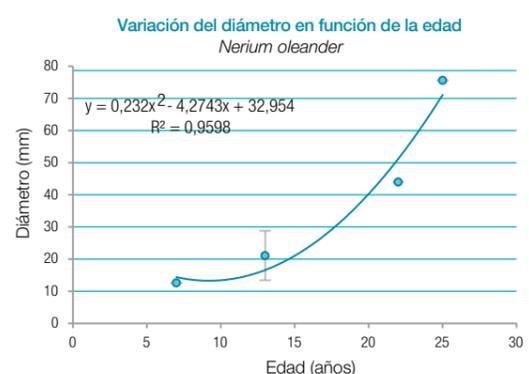


Crecimientos en diámetro y altura:



Nerium oleander (h _m)				
Clase de edad (años)	Edad media (años)	Número de muestras	\bar{X} (m)	sd (m) ¹
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

¹ Desviación típica



Nerium oleander (Ø _{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.

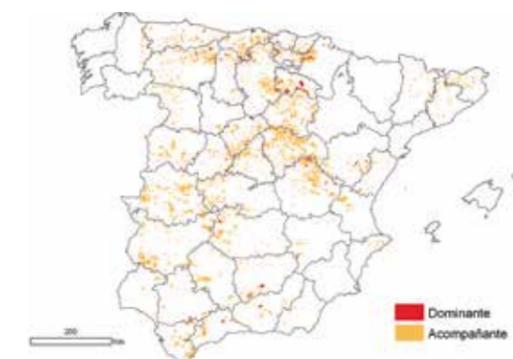


Fotografía 1.4.2.2.- Crataegus monogyna en la provincia de Cáceres

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



Nombres vulgares: espino majuelo, espino blanco, majoleto.

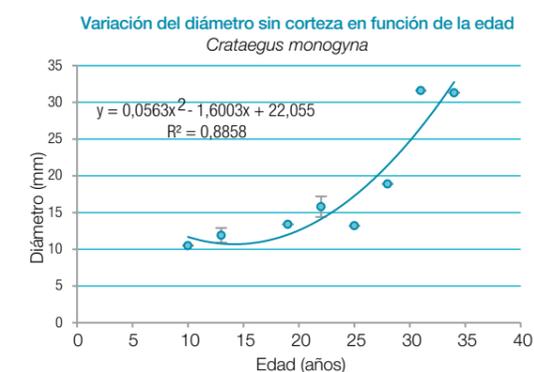
Talla: arbusto o arbolillo de 3 a 4 (8 - 10) metros de altura, muy ramificado y espinoso.

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

Crecimientos en diámetro:



Crataegus monogyna (Ø _{sc})				
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 1.4.2.3.- 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.

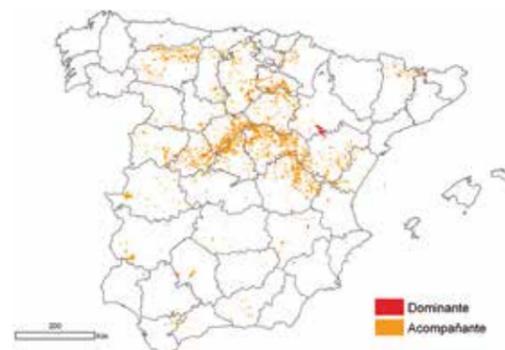
Dominios: forma parte del cortejo de diferentes tipos de bosques, siendo más abundante en los aclarados, en los bordes de masas, setos, ribazos y linderos de los bosques. Especie típica de los espinares que abundan en todo tipo de terreno, en umbrías, vaguadas, bordes de cauces de agua. No suele formar 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

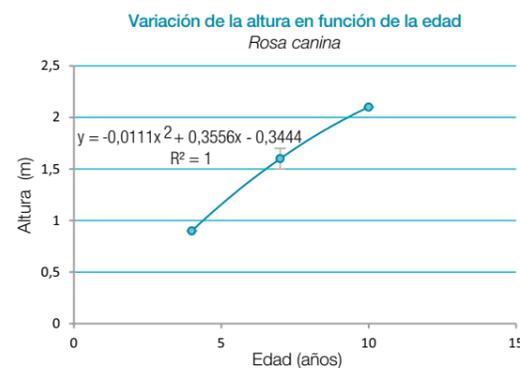
perfumería a través del agua destilada de pétalos de rosa silvestre.

Distribución:

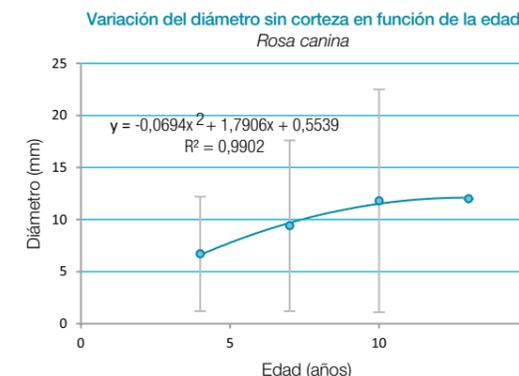
Superficie dominante: 6.680 ha
Superficie secundaria: 1.320.525 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



Rosa canina (h _m)				
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 (O ₃₀)				
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 1.4.2.4.- Berberis vulgaris en Granada. Detalle del fruto

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 agrídulce 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.

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.

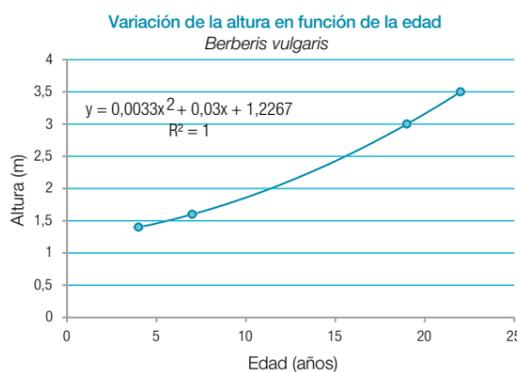
Suelos: prefiere terrenos calizos pero puede vivir sobre cualquier sustrato, en suelos pobres esqueléticos y pedregosos.

Distribución:

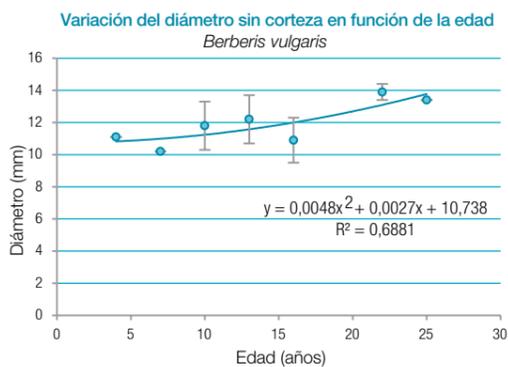
Superficie dominante: 1.262 ha
Superficie secundaria: 219.880 ha



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 (Ø _{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 1.4.2.5.- Buxus sempervirens en la Serranía de Cuenca

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.

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.

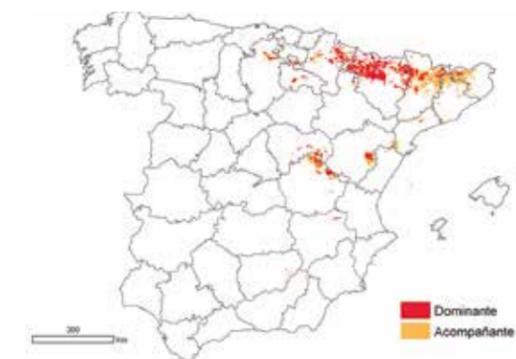
Dominios: especie propia de las sierras calizas de clima frío, aunque ocupa zonas calizas subsclerófilas de la región mediterránea. Crece como sotobosque de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Fagus sylvatica* y *Quercus faginea* donde forma densas manchas, pero alcanza su máximo desarrollo en los claros y linderos de los bosques de las citadas especies. Es especie de luz aunque tolera bastante bien la sombra. Las bojadas 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.

Distribución:

Superficie dominante: 100.661 ha
Superficie secundaria: 562.444 ha

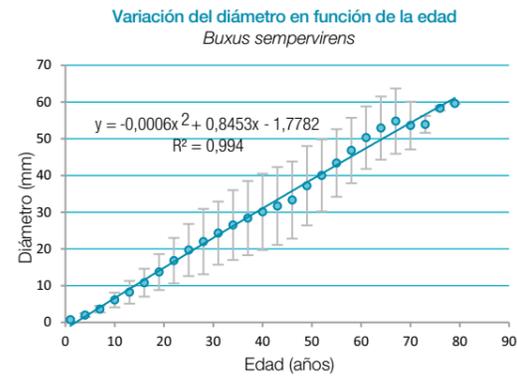
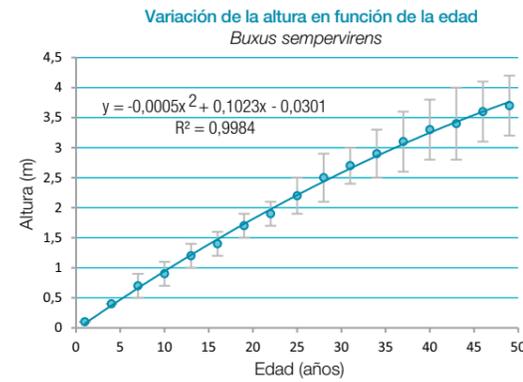
Poder calorífico superior:
(PCS)₀ medio: 5.123 Kcal kg⁻¹

Inflamabilidad:
IV- Poco inflamable





Crecimientos en diámetro y altura:



<i>Buxus sempervirens</i> (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

<i>Buxus sempervirens</i> (O _{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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (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

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

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

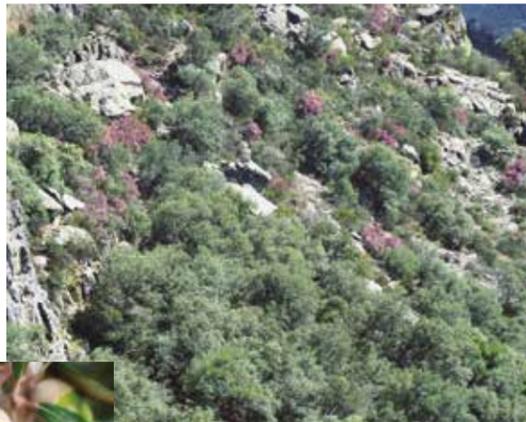
Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (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

$$Y \text{ (tn ha}^{-1} \text{ año}^{-1}\text{)} = a_1 [\text{Hm arcoseno}(\sqrt{\text{FCC}/100})]^{b_1}$$

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

Quercus ilex L.



Fotografía 1.4.2.6.- 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 adehesado 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:

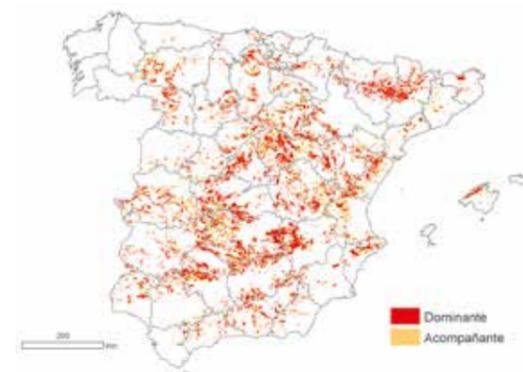
Superficie dominante: 1.482.245 ha
Superficie secundaria: 1.415.249 ha

Poder calorífico superior:

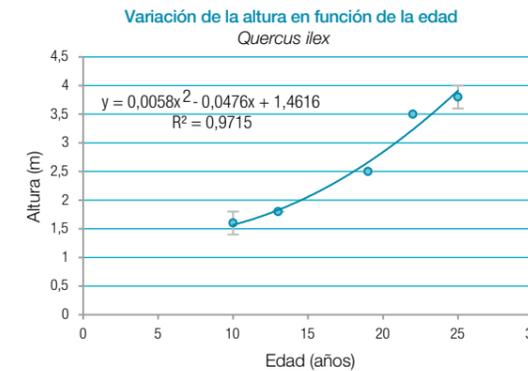
(PCS)₀ medio: 4.766 kcal kg⁻¹

Inflamabilidad:

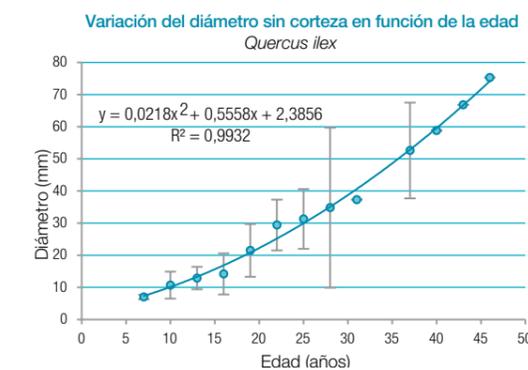
I- Muy inflamable durante casi todo el año



Crecimientos en diámetro y altura:



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



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 (tn ha⁻¹ 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 CO₂ 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Fcc (%)					
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

$$W (tn ha^{-1}) = a_1 Hm^{b_1} \arccoseno(\sqrt{(FCC/100)})^{b_2}$$

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Fcc (%)					
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

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

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

Quercus coccifera L.



Fotografía 1.4.2.7.- Quercus coccifera en la Serranía de Cuenca. Detalle del fruto

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.

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.

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 "bística," 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:

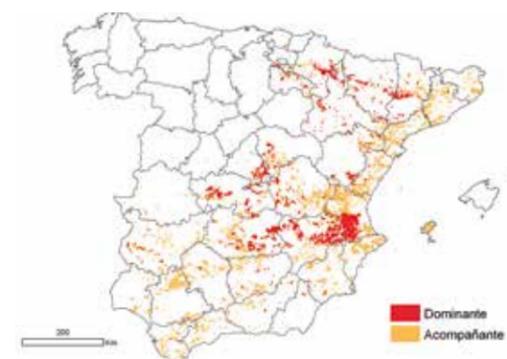
Superficie dominante: 200.653 ha
Superficie secundaria: 2.218.363 ha

Poder calorífico superior:

(PCS)₀ medio: 4.846 kcal kg⁻¹

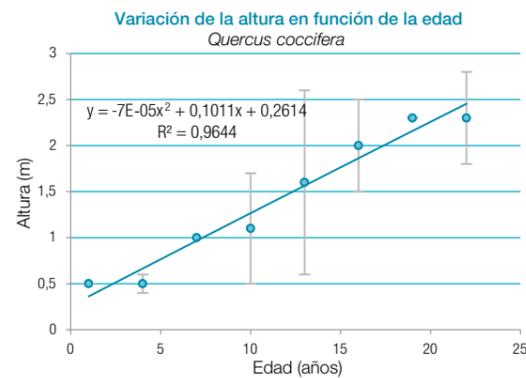
Inflamabilidad:

III- Medianamente inflamable

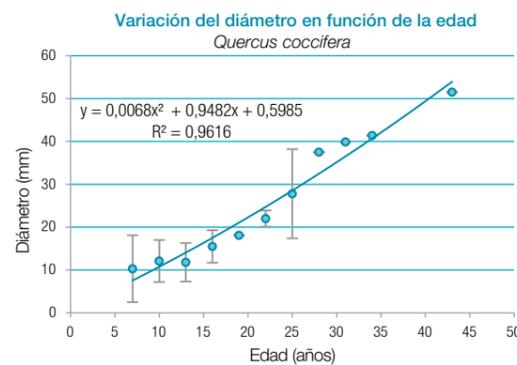




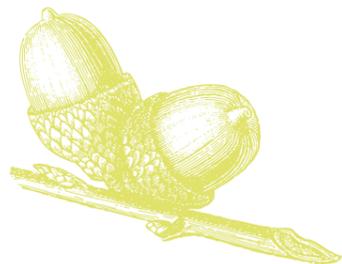
Crecimientos en diámetro y altura:



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 (D _{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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Fcc (%)					
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

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

	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 (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

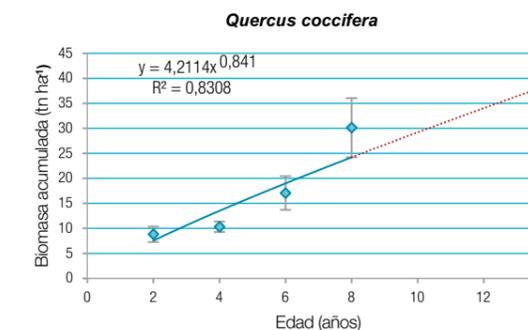
$Y \text{ (tn ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})^{b_2}$

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

Evolución de la Biomasa aérea (tn ha⁻¹) en función de la edad:

Quercus coccifera			
Edad	Nº parcelas	\bar{x} (tn ha ⁻¹)	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 (tn ha⁻¹ MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



Pistacia lentiscus L.



Fotografía 1.4.2.8.- Pistacia lentiscus en Sierra Morena (Córdoba)

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:

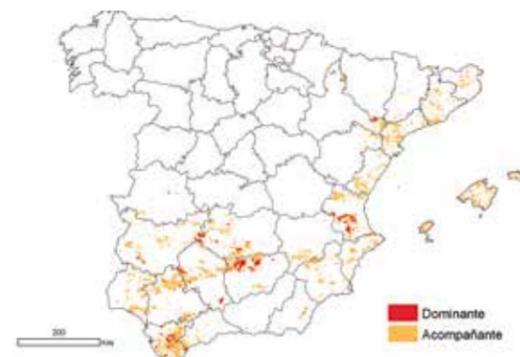
Superficie dominante: 40.448 ha
Superficie secundaria: 1.686.668 ha

Poder calorífico superior:

(PCS)₀ medio: 4.911 kcal kg⁻¹

Inflamabilidad:

IV- Poco inflamable



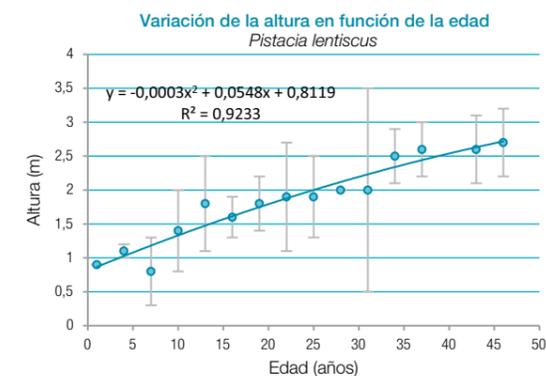
Nombres vulgares: lentisco, charneca.

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.

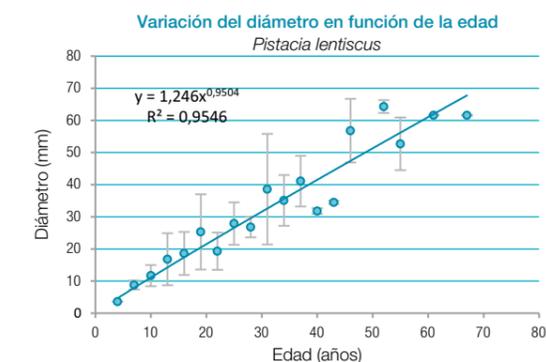
Suelos: indiferente en cuanto a la naturaleza del suelo. Soporta suelos muy secos y pobres en nutrientes.

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.

Crecimientos en diámetro y altura:



Pistacia lentiscus (h _m)				
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 _{sc})				
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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (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

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

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

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

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

	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:

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

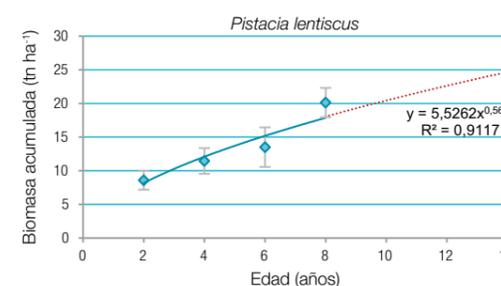
Como la re-transformación de un modelo logarítmico no pasa por la media, sino por la mediana, hay que aplicar un factor de corrección (CF), que queda definido según la siguiente ecuación (Baskerville, 1972) y cuyos valores se toman de la tabla proporcionada anteriormente: $CF = e^{(SEE^2/2)}$

Hm (dm)	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 (tn ha⁻¹) en función de la edad:

<i>Pistacia lentiscus</i>			
Edad	Nº parcelas	\bar{x} (tn ha ⁻¹)	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 (tn ha⁻¹ MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



Phillyrea angustifolia L. y *Phillyrea media* L.



Fotografía 1.4.2.9.- *Phillyrea angustifolia* en Sierra Morena (Córdoba)

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

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

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

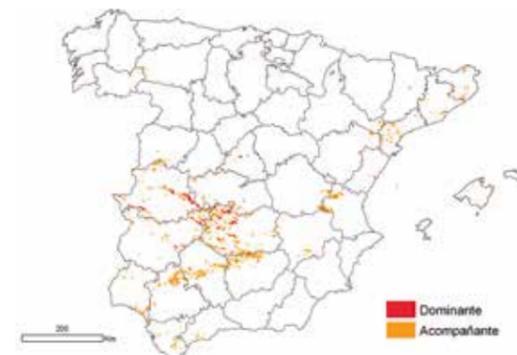
Dominios: aparecen con frecuencia mezcladas con madroño y matorrales desarrollados en ambiente de encinar, alcornocal y casi siempre formando parte de la mancha mediterránea. Ambas especies son de luz. Cuando la cubierta arbórea es alta sobreviven, pero su crecimiento es muy escaso y aparecen como matitas 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



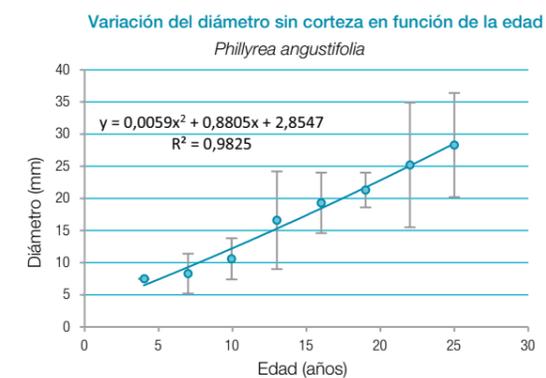
Poder calorífico superior:

(PCS)₀ medio: 5.459 kcal kg⁻¹

Inflamabilidad:

I- Muy inflamable durante casi todo el año.

Crecimientos en diámetro:



<i>Phillyrea angustifolia</i> (\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 1.4.2.10.- *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:

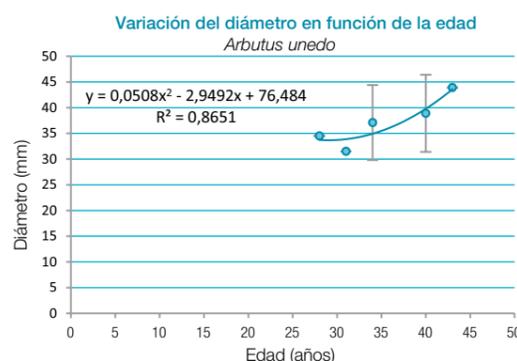
(PCS)_o medio: 5.133 kcal kg⁻¹

Inflamabilidad:

III- Medianamente inflamable



Crecimientos en diámetro:



Arbutus unedo (Ø _{sc})				
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.

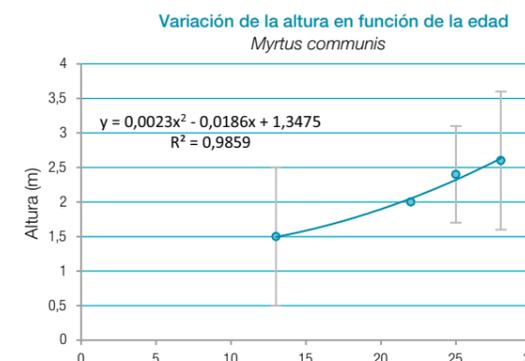
Dominios: entra en el sotobosque de alcornoques y encinares claros y de pinares de *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* y menos frecuentemente en *Pinus halepensis*. Es elemento habitual de muchos matorrales arbustivos termófilos, como manchas, acebuchares y coscojares. En ocasiones aparece intercalado en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

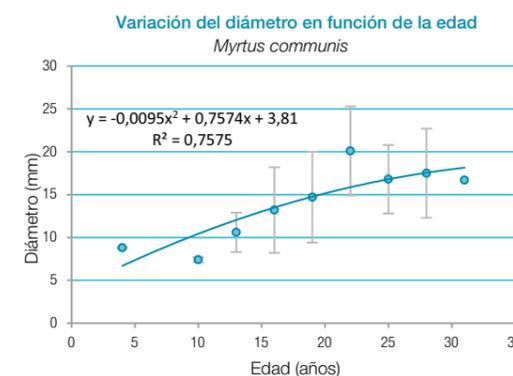
Aprovechamientos tradicionales: su madera es de gran calidad y apreciada en trabajos de ebanistería. Su tanino es especialmente adecuado para el curtido de pieles finas de alta calidad. Tiene propiedades

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 _m)				
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 _{sc})				
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.

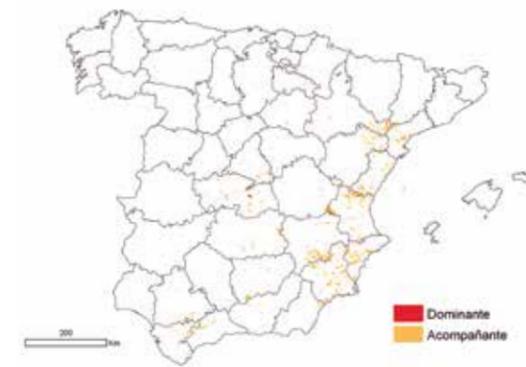
Dominios: aparecen en garrigas, coscojares, setos y matorrales sobre pedregal. Aparecen en los dominios de alcornoques, encinares y manchas de Sierra Morena, a veces en los valles más frescos y umbrosos o formando parte del matorral de pinares de *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* y *Pinus pinaster*. Se mezclan o se asocian con *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscos*, *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:



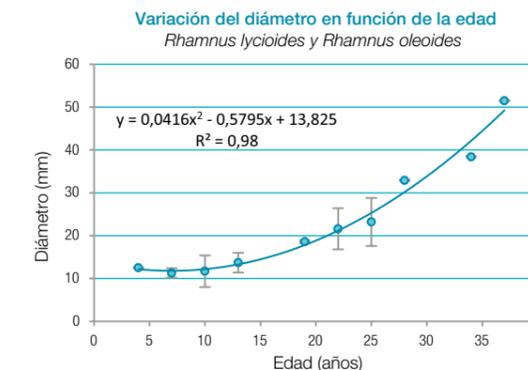
(PCS)₀ medio: 4.809 kcal kg⁻¹

Inflamabilidad:

III- Moderadamente inflamable



Crecimientos en diámetro:



<i>Rhamnus lycioides</i> y <i>R. oleoides</i> (O ₃₀)				
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.- *Rhododendron ferrugineum* en el Pirineo oriental (Girona)

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.

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 silíceos y ácidos, solo soporta calizos muy descarboxilados por lavado del perfil edáfico.

Distribución:

Superficie dominante: 1.823 ha
Superficie secundaria: 64.842 ha

**Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,0172503	0,14436873	7,046195	0,00001

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	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, berezo 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".

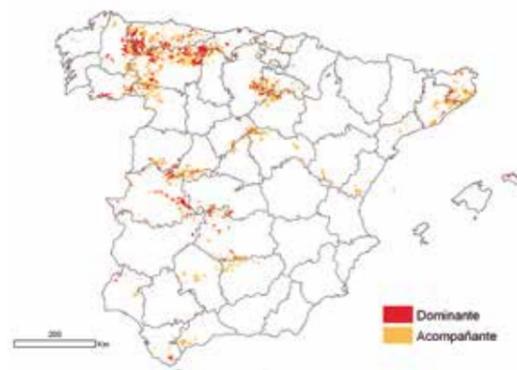
En general forma bosquetes densos diseminados y pocas veces grandes extensiones continuas, salvo en las montañas del norte (Galicia, Asturias y León) donde cubre grandes extensiones continuas como especie dominante, sobre todo en las partes altas de orientaciones de umbría, muchas veces mezclada, o en 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 vetado 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:

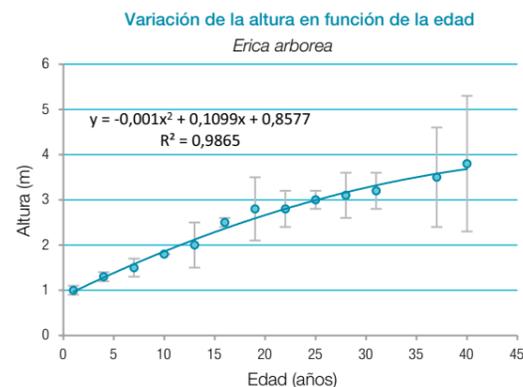
(PCS) o medio: 4.809 kcal kg⁻¹

Inflamabilidad:

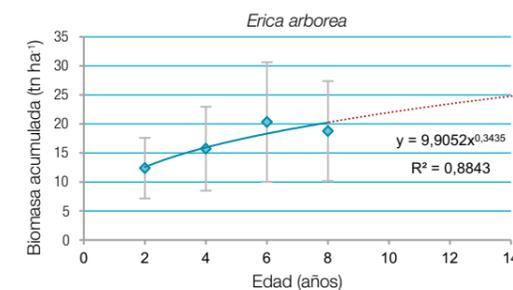
III- Moderadamente inflamable



Crecimientos en diámetro y altura:



Erica arborea (h _m)				
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 (O _{sc})				
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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

$W (tn ha^{-1}) = a_1 H_m \arccoseno(\sqrt{FCC/100})$				
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	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 (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a:	0,1871867	0,0125624114,90054	14,30945	0,00001

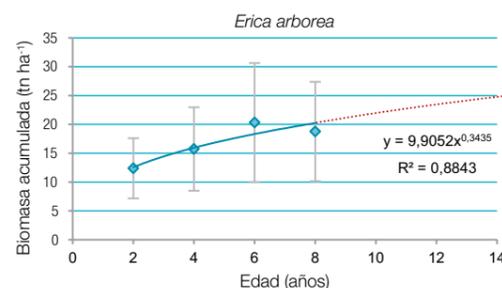
Biomasa media modelo: 19,1
 Tasa acum. anual Biomasa modelo: 3,01
 Transformación CO₂: 1,8858

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 (tn 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



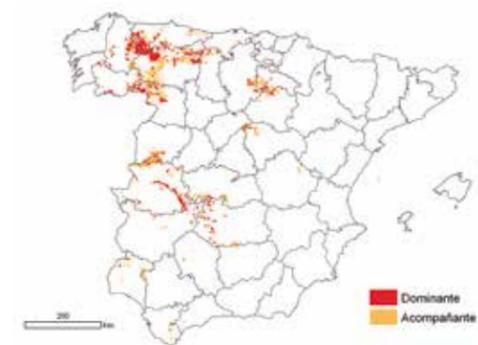
Erica australis L.



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

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



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

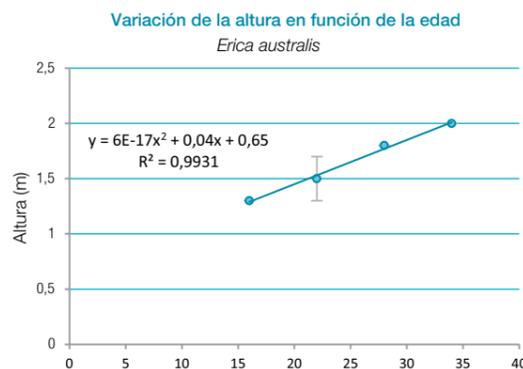
Talla: mata baja a subarborescente de 0,5 a 1,7 (2,5) metros, muy ramosa.

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

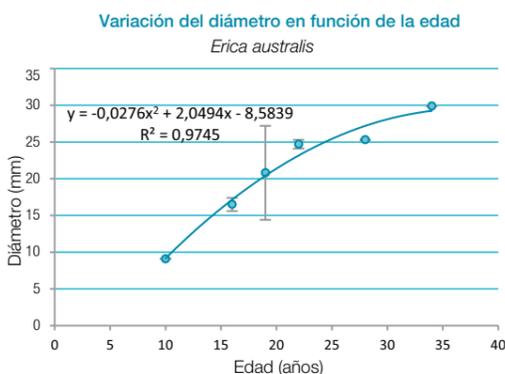
Dominios: se presenta en los dominios de *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus faginea*, *Quercus humilis*, *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Prunus avium*, *Ilex aquifolium*, *Acer campestre*, *Pinus pinaster*, etc. Forma manchas de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



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 (Ø _{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.

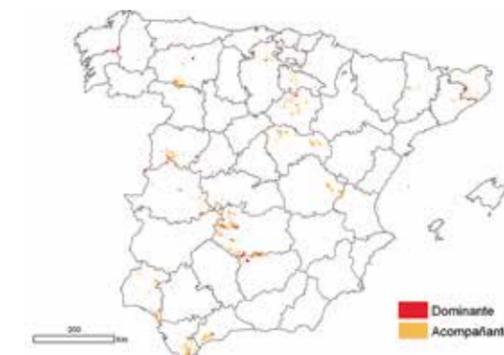
Dominios: abundante en la mitad meridional, donde interviene en el sotobosque del alcornoque y la encina; formando densas agrupaciones como especie dominante más o menos pura, aunque otros autores no la atribuyen ese carácter y le asignan la

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.

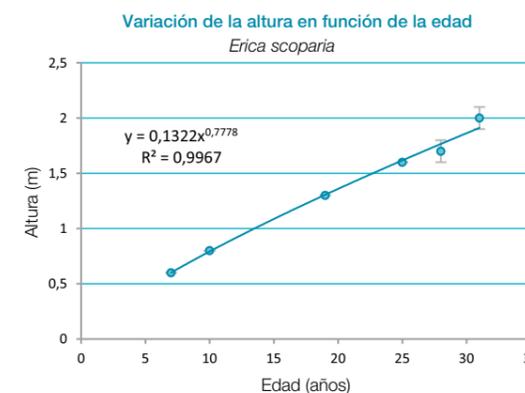
Aprovechamientos tradicionales: se emplea para la fabricación de escobas de brezo (de ahí su nombre). La madera tiene propiedades similares a la de *Erica arborea*, utilizándose en ocasiones para la fabricación de pipas, objetos de pequeño tamaño y picón de buena calidad.

Distribución:

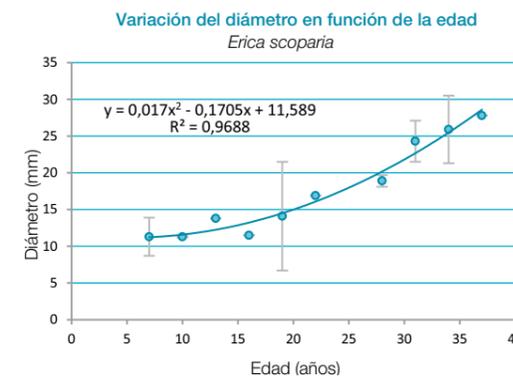
Superficie dominante: 16.751 ha
Superficie secundaria: 332.734 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



Erica scoparia L. (h _m)				
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 _{sc})				
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*

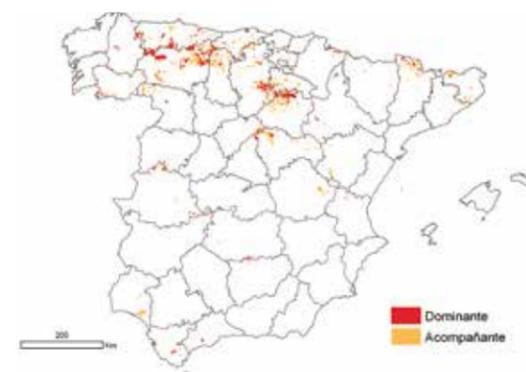
scoparius, otros brezos de las montañas del norte y con cistáceas, lavándulas y *Thymus* en las zonas más mediterráneas.

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".

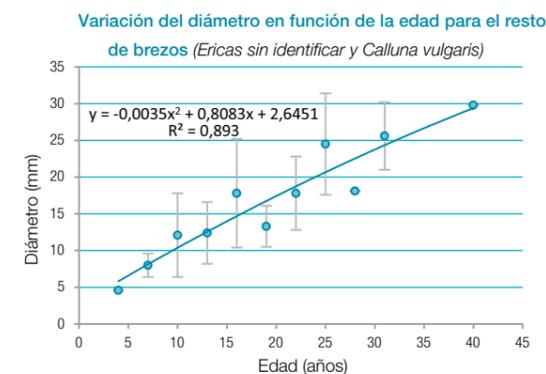


Distribución:

Superficie dominante: 81.213 ha
Superficie secundaria: 544.822 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



Calluna vulgaris L. (O ₂₂)				
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 erizionales 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.

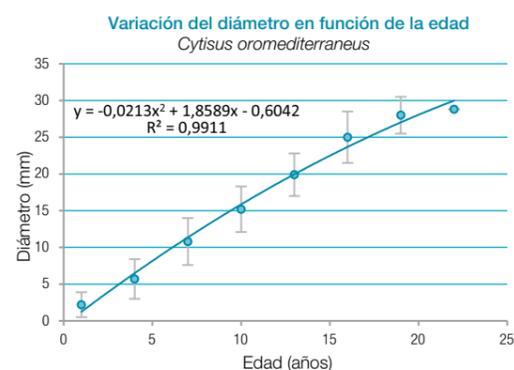
Aprovechamientos tradicionales: se ha empleado como combustible, como cama para el ganado estabulado. Periódicamente se queman para rejuvenecimiento de pastos, con rotaciones de unos 10 años, buscando la colonización de herbáceas que crecen en su lugar con gran vigor debido al efecto fertilizante del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

Distribución:

Superficie dominante: 74.182 ha
Superficie secundaria: 376.267 ha



Crecimientos en diámetro:



Cytisus oromediterraneus (O _{sc})				
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 (tn ha⁻¹ 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 (tn ha⁻¹) = a₁ [Hm arcoseno(√(FCC/100))]^{b₁}

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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 (tn ha⁻¹ año⁻¹) = a₁ [Hm arcoseno(√(FCC/100))]^{b₁}

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

Biomasa media modelo: 36,7
 Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,45
 Transformación CO₂: 1,8678

Cytisus scoparius L.



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

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*.

Nombres vulgares: escoba, escobón, escoba negra.

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

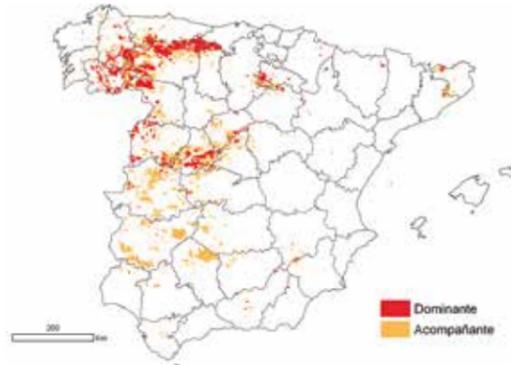
Dominios: se instala con profusión en los dominios de *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus canariensis*, *Quercus faginea* y *Fagus*

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.

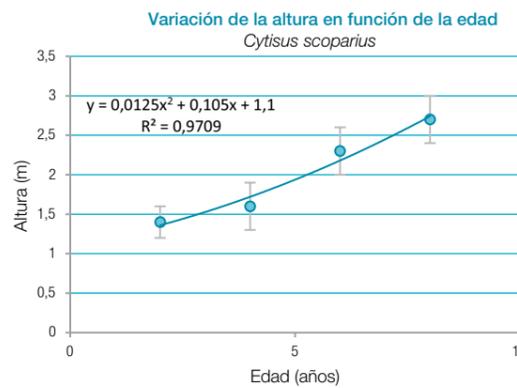


Distribución:

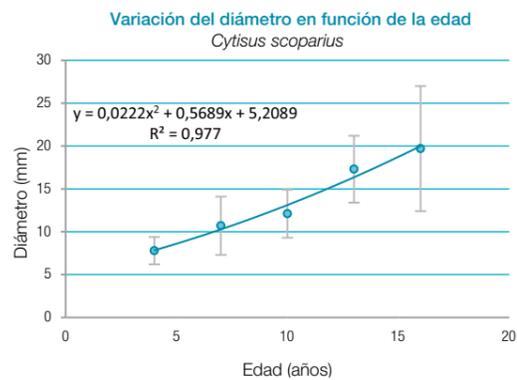
Superficie dominante: 74.406 ha
Superficie secundaria: 1.969.779 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



Cytisus scoparius L. (h _m)			
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 _{sc})				
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 (tn ha⁻¹ 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

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

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

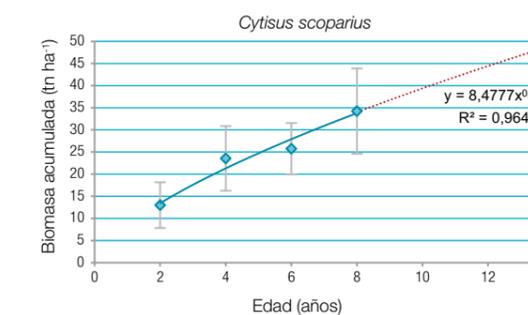
Fcc (%)	Altura media (dm)					
	5	10	15	20	25	30
10	1,21	0,82	0,65	0,55	0,48	0,44
20	2,18	1,47	1,17	0,99	0,87	0,79
30	3,13	2,11	1,67	1,42	1,25	1,13
40	4,10	2,76	2,19	1,86	1,64	1,48
50	5,11	3,44	2,73	2,32	2,04	1,84
60	6,21	4,19	3,32	2,82	2,48	2,24
70	7,45	5,02	3,98	3,38	2,98	2,68
80	8,90	6,00	4,76	4,04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

$Y \text{ (tn ha}^{-1} \text{ año}^{-1}\text{)} = a_1 \text{Hm}^{b_1} \text{ arcoseno}(\sqrt{\text{FCC}/100})^{b_2}$

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

Biomasa media modelo: 23,9
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 7,09
Transformación CO₂: 1,8348

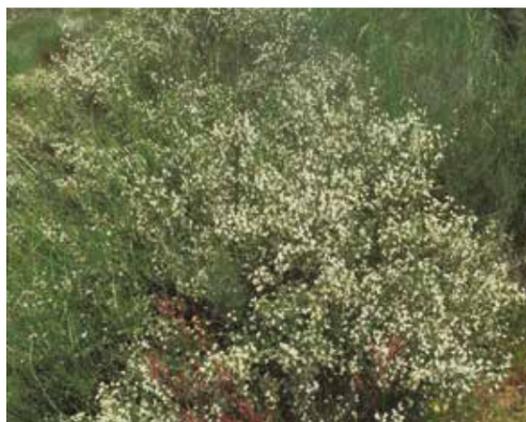
Variación de la Biomasa acumulada (tn ha⁻¹ MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



Evolución de la Biomasa aérea (tn ha⁻¹) en función de la edad:

Cytisus scoparius			
Edad	Nº parcelas	\bar{x} (tn ha ⁻¹)	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



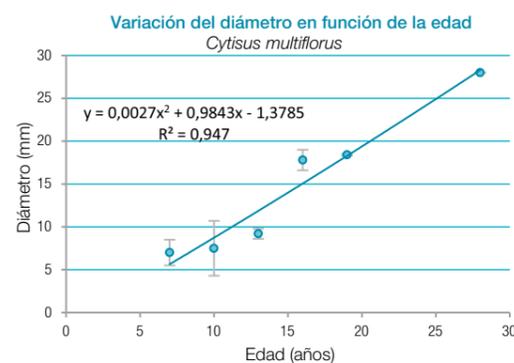
Fotografía 1.4.2.21.- *Cytisus multiflorus* en la Sierra de Gata (Cáceres)

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



Genista florida L.



Fotografía 1.4.2.22.- *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.

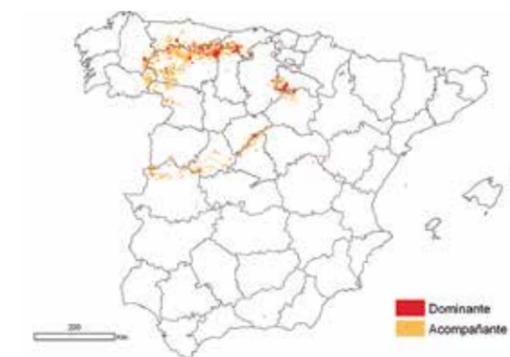
Dominios: abunda en los dominios de especies más o menos higrófilas como *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica* y zonas de los géneros *Sorbus*, *Acer*, *Betula*, *Taxus*, etc. Es especie dominante que forma rodales extensos y densos en los claros de pinares de *Pinus sylvestris*, 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*.

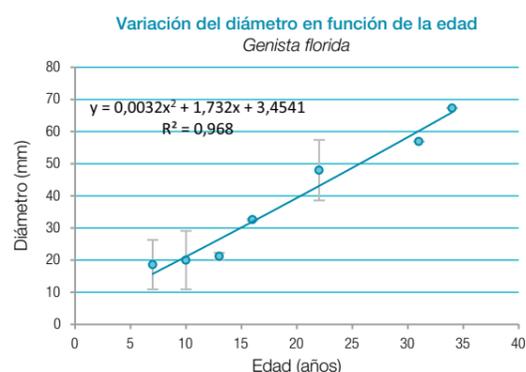
Aprovechamientos tradicionales: su utilización como combustible no ha sido frecuente, seguramente debido a que en las áreas donde vive hay abundancia de leñas de robles y pinos. Se cultiva a veces como planta ornamental. En el sotobosque de estos retamares y en los claros entre plantas se forma un pasto 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. (O _{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.

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.

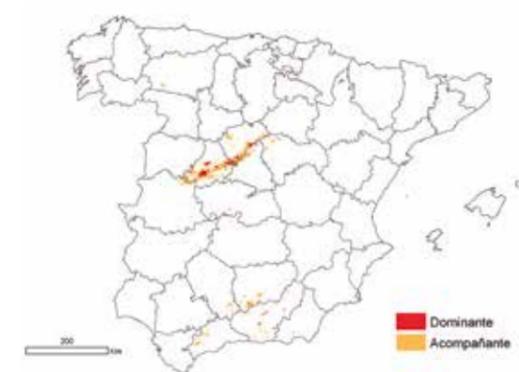
Aprovechamientos tradicionales: se cultiva como planta ornamental; su leña se aprovecha para cocina y calefacción, así como las ramas y troncos para iniciar el fuego en los hogares de poblaciones rurales. Las ramillas y frutos son consumidos por cabras y caza mayor.

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.

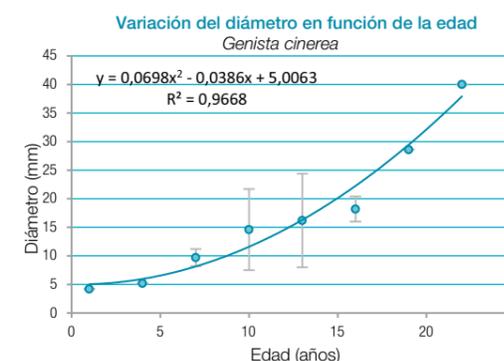
Talla: mata de altura variable que puede alcanzar de 0,3 a 1,5 (2) metros. Tronco

Distribución:

Superficie dominante: 18.131 ha
Superficie secundaria: 415.446 ha



Crecimientos en diámetro:



Genista cinerea (O _{sc})				
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 1.4.2.26.-Genista tinctoria en floración

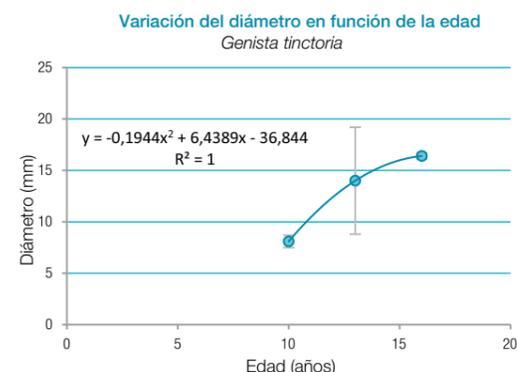
Nombres vulgares: retama de tintes, retama de tintorero, hiniesta de tinte.

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 (Ø _{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 1.4.2.24.- Teline monspessulana en floración

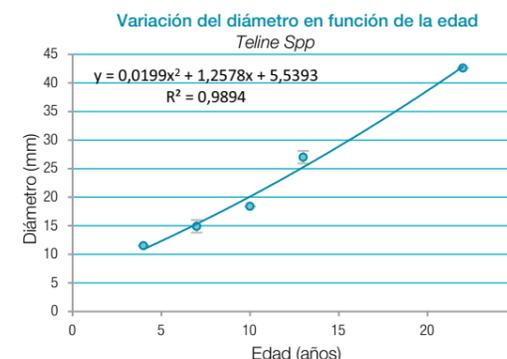
Nombres vulgares: escobón de Montpellier, escobón, escobón blanco, retama fina, escobón de romero.

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

Crecimientos en diámetro:



Fotografía 1.4.2.25.-Teline linifolia en floración

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



Teline monspessulana y T.linifolia (h _m)				
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 1.4.2.27.- *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



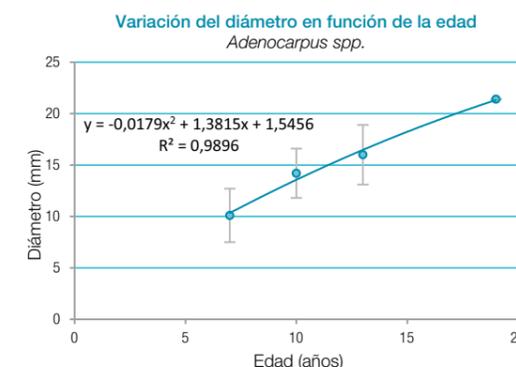
Distribución:

Adenocarpus telonensis

Superficie dominante: 16.840 ha
Superficie secundaria: 73.862 ha



Crecimientos en diámetro:



<i>Adenocarpus</i> spp. (\bar{O}_{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 1.4.2.28.- 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.

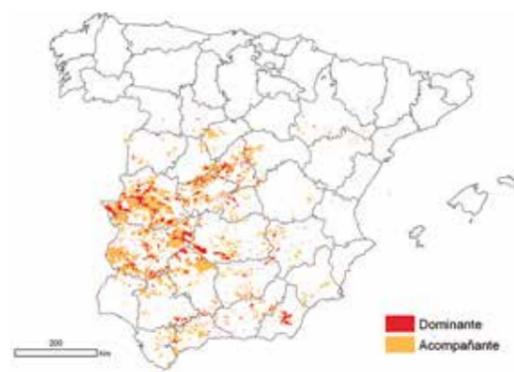
Dominios: vive en los dominios pastoreados de *Quercus ilex*, *Quercus faginea*, en laderas soleadas, claros de encinares y ramblas. Forma retamares a veces muy extensos y abiertos sobre pasto herbáceo en terrenos de poca pendiente que en gran parte fueron objeto de cultivo de cereal y ahora constituyen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

Aprovechamientos tradicionales:

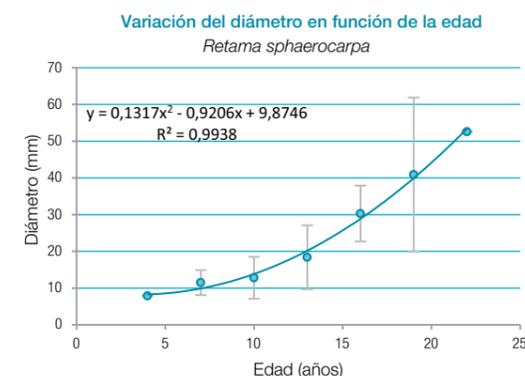
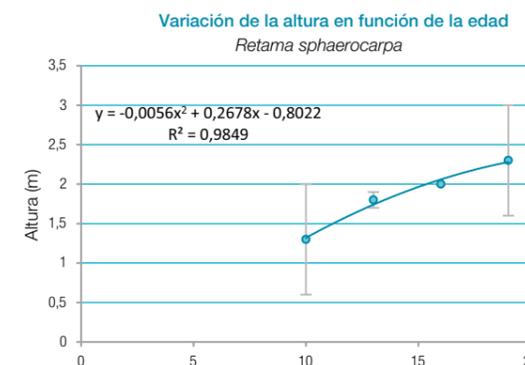
actualmente, quizás su principal aprovechamiento sea el que ofrecen como pastaderos para el ganado ovino: se dice que “cada retama cría un cordero” al igual que “cada jara y carrasca crían un cabrito”. Su aprovechamiento para leñas fue tan importante que se dice que abastecía de leña a “todas las tahonas 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 _m)				
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 _{sc})				
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 (tn ha⁻¹ 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

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

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

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

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

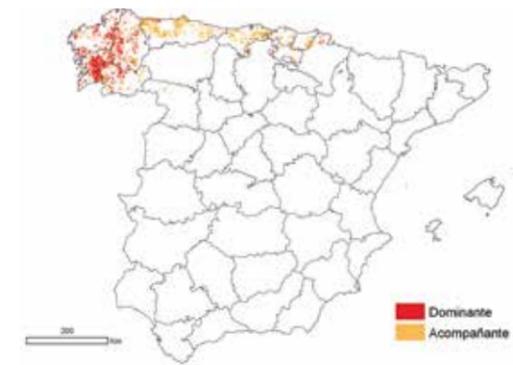
Aprovechamientos tradicionales: se ha utilizado como combustible para hogares y hornos, como cama de ganado y como fertilizante orgánico de las tierras agrícolas.

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



Ulex europaeus L.



Fotografía I.4.2.29.-Ulex europaeus en la provincia de Ourense

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.

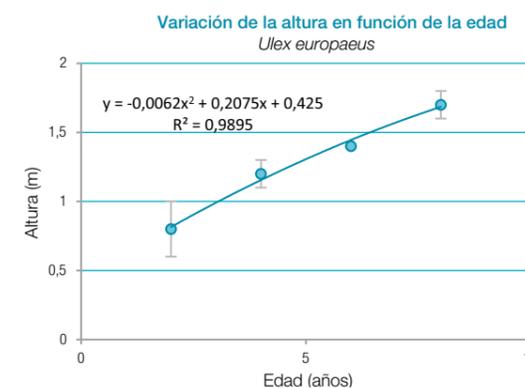
Dominios: ocupa los dominios de *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Pinus pinaster* en Galicia y *Fagus sylvatica*. Forma rodales puros extensos y muy espesos en los que la especie suele ser dominante o asociada a otros matorrales como brezales (tojar-brezales), escobonales o xesteiras, carpazales (*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.

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

Crecimientos en altura:



Ulex europaeus (h _m)			
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 (tn ha⁻¹ 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

$$W \text{ (tn ha}^{-1}) = a_1 \text{ Hm arcoseno}(\sqrt{\text{FCC}/100})$$

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn 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

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

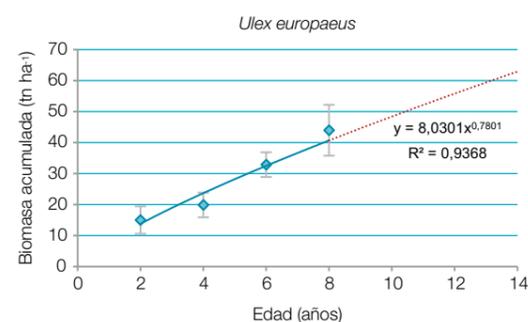
	value	Std. Error	t-value	p-value
a1	0,2278959	0,008267514	27,56522	0,00001

Biomasa media modelo: 33,8
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 5,39
Transformación CO₂: 1,7314

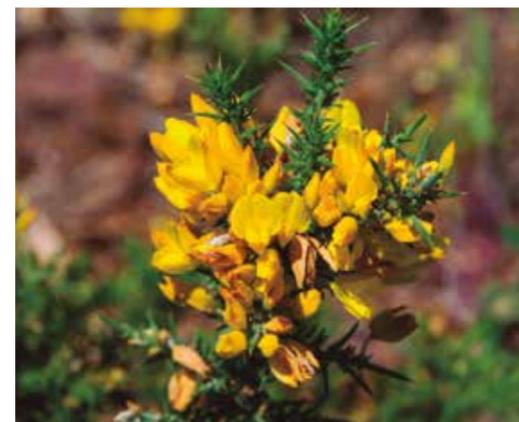
Evolución de la Biomasa aérea (tn ha⁻¹) en función de la edad:

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 (tn 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

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.

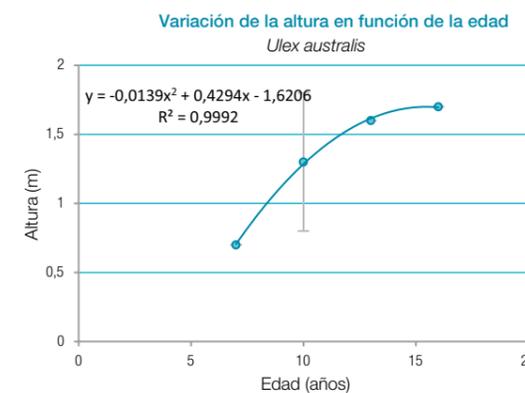
Aprovechamientos tradicionales: no hemos encontrado datos que describan un aprovechamiento tradicional de esta especie por las poblaciones rurales de su área. Su interés radica en que se trata de un endemismo de Andalucía occidental y en que se trata de una especie mejoradora del suelo, aunque esta característica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

Nombres vulgares: aulaga morisca, tojo.

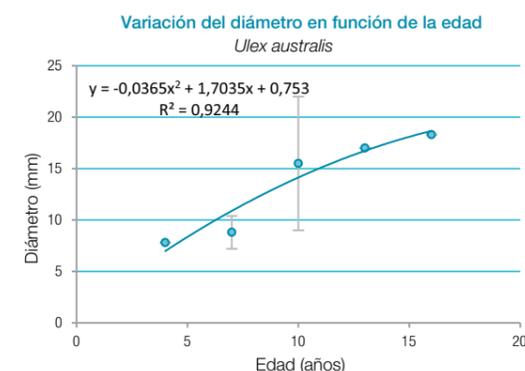
Talla: mata de 1 a 1,5 metros, erguida, ramosa con espinas abundantes y recurvadas.

Suelos: especie propia de arenales

Crecimientos en diámetro y altura:



Ulex australis (h _m)				
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 _{sc})				
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 1.4.2.31.- Ulex parviflorus en Collserola, Barcelona.

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 tritura y se echaba sobre el terreno como fertilizante.

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.

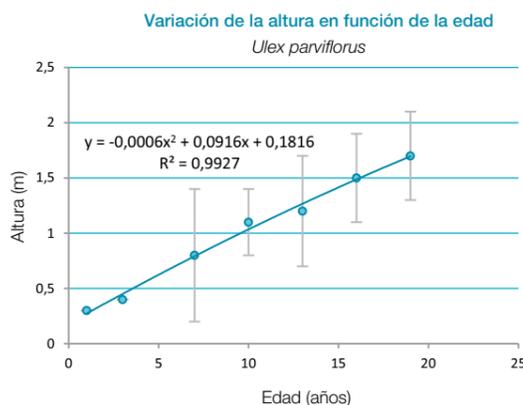
Dominios: se extiende en claros de encinares y pinares xerófilos, en lugares secos y soleados pero con algo de humedad edáfica o ambiental.

Distribución:

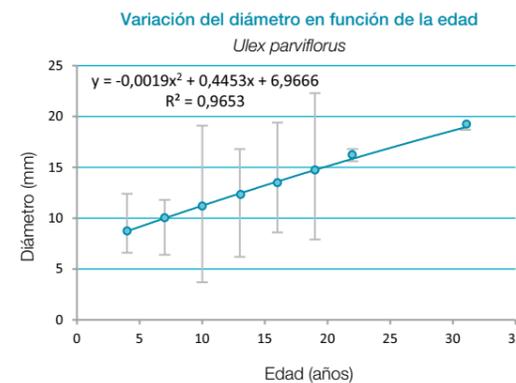
Superficie dominante: 40.981 ha
Superficie secundaria: 1.173.126 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



Ulex parviflorus (h _m)				
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 (D _m)				
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 (tn 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

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

	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 (tn 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,125447	0,01600349	7,838725	0,00001

Genista scorpius (L.) DC.



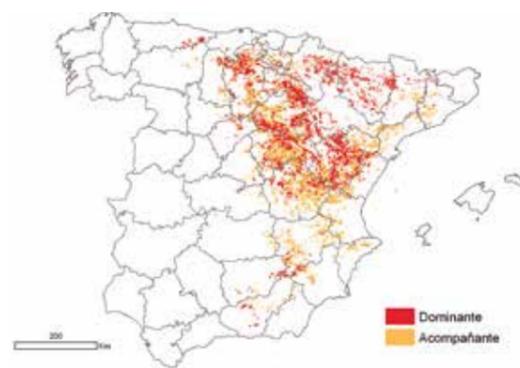
Fotografía 1.4.2.32.- Genista scorpius en la Serranía de Cuenca

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.

Distribución:

Superficie dominante: 675.330 ha
Superficie secundaria: 1.923.026 ha



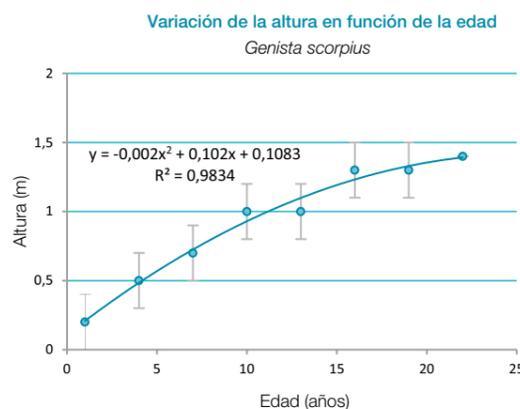
Nombres vulgares: aliaga, allaga, aulaga, olaga.

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

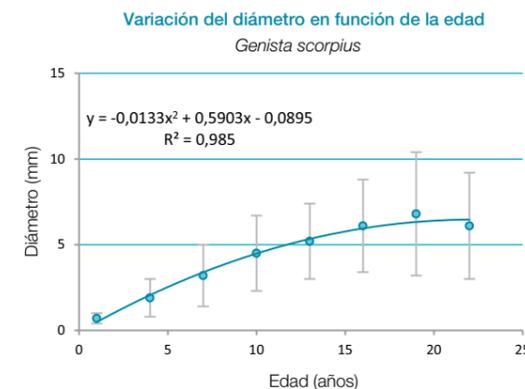
Suelos: abunda en suelos calizos, aunque puede aparecer también sobre terrenos silíceos poco ácidos; es especie de amplio espectro mesológico.

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.

Crecimientos en diámetro y altura:



Genista scorpius (h _m)				
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



Genista scorpius (Ø _{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 (tn 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

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

	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 (tn 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

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

	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

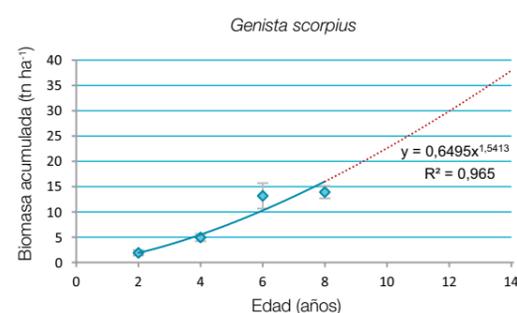
Biomasa media modelo: 8,4

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,05

Transformación CO₂: 1,8751

Evolución de la Biomasa aérea (tn ha⁻¹) en función de la edad:

<i>Genista scorpius</i>			
Edad	Nº parcelas	\bar{x} (tn ha ⁻¹)	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 (tn ha⁻¹MS) 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*).

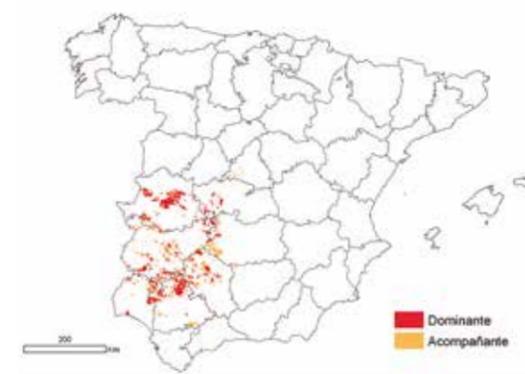
Dominios: propia de los dominios de los bosques esclerófilos (encinares, alcornoques, también llega a los pinsapares (*Abies pinsapo*) y a los melojares (*Quercus pyrenaica*). Aparece en el área de *Abies pinsapo*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus pyrenaica* y asociada al madroño y mancha mediterránea. 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, subarborescentes, 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.

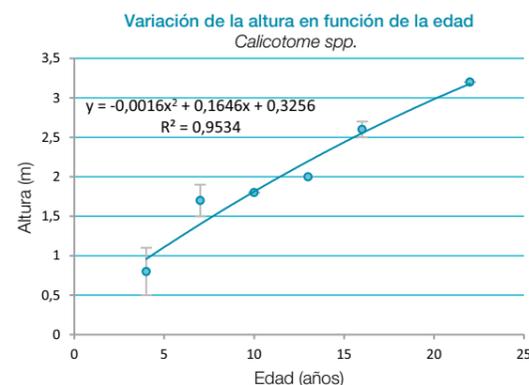
Aprovechamientos tradicionales: su ramaje se ha aprovechado como combustible para hornos. Su importancia como planta melífera es baja.

Distribución:

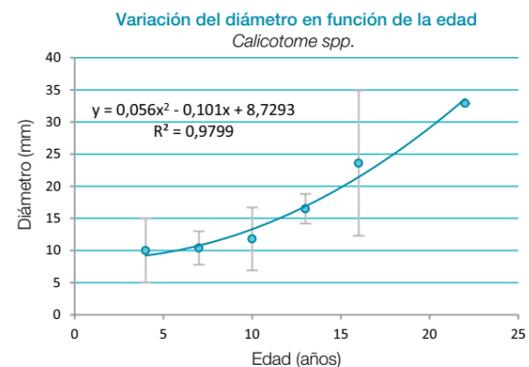
Superficie dominante: 12.097 ha
Superficie secundaria: 197.686 ha



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. (Ø _{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.



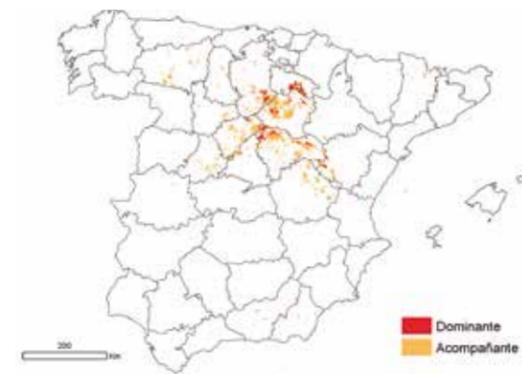
Fotografía I.4.2.35.- Cistus laurifolius en la Serranía de Cuenca

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



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

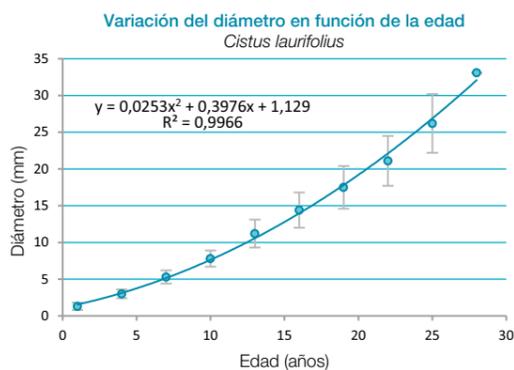
Talla: mata alta casi subarborescente, puede alcanzar 3 metros de altura, de joven crece esbelta y después se abre en forma de candelabro, produciéndose un gran engrosamiento de las cepas y base de los tallos. Es muy característica su corteza rojiza que se desprende en tiras.

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).



Crecimientos en diámetro:



Cistus laurifolius (D _{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 subarbustiva, 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) cpoca 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 egradadas, 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*.

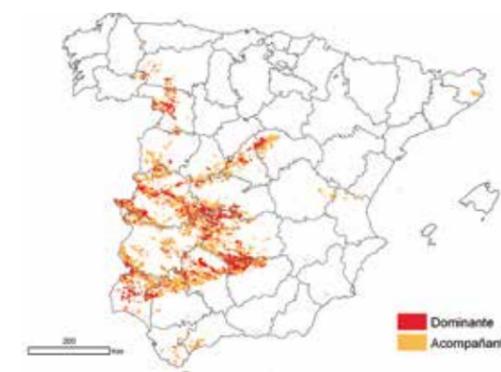
Aprovechamientos tradicionales:

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

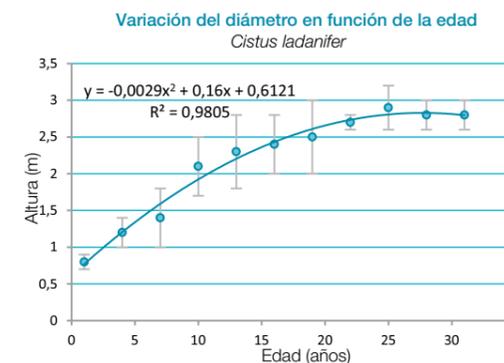
utilizado en perfumería para la fijación de aromas en perfumes. Así mismo, se empleaba el ládano en medicina como sedante, emplastos para la curación de hernias, como revulsivo y antiespasmódico, gastritis y úlceras intestinales.

Distribución:

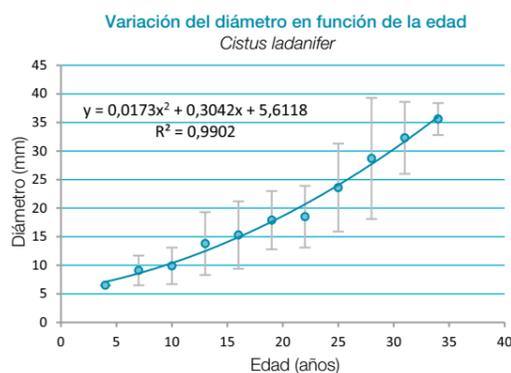
Superficie dominante: 460.088 ha
Superficie secundaria: 2.450.857 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



Cistus ladanifer (h _m)				
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



Cistus ladanifer (O _{sc})				
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 (tn ha⁻¹ 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

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

	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 (tn ha⁻¹ 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

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

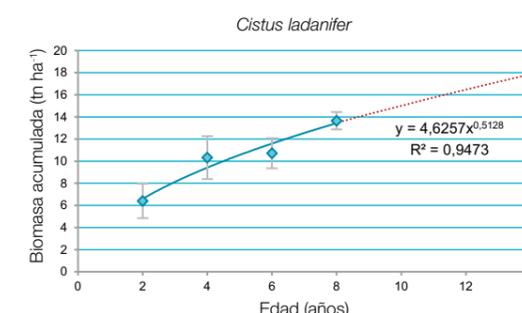
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,1250345	0,006328035	19,75882	0,00001

Biomasa media modelo: 19,4
 Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,74
 Transformación CO₂: 1,8223

Evolución de la Biomasa aérea (tn ha⁻¹) en función de la edad:

Cistus ladanifer			
Edad	Nº parcelas	\bar{x} (tn ha ⁻¹)	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 (tn ha⁻¹ 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

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.

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

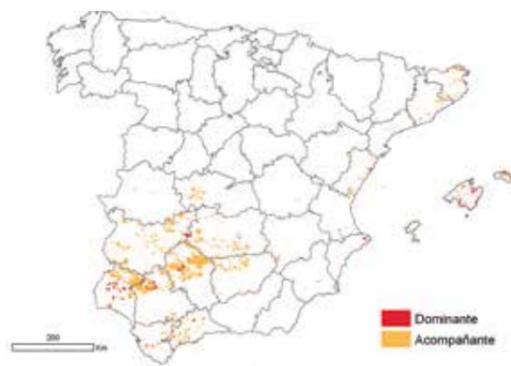
Talla: mata de 0,6 a 1,2 (2) metros, porte en candelabro, ramificada desde la base formando un vuelo denso

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.

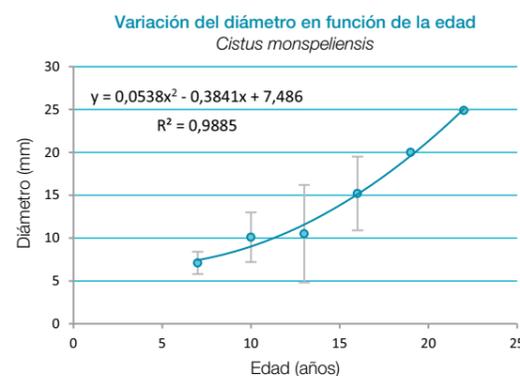
Aprovechamientos tradicionales: su único aprovechamiento ha sido el empleo de su ramaje como combustible para hornos y picón para braseros, éste último en escasas ocasiones.

Distribución:

Superficie dominante: 51.729 ha
Superficie secundaria: 950.359 ha



Crecimientos en diámetro:



Cistus monspeliensis (Ø _{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)

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:

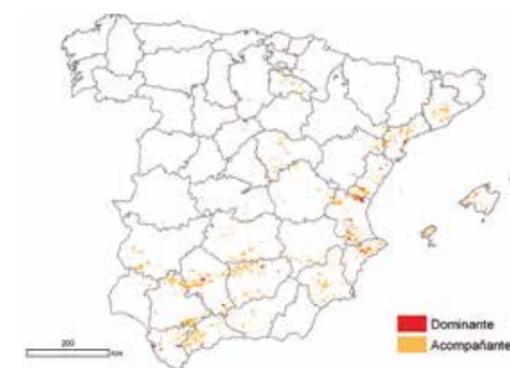
Superficie dominante: 28.644 ha
Superficie secundaria: 824.978 ha

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

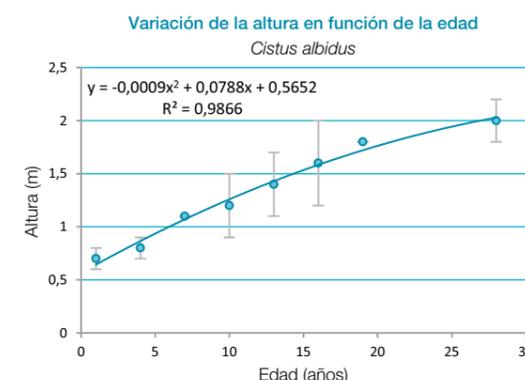
Talla: mata de follaje verde blanquecino, que suele alcanzar la talla de 1 metro o, en ocasiones, mayor.

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

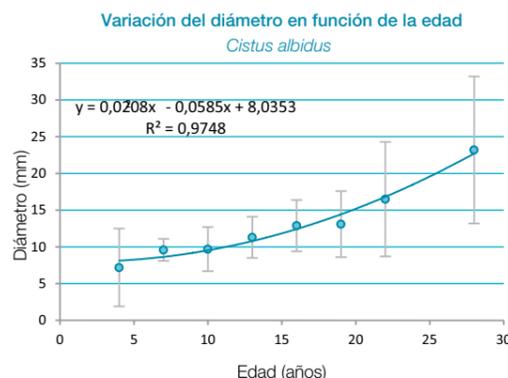
Dominios: es frecuente en áreas del quejigo, alcornoque, encina, acebuche, *Pinus nigra*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Juniperus thurifera* y *Juniperus oxycedrus*. En estos dominios aparece salpicada en claros y calveros dadas sus exigencias en luz. Se comporta como pirófito.



Crecimientos en diámetro y altura:



Cistus albidus (h _m)				
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



Cistus albidus (Ø _{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 (tn 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

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

	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 (tn 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

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

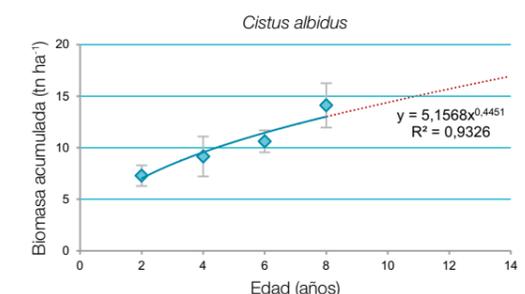
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	3,442917	0,8974647	3,836271	0,0003
b ₁	-0,201704	0,0884787	-2,279694	0,0268

Biomasa media modelo: 10,9
 Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,06
 Transformación CO₂: 1,8099

Evolución de la Biomasa aérea (tn ha⁻¹) en función de la edad:

Cistus albidus			
Edad	Nº parcelas	\bar{x} (tn ha ⁻¹)	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 (tn ha⁻¹ MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



Cistus populifolius L.



Fotografía 1.4.2.39.- Cistus populifolius en Sierra del Aljibe (Cádiz)

más umbrosas de *Quercus ilex*. Es una jara algo menos xerófila que sus congéneres, pero marcadamente termófila. Especie de media luz, se mezcla con 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.

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.

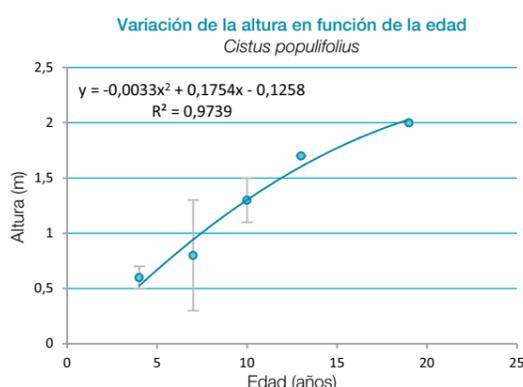
Dominios: vive en los dominios de *Quercus suber*, *Quercus canariensis* y en las zonas

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.

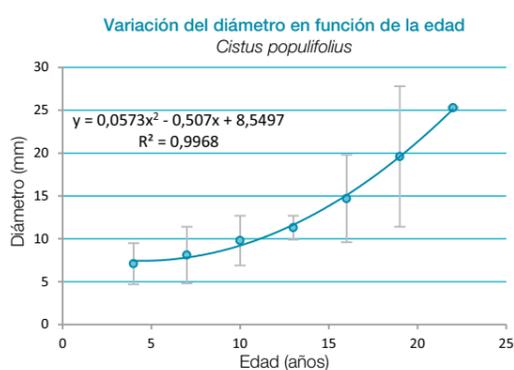
Distribución: Superficie dominante: 6.407 ha
 Superficie secundaria: 183.638 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



Cistus populifolius (h _m)				
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



Cistus populifolius (Ø ₃₀)				
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.

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.

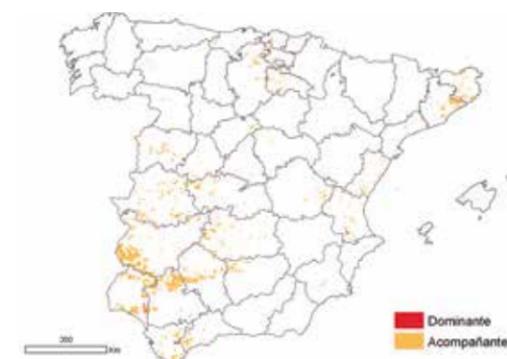
Aprovechamientos tradicionales: se conocen pocos aprovechamientos de esta especie por el hombre. Como todos los *Cistus* seguramente haya sido empleada como cama de ganado. En invierno es apetecida por el ganado cabrío y la caza.

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

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

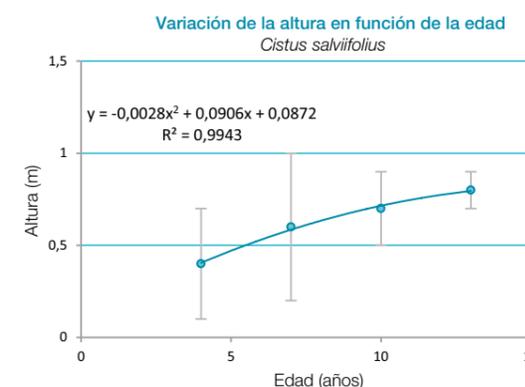
Talla: mata de 30 a 80 (100) centímetros, muy ramificada y desparramada.

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



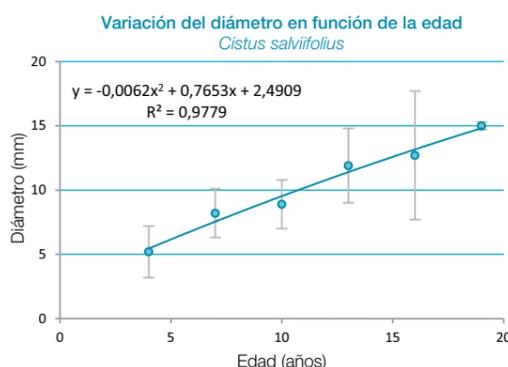
Dominios: su relativa tolerancia a la sombra le permite vivir como sotobosque de alcornoques y encinas en extensiones importantes del sur de la provincia de Badajoz. Participa en un amplio espectro de

Crecimientos en diámetro y altura:



Cistus salviifolius (h _m)				
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 salvifolius (O _{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 1.4.2.41.- Cistus crispus en floración.



Fotografía 1.4.2.42.- Cistus clusii en floración.



Fotografía 1.4.2.43.- 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.

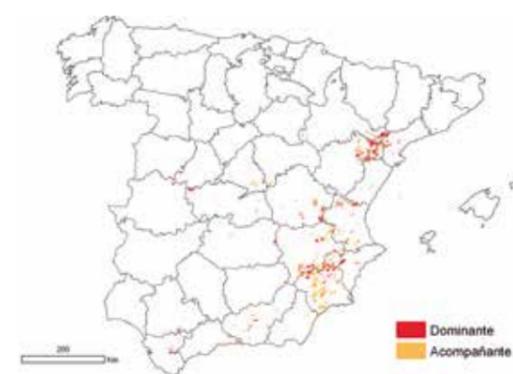
En el caso de *C. clusii*, es frecuente mezcla con *Rosmarinus officinalis* en zonas semiáridas (Bajo Aragón) constituyendo "romerales mixtos."

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.

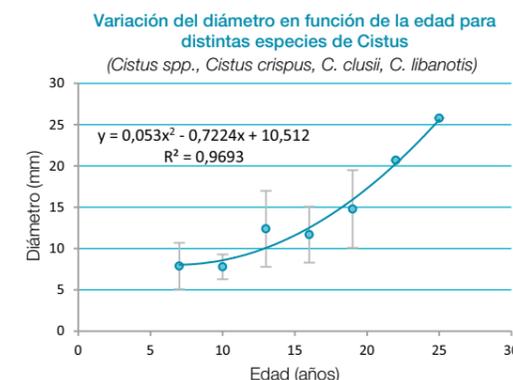
Distribución:

C. clusii:
Superficie dominante: 112.762 ha
Superficie secundaria: 523.243 ha

C. libanotis:
Superficie secundaria: 15.721 ha



Crecimientos en diámetro:



Cistus spp., C. crispus, C. clusii, C. libanotis (O _{sc})				
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.



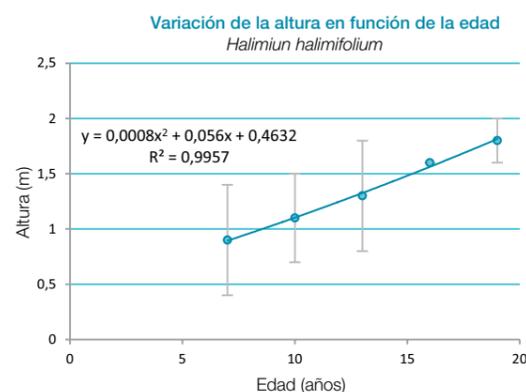
Fotografía 1.4.2.44.- Halimium halimifolium en la provincia de Huelva

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.

Crecimientos en diámetro y altura:



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).

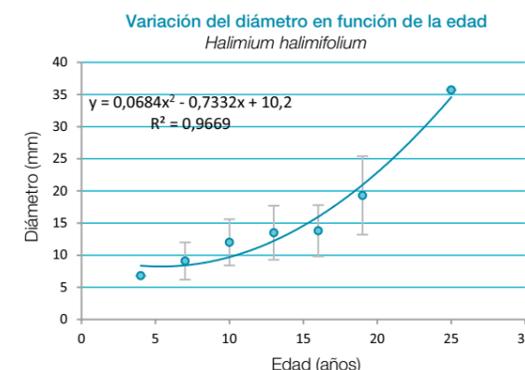
Aprovechamientos tradicionales: por su intensa floración se ha cultivado como ornamental. Por su producción de biomasa, se ha cultivado como combustible para hogares y hornos cuando crece en zonas de escasez de leñas. Su existencia en abundancia favorece la presencia de importantes poblaciones de conejo.

Distribución:

Superficie dominante: 38.500 ha
Superficie secundaria: 29.732 ha



Halimium halimifolium (h _m)				
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 (Ø _m)				
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 (tn 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

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

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,1066242	0,008963212	11,89576	0,00001

Rosmarinus officinalis L.



Fotografía 1.4.2.45.- 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.

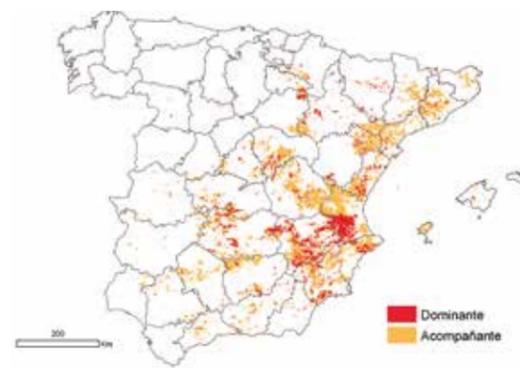
Suelos: vive sobre todos los sustratos edáficos, pero es más abundante en los calizos.

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.

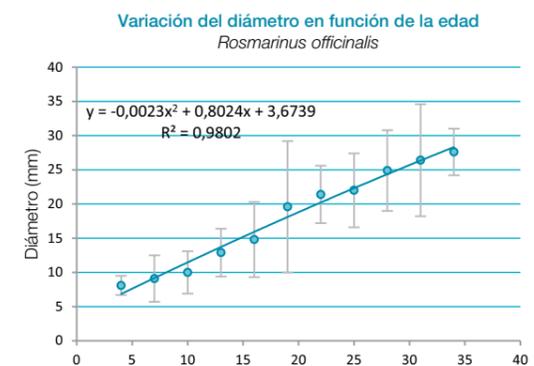
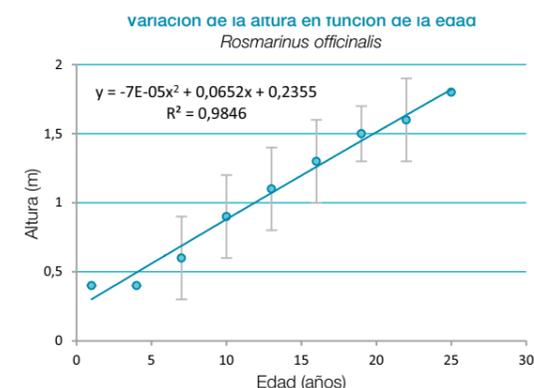
Aprovechamientos tradicionales: es probable que el romero sea una de las plantas más utilizadas por el hombre a lo largo de la historia. Se ha utilizado a nivel industrial y en hornos de pan, también como combustible en hogares. Productora de miel de gran calidad (miel de romero). Se cultiva frecuentemente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

Distribución:

Superficie dominante: 519.498 ha
Superficie secundaria: 3.406.018 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



<i>Rosmarinus officinalis</i> (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

<i>Rosmarinus officinalis</i> (Ø _{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 (tn 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

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

	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 (tn 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

Evolución de la Biomasa aérea (tn ha⁻¹) en función de la edad:

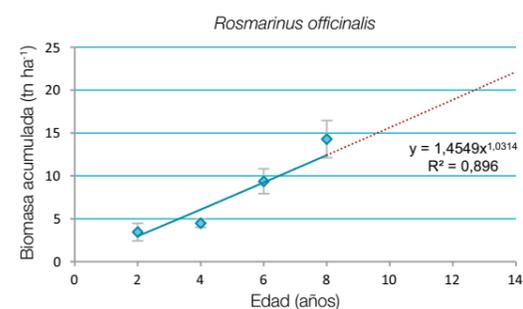
Rosmarinus officinalis			
edad	Nº parcelas	\bar{x} (tn ha ⁻¹)	sd
2	10	3,5	1,0
4	10	4,5	0,5
6	10	9,4	1,4
8	10	14,3	2,2

$$Y \text{ (tn ha}^{-1}\text{año}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)^{b_2}}$$

	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 CO₂: 1,8195

Variación de la Biomasa acumulada (tn ha⁻¹MS) en función de la edad en rodales puros y Fcc próxima al 100%:



Lavandula stoechas L.



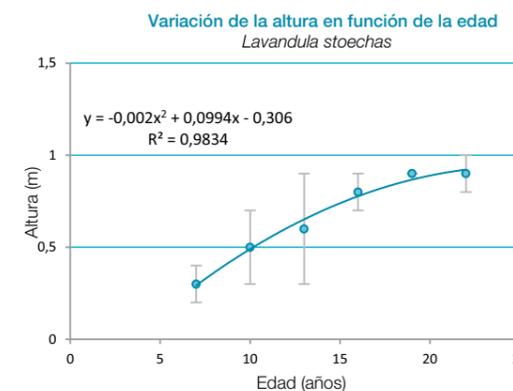
Fotografía I.4.2.46.- Lavandula stoechas.

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.*)

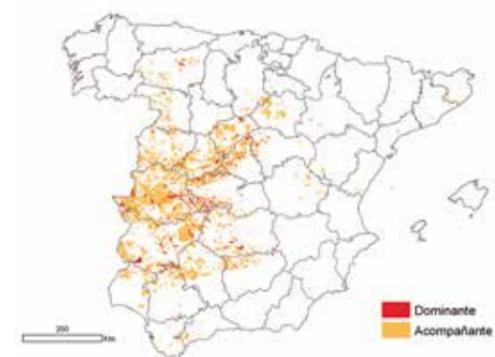
Crecimientos en diámetro y altura:



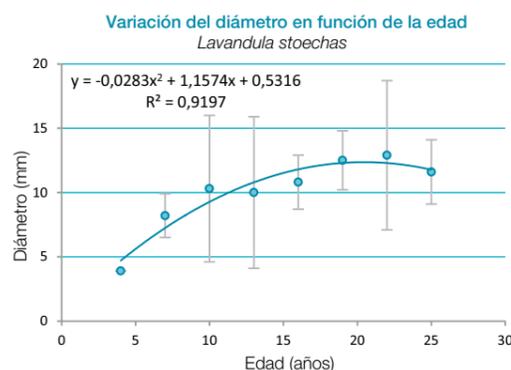
Dominios: los cantuesares o 'tomillares' abundan en la mitad norte peninsular en los dominios de *Quercus pyrenaica* y *Quercus ilex*; en la sur, ocupan terrenos intercalados en áreas de *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*. La especie forma parte del subpiso de arbustados de 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 _m)				
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 (O _{sc})				
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 (tn ha⁻¹ 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

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

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

$$Y \text{ (tn ha}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot [H_m \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

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

Phlomis purpurea L.

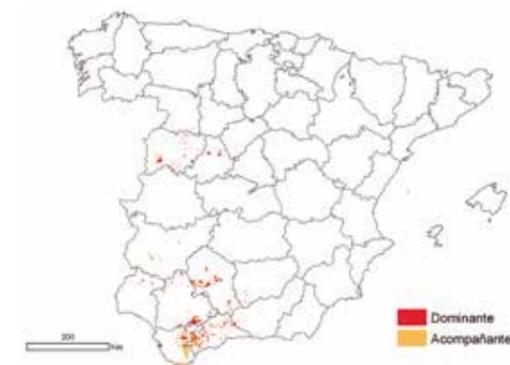


Fotografía I.4.2.47.- Phlomis purpurea en floración en Sierra Morena

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



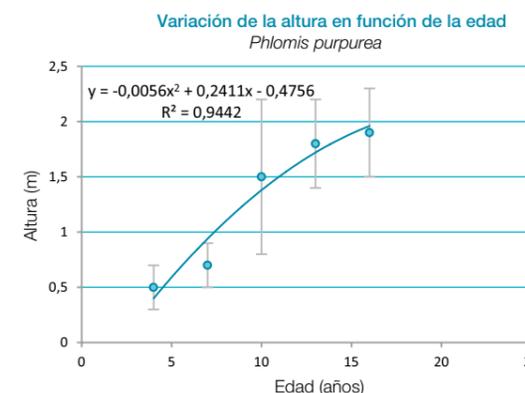
Nombres vulgares: matagallos, melera, chupamieles.

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

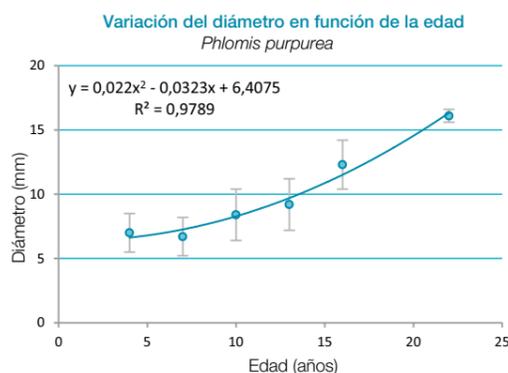
Suelos: pedregosos y poco profundos, prefiere los de naturaleza caliza pero es frecuente sobre silíceos en Sierra Morena.

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

Crecimientos en diámetro y altura:



Phlomis purpurea (h _m)				
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



Phlomis purpurea (Ø _{sc})				
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 (tn ha⁻¹ 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

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

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

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

	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 Lacaita, 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.

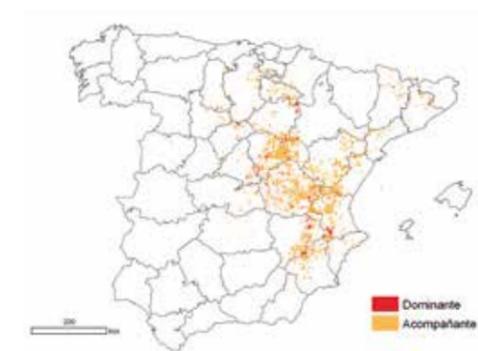
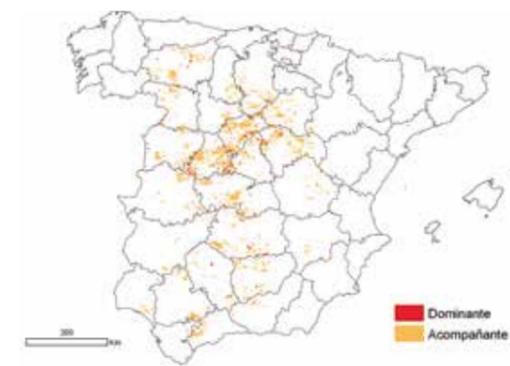
Distribución:

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



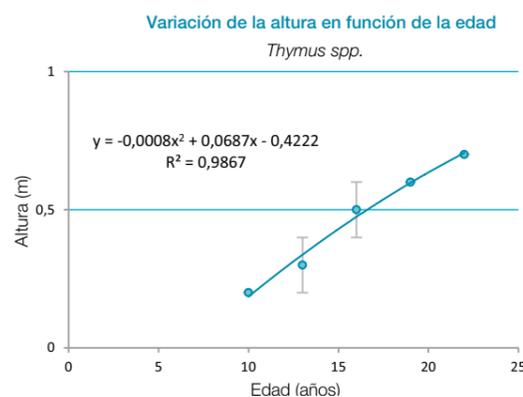
Distribución:

T. zygis:

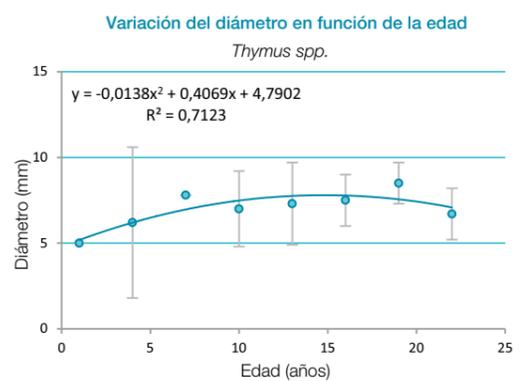
Superficie dominante: 39.586 ha
Superficie secundaria: 727.604 ha



Crecimientos en diámetro y altura:



<i>Thymus spp. (h_m)</i>				
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



<i>Thymus spp. (Ø_{sc})</i>				
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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,3520818	0,182531	7,407411	0,00001
b ₁	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 (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,1022028	0,01751544	5,835011	0,00001
b ₁	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

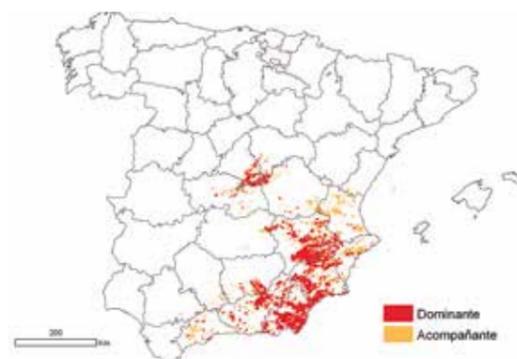
la vegetación arbórea ni arbustiva (tipo hiperxerófilo). En este caso están la mayoría de los espartizales puros, más o menos densos que han sido aprovechados por el hombre históricamente. En otras ocasiones se sitúa en ámbitos de encinares calcícolas, o bien en el dominio de *Olea europaea var. sylvestris*, *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

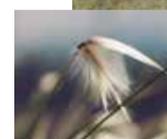
y capachos variados empleados para exprimir el orujo de aceituna y uva. Hasta los años 1969-70 se ha utilizado para los usos descritos y para fabricar papel muy fino, de gran blancura y calidad. En la actualidad se siguen haciendo aprovechamientos en determinados atochares, pero su cantidad no pasa de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

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.

Nombres vulgares: albardín, esparto basto.

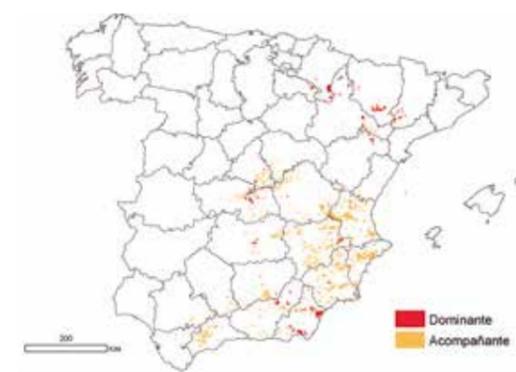
Talla: forma macollas algo menores y más claras que *Stipa tenacissima* y alcanza alturas de 0,5 a 1 (1,5) metros.

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

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 fruticultura, 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 arbustados.

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 arbustado.

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 quemaron 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 I.5.1.-Contenido de carbono total (% sobre peso seco en estufa) y desviación típica de las principales especies de arbustos y matorrales españoles

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

Fuente: Montero et al. 2013

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

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 F_{cc} 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 CO₂, las diferencias con la agrupación 18 (lentiscares 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 lentiscares 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

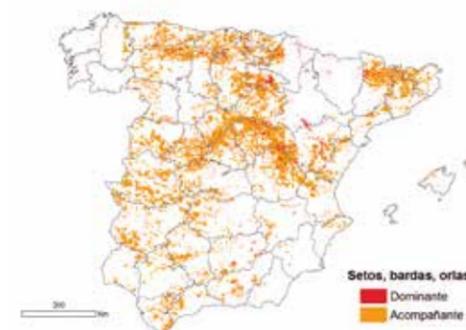
Se han adscrito a este tipo parcelas con presencia o dominancia de *Crataegus sp.*, *Rosa sp.*, *Prunus sp.*, *Rubus sp.* (*espinares caducifolios*) y también *Berberis sp.*, *Rhamnus cathartica* y posible presencia de arbolillos o arbustos como *Ilex aquifolium*. En el tipo, se incluyen también setos y orlas de arbustos inermes. N° parcelas: 31



Fotografía 1.6.2.2.- Setos espinosos. Hoya del Espino (Jaén)



Fotografía 1.6.2.2.-Rubus ulmifolius como sotobosque de Q. pyrenaica. Montes de Tras la Sierra (Cáceres)



Superficie dominante: 51.305 ha
Superficie acompañante: 6.281.202 ha

Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,6441192	0,120869	5,329067	0,00001

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,06662938	0,0188693	3,5311	0,0028

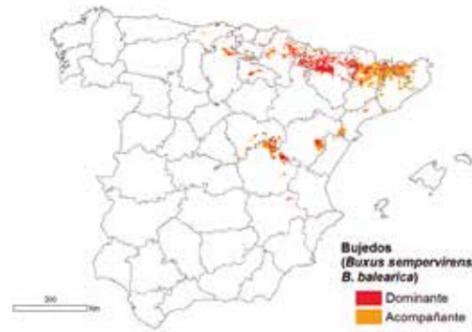
Biomasa media modelo: 2,74

Tasa acum. anual Biomasa modelo: 0,28

Coefficiente de transformación de carbono en CO₂: 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



Fotografía 1.6.2.3.- *Buxus sempervirens*. El Boixal. Puertos de Beceite (Castellón)

Superficie dominante: 100.661 ha
Superficie acompañante: 562.444 ha

Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ 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

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

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

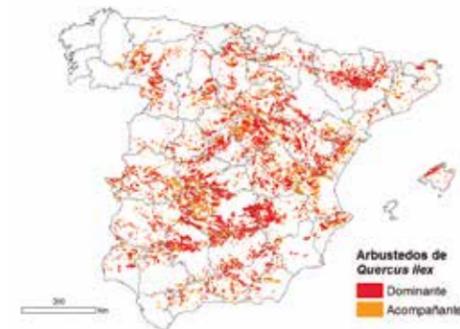
$$Y \text{ (tn ha}^{-1}\text{año}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot [Hm \cdot \arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

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

Biomasa media modelo: 13,72
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 0,46
Coeficiente de transformacion de carbono en CO₂: 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 1.6.2.4.- Arbustados de Q. ilex. Las Batuecas (Cáceres)

Superficie dominante: 1.482.245 ha
Superficie acompañante: 1.415.249 ha

Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ 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

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

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

Biomasa media modelo: 4,00
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 0,28
Coeficiente de transformacion de carbono en CO₂: 1,7131

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

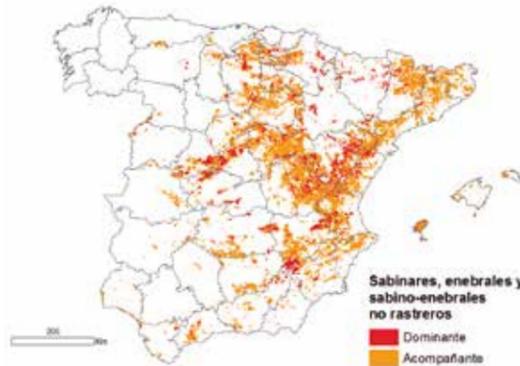
Fcc (%)	Altura media (dm)			
	5	10	15	20
10	0,12	0,24	0,36	0,49
20	0,18	0,35	0,53	0,70
30	0,22	0,44	0,66	0,88
40	0,26	0,52	0,78	1,04
50	0,30	0,59	0,89	1,19
60	0,33	0,67	1,00	1,34
70	0,37	0,75	1,12	1,50
80	0,42	0,84	1,26	1,67
90	0,47	0,94	1,42	1,89
100	0,59	1,19	1,78	2,38

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

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

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 silicícolas. 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 (tn ha⁻¹ 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,8170986	0,19344388	4,223957	0,00001
b ₁	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 (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

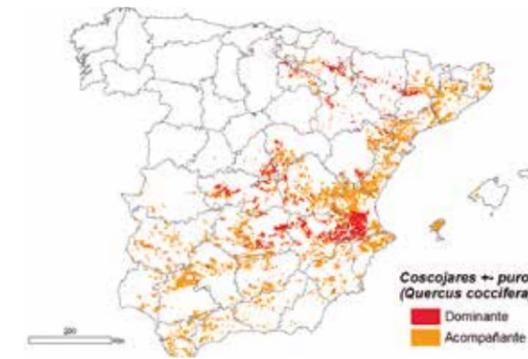
$$Y \text{ (tn ha}^{-1}\text{año}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot [Hm^{b_1} \cdot \arccos(\sqrt{(FCC/100)})]^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,4917113	0,1128271	4,358095	0,00001
b ₁	0,4288069	0,1064173	4,029486	0,0001
b ₂	1,7303628	0,1219542	14,188625	0,00001

Biomasa media modelo: 17,19
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,35
Coeficiente de transformación de carbono en CO₂: 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

Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ 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

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

	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



Fotografía I.6.2.8.- Coscojar. Motilla del Palancar (Cuenca)



Fotografía I.6.2.8.- Coscojar bajo P. halepensis. Casas de Ves (Albacete)

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

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

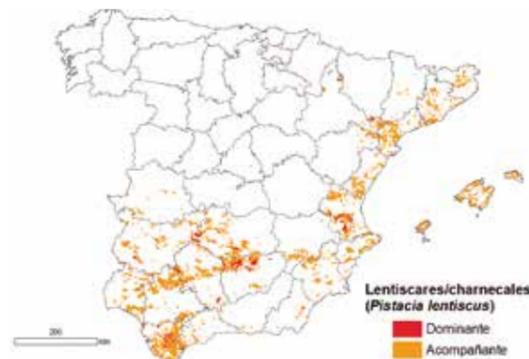
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	5,570363	0,9087199	6,129901	0,00001
b ₁	-0,353561	0,0779021	-4,538523	0,00001
b ₂	1,436201	0,1891700	7,592117	0,00001

Biomasa media modelo: 16,18
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,61
Coeficiente de transformación de carbono en CO₂: 1,7200

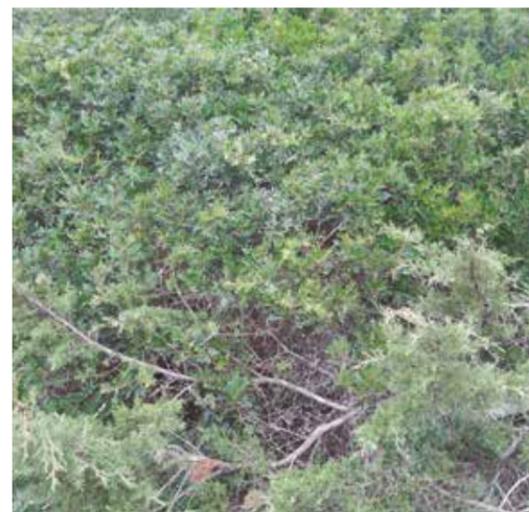
Agrupación 18.- Lentiscales, charnecales (*Pistacia lentiscus*)

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 (tn ha⁻¹ 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

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

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

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

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

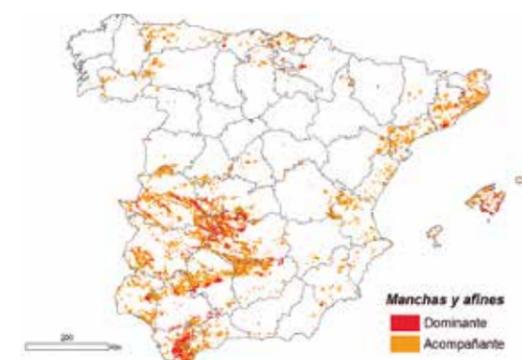
	value	Std. Error	t-value	p-value
a	-0,1694	0,1291	2,232	0,0323
b	0,31190	0,1720	1,8113	0,0740
c	1,6414	0,1769	9,278	0,00001
SEE	0,6606			

Biomasa media modelo: 21,54
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,19
Coeficiente de transformacion de carbono en CO₂: 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



Superficie dominante: 429.014 ha
Superficie acompañante: 3.739.433 ha

Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,628329	0,05365844	30,36619	0,00001



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)

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

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

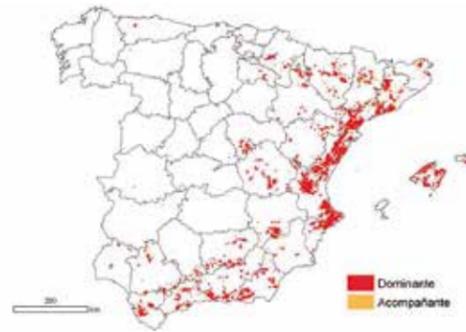
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,1451652	0,01354465	10,71753	0,00001
b ₁	0,8653415	0,03584943	24,13822	0,00001

Biomasa media modelo: 16,46
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,07
Coeficiente de transformacion de carbono en CO₂: 1,8411

Agrupación 19A.- Garrigas (matorrales pluriespecíficos calcícolas más o menos termófilos)

Montes subarborescentes 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)							
	Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
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	

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	4,772295	0,6709249	7,113009	0,00001
b ₁	0,591833	0,0572568	10,336478	0,00001
b ₂	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 (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)							
	Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
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	

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

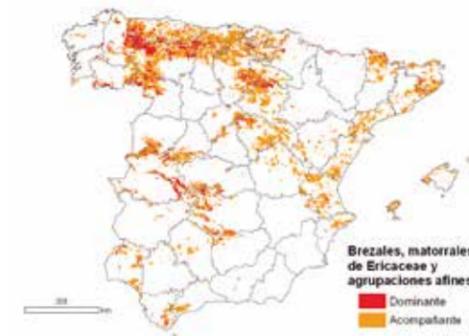
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,1418861	0,01111786	12,76199	0,00001

Biomasa media modelo: 18,64
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,64
Coeficiente de transformación de carbono en CO₂: 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.

Nº parcelas: 202



Superficie dominante: 423.010 ha
Superficie acompañante: 5.967.775 ha

Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)							
	Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
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	

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	2,0483619	0,29848547	6,862518	0,00001
b ₁	0,8613609	0,05455957	15,787532	0,00001



Fotografía I.6.2.15.- *Erica australis*. Sierra de Francia (Salamanca)



Fotografía I.6.2.15.- Brezales. Valle del Silencio. Peñalba de Santiago (León)

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)							
	Fcc (%)	5	10	15	20	25	30	35
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	

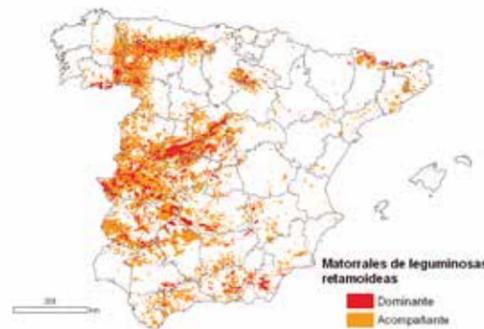
$$Y \text{ (tn ha}^{-1}\text{año}^{-1}\text{)} = a_1 \cdot [Hm \arccos(\sqrt{FCC/100})]^{b_1}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,0383463	0,00618931	6,19558	0,00001
b ₁	1,3885334	0,05905447	20,58199	0,00001

Biomasa media modelo: 18,71
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,36
Coeficiente de transformación de carbono en CO₂: 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 (tn ha⁻¹ 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	9,018966	2,8947325	3,115647	0,0022
b ₁	0,329990	0,1083941	3,044352	0,0027
b ₂	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 (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

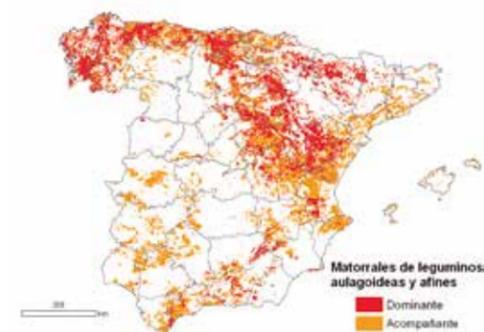
$$Y (tn ha^{-1}año^{-1}) = a_1 \cdot [Hm \cdot \arccoseno(\sqrt{(FCC/100)})^{b_1}]$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,2474103	0,03991110	6,199034	0,00001
b ₁	0,8828921	0,05382941	16,401668	0,00001

Biomasa media modelo: 22,93
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,97
Coeficiente de transformacion de carbono en CO₂: 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/eriocladus*, *U. baeticus*, *Ulex australis*, *Genista scorpius*, *G. hirsuta*, *G. hispanica*...)
Nº parcelas: 162



Superficie dominante: 1.432.757 ha
Superficie acompañante: 6.525.629 ha

Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ 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

$$W (tn ha^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot \arccoseno(\sqrt{(FCC/100)})^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,4901824	0,2077259	7,173791	0,00001
b ₁	0,988850	0,0645308	15,323689	0,00001
b ₂	1,0275925	0,1364453	7,531166	0,00001



Fotografía I.6.2.19.- *Genista scorpius*. Barriopedro (Guadalajara)



Fotografía I.6.2.19.- *Ulex europaeus*. Dozón (Pontevedra)

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ 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

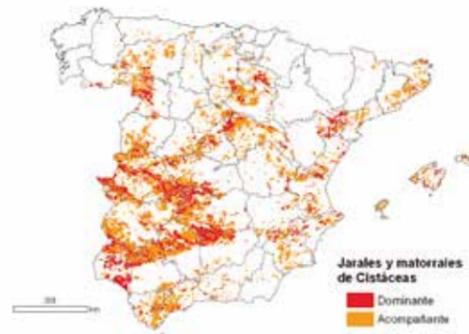
$$Y (tn ha^{-1}año^{-1}) = a_1 \cdot Hm^{b_1} \cdot \arccoseno(\sqrt{(FCC/100)})^{b_2}$$

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,1624006	0,19463606	5,972175	0,00001
b ₁	0,203849	0,8068031	2,447997	0,0203
b ₂	2,3009147	0,1802069	12,768183	0,00001

Biomasa media modelo: 18,65
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 2,19
Coeficiente de transformacion de carbono en CO₂: 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



Superficie dominante: 755.117 ha
Superficie acompañante: 7.214.939 ha

Biomasa total acumulada (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
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

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

	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



Fotografía I.6.2.21.- Formación jaral. Sierra de Miravete (Cáceres)



Fotografía I.6.2.21.- Cistus ladanifer. Saucelles (Salamanca)

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	5	10	15	20	25	30	35
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

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

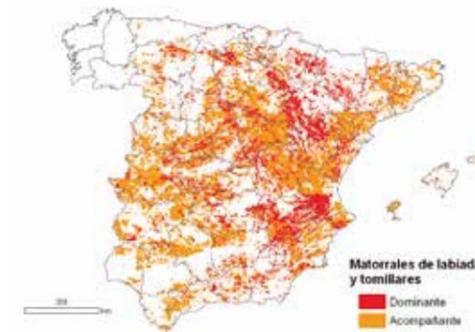
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,4405185	0,06374844	6,910263	0,00001
b ₁	0,534338	0,05297978	10,085700	0,00001

Biomasa media modelo: 15,65
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,66
Coeficiente de transformacion de carbono en CO₂: 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)				
	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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,378164	0,14550175	9,471803	0,00001
b ₁	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 (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)				
	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

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

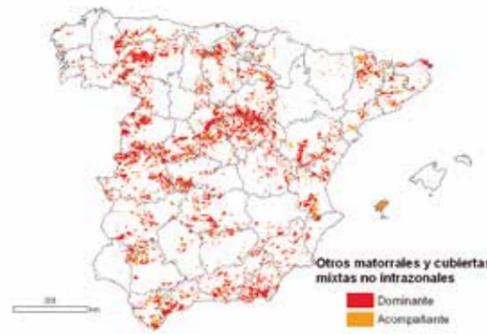
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,24304	0,03250731	7,476472	0,00001
b ₁	0,709618	0,06132918	11,570641	0,00001

Biomasa media modelo: 7,76
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 0,83
Coeficiente de transformacion de carbono en CO₂: 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 silicícolas, 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 silicícolas 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)				
Fcc (%)	5	10	15	20	25
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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,7222769	0,14453082	11,91633	0,00001
b ₁	0,7768124	0,02703033	28,73855	0,00001

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn 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	0,17	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

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

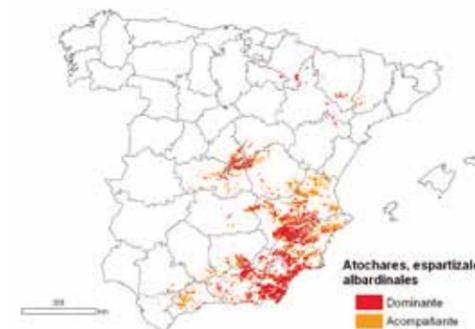
	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,7368077	0,10359872	7,112131	0,00001
b ₁	0,386989	0,06720174	5,758609	0,00001
b ₂	1,8208543	0,1311645	13,882219	0,00001

Biomasa media modelo: 9,54
Tasa acum. anual Biomasa modelo: 1,39
Coeficiente de transformación de carbono en CO₂: 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	Altura media (dm)		
	5	10	15
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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,9808213	0,06928048	14,15725	0,00001

Biomasa media modelo: 7,57
 Coeficiente de transformación de carbono en CO₂: 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, 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media (Arbustados):

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,100638	0,14900909	7,386382	0,00001
b ₁	1,039058	0,05889581	17,642301	0,00001
b ₂	0,8728029	0,08316549	10,494773	0,00001

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media (Arbustados):

Hm (dm)	Altura media (dm)						
	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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	4,889672	0,7252342	6,742197	0,00001
b ₁	-0,46149	0,0698084	-6,61081	0,00001
b ₂	2,418631	0,1450579	16,67355	0,00001

Biomasa media modelo: 13,74
 Crecimiento medio modelo: 0,91
 Coeficiente de transformación de carbono en CO₂: 1,8095

1.6.3.2 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media (Matorrales):

Hm (dm)	Altura media (dm)					
	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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,8255065	0,10115836	18,04603	0,00001
b ₁	0,884400	0,02142397	41,28087	0,00001



Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media (Matorrales):

Hm (dm)	Altura media (dm)					
Fcc (%)	5	10	15	20	25	30
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

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

	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 CO₂: 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 m² 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 CO₂ 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 CO₂ 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 (tn ha⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media. Para España peninsular 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	1,6893814	0,08596185	19,65269	0,00001
b ₁	0,9116759	0,01986898	45,88439	0,00001

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha⁻¹ año⁻¹ MS) en función de Fcc y Altura media. Para España peninsular 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

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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	0,6605358	0,06404191	10,314119	0,00001
b ₁	0,4347823	0,0437338	9,941562	0,00001
b ₂	1,6817780	0,06391779	26,311580	0,00001

Biomasa media modelo: 15,28
Crecimiento medio modelo: 1,67
Coefficiente de transformacion de carbono en CO₂: 1,8333



1.7 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.

1.7.1 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 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.

1.7.2 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- Arbustados 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 arbustados 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.

1.7.3 Estimación de la biomasa por formaciones

Las diferentes fisonomías 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 1.6.3.1) puede mejorar la precisión de la estimación de la biomasa de éstos, y lo mismo puede decirse para los matorrales.

1.7.4 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 $tn \cdot ha^{-1} MS$, por la superficie de matorral o arbustado considerada.

1.8 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 ⁻¹)	Tasa de acumulación anual (tn ha ⁻¹)	Total Biomasa acumulada en agrupación (tn)	Tasa de acumulación anual (tn año ⁻¹)
11 Galerías arbustivas, matorrales hidrófilos o freatófitos	36.707,58				
12 Setos, bardas, orlas	51.305,19	2,74	0,28	140.695 ⁽¹⁾	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 Lentiscare/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 (Hippophæ rhamnoides, Rhamnus saxatilis, Rh.lycioides -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				
TOTAL	9.819.613,46		22,40	122.080.077	13.347.637
35 Espartizales y albardinales	403.067,51	7,57		3.051.085	

(1) la biomasa total acumulada obtenida en el proceso de cálculo general con cuatro decimales varí ligeramente de la obtenida por multiplicación de la 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 ⁻¹)	Tasa de acumulación anual (tn ha ⁻¹)	Total Biomasa acumulada en agrupación (tn)	Tasa de acumulación anual (tn año ⁻¹)
Arbustados	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	
TOTAL	9.776.298,29			142.453.848	12.170.685

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 ⁻¹)	Tasa de acumulación anual (tn ha ⁻¹)	Total Biomasa acumulada en agrupación (tn)	Tasa de acumulación anual (tn año ⁻¹)
Arbustados 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 ⁶)	Tasa de acumulación anual (tn 10 ⁶)	CO ₂ total acumulado en matorral (tn 10 ⁶)	Tasa de acumulación anual de CO ₂ (tn 10 ⁶)
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 139·10⁶ tn de biomasa seca para toda España y se acumulan casi 14 millones de tn anualmente, siendo las cifras referidas a la cantidad de CO₂ 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 CO₂, lo que da lugar a un coeficiente de transformación de biomasa seca en CO₂ 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.

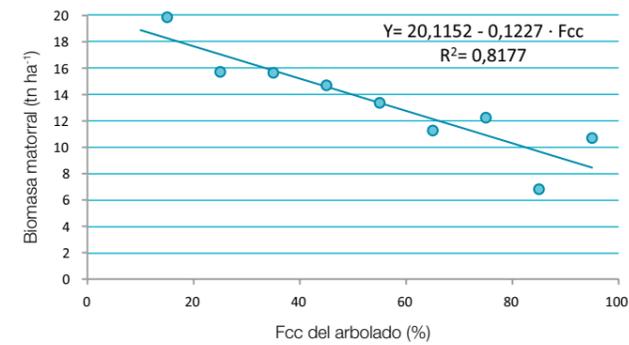
Se ha intentado la búsqueda de esas relaciones por especies arbóreas en algunas de las cuales se cuenta con un número elevado de parcelas, tales como *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, pero los resultados 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 $tn\ ha^{-1}$ 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 ($t\ ha^{-1}$) 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

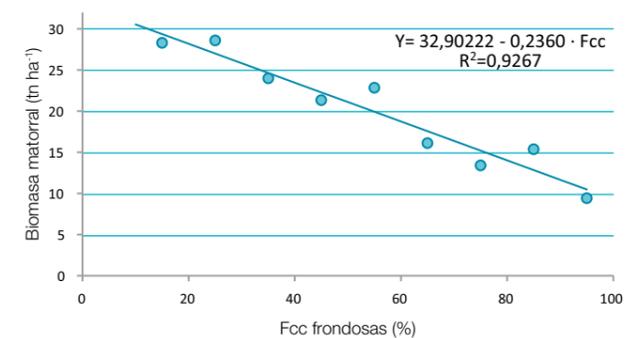


Ese mismo ajuste se ha hecho para el conjunto de las especies de frondosas y para el de coníferas por separado, buscando un mayor grado de correlación entre la fracción de cabida cubierta del arbolado y la biomasa del matorral.

Frondosas:

Tabla I.9.2.-Variación de Biomasa del matorral ($t\ ha^{-1}$) 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

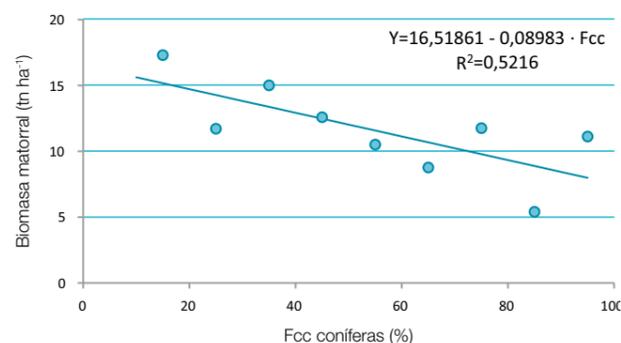




Coníferas:

Tabla I.9.3.-Variación de Biomasa del matorral (t ha⁻¹) 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 CO₂ 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, arbustedos y matorrales.

Tabla I.10.1.- Comparación de producción de biomasa aérea total⁽¹⁾ y fijación de CO₂ por la biomasa aérea de masas forestales arbóreas, arbustedos, matorrales y espartizales.

Agrupación	Biomasa aérea (toneladas MS) 10 ⁶		CO ₂ total (toneladas MS) 10 ⁶	
	Biomasa total acumulada	Incremento neto anual	CO ₂ total fijado	Incremento de CO ₂ neto anual
Total masas arboladas (2016)	1.434,50	32,91	2.602,56	59,80
Arbustedos (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 CO₂ y fijan cada año más de 34,27Mt de CO₂.

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 CO₂, 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 CO₂ 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 CO₂ 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.

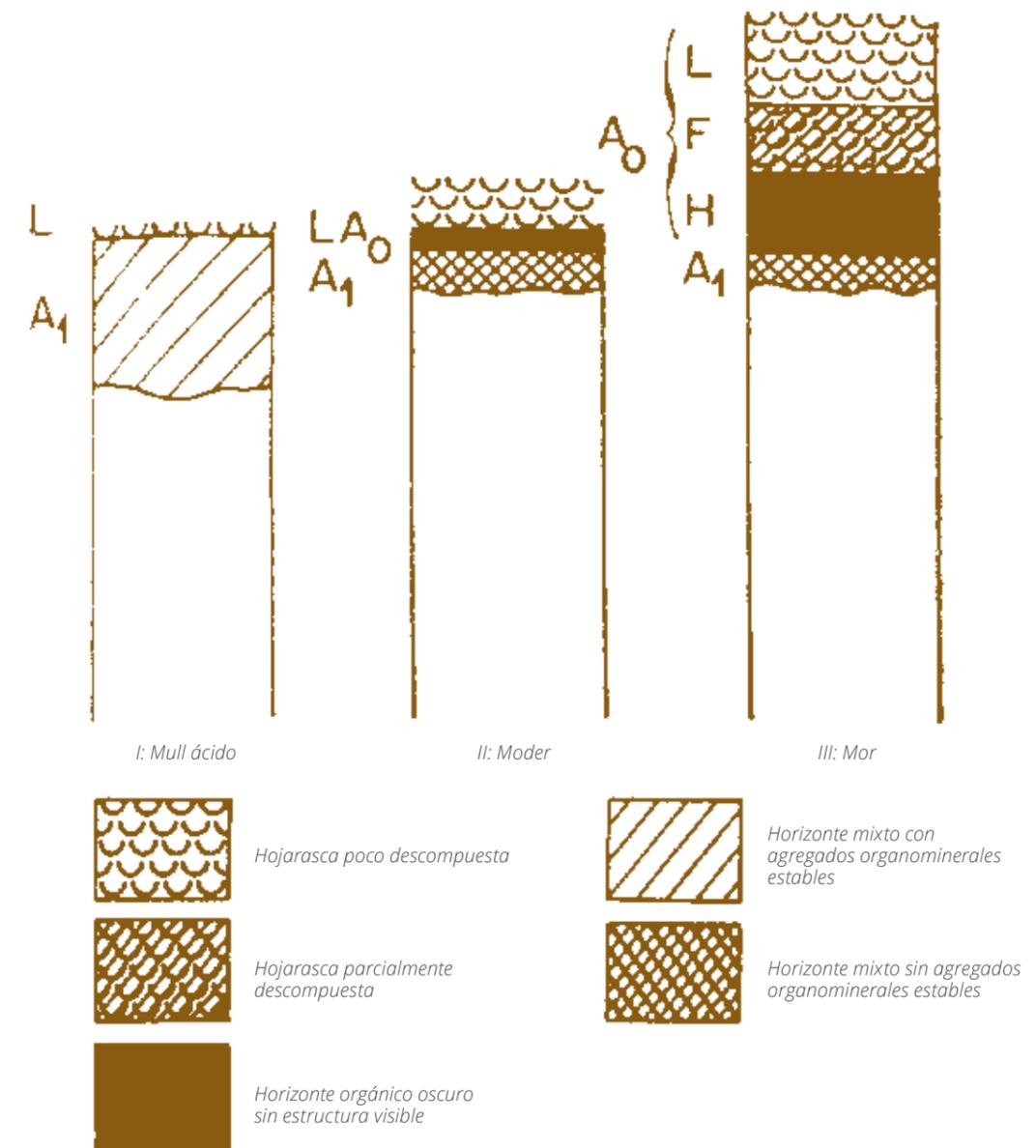
II.1.2 Procesos de humificación y mineralización

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)

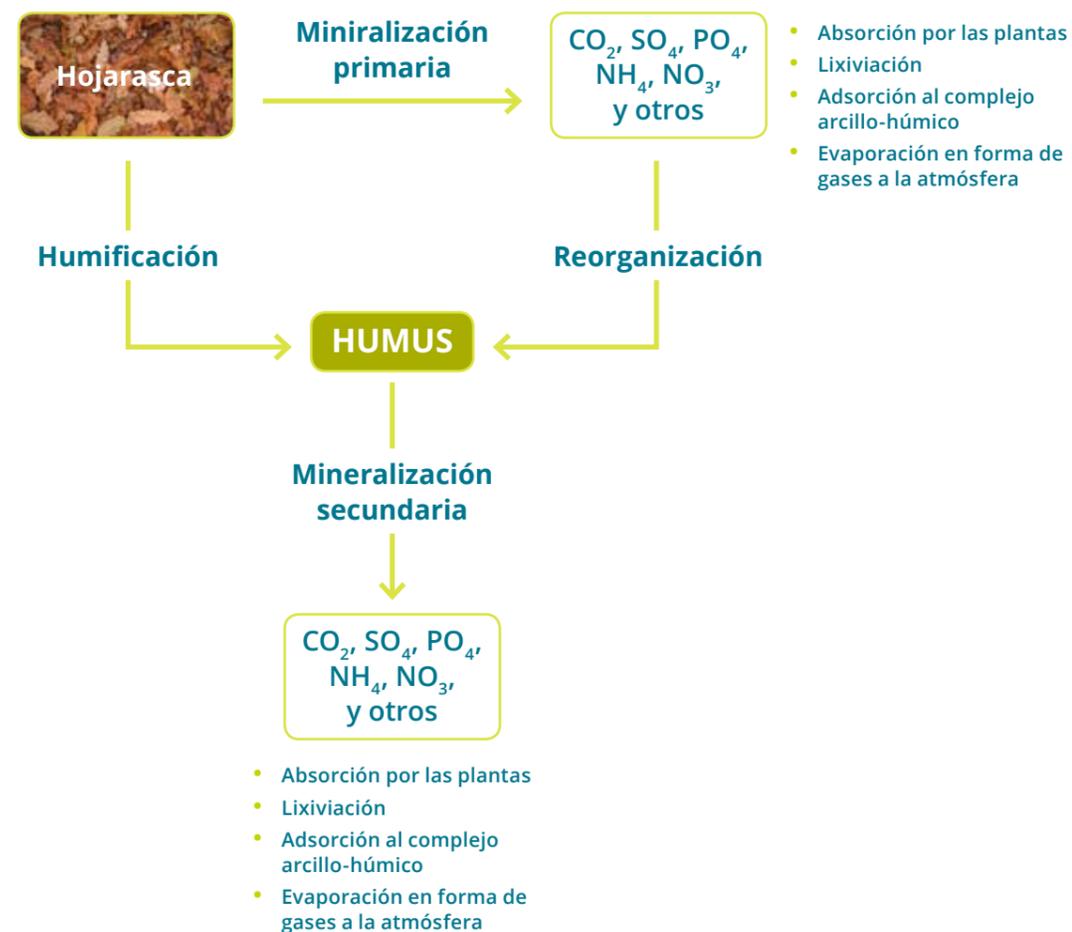




La hojarasca, dependiendo de la especie principal de la cual procede, presenta propiedades variables que hacen que su humificación y mineralización sean más o menos rápidas y que el humus formado sea más o menos rico en nutrientes. En este sentido, autores como Cobertera (1993) clasifican la hojarasca 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 CO_2 y 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⁻² de área cubierta por matorral en distintas localizaciones españolas (Valores tomados de bibliografía)

Formación y especie	Región o Provincia	Zona	Desfronde anual (kg ha ⁻¹ año)	Referencia
<i>Adenocarpus decorticans</i>	Almería	Sierra Filabres	93,37	Moro, 1992
<i>Adenocarpus hispanicus</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	353,49	García Ibáñez, 2001
<i>Anthyllis cytisoides</i>	Almería	Sierra Filabres	108,54	Puigdefábregas et al., 1996
<i>Arbutus unedo</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	333,00	Fernández, 1999
<i>Arbutus unedo</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	160,00	Fernández, 1999
<i>Arbutus unedo</i>	Cádiz	PN Los Alcornocales	51,00	Fernández, 1999
<i>Cistus ladanifer</i>	Badajoz	Cheles	263,43	Márquez et al., 1989
<i>Cistus ladanifer</i>	Badajoz	Cheles	290,00	Núñez-Oliveira et al., 1993
<i>Cistus ladanifer</i>	Cádiz	PN Los Alcornocales	234,00	Fernández, 1999
<i>Cistus ladanifer</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	272,00	Fernández, 1999
<i>Cistus ladanifer</i>	Extremadura		280,00	Núñez Oliveira, 1989
<i>Cistus ladanifer</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	84,00	Fernández, 1999
<i>Cistus laurifolius</i>	Almería	Sierra Filabres	47,74	Moro, 1992
<i>Cistus laurifolius</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	435,60	García Ibáñez, 2001
<i>Cistus salviifolius</i>	Sevilla	Las Navas Sierra Norte	212,00	Fernández., 1999
<i>Cytisus oromediterraneus</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	135,41	García Ibáñez, 2001
<i>Cytisus scoparius</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	222,88	García Ibáñez, 2001
<i>Daphne gnidium</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	9,00	Fernández, 1999
<i>Erica arborea</i>	Cádiz	PN Los Alcornocales	152,00	Fernández, 1999
<i>Erica arborea</i>	Sevilla	Las Navas Sierra Norte	78,00	Fernández, 1999
<i>Erica scoparia</i>	Huelva	Doñana	281,20	Merino y Martín-Vicente, 1988
<i>Genista cinerea</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	321,51	García Ibáñez, 2001
<i>Genista florida</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	358,32	García Ibáñez, 2001
<i>Genista hirsuta</i>	Sevilla	Las Navas Sierra Norte	45,00	Fernández, 1999
<i>Genista hirsuta</i>	Cádiz	PN Los Alcornocales	115,00	Fernández, 1999
<i>Halimium halimifolium</i>	Huelva	Doñana	71,10	Merino y Martín-Vicente, 1988
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Ávila	Hoyo de Pinares	63,00	Calama et al., com. pers.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Madrid	Cadalso de los Vidrios	31,00	Calama et al., com. pers.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Murcia	Cuenca Río Mula	112,00	Belmonte Serrato et al., 1998
<i>Lavandula stoechas</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	122,00	Fernández, 1999
<i>Myrtus communis</i>	Cádiz	PN Los Alcornocales	47,00	Fernández, 1999
<i>Myrtus communis</i>	Badajoz	Cheles	120,63	Lavado et al., 1989
<i>Myrtus communis</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	119,00	Fernández, 1999
<i>Phillyrea angustifolia</i>	Cádiz	PN Los Alcornocales	31,00	Fernández, 1999
<i>Phillyrea angustifolia</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	27,00	Fernández, 1999
<i>Phillyrea latifolia</i>	Cádiz	PN Los Alcornocales	51,00	Fernández, 1999
<i>Phlomis purpurea</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	53,00	Fernández, 1999
<i>Pistacia lentiscus</i>	Badajoz	Cheles	236,48	Lavado et al., 1989
<i>Quercus coccifera</i>	Valencia	Buñol	373,30	Cañellas y San Miguel, 2003
<i>Quercus coccifera</i>	Valencia	Venta Moro	324,20	Cañellas y San Miguel, 2003
<i>Quercus coccifera</i>	Valencia	Chera	522,90	Cañellas y San Miguel, 2003
<i>Quercus ilex</i>	Ávila	Hoyo de Pinares	73,00	Calama et al., com. pers.
<i>Quercus ilex</i>	Madrid	Cadalso de los Vidrios	37,00	Calama et al., com. pers.
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Almería	Sierra Filabres	140,64	Puigdefábregas et al., 1996
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Murcia	Cuenca Río Mula	77,50	Belmonte Serrato et al., 1998
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	91,00	Fernández, 1999
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	147,00	Fernández, 1999
<i>Stipa tenacissima</i>	Almería	Sierra Filabres	396,86	Puigdefábregas et al., 1996
<i>Thymus vulgaris</i>	Murcia	Cuenca Río Mula	111,70	Belmonte Serrato et al., 1998
<i>Viburnum tinus</i>	Cádiz	PN Los Alcornocales	106,00	Fernández, 1999
<i>Viburnum tinus</i>	Sevilla	Las Navas. Sierra Norte	65,00	Fernández, 1999

Fuente: Elaboración propia

Tabla II.1.3.2.-Producción de desfronde anual para diferentes especies arbóreas (kg materia seca ha⁻¹) en diferentes localizaciones de España

Formación y especie	Región o Provincia	Área	Fcc(%)	Nº años	Desfronde anual (kg ha ⁻¹ año)	Referencia
BOSQUE						
<i>Abies alba</i>	Barcelona/Girona	Montseny		2	3.430	Ferrés et al., 1984
<i>Castanea sativa</i>	Salamanca	Sierra de Béjar		1	5.873	Santa Regina y Gallardo, 1985
<i>Castanea sativa</i>	Salamanca	Sierra de Gata		1	4.912	Santa Regina, 2000
<i>Castanea sativa</i>	Salamanca	Sierra de Tamames		4	4.972	Salazar, 2008
<i>Castanea sativa</i>	Salamanca	Sierra de Tamames		4	5.237	Salazar, 2008
<i>Fagus sylvatica</i>	Barcelona/Girona	Montseny		≥2	4.300	Ferrés et al., 1984
<i>Fagus sylvatica</i>	La Rioja	Sierra de la Demanda		5	4.682	Santa Regina y Tarazona, 2000
<i>Fagus sylvatica</i>	Barcelona/Girona	Montseny		5	6.000	Bou et al., 2015
<i>Fagus sylvatica</i>	Madrid	Sierra Guadarrama			5.760	Gil et al., 1999
<i>Fagus sylvatica</i>	Zaragoza	Moncayo		1	4.250	Carceller et al., 1989
<i>Pinus halepensis</i>	Islas Baleares	Mallorca	60	2	2.980	García-Plé et al., 1995
<i>Pinus halepensis</i>	Granada	Guadix	85	3	3.287	Jiménez y Navarro, 2016
<i>Pinus halepensis</i>	Granada	Guadix	58	3	2.326	Jiménez y Navarro, 2016
<i>Pinus halepensis</i>	Granada	Guadix	47	3	1.953	Jiménez y Navarro, 2016
<i>Pinus halepensis</i>	Granada	Guadix	32	3	1.304	Jiménez y Navarro, 2016
<i>Pinus halepensis</i>	Murcia	Cuenca del río Mula		4	2.379	Belmonte Serrato et al., 1998
<i>Pinus halepensis</i>	Palencia		71	2	2.144	Bueis et al., 2017
<i>Pinus halepensis</i>	Valencia	Tuéjar	100	2	2.912	Lado-Monserrat et al., 2016
<i>Pinus halepensis</i>	Valencia	Tuéjar	40	2	2.057	Lado-Monserrat et al., 2016
<i>Pinus halepensis</i>	Valencia	Tuéjar	25	2	1.321	Lado-Monserrat et al., 2016
<i>Pinus nigra</i>	Almería	Sierra Filabres		3	1.143	Moro, 1992
<i>Pinus nigra</i>	Cuenca	Sierra de Cuenca		1	2.028	Espinosa et al., 2018
<i>Pinus nigra / P. pinaster</i>	Cuenca	Sierra de Cuenca		1	3.171	Espinosa et al., 2018
<i>Pinus pinaster</i>	Almería	Sierra Filabres		3	2.043	Moro, 1992
<i>Pinus pinaster</i>	Ciudad Real	Sierra Morena	100	10	3.532	Montero et al., 1999
<i>Pinus pinaster</i>	Ciudad Real	Sierra Morena	90	10	2.687	Montero et al., 1999
<i>Pinus pinaster</i>	Ciudad Real	Sierra Morena	80	10	2.372	Montero et al., 1999
<i>Pinus pinaster</i>	Ciudad Real	Sierra Morena	70	10	2.175	Montero et al., 1999
<i>Pinus pinaster</i>	Ciudad Real	Sierra Morena		10	3.285	Roig et al., 2005
<i>Pinus pinaster / Q. pyrenaica</i>	Toledo	Montes de Toledo		2	4.837	Bravo-Oviedo et al., 2013
<i>Pinus pinaster</i>	Zamora	Villalpando		3	1.728	Santa Regina, 2001
<i>Pinus pinea</i>	Huelva	Doñana			1.019	Mancilla-Leytón et al., 2013
<i>Pinus pinea</i>	Zamora	Villalpando		3	2.400	Santa Regina, 2001
<i>Pinus radiata</i>	Cataluña, Andalucía	Área mediterránea		1	4.100	Romanyà y Vallejo, 2004
<i>Pinus radiata</i>	País Vasco	Área atlántica		1	3.000	Romanyà y Vallejo, 2004
<i>Pinus radiata</i>	Lugo			1	2.400	Ouro et al., 2001
<i>Pinus radiata</i>	Vizcaya			2	3.635	Barraqueta y Basagoti, 1988
<i>Pinus radiata</i>	Vizcaya		90	5	5.070	González-Arias et al., 1998
<i>Pinus sylvestris</i>	Girona	Pirineo Oriental		2	2.685	Pausas et al., 1994
<i>Pinus sylvestris</i>	Girona	Pirineo Oriental		2	3.632	Pausas, 1997
<i>Pinus sylvestris</i>	Huesca	Jaca		1	2.954	Alvera, 1980
<i>Pinus sylvestris</i>	La Rioja	Sierra de la Demanda		5	5.791	Santa Regina & Tarazona, 2000
<i>Pinus sylvestris</i>	Madrid	Sierra Guadarrama			5.695	Pardo et al., 1999
<i>Pinus sylvestris</i>	Navarra	Aspurz	100	2	5.533	Blanco et al., 2006
<i>Pinus sylvestris</i>	Navarra	Aspurz	80	2	4.635	Blanco et al., 2006
<i>Pinus sylvestris</i>	Navarra	Aspurz	70	2	4.313	Blanco et al., 2006
<i>Pinus sylvestris</i>	Navarra	Garde	100	2	3.986	Blanco et al., 2006
<i>Pinus sylvestris</i>	Navarra	Garde	80	2	3.584	Blanco et al., 2006
<i>Pinus sylvestris</i>	Navarra	Garde	70	2	2.795	Blanco et al., 2006
<i>Pinus sylvestris</i>	Palencia		85	2	2.357	Bueis et al., 2017
<i>Pinus sylvestris</i>	Salamanca	Sierra de Béjar		1	8.853	Santa Regina y Gallardo, 1985
<i>Pinus sylvestris</i>	Segovia	Valsain		1	3.720	García del Barrio, 2000
<i>Pinus sylvestris</i>	Segovia	Valsain		11	4.116	Martínez-Alonso et al., 2007
<i>Pinus sylvestris</i>	Zaragoza	Moncayo		4	2.907	Pausas et al., 1994
<i>Pinus (mezcla)</i>	Palencia	Páramos y Valles		1	8.900	Herrero et al., 2016



Tabla II.1.3.2.-Continuacion)

Formación y especie	Región o Provincia	Área	Fcc(%)	Nº años	Producción (kg ha ⁻¹ año)	Referencia
<i>Quercus canariensis</i>	Cádiz	Quejigar	91	1	3.585	Fernández, 1999
<i>Quercus canariensis</i>	Cádiz	Canutos	56	1	2.223	Fernández, 1999
<i>Quercus ilex</i>	Barcelona/Girona	Montseny		1	4.520	Verdú <i>et al.</i> , 1980
<i>Quercus ilex</i>	Barcelona/Girona	Montseny		≥1	5.310	Ferrés <i>et al.</i> , 1984
<i>Quercus ilex</i>	Barcelona/Girona	Montseny		5	4.340	Bou <i>et al.</i> , 2015
<i>Quercus ilex</i>	Segovia	Muñopedro			1.198	Serrada <i>et al.</i> , 1996
<i>Quercus ilex</i>	Tarragona	Prades		6	3.900	Lledó, 1990
<i>Quercus ilex</i>	Tarragona	Prades	100	7	2.282	Bellot <i>et al.</i> , 1992
<i>Quercus ilex</i>	Zamora	Villalpando		3	2.320	Santa Regina, 2001
<i>Quercus petraea</i>	Girona	Montseny		5	4.400	Bou <i>et al.</i> , 2015
<i>Quercus petraea</i>	Zaragoza	Moncayo		1	3.598	Carceller <i>et al.</i> , 1989
<i>Quercus pyrenaica</i>	Madrid	Sierra Guadarrama	100	2	4.526	Cañellas <i>et al.</i> , 1996
<i>Quercus pyrenaica</i>	Madrid	Sierra Guadarrama	75	2	3.598	Cañellas <i>et al.</i> , 1996
<i>Quercus pyrenaica</i>	Madrid	Sierra Guadarrama	65	2	3.420	Cañellas <i>et al.</i> , 1996
<i>Quercus pyrenaica</i>	Madrid	Sierra Guadarrama	50	2	2.180	Cañellas <i>et al.</i> , 1996
<i>Quercus pyrenaica</i>	Madrid	Sierra Guadarrama		≥2	5.220	Gil <i>et al.</i> , 1999
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca	Sierra de Béjar		1	8.617	Santa Regina y Gallardo, 1985
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca	Sierra de Gata		2	3.136	Rapp <i>et al.</i> , 1999
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca	Sierra de Tamames		4	3.493	Salazar, 2008
<i>Quercus pyrenaica</i>	Zaragoza	Moncayo		1	4.900	Carceller <i>et al.</i> , 1989
<i>Quercus robur</i>	Galicia			3	5.977	Díaz-Maroto y Vila-Lameiro, 2006
<i>Quercus suber</i>	Girona	Sierra de St. Hilari		1	5.246	Oliva <i>et al.</i> , 1992
<i>Quercus suber</i>	Girona	Quart		1	4.380	Oliva <i>et al.</i> , 1992
<i>Quercus suber</i>	Girona	Sierra de St. Hilari		≥3	4.620	Caritat <i>et al.</i> , 1996
<i>Quercus suber</i>	Girona	Quart		≥3	3.960	Caritat <i>et al.</i> , 1996
<i>Quercus suber</i>	Girona	Montseny		6	4.774	Caritat <i>et al.</i> , 2006
<i>Quercus suber</i>	Girona	Montseny		9	4.293	Andivia <i>et al.</i> , 2018
<i>Quercus suber</i>	Huelva	Hinojos		9	3.530	Andivia <i>et al.</i> , 2018
<i>Quercus (mezcla)</i>	Palencia	Páramos y Valles		1	2.900	Herrero <i>et al.</i> , 2016
BOSQUE DE RIBERA						
<i>Populus, Salix, Tamarix</i>	Zaragoza	Río Ebro			5.630	González, 2012
MANCHA						
<i>Quercus suber</i>	Cádiz		23	1	1.014	Fernández, 1999
<i>Quercus suber</i>	Sevilla	Las Navas	6	2	442	Fernández, 1999
<i>Quercus suber</i>	Sevilla	Las Navas	18	2	631	Fernández, 1999
DEHESA						
<i>Olea europaea var. oleaster</i>	Cádiz		10	1	321	Fernández, 1999
<i>Olea europaea var. oleaster</i>	Sevilla	Las Navas	18	1	299	Fernández, 1999
<i>Pinus pinea</i>	Valladolid	Viana de Cega	29	4	719	Calama <i>et al.</i> , com pers.
<i>Pinus pinea</i>	Valladolid	Viana de Cega	20	4	514	Calama <i>et al.</i> , com pers.
<i>Pinus pinea</i>	Valladolid	Viana de Cega	26	4	680	Calama <i>et al.</i> , com pers.
<i>Pinus pinea</i>	Valladolid	Viana de Cega	19	4	312	Calama <i>et al.</i> , com pers.
<i>Pinus pinea</i>	Valladolid	Viana de Cega	29	4	699	Calama <i>et al.</i> , com pers.
<i>Pinus pinea</i>	Valladolid	Viana de Cega	26	4	668	Calama <i>et al.</i> , com pers.
<i>Pinus pinea</i>	Valladolid	Viana de Cega	33	4	716	Calama <i>et al.</i> , com pers.
<i>Pinus pinea</i>	Valladolid	Viana de Cega	49	4	1.143	Calama <i>et al.</i> , com pers.
<i>Quercus ilex</i>	Huelva	Calañas	bc	2	2.533	Andivia <i>et al.</i> , 2009
<i>Quercus ilex</i>	Huelva	San Bartolomé	bc	2	2.859	Andivia <i>et al.</i> , 2009
<i>Quercus ilex</i>	Huelva	San Bartolomé	bc	6	2.627	Andivia <i>et al.</i> , 2012
<i>Quercus ilex</i>	Salamanca	Barbadillo	bc	2	6.969	Gómez Gutiérrez <i>et al.</i> , 1981
<i>Quercus ilex</i>	Salamanca	Barbadillo	31	3	1.887	Martín <i>et al.</i> , 1996
<i>Quercus ilex</i>	Salamanca		bc	3	5.212	Escudero <i>et al.</i> , 1985
<i>Quercus ilex</i>	Salamanca		fc-12	3	413	Escudero <i>et al.</i> , 1985
<i>Quercus ilex</i>	Sevilla	Las Navas	22	2	957	Fernández, 1999
<i>Quercus ilex</i>	Sevilla	Las Navas	32	2	989	Fernández, 1999
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca		bc	3	3.397	Escudero <i>et al.</i> , 1985
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca		fc-12	3	435	Escudero <i>et al.</i> , 1985
<i>Quercus suber</i>	Huelva	Hinojos	bc	6	3.368	Andivia <i>et al.</i> , 2012
<i>Quercus suber</i>	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 redundará 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 ± 2 °C por la noche, 25 ± 2 °C durante el día, con el riego a capacidad de campo) (Incerti *et al.* 2011)

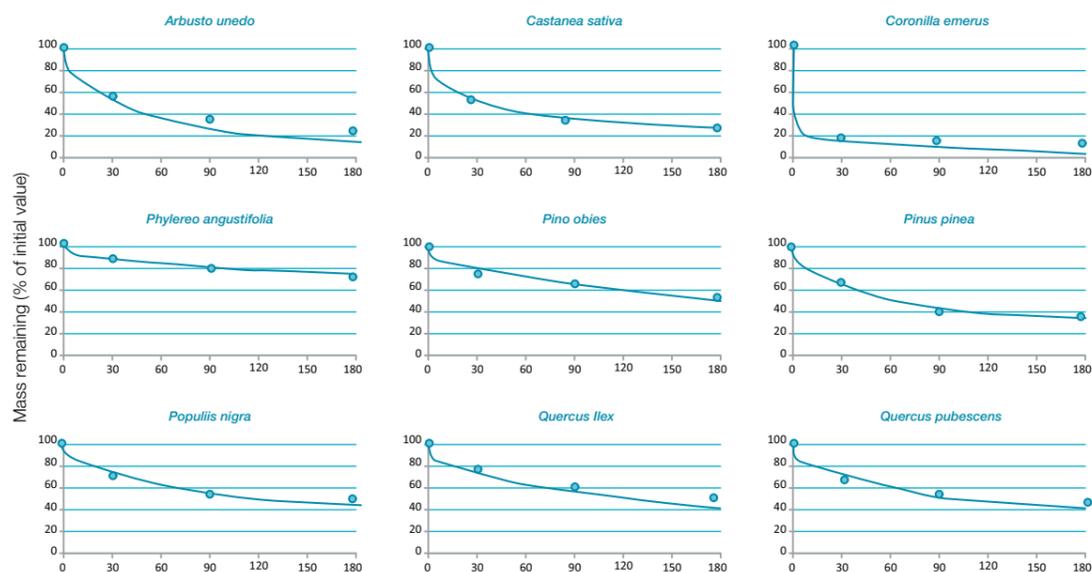
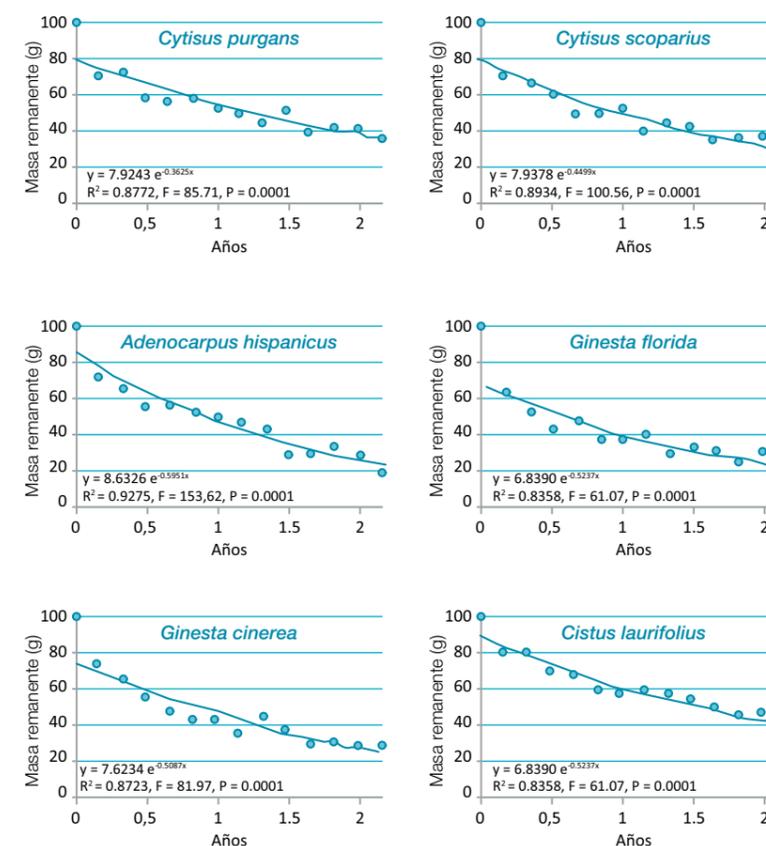


Figura II.1.5.2.- Masa remanente de la descomposición de la hojarasca ajustada al modelo exponencial simple negativo (Olson, 1963) para seis arbustos en la Sierra de Guadarrama (García Ibáñez 2001)



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.

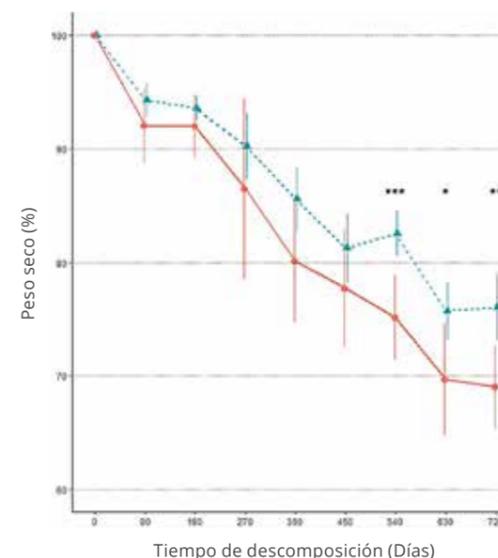


Figura II.1.5.3.- Dinámica de la descomposición de las acículas de *Pinus pinaster* (azul) y hojas de *Quercus pyrenaica* (rojo) en una masa mixta de estas dos especies en los Montes de Toledo (Toledo). Fuente: modificado de Bravo-Oviedo *et al.* (2017).



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 (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 Fuencaliente (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 $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$, 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															
	MBD				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

MBD: Máxima densidad biológica para la especie; Control: Sin tratamiento; C-1: Clara moderada; C-2: Clara fuerte; AB y N: Área Basimétrica ($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$) 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*
ZONA ARBOLADA					
<i>Alnus glutinosa</i>	Guadalajara	Humanes	2,07	Pérez-Corona <i>et al.</i> , 2006	Experimental
<i>Betula pubescens</i>	Salamanca	Sierra de Francia	1,20	Escudero <i>et al.</i> , 1991	Experimental
<i>Castanea sativa</i>	Salamanca	Sierra de Béjar	0,22	Santa Regina y Gallardo, 1995	Calculado
<i>Castanea sativa</i>	Salamanca	Sierra de Béjar	0,31	Santa Regina y Gallardo, 1995	Experimental
<i>Fagus sylvatica</i>	Barcelona	Montseny	0,22	Terradas <i>et al.</i> , 1984	Experimental
<i>Fagus sylvatica</i>	La Rioja	Sierra de la Demanda	0,37	Santa Regina y Tarazona, 2001	Calculado
<i>Fagus sylvatica</i>	La Rioja	Sierra de la Demanda	0,29	Santa Regina y Tarazona, 2001	Experimental
<i>Fagus sylvatica</i>	Madrid	Montejo de la Sierra	0,31	Pardo <i>et al.</i> , 1997	Experimental
<i>Frangula alnus</i>	Salamanca	Sierra de Francia	1,97	Escudero <i>et al.</i> , 1991	Experimental
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Guadalajara	Humanes	4,47	Pérez-Corona <i>et al.</i> , 2006	Experimental
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Huelva	Doñana	0,44	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Málaga	La Saucedá	1,07	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Pinus halepensis</i>	Mallorca	Alcudia	0,27	García-Plé <i>et al.</i> , 1995	Experimental
<i>Pinus halepensis</i>	Palencia-Valladolid		0,30	Bueis <i>et al.</i> , 2017	Experimental
<i>Pinus halepensis</i>	Valencia	Tuéjar	0,28	Lado-Monserrat <i>et al.</i> , 2016	Experimental
<i>Pinus nigra</i>	Almería	Sierra Filabres	0,17	Moro <i>et al.</i> , 1996	Experimental
<i>Pinus pinaster</i>	Almería	Sierra Filabres	0,13	Moro <i>et al.</i> , 1996	Experimental
<i>Pinus pinaster</i>	Ciudad Real	Sierra Morena	0,37	Montero <i>et al.</i> , 1999	Calculado
<i>Pinus pinaster</i>	Salamanca	Sierra de Francia	0,37	Escudero <i>et al.</i> , 1991	Experimental
<i>Pinus pinaster</i>	Toledo	Montes de Toledo	0,15	Bravo-Oviedo <i>et al.</i> , 2017	Experimental
<i>Pinus pinaster</i>	Zamora	Tierra de Campos	0,25	Santa Regina, 2001	Calculado
<i>Pinus pinaster</i>	Zamora	Tierra de Campos	0,75	Santa Regina, 2001	Experimental
<i>Pinus pinea</i>	Huelva	Doñana	0,26	Mancilla-Leytón <i>et al.</i> , 2013	Experimental
<i>Pinus pinea</i>	Zamora	Tierra de Campos	0,27	Santa Regina, 2001	Calculado
<i>Pinus pinea</i>	Zamora	Tierra de Campos	0,73	Santa Regina, 2001	Experimental
<i>Pinus radiata</i>	Girona	Sta. Coloma de Farners	0,47	Cortina y Vallejo, 1994	Experimental
<i>Pinus radiata</i>	Lugo		0,45	Ouro <i>et al.</i> , 2001	Experimental
<i>Pinus sylvestris</i>	Girona	Pirineos	0,24	Pausas, 1997	Experimental
<i>Pinus sylvestris</i>	La Rioja	Sierra de la Demanda	0,46	Santa Regina y Tarazona, 2001	Calculado
<i>Pinus sylvestris</i>	La Rioja	Sierra de la Demanda	0,31	Santa Regina y Tarazona, 2001	Experimental
<i>Pinus sylvestris</i>	Palencia		0,37	Bueis <i>et al.</i> , 2017	Experimental
<i>Pinus sylvestris</i>	Salamanca	Sierra de Béjar	0,13	Santa Regina y Gallardo, 1995	Calculado
<i>Pinus sylvestris</i>	Salamanca	Sierra de Béjar	0,23	Santa Regina y Gallardo, 1995	Experimental
<i>Pinus sylvestris</i>	Salamanca	Sierra de Francia	0,73	Escudero <i>et al.</i> , 1991	Experimental
<i>Pinus spp.</i>	Palencia	Páramos y Valles	0,18	Herrero <i>et al.</i> , 2016	Experimental
<i>Populus nigra</i>	Guadalajara		0,71	Aranda <i>et al.</i> , 1990	Experimental
<i>Populus spp.</i>	Madrid		0,60	Moyano <i>et al.</i> , 2010	Experimental
<i>Populus spp.</i>	Soria		0,31	Moyano <i>et al.</i> , 2010	Experimental
<i>Populus x hybrida</i>	Guadalajara	Humanes	2,01	Pérez-Corona <i>et al.</i> , 2006	Experimental
<i>Quercus canariensis</i>	Huelva	Doñana	0,33	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus canariensis</i>	Málaga	La Saucedá	0,50	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus faginea</i>	Huelva	Doñana	0,17	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus faginea</i>	Málaga	La Saucedá	0,35	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus ilex</i>	Barcelona	Montseny	0,30	Verdú <i>et al.</i> , 1984	Experimental
<i>Quercus ilex</i>	Lleida	Cervera	0,36	Rosich <i>et al.</i> , 1989	Experimental

Tabla II.1.5.2.- (Continuación)

Formación / especie	Región / Provincia	Área	Tasa k_d	Referencia	Metodología*
<i>Quercus ilex</i>	Salamanca		0,49	Escudero <i>et al.</i> , 1985	Calculado
<i>Quercus ilex</i>	Zamora	Tierra de Campos	0,48	Hernández <i>et al.</i> , 1992	Experimental
<i>Quercus ilex</i>	Zamora	Tierra de Campos	0,56	Santa Regina, 2001	Calculado
<i>Quercus ilex</i>	Zamora	Tierra de Campos	0,44	Santa Regina, 2001	Experimental
<i>Quercus pyrenaica</i>	Huelva	Doñana	0,34	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus pyrenaica</i>	Málaga	La Saucedá	0,62	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus pyrenaica</i>	Madrid	Montejo de la Sierra	0,47	Pardo <i>et al.</i> , 1997	Experimental
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca	Sierra de Béjar	0,19	Santa Regina y Gallardo, 1995	Calculado
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca	Sierra de Béjar	0,23	Santa Regina y Gallardo, 1995	Experimental
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca	Sierra de Gata	0,48	Martín <i>et al.</i> , 1997	Calculado
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca	Sierra de Gata	0,34	Martín <i>et al.</i> , 1997	Experimental
<i>Quercus pyrenaica</i>	Salamanca	Sierra de Francia	1,10	Escudero <i>et al.</i> , 1991	Experimental
<i>Quercus pyrenaica</i>	Toledo	Montes de Toledo	0,17	Bravo-Oviedo <i>et al.</i> , 2017	Experimental
<i>Quercus suber</i>	Huelva	Doñana	0,18	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus suber</i>	Málaga	La Saucedá	0,40	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus spp.</i>	Palencia	Páramos y Valles	0,46	Herrero <i>et al.</i> , 2016	Experimental
<i>Salix atrocinerea</i>	Huelva	Doñana	0,18	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Salix atrocinerea</i>	Málaga	La Saucedá	0,37	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
ZONA ARBUSTIVA					
<i>Adenocarpus decorticans</i>	Almería	Sierra Filabres	0,53	Moro <i>et al.</i> , 1996	Experimental
<i>Adenocarpus hispanicus</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,74	García Ibáñez, 2001	Experimental
<i>Cistus laurifolius</i>	Almería	Sierra Filabres	0,21	Moro <i>et al.</i> , 1996	Experimental
<i>Cistus laurifolius</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,49	García Ibáñez, 2001	Experimental
<i>Cistus libanotis</i>	Huelva	Doñana	0,14	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Cistus libanotis</i>	Málaga	La Saucedá	0,34	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Cytisus purgans</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,45	García Ibáñez, 2001	Experimental
<i>Cytisus scoparius</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,59	García Ibáñez, 2001	Experimental
<i>Genista cinerea</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,58	García Ibáñez, 2001	Experimental
<i>Genista florida</i>	Madrid	Sierra de Guadarrama	0,71	García Ibáñez, 2001	Experimental
<i>Halimium halimifolium</i>	Huelva	Doñana	0,16	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Halimium halimifolium</i>	Málaga	La Saucedá	0,46	Gallardo y Merino, 1993	Experimental
<i>Quercus coccifera</i>	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 mas 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 del 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

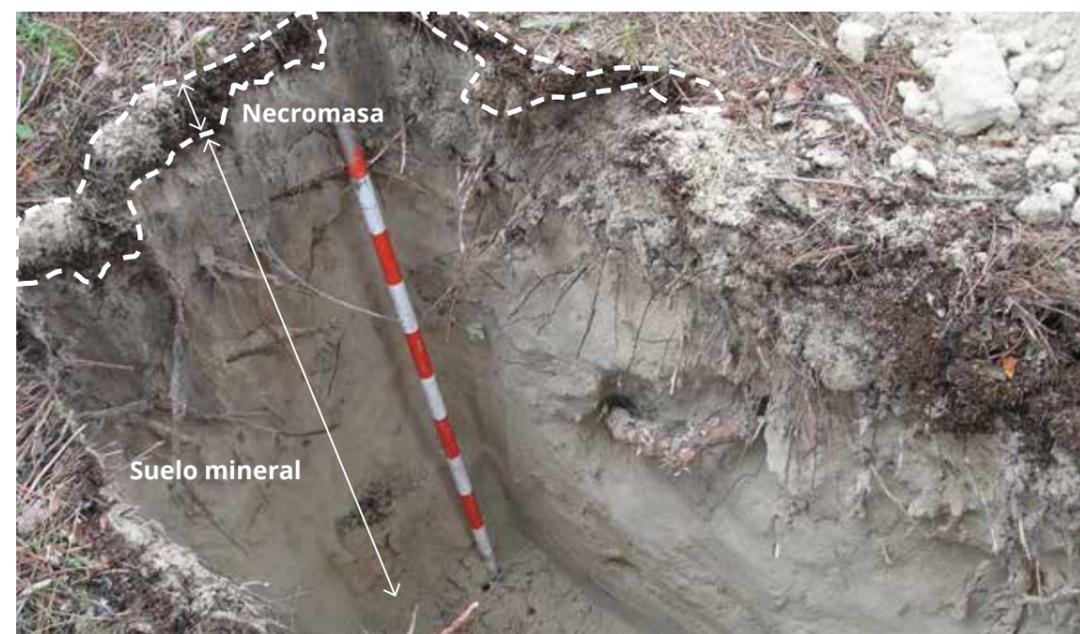


Figura II.3.2.1. Identificación de la capa orgánica superficial o necromasa mediante línea de puntos, que coinciden aproximadamente con el grosor del mismo. Obsérvese el color marrón oscuro de dicho horizonte en la parte frontal del perfil. Masa de Pinus pinea. Valladolid.

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 trituró 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 aire y se remueve la muestra para su homogeneización. A continuación se separa una submuestra en bolsas de polietileno que se seca a 65°C para la determinación del Carbono Orgánico total. El resto de la muestra se seca en estufa a 102°C 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 cabida cubierta arbolada menor del 10%. En este caso la fracción de cabida 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 ($t\ ha^{-1}$)		(% Carbono)		C Org Total ⁽¹⁾ ($t\ ha^{-1}$)		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 ⁽¹⁾	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 adhesionadas. 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:

- 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 ($t\ ha^{-1}$) 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.
- 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 ($5,6\ t\ ha^{-1}$) supone, el el 29,1% menos de lo acumulado por las masas arboladas en conjunto.
- 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 (t MS). Es decir, a efectos de este trabajo y siguiendo la definición de dehesa propuesta, los encinares y alcornoques 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_j , 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 (t ha^{-1})		(% Carbono)		C Org Total (t ha^{-1})		Fcc (%)		Datos Bibliográficos	Desfronde* kg ha^{-1}	K_j
		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			
Quercus ilex no adehesado	103	9,1	6,9	37,1	5,8	3,3	2,4	37,4	22,9		3.410	0,38
Quercus ilex adehesado	47	5,4	5,5	39,5	6,8	2,1	2,0	24,8	11,6		1.061	0,20
Quercus suber no adehesado	56	7,7	5,2	39,1	6,8	3,0	1,9	47,8	29,8		4.596	0,60
Quercus suber 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_j 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 F_{cc} (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 F_{cc} , 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 ($t\ ha^{-1}$) en función de Fcc para zona arboladas en general (con $Fcc > 10\%$)

Fcc	n	Necromasa ($t\ ha^{-1}$)		(% Carbono)		C Org Total ($t\ ha^{-1}$)	
		\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 ($t\ ha^{-1}$) en función de Fcc para zona para zonas pobladas de coníferas (con $Fcc > 10\%$)

Fcc	n	Necromasa ($t\ ha^{-1}$)		(% Carbono)		C Org Total ($t\ ha^{-1}$)		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 ($t\ ha^{-1}$) en el horizonte orgánico para zonas pobladas por las principales especies de coníferas con $F_{cc} > 10\%$.

Especie	n	Necromasa ($t\ ha^{-1}$)		(% Carbono)		C Org Total ($t\ ha^{-1}$)		Fcc (%)		Desfronde ⁽¹⁾ kg ha^{-1}	$k_f^{(2)}$ calculada	$k_o^{(3)}$ bibliog	
		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd				
<i>Abies alba</i>	42	37,3	25,9	42,1	5,8	15,2	10,1	83,4	13,9	Datos Bibliográficos	3.430	0,10	
<i>Juniperus thurifera</i>	2	4,0	2,8	28,9	5,2	1,2	1,0	32,5	17,7				
<i>Pinus halepensis</i>	100	13,4	7,9	38,6	6,2	5,1	2,8	50,5	22,1		2.266	0,17	
<i>Pinus nigra</i>	142	15,1	15,1	40,1	7,0	6,1	6,4	57,2	26,3		1.586	0,12	0,20
<i>Pinus pinaster</i>	107	13,2	10,5	39,4	6,9	5,2	4,4	47,1	28,1		2.546	0,19	0,25
<i>Pinus pinea</i>	101	8,5	6,8	41,3	6,4	3,5	3,0	33,0	21,2		1.710	0,20	0,28
<i>Pinus radiata</i>	7	9,6	6,2	39,0	5,6	3,9	3,1	68,6	20,1		3.641	0,38	
<i>Pinus sylvestris</i>	172	48,2	35,4	40,1	6,5	19,4	14,9	73,5	24,8		4.222	0,09	0,32
<i>Pinus uncinata</i>	44	48,4	33,9	37,9	7,2	17,9	12,1	75,2	16,8				
<i>Pinus uncinata + Rhododendrom</i>	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_f 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 (Jnyet.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 más 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 adheridas ($F_{cc} > 10\%$)

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 F_{cc} 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 ($t\ ha^{-1}$), porcentaje de carbono (%) y carbono orgánico total ($t\ ha^{-1}$) en función de F_{cc} para zona pobladas con frondosas no adheridas (con $F_{cc} > 10\%$)

Fcc	n	Necromasa ($t\ ha^{-1}$)		(% Carbono)		C Org Total ($t\ ha^{-1}$)		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 ⁻¹)		(% Carbono)		C Org Total (t ha ⁻¹)		Fcc (%)		Desfronde ⁽¹⁾ kg ha ⁻¹	$K_j^{(2)}$ calculada	$K_o^{(3)}$ bibliog
		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			
<i>Eucalyptus sp.</i>	23	11,4	5,0	39,2	6,6	4,4	2,0	37,2	21,0			0,81
<i>Fagus sylvatica</i>	29	25,0	19,8	40,6	7,0	10,2	7,7	81,0	19,7	4.998	0,20	0,35
<i>Olea europaea</i>	37	8,1	6,2	38,6	6,7	3,1	2,2	47,2	22,6	310	0,04	
<i>Quercus canariensis</i>	24	11,1	5,5	38,3	7,7	4,0	1,9	58,5	25,0	2.904	0,26	0,33
<i>Quercus faginea</i>	7	10,9	9,9	42,0	8,6	4,2	3,1	66,0	17,9	1.394	0,28	
<i>Quercus ilex</i>	103	9,1	6,9	37,1	5,8	3,3	2,4	37,4	22,9	3.410	0,38	
<i>Quercus petraea</i>	57	13,7	8,6	45,0	5,6	6,1	4,0	90,3	10,1	3.999	0,29	0,46
<i>Quercus pyrenaica</i>	16	4,1	5,3	34,9	5,9	1,3	1,7	77,5	24,4	4.343	1,07	0,34
<i>Quercus robur-Q. pteraea</i>	92	27,9	22,1	42,6	6,9	11,8	9,3	92,3	9,0	5.977	0,21	
<i>Quercus suber</i>	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 *Q. petraea*, 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 precedente 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 adehesadas

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⁻¹ 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⁻¹) porcentaje carbono (%) y carbono orgánico total (t ha⁻¹) en función de las clases de Fcc, para zonas adehesadas.

Fcc	n	Necromasa (t ha ⁻¹)		(% Carbono)		C Org Total (t ha ⁻¹)		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 matorrales¹ o arbustados² 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⁻¹) porcentaje de carbono y carbono total acumulados en el horizonte orgánico, en cubiertas vegetales no arboladas (matorrales)

Formación	n	Necromasa (t ha ⁻¹)		(% Carbono)		C Org Total (t ha ⁻¹)		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, lentiscales, 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 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 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 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 arbustedos.

Fcc	n	Necromasa (t ha ⁻¹)		(% Carbono)		C Org Total (t 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 arbustedos 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 (lentiscas) 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 ha ⁻¹)		Fcc	
			\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd
1	Arbustados y agrupaciones afines									
12	Setos, bardas, orlas	9	5,4	4,9	30,6	8,0	1,7	1,7	21,1	15,4
16	Sabinas, enebrales y sabino-enebrales no rastrores	46	9,4	5,0	37,8	7,8	3,4	1,8	66,8	23,3
17	Coscojares ± puros	5	12,1	3,4	35,7	8,3	4,2	1,4	65,0	42,1
18	Lentiscas/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	Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas									
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 cubierta 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_j) estimado y procedente de la literatura cuando se han podido calcular u obtener de la bibliografía.

Tabla II.4.6.6.- Variación de la necromasa acumulada en el horizonte orgánico, carbono, desfronde, K_j y K_v, en las parcelas muestreadas con Fcc arbóreo < 10% en función de la especie de matorral dominante.

Especie	n	Necromasa (t ha ⁻¹)		(% Carbono)		C Org Total (t ha ⁻¹)		Fcc (%)		Desfronde ⁽¹⁾ kg ha ⁻¹	K _j ⁽²⁾ calculada	K _v ⁽³⁾ bibliog
		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd			
<i>Cistus albidus</i>	6	7,8	5,2	32,4	5,4	2,7	2,1	79,2	10,2			
<i>Cistus clusii</i>	1	5,0	---	40,3	---	2,0		65	---			
<i>Cistus ladanifer</i>	30	9,6	4,5	37,1	7,2	3,5	1,8	67	24,5	2,372	0,25	
<i>Cistus laurifolius</i>	1	2,9	---	36,2	---	1,0	---			2,416	0,83	0,35
<i>Cistus populifolius</i>	1	11,9	---	32,9	---	3,9	---	95	---			
<i>Halimium halimifolium</i>	7	4,9	3	42,8	4,6	2,0	1,0	57,1	33,5	0,711	0,15	0,16
<i>Arbutus unedo</i>	1	8,9	---	37,5	---	3,3	---	65	---	1,813	0,20	
<i>Erica arborea</i>	3	11,2	3,8	41,1	5,3	4,5	0,9	39	44,6	1,150	0,10	
<i>Erica australis</i>	11	14,1	6,9	39,4	10,8	5,4	2,9	83,2	18,1			
<i>Erica scoparia</i>	3	14,4	4	26,2	10,6	3,5	0,9	88,3	7,6	2,812	0,20	
<i>Anagyris foetida</i>	2	0,6	---	33,7	---	0,2	---	20	---			
<i>Erinacea anthyllis</i>	1	17,1	---	33,8	---	5,8	---	5	---			
<i>Cytisus oromediterraneus</i>	24	28,0	20,4	43,3	6,7	12,4	10,6	83,2	16,8	1,354	0,05	0,45
<i>Cytisus scoparius</i>	2	7,9	---	39,3	---	3,1	---	35	---	2,229	0,28	0,59
<i>Genista cinerea</i>	1	5,4	---		---		---			3,215	0,60	0,58
<i>Genista florida</i>	4	3,9	3,5	42,5	2,9	1,7	1,5	31,3	22,5	3,583	0,92	
<i>Genista scorpius</i>	1	3,8	---		---		---			2,229	0,59	0,59
<i>Genista triacanthos</i>	1	14,8	---	44,0		6,5		50	---			
<i>Retama sphaerocarpa</i>	14	6,8	4,9	38	9,0	2,5	1,8	27,1	24,4	1,406	0,21	
<i>Ulex australis</i>	3	3,2	2,03	40,5	12,1	1,2	0,31	68,3	46,5	2,120	0,66	
<i>Ulex europaeus</i>	15	8,3	1,3	48,3	5,1	4,1	0,6	100	6,2---			
<i>Ulex parviflorus</i>	7	7,0	5,1	38,6	2,6	2,7	2,0	55	35,1			
<i>Quercus coccifera</i>	5	12,1	3,4	35,7	8,3	4,2	1,4	65	42,1	4,068	0,34	0,22
<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>	1	7,8	---	32,6	---	2,5	---	15	---	0,550	0,07	
<i>Lavandula stoechas</i>	11	4,4	4,8	40,4	3,2	1,7	1,8	19,2	18,7	1,220	0,28	
<i>Phlomis purpurea</i>	8	7,1	5,1	37,1	7,3	2,6	1,7	40,6	25,3	0,530	0,07	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	38	9,1	5,2	38,8	7,4	3,4	1,9	70,8	16,3	1,052	0,12	
<i>Thymus mastichina</i>	1	1,2		39,5		0,5		100				
<i>Olea europaea</i>	4	7,0	7,6	39,8	4,0	2,6	2,7	50	31,9			
<i>Phillyrea angustifolia</i>	1	12,1	---	39,8	---	4,8	---	40	---	0,290	0,02	
<i>Phillyrea latifolia</i>	1	7,0	---	35,2	---	2,5	---	10	---	0,510	0,07	
<i>Asparagus albus</i>	5	2,8	4,9	31,8	3,8	2,5	1,8	26	19,2			
<i>Buxus sempervirens</i>	1	2,2	---	40,0		0,9		5	---			
<i>Crataegus monogyna</i>	1	6,6	---	33,6	---	2,2	---	10	---			
<i>Juniperus oxycedrus</i>	2	7,7	---	28	---	1,9	---	22,5	---	0,687	0,09	
<i>Pistacia lentiscus</i>	13	9,7	5,3	31,5	10,4	2,9	1,7	56,2	22,3	2,365	0,24	
<i>Rhamnus spp.</i>	1	1,0	---	15,4	---	0,2	---	10	---			
<i>Stipa tenacissima</i>	21	8,3	5,4	35,1	7,8	2,8	1,6	50,5	28,5	3,969	0,48	

(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_v 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):

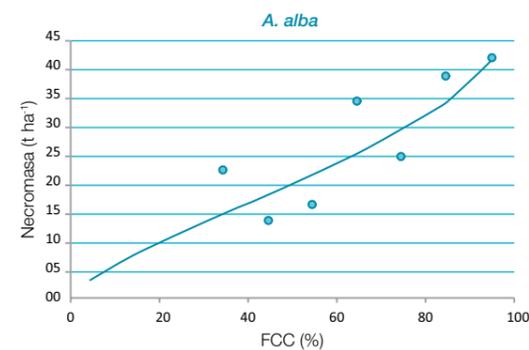
Abies alba Mill.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 27,877 \cdot \text{arcoseno } \sqrt{(\text{FCC}/100)^{1,354}}$$

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



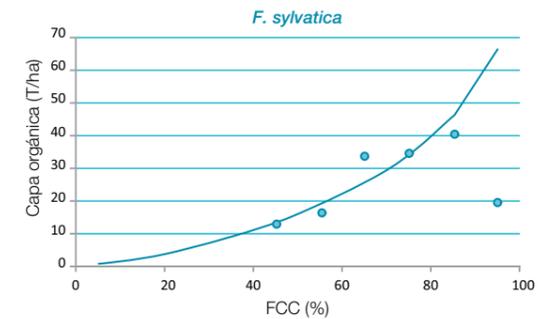
Fagus sylvatica L.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 30,339 \cdot \text{arcoseno } \sqrt{(\text{FCC}/100)^{2,644}}$$

Necromasa de <i>Fagus sylvatica</i>								
Fcc	FccBliss	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						\bar{x}	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 ecuación.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	30,339	4,3073	7,0436	0,0021
b ₁	2,644	0,5556	4,7588	0,0089



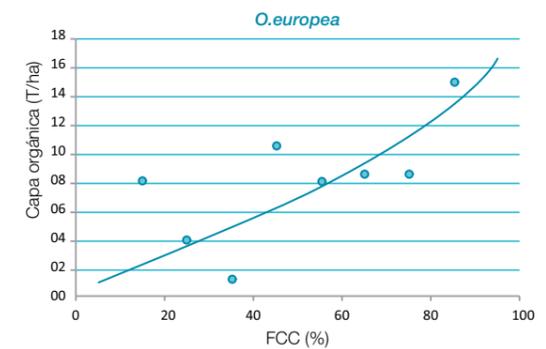
Olea europea L.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 10,258 \cdot \text{arcoseno } \sqrt{(\text{FCC}/100)^{1,648}}$$

Necromasa de <i>O. europaea</i>								
Fcc	FccBliss	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}^{(1)}$ α-rec	C (%)		$\bar{x}^{(2)}$ estim
						\bar{x}	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 ecuación.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	10,258	1,1007	9,3195	0,0001
b ₁	1,648	0,6434	2,5609	0,0429





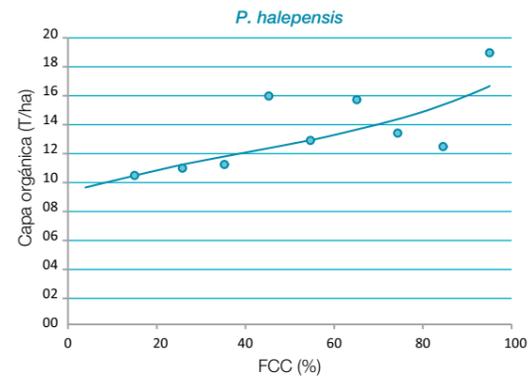
Pinus halepensis Mill.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 8,671 \cdot e^{(0,480 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

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 ₁	8,671	1,3823	6,2730	0,0004
b ₁	0,480	0,1636	2,9340	0,0219



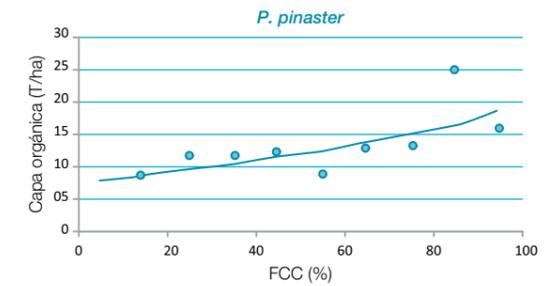
Pinus pinaster Aiton.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 6,605 \cdot e^{(0,757 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de <i>Pinus pinaster</i>									
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.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	6,605	2,0093	3,2870	0,0134
b ₁	0,757	0,2991	2,5290	0,0393



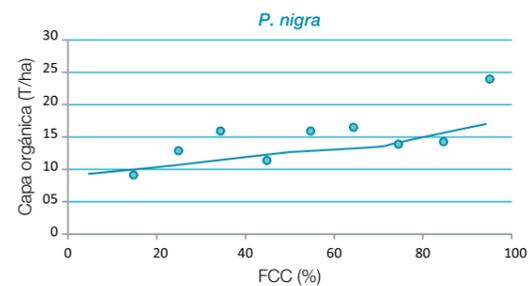
Pinus nigra J.F.Arnold.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 8,112 \cdot e^{(0,537 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de <i>Pinus nigra</i>									
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 ₁	8,112	2,0419	3,9730	0,0054
b ₁	0,537	0,2559	2,0990	0,0740



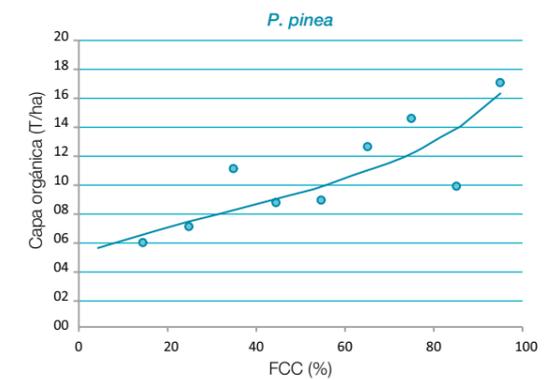
Pinus pinea L.:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 4,380 \cdot e^{(0,978 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de <i>Pinus pinea</i>									
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	8,0	
25	0,5236	19	6,7	5,1	6,4	43,1	5,9	11,6	
35	0,6331	10	11,2	8,2	10,8	43,4	4,5	15,0	
45	0,7353	21	8,6	5,5	7,9	39,9	7,3	18,3	
55	0,8355	5	8,9	7,9	8,9	43,1	5,2	21,8	
65	0,9377	5	12,8	5,4	12,8	41,3	5,8	25,5	
75	1,0472	7	14,9	11,5	14,8	41,2	6,8	29,6	
85	1,1731	2	9,9	5,9	9,9	27,1	1,7	34,5	
95	1,3453	2	17,2	13,3	17,2	45,8	4,1	41,6	

(1) Media recortada al 10%
(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	4,380	1,1832	3,7020	0,0076
b ₁	0,978	0,2576	3,7960	0,0068





Pinus sylvestris L.

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 15,515 \cdot e^{(0,967 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Pinus sylvestris								
Fcc	FccBliss	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}^{(1)}_{\alpha\text{-rec}}$	C (%)		$\bar{x}^{(2)}_{\text{estim}}$
						\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.

Quercus ilex L.:

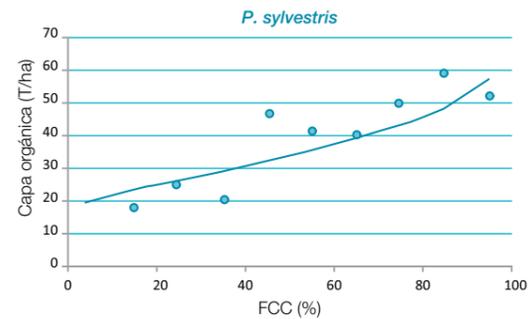
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 3,507 \cdot e^{(1,166 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Q. ilex								
Fcc	FccBliss	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}^{(1)}_{\alpha\text{-rec}}$	C (%)		$\bar{x}^{(2)}_{\text{estim}}$
						\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

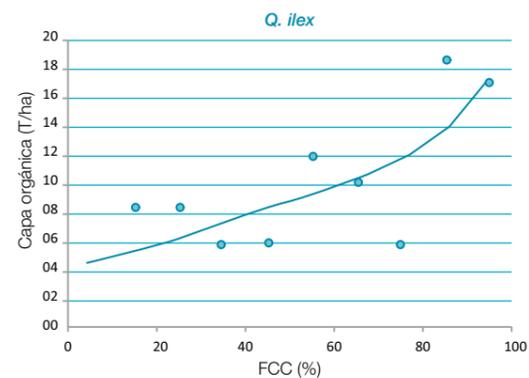
(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	15,515	3,3715	4,6020	0,0025
b ₁	0,967	0,2075	4,6600	0,0023



	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	3,507	1,5833	2,2150	0,0623
b ₁	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:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 4,253 \cdot e^{(1,385 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Arbolado sin dehesa								
Fcc	FccBliss	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}^{(1)}_{\alpha\text{-rec}}$	C (%)		$\bar{x}^{(2)}_{\text{estim}}$
						\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:

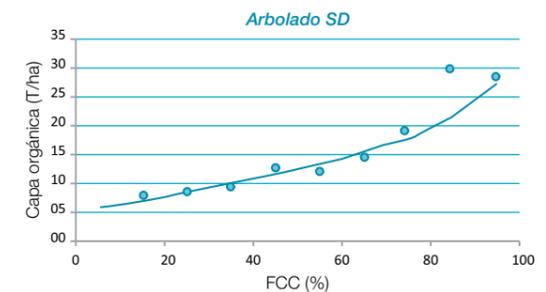
$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 3,868 \cdot e^{(1,461 \cdot \arccoseno \sqrt{(FCC/100)})}$$

Necromasa de Arbolado con dehesa								
Fcc	FccBliss	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}^{(1)}_{\alpha\text{-rec}}$	C (%)		$\bar{x}^{(2)}_{\text{estim}}$
						\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

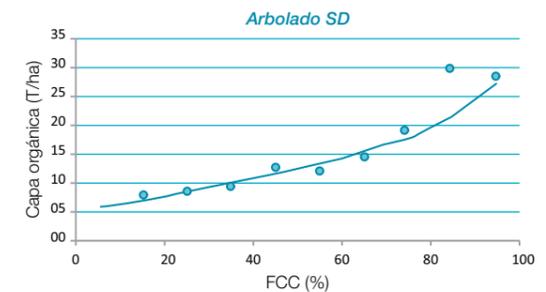
(1) Media recortada al 10%

(2) Media estimada por la ecuacion.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	4,253	0,7317	5,8120	0,0007
b ₁	1,385	0,1561	8,8690	<0,0001



	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	3,868	0,7213	5,3620	0,0011
b ₁	1,461	0,1679	8,7040	0,0001





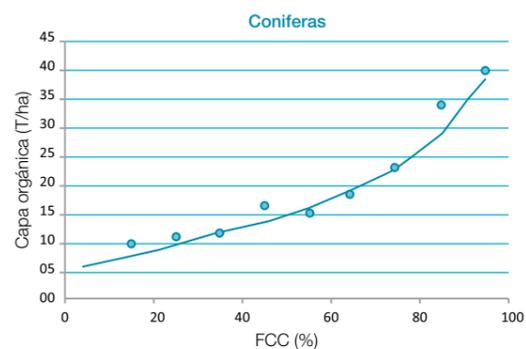
Coníferas:

Necromasa (t ha⁻¹) = 3,808 • e^{(1,718 • arcoseno √(FCC/100))}

Necromasa de Coníferas								
Fcc	FccBliss	n	x̄	sd	x̄ ⁽¹⁾ _{α-rec}	C (%)		x̄ ⁽²⁾ _{estim}
						x̄	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 ecuación.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	3,808	0,4836	7,8750	0,0001
b ₁	1,718	0,1115	15,4170	<0,0001



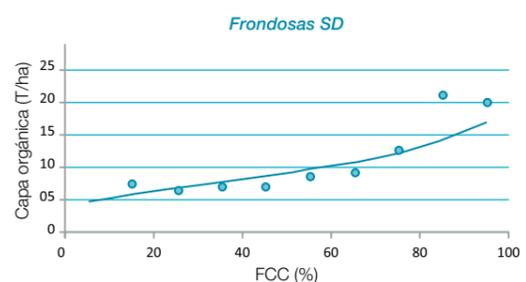
Fronosas:

Necromasa (t ha⁻¹) = 4,025 • e^{(1,073 • arcoseno √(FCC/100))}

Necromasa de Frondosas sin dehesa								
Fcc	FccBliss	n	x̄	sd	x̄ ⁽¹⁾ _{α-rec}	C (%)		x̄ ⁽²⁾ _{estim}
						x̄	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 ecuación.

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	4,025	0,7025	5,7300	0,0007
b ₁	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⁻¹.

Tabla II.4.7.1.1 - Tabla resumen de los modelos de necromasa por especie y agrupación

Especie	n	Ecuación (t ha ⁻¹)
<i>Abies alba</i>	42	Necromasa = 27,827 • arcoseno (Fcc/100) ^{1,354}
<i>Fagus sylvatica</i>	29	Necromasa = 30,339 • arcoseno √(FCC/100) ^{2,644}
<i>Olea europaea</i>	37	Necromasa = 10,258 • arcoseno √(FCC/100) ^{1,648}
<i>Pinus halepensis</i>	100	Necromasa = 8,671 • e ^{(0,480 • arcoseno √(FCC/100))}
<i>Pinus nigra</i>	142	Necromasa = 8,112 • e ^{(0,537 • arcoseno √(FCC/100))}
<i>Pinus pinaster</i>	107	Necromasa = 6,605 • e ^{(0,757 • arcoseno √(FCC/100))}
<i>Pinus pinea</i>	101	Necromasa = 4,380 • e ^{(0,978 • arcoseno √(FCC/100))}
<i>Pinus sylvestris</i>	172	Necromasa = 15,515 • e ^{(0,967 • arcoseno √(FCC/100))}
<i>Quercus ilex</i>	103	Necromasa = 3,507 • e ^{(1,166 • arcoseno √(FCC/100))}

Tipo de cubierta	n	Ecuación (t ha ⁻¹)
<i>Arbolado sin Dehesa</i>	1191	Necromasa = 4,253 • e ^{(1,385 • arcoseno √(FCC/100))}
<i>Arbolado con Dehesa</i>	1249	Necromasa = 3,868 • e ^{(1,461 • arcoseno √(FCC/100))}
<i>Coníferas</i>	720	Necromasa = 3,808 • e ^{(1,718 • arcoseno √(FCC/100))}
<i>Fronosas sin Dehesa</i>	471	Necromasa = 4,025 • e ^{(1,073 • arcoseno √(FCC/100))}

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.

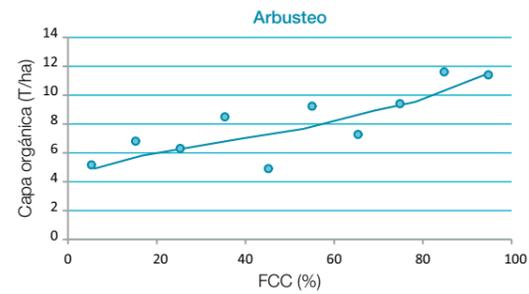


Arbustados:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 9,232 \cdot \arccoseno \sqrt{(\text{FCC}/100)^{0,752}}$$

Necromasa de arbustados							
Fcc	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}_{\alpha\text{-rec}}$	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



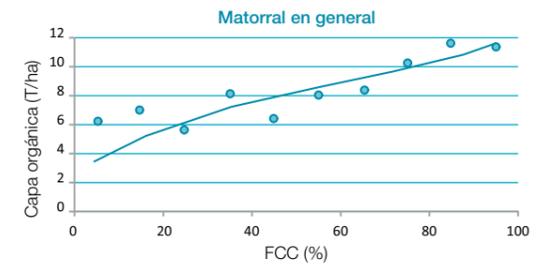
Matorral en general:

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.

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 9,066 \cdot \arccoseno \sqrt{(\text{FCC}/100)^{0,738}}$$

Necromasa de matorrales							
Fcc	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}_{\alpha\text{-rec}}$	C (%)		\bar{x}_{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

	value	Std. Error	t-value	p-value
a ₁	9,066	0,2992	30,2993	<0,00001
b ₁	0,738	0,1341	5,5059	0,0006

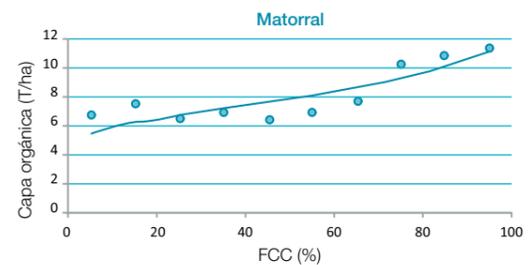


Matorrales:

$$\text{Necromasa (t ha}^{-1}\text{)} = 9,081 \cdot \arccoseno \sqrt{(\text{FCC}/100)^{0,806}}$$

Necromasa de matorrales							
Fcc	n	\bar{x}	sd	$\bar{x}_{\alpha\text{-rec}}$	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



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.4.7.1.1 - Tabla resumen de los modelos de necromasa para cada formación.

Tipo de cubierta	n	Ecuación (t ha ⁻¹)
Arbustados	164	Necromasa = 9,232 • arccoseno √((Fcc/100) ^{0,752})
Matorrales	216	Necromasa = 9,081 • arccoseno √((Fcc/100) ^{0,806})
Matorrales en general	255	Necromasa = 9,066 • arccoseno √((Fcc/100) ^{0,738})



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 diométrica. 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, arbustados 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, arbustados, altura media cuando forman el sotobosque en masas arboladas (no en el caso de las superficies de matorrales y arbustados 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 ⁶	Necromasa (t ha ⁻¹) MS	C Org Total (t ha ⁻¹)	CO ₂ (t ha ⁻¹)	Necromasa (t MS)•10 ⁶	C Org Total (t)•10 ⁶	CO ₂ (t)•10 ⁶
Masas forestales Fcc>10% (1)	15,12 ⁽³⁾	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
Total					420,11	165,37	606,91

(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 CO₂ acumulado en la capa orgánica de las masas forestales, matorrales y espartizales asciende a casi 606,91 millones de toneladas de CO₂, 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, CO₂ y carbono orgánico acumulados en los bosques españoles

Los trabajos desarrollados a nivel general, hasta la fecha, han logrado información sobre la biomasa, el CO₂ 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, CO₂ y carbono orgánico acumulados en los bosques españoles.

Reservorios	Biomasa aérea (10 ⁶ toneladas) MS		CO ₂ total (10 ⁶ toneladas)		Carbono orgánico total acumulado (10 ⁶ toneladas)	
	Biomasa total acumulada	Incremento neto anual	CO ₂ total fijado	Incremento de CO ₂ 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)

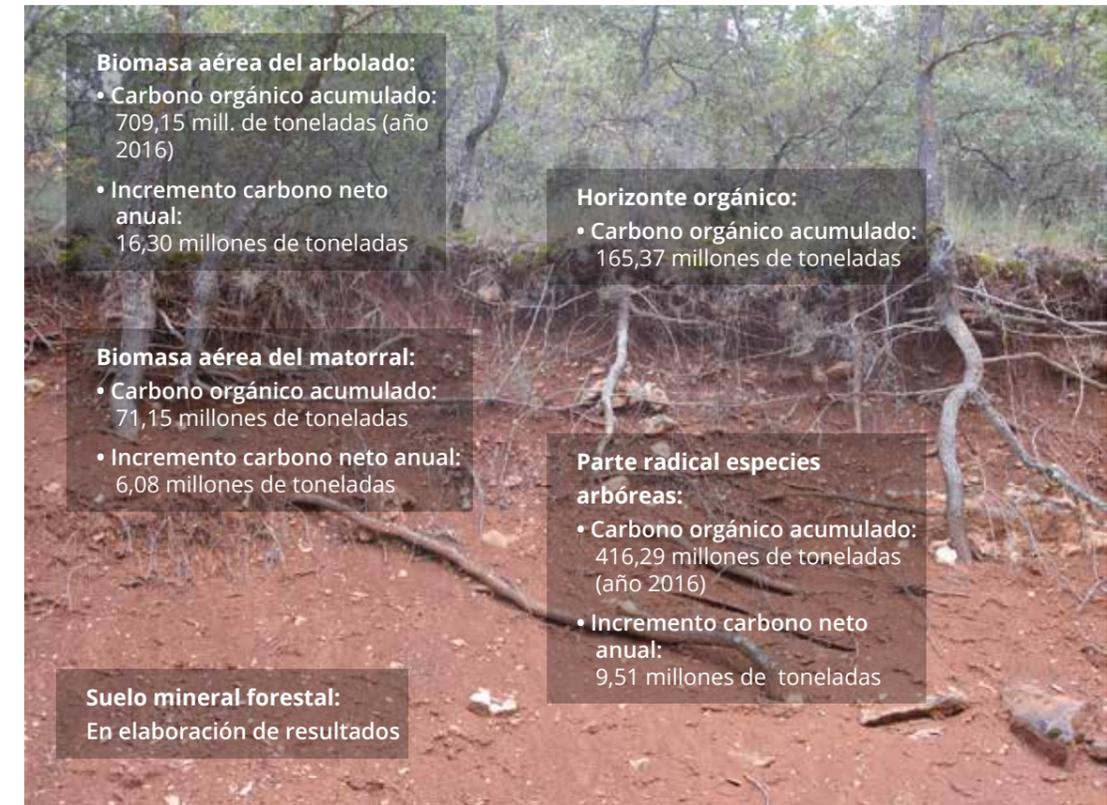


Figura II.4.10.1. Representación esquemática del perfil de un bosque con indicación, en cada reservorio, de las cantidades de Carbono orgánico total acumulado y sus incrementos anuales en cada uno de ellos. Se representan los valores totales medios para los montes españoles. Se encuentra en estudio la 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.; BREYMEYER, 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 CO₂ 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'échantillonnage 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.

ESCUDERO, 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.

ESCUDERO, 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.

ESCUDERO, 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 Méditerranéenes- 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.

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 Silvae, 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 of *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, F.A.; PIERMATTEO, D.; CASTALDI, S.; DE MARCO, A.; FIERRO, A.; FIORETTO, A.; MAGGI, O.; PAPA, S.; PERSIANI, A.M.; 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. Descomposición 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.; GALLEGO, 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. *Legasalia* 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 CO₂ 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 microcuenca 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 hêtre 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 vatena 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 Silvicultura 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 in 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.

XULUC-TOLOSA, 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.; ENGLISCH, 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.; LANGO, R.; 2011. European Humus Reference Base.



ANEXOS



Anexo I

Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

			Superficie (ha)					
			Dominante (Codominante)			Acompañante		
			Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total
1. Arbustados y agrupaciones afines								
11	Galerías arbustivas, matorrales hidrófilos o freatófitos							
	111	Galerías arbustivas mixtas	11.174,80	11.708,01	22.882,81	2.286,72	3.098,63	5.385,36
	112	Salcedas y bardagueras (<i>Salix</i> spp. pl.)	257,04	165,51	422,55	41.848,82	108.701,17	150.550,00
		1121 Salcedas de <i>Salix salviifolia</i>	0,00	0,00	0,00	5.840,81	9.693,43	15.534,24
		1122 Salcedas de <i>Salix purpurea</i>	0,00	124,46	124,46	11.363,32	24.174,26	35.537,58
		1123 Salcedas de <i>Salix pedicellata</i>	35,61	0,00	35,61	7.071,20	14.017,35	21.088,55
		1124 Salcedas de <i>Salix triandra</i>	0,00	0,00	0,00	1.229,69	3.234,58	4.464,27
		1125 Salcedas de <i>Salix elaeagnos</i>	221,43	41,05	262,48	16.343,80	57.581,55	73.925,35
	113	Cubiertas arbustivas y subarbustivas glicohidrófilas o freatófilas						
		1131 Matorrales de gándara	778,03	40,41	818,45	0,00	220,98	220,98
		1132 Tamujares (<i>Flueggea tinctoria</i>)	3.259,02	1.755,15	5.014,17	188.195,64	509.556,76	697.752,40
		1133 Adelfares (<i>Nerium oleander</i>)	5.598,31	1.363,83	6.962,14	291.485,57	502.976,39	794.461,96
		1134 Manifestaciones de arto (<i>Ziziphus lotus</i>)	607,47	0,00	607,47	2.726,32	462,46	3.188,78
		1135 Otros matorrales de freatófitos						
12	Setos, bardas, orlas							
	121	Setos y bardas espinosos	32.626,56	12.462,15	45.088,71	1.698.254,24	4.084.739,96	5.782.994,20
		1211 Espinares mesófilos mixtos (dom. Rosaceae)	20.200,26	7.929,64	28.129,91	68.468,69	109.116,06	177.584,75
		1212 Espinares de <i>Crataegus</i> spp.	3.403,84	1.755,36	5.159,21	547.628,65	1.590.332,95	2.137.961,60
		1213 Agavanzales/escaramujales (<i>Rosa</i> spp. pl.)	5.937,84	741,93	6.679,77	469.286,58	851.238,35	1.320.524,93
		1214 Endrinales (<i>Prunus spinosa</i>)	135,66	47,18	182,84	129.363,06	315.933,11	445.296,17
		1215 Arlerales (<i>Berberis vulgaris</i> spp. pl.)	716,03	545,56	1.261,59	88.226,38	131.653,14	219.879,51
		1216 Zarzales (<i>Rubus</i> spp.)	2.232,92	1.442,48	3.675,39	395.280,88	1.086.466,34	1.481.747,23
	122	Orlas arbustivas inermes						
		1221 Agrupaciones con presencia abundante de <i>Rhamnus alpinus</i>	0,00	0,00	0,00	43.092,00	38.495,83	81.587,83
		1222 Guillomerales (<i>Amelanchier ovalis</i>)	4.147,10	2.069,38	6.216,48	54.364,66	340.864,72	395.229,38
		1223 Orlas y matorrales con <i>Spiraea hypericifolia</i>	0,00	0,00	0,00	10.662,03	10.728,13	21.390,16
		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		81.413,78	19.247,18	100.660,96	65.448,63	496.995,65	562.444,29
14	Cornicabrales (<i>Pistacia terebinthus</i>) 141		760,23	4.660,87	5.421,11	113.473,16	521.499,17	634.972,33
15	Arbustados de <i>Quercus ilex</i> 151		473.633,20	1.008.611,61	1.482.244,81	692.038,31	723.210,44	1.415.248,75
16	Sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rastreros		142.847,33	203.730,75	346.578,08	1.241.296,01	4.770.775,77	6.012.071,79
	161	Enebrales (<i>Juniperus communis hemisphaerica</i>)	14.579,65	15.633,88	30.213,53	193.293,11	654.917,48	848.210,59
	162	Enebrales (<i>Juniperus communis communis</i>)	19.460,79	26.367,70	45.828,49	174.346,29	818.504,72	992.851,00
	163	Enebrales de <i>Juniperus oxycedrus</i>	51.573,64	93.424,20	144.997,84	539.882,42	1.722.089,84	2.261.972,26
	164	Enebrales mixtos (<i>Juniperus communis</i> - <i>J. oxycedrus</i>)	769,72	1.613,84	2.383,56	11.380,66	86.092,61	97.473,27
	165	Sabinares de <i>Juniperus phoenicea</i>	49.722,94	55.301,31	105.024,24	237.454,68	939.682,16	1.177.136,84
	166	Sabino-enebrales no rastreros (<i>Juniperus phoenicea</i> - <i>Juniperus oxycedrus</i>)	6.740,59	11.389,83	18.130,42	84.938,85	549.488,98	634.427,83
17	Coscojares± puros (<i>Quercus coccifera</i>) 171		96.514,03	104.138,86	200.652,89	595.578,49	1.622.785,11	2.218.363,60
18	Lentiscales/charnecales (<i>Pistacia lentiscus</i>) 181		20.398,19	20.049,59	40.447,78	468.889,35	1.217.778,20	1.686.667,55



Anexo I Taxonomía jerarquizada de cubiertas vegetales. Península Ibérica e Islas Baleares

			Superficie (ha)					
			Dominante (Codominante)			Acompañante		
			Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total
1. Arbustados y agrupaciones afines								
19	Manchas y afines		207.723,95	221.290,40	429.014,34	955.125,71	2.784.307,31	3.739.433,02
	191	Arbustados de <i>Phillyrea angustifolia</i>	12.835,67	10.635,77	23.471,43	152.819,48	565.608,44	718.427,93
	192	Arbustados de <i>Quercus ilex</i> en manchas	48.255,51	30.944,01	79.199,52	10.486,41	71.621,65	82.108,05
	193	Arbustados de <i>Arbutus unedo</i>	6.606,78	9.971,40	16.578,19	392.130,00	1.154.457,39	1.546.587,38
	194	Matorrales con presencia significativa de <i>Myrtus communis</i>	0,00	0,00	0,00	44.872,89	194.073,25	238.946,14
	195	Acebuchares (<i>Olea europaea sylvestris</i>) (se incluyen aquí los que pueden ser también calcícolas: ullastrares y garrigas tipo 'marina' en Baleares)	28.026,45	61.559,42	89.585,87	335.962,08	598.584,27	934.546,35
	196	Otras manchas	111.999,54	108.179,80	220.179,33	18.854,85	199.962,31	218.817,16
19A	Garrigas (matorrales pluriespecíficos calcícolas ± termófilos)		328.806,44	188.298,01	517.104,45	23.171,81	172.595,78	195.767,59
	19A1	Palmitares/garrigas con palmito (<i>Chamaerops humilis</i>)	24.639,32	3.899,08	28.538,40	192.650,55	241.680,96	434.331,51
	19A2	Garrigas baleares con <i>Euphorbia dendroides</i>	0,00	0,00	0,00	3.864,71	4.360,99	8.225,70
	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-)		13,68	0,00	13,68	46.638,70	13.898,27	60.536,98
	19B1	Espinares subxerófilos y xerófilos de <i>Hippophæ rhamnoides</i>	13,68	0,00	13,68	0,00	0,00	0,00
	19B2	Espinares subxerófilos y xerófilos de <i>Rhamnus saxatilis</i>	0,00	0,00	0,00	8.331,88	10.357,46	18.689,34
	19B3	Espinares subxerófilos y xerófilos de <i>Rhamnus lycioides</i>	0,00	0,00	0,00	38.306,83	3.540,81	41.847,63
2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas								
21	Sabinares y enebrales rastreros		24.204,72	19.005,13	43.209,85	217.502,95	170.586,90	388.089,85
	211	Sabinares (<i>Juniperus sabina</i>)	9.328,73	16.880,68	26.209,41	65.723,79	89.139,46	154.863,25
	212	Enebrales (<i>Juniperus communis alpina</i>)	14.875,99	2.124,45	17.000,45	151.779,16	81.447,44	233.226,60
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>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	222	Talabardales/neretares (<i>Rhododendron ferrugineum</i>) (2221)	1.768,46	54,33	1.822,79	35.316,40	29.525,53	64.841,93
	223	Arandanales (<i>Vaccinium myrtillus</i> u otras) (2231)	3.222,48	0,00	3.222,48	120.918,58	152.085,47	273.004,05
	224	Brezales (sub)hidrófilos (<i>Erica mackaiana</i> , <i>E. tetralix</i> , <i>E. ciliaris</i>) y brezales mixtos de hidrófilos y subxerófilos	4.528,19	392,76	4.920,95	116.537,44	163.742,42	280.279,85
		2241 Brezales de <i>Erica mackaiana</i>	399,72	0,00	399,72	15.584,45	7.347,99	22.932,44
		2122 Otros brezales hidrófilos o subhidrófilos						
	225	Brezales de mesófilos a xerófilos y biercolares, puros o mixtos (incluyendo matorrales mixtos de Ericáceas)	290.570,05	119.691,58	410.261,63	1.584.104,47	3.184.866,81	4.768.971,27
		2251 Brezales con predominio de <i>Erica arborea</i>	67.162,34	50.039,38	117.201,72	443.264,60	963.071,97	1.406.336,57
		2252 Brezales con predominio de <i>Erica australis</i>	137.564,00	43.803,96	181.367,96	346.979,04	541.787,84	888.766,88
		2253 Brezales con predominio de <i>Erica vagans</i>	5.033,30	2.720,69	7.753,99	164.353,74	392.403,91	556.757,64
		2254 Brezales con predominio de <i>Erica cinerea</i>	854,61	0,00	854,61	124.507,16	193.166,92	317.674,08
		2255 Brezales con predominio de <i>Erica umbellata</i>	3.473,68	164,55	3.638,23	192.836,43	164.797,36	357.633,79
		2256 Brezales con predominio de <i>Erica scoparia</i>	11.653,23	5.097,96	16.751,19	72.046,78	260.686,79	332.733,57
		2257 Brezales con predominio de <i>Erica multiflora</i>	407,72	1.073,50	1.481,22	70.140,82	285.520,46	355.661,28
		2258 Otros brezales (sub)xerófilos (<i>Erica terminalis</i> , <i>Erica erigena</i>)	0,00	0,00	0,00	1.624,89	6.960,50	8.585,38
		2259 Biercolares (<i>Calluna vulgaris</i>)	64.421,16	16.791,56	81.212,71	168.351,02	376.471,06	544.822,08
	226	Gayubares (<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>) (2261)	1.816,80	566,01	2.382,81	72.689,93	485.055,13	557.745,06
23	Matorrales de leguminosas retamoideas							
	231	Piornales de montaña	65.986,23	8.195,59	74.181,81	233.735,45	142.531,98	376.267,43
		2311 Piornales de montaña de <i>Cytisus oromediterraneus</i> (=C. <i>purgans</i>)	63.311,42	8.080,43	71.391,85	188.039,86	118.737,57	306.777,43
		2312 Piornales de montaña de <i>Genista obtusifolia</i>	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

		Superficie (ha)						
		Dominante (Codominante)			Acompañante			
		Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	
2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas								
232	Escobonales/xesteiras		132.330,05	57.201,45	189.531,50	113.017,88	59.524,19	172.542,07
	2321	Escobonales de <i>Cytisus striatus</i>	4.533,79	22,94	4.556,72	197.965,42	278.733,95	476.699,36
	2322	Escobonales negros mixtos (<i>Cytisus scoparius</i> , <i>C. reverchonii</i>)	48.432,75	25.972,76	74.405,51	684.905,20	1.284.874,19	1.969.779,39
	2323	Escobonales blancos mixtos (<i>Cytisus multiflorus</i>)	50.196,60	23.971,54	74.168,14	411.207,82	491.501,64	902.709,45
	2324	Otros escobonales en área atlántica o subatlántica (<i>C. commutatus</i> , <i>C. cantabricus</i> , <i>C. ingrammii</i>)	0,00	0,00	0,00	14.521,15	26.002,46	40.523,61
	2325	Otros escobonales mediterráneos (<i>Cytisus patens</i> , <i>C. arboreus</i> , <i>C. baeticus</i> , <i>malacitanus</i>)	17,12	0,00	17,12	19.302,03	27.679,59	46.981,61
233	Piornales y matorrales retamoideos afines (incluidos los esbonal-piornales), no estrictamente de alta montaña		51.056,46	11.930,35	62.986,82	680.731,04	795.760,03	1.476.491,07
	2331	Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista florida</i> (incl. ssp. <i>polygaliphylla</i>)	22.232,11	8.575,20	30.807,30	329.071,94	500.387,12	829.459,05
	2332	Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista cinerascens</i> (hiniestrales)	13.417,94	2.549,50	15.967,43	175.938,01	136.106,27	312.044,27
	2333	Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista gr. cinerea</i> (retamares/palainares)	1.938,04	226,53	2.164,57	46.901,04	56.500,98	103.402,02
	2334	Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista umbellata</i> / <i>G. equisetifolia</i> (bolinares)	11.213,74	0,00	11.213,74	38.439,93	23.292,59	61.732,52
	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.)	1.762,55	491,21	2.253,75	76.983,27	58.027,03	135.010,30
	2336	Matorrales de <i>Teline</i> (<i>Teline monspessulana</i> y <i>T. linifolia</i>)	492,10	87,92	580,02	13.345,85	21.390,93	34.736,78
	2337	Matorrales con <i>Genista tinctoria</i>	0,00	0,00	0,00	51,02	55,11	106,13
234	Codesares		5.849,07	6.034,65	11.883,72	131.752,12	144.033,65	275.785,77
	2341	Codesares de <i>Adenocarpus hispanicus</i>	1.501,70	1.090,68	2.592,38	20.160,47	19.811,14	39.971,61
	2342	Codesares de <i>Adenocarpus complicatus</i>	3.090,12	4.943,97	8.034,10	60.855,65	79.069,29	139.924,94
	2343	Codesares de <i>Adenocarpus decorticans</i>	1.257,25	0,00	1.257,25	19.376,31	2.651,16	22.027,46
	2344	Codesares de <i>Adenocarpus telonensis</i>	0,00	0,00	0,00	31.359,69	42.502,07	73.861,76
235	Carquesales (carqueixales) (<i>Pterospartum tridentatum</i> = <i>Genistella tridentata</i>)		6.536,64	0,00	6.536,64	256.142,39	209.441,01	465.583,40
236	Retamares		181.442,39	71.211,16	252.653,54	702.815,65	1.520.685,83	2.223.501,48
	2361	Retamares de <i>Retama sphaerocarpa</i>	179.986,67	69.814,12	249.800,80	684.232,53	1.473.121,26	2.157.353,80
	23611	Retamares de <i>R. sphaerocarpa</i> ± densos o en mezcla con matorral + denso	83.477,87	22.138,93	105.616,80	0,00	0,00	0,00
	23612	Retamares de <i>R. sphaerocarpa</i> abiertos sobre pasto herbáceo o matorral bajo (pastizal leñoso, tomillar ss. lt.)	96.508,81	47.675,19	144.183,99	0,00	0,00	0,00
	2362	Retamares de <i>Retama monosperma</i>	1.376,50	1.156,64	2.533,14	1.437,69	5.485,19	6.922,88
	2363	Gayombares (<i>Spartium junceum</i>)	79,21	240,40	319,61	17.145,42	42.079,38	59.224,80
24	Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines							
241	Argomales (tojares) atlánticos o subatlánticos (<i>Ulex</i> spp.)		421.099,71	56.710,58	477.810,29	535.714,77	674.054,40	1.209.769,18
	2411	Tojares mixtos (incluyendo tojo-brezales, tojo-helechares, tojo-escobonales y tojo-carpazales)	144.024,56	53.510,06	197.534,62	140.825,50	207.927,96	348.753,47
	2412	Argomales de <i>Ulex europaeus</i>	166.802,49	2.044,08	168.846,57	183.436,63	253.449,13	436.885,76
	2413	Argomales de <i>Ulex minor</i> y/o <i>Ulex gallii</i>	110.272,66	1.156,44	111.429,10	211.452,64	212.677,31	424.129,95
242	Erizonales, erizales y abrojales (y agrupaciones fisonómicamente afines)		160.669,22	38.027,31	198.696,53	293.212,51	478.463,91	771.676,42
	2421	Erizonales de <i>Echinopartum</i> spp.	21.308,22	80,89	21.389,11	68.100,27	36.714,86	104.815,12
	24211	Erizonales de altura (<i>E. horridum</i> , <i>boissieri</i> , <i>barnadesii</i>)	21.091,95	80,89	21.172,84	50.962,34	26.201,12	77.163,46
	24212	<i>Echinopartum ibericum</i>	216,27	0,00	216,27	17.137,93	10.513,74	27.651,66
	2422	Cambrones de <i>Genista hystrix</i>	0,00	0,00	0,00	12.266,59	10.747,67	23.014,26
	2423	Erizonales de <i>Erinacea anthyllis</i>	16.859,76	1.349,90	18.209,66	100.236,52	192.499,07	292.735,59
	2424	Erizales/tollagares de <i>Genista pumila</i>	6.824,28	1.326,22	8.150,49	64.740,22	178.517,86	243.258,07
	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.)	0,00	0,00	0,00	5.486,36	7.289,55	12.775,92
	2426	Abrojales de <i>Astragalus sempervirens</i> , <i>A. granatensis</i>	3.001,61	0,00	3.001,61	16.093,12	3.241,23	19.334,35
	2427	Matorrales espinosos almohadillados y (lasto)-mato-erizales	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

				Superficie (ha)					
				Dominante (Codominante)			Acompañante		
				Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total
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>)	0,00	0,00	0,00	100,06	0,00	100,06
	243	Aliagares, aulagares y afines		583.429,73	151.430,99	734.860,72	1.273.831,65	3.165.536,87	4.439.368,52
		2431	Olaguinares de <i>Genista hispanica</i>	5.522,09	407,80	5.929,89	117.303,49	165.883,54	283.187,03
		2432	Aliagares de <i>Genista scorpius</i> . Mato-aliagares, en otra clase (26)	537.913,19	137.416,59	675.329,78	403.200,56	1.519.825,13	1.923.025,69
		2433	Aulagares de <i>Genista hirsuta</i> (± densos)	0,00	0,00	530.510	195.357,91	561.092,31	756.450,22
		2434	Aulagares de <i>Ulex parviflorus/Ulex eriocladus</i>	28.226,50	12.753,97	40.980,47	449.026,55	724.098,98	1.173.125,53
		2435	Herguenaes y argelagares de <i>Calicotome</i>	11.697,14	400,13	12.097,27	69.119,98	128.565,81	197.685,79
		24351	Argelagares de <i>Calicotome spinosa</i>	246,09	400,13	646,22	10.422,70	35.923,89	46.346,58
		24352	Herguenaes de <i>Calicotome villosa</i>	9.277,09	0,00	9.277,09	53.796,30	48.855,38	102.651,68
		24353	Argelagares de <i>Calicotome intermedia</i> , <i>infesta</i>	2.173,96	0,00	2.173,96	4.351,34	0,00	4.351,34
		2436	Aulagares de <i>Stauracanthus (boivinii, genistoides)</i>	70,80	452,51	523,31	16.250,07	50.209,46	66.459,53
		2437	Comunidades de <i>Genista falcata</i>	0,00	0,00	0,00	9.214,07	11.131,77	20.345,84
		2438	Aulagares hidrófilos (<i>G. anglica</i> , <i>G. berberidea</i>)	0,00	0,00	0,00	14.359,01	4.729,86	19.088,88
25	Jarales y matorrales de Cistáceas								
	251	Jarales mixtos o mezclados (<i>Cistus</i> spp. pl.)		283.628,35	315.532,31	599.160,67	1.069.986,04	4.129.424,76	5.199.410,80
		2511	Jarales-estepares con predominio de <i>Cistus laurifolius</i>	25.133,47	26.243,70	51.377,17	95.716,52	585.139,21	680.855,72
		2512	Jarales-carpazales con predominio de <i>Cistus psilosepalus</i>	914,69	0,00	914,69	42.287,66	66.434,61	108.722,27
		2513	Jarales con predominio de <i>Cistus ladanifer</i>	216.054,12	244.034,00	460.088,12	523.820,47	1.927.036,93	2.450.857,40
		2514	Jarales con predominio de <i>Cistus monspeliensis</i>	27.184,18	24.544,63	51.728,81	173.470,49	776.888,64	950.359,13
		2515	Jarales con predominio de <i>Cistus albidus</i>	11.412,26	17.232,24	28.644,50	190.814,78	634.163,30	824.978,07
		2516	Jarales con predominio de <i>Cistus populifolius</i>	2.929,64	3.477,74	6.407,38	43.876,13	139.762,07	183.638,20
	252	Jaguarzales y jaral-carpazales menores (<i>Halimium</i> spp. pl.)		35.509,55	120.446,69	155.956,24	496.660,46	1.518.867,92	2.015.528,38
		2521	Jaral-jaguarzales de <i>Cistus salviifolius</i>	378,05	2.942,20	3.320,25	151.822,58	869.387,87	1.021.210,45
		2522	Jaguarzal-jarales de <i>Cistus crispus</i>	101,15	6.408,85	6.510,00	60.895,71	245.636,64	306.532,35
		2523	Jaguarzal-romerales	30.661,74	75.590,82	106.252,56	84.418,38	132.293,23	216.711,61
		25231	Jaguarzales de <i>Cistus clusii</i>	30.661,74	75.590,82	106.252,56	82.690,29	118.300,62	200.990,91
		25232	Jaguarzales de <i>Cistus libanotis</i>	0,00	0,00	0,00	1.728,10	13.992,60	15.720,70
		2524	Jaguarzales/carpazales de <i>Halimium lasianthum</i>	1.295,98	0,00	1.295,98	95.048,87	92.283,00	187.331,87
		2525	Jaguarzales de <i>Halimium umbellatum</i>	0,00	0,00	0,00	30.562,33	36.884,87	67.447,20
		2526	Jaguarzales de <i>Halimium halimifolium</i> ("monte blanco")	3.017,93	35.482,39	38.500,31	8.273,87	21.458,28	29.732,15
		2527	Otros jaguarzales (<i>Halimium atriplicifolium</i> , <i>H. ocymoides</i> , <i>H. calycinum</i> , <i>H. commutatum</i>)	54,69	22,44	77,13	65.638,72	120.924,03	186.562,75
26	Matorrales de labiadas y "tomillares" s.l. (incluyendo estepas leñosas, pastizales leñosos y afines)								
	261	Romerales (<i>Rosmarinus officinalis</i>)		204.709,43	178.295,59	383.005,01	921.667,31	2.142.206,83	3.063.874,15
	262	Cantuesares (<i>Lavandula stoechas</i> , <i>L. pedunculata</i> , <i>L. viridis</i>) (2621)		47.793,18	56.177,95	103.971,12	966.158,50	1.992.433,17	2.958.591,67
	263	Esplegares, salviares y salvio-esplegares		19.158,93	5.448,23	24.607,15	522.503,18	1.387.721,52	1.910.224,70
		2631	Salvio-esplegares	6.140,09	3.205,31	9.345,40	9.732,67	5.541,33	15.274,00
		2632	Esplegares de <i>Lavandula latifolia</i>	9.925,67	1.992,09	11.917,76	369.010,69	1.065.220,76	1.434.231,45
		2633	Otros esplegares y alhucemares (<i>L. pyrenaica</i> , <i>L. lanata</i> , <i>L. dentata</i> , <i>multifida</i>)	1.259,00	0,00	1.259,00	29.296,92	25.711,59	55.008,50
		2634	Salviares (<i>Salvia lavandulifolia</i>)	1.834,16	250,82	2.084,98	114.462,90	291.247,84	405.710,74
	264	Matagallares (<i>Phlomis purpurea</i>)		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

				Superficie (ha)					
				Dominante (Codominante)			Acompañante		
				Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total
2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas									
265	Tomillares y agrupaciones fisonómicamente afines			465.194,16	129.387,06	594.581,22	238.156,48	282.970,86	521.127,34
	2651	Ajedreales de <i>Satureja</i> sp.		0,00	0,00	0,00	6.990,83	16.068,47	23.059,30
	2652	Mato-timo-aliagares o lasto-mato-aliagares (incluyendo mato-erizales)		164.649,01	14.020,74	178.669,75	6.144,88	29.620,77	35.765,65
	2653	Pastizales leñosos mesófilos, tomillares de alta montaña, tomillares mesófilos (<i>Th. caespitius</i> , <i>pulegioides</i> , etc.), estepas leñosas de altura		6.649,78	0,00	6.649,78	1.131,30	0,00	1.131,30
	2654	Tomillares con <i>Thymus mastigophorus</i>							
	2654	Tomillares de <i>Thymus mastichina</i>		14.145,85	13.631,23	27.777,08	394.748,11	829.311,42	1.224.059,53
	2655	Tomillares mixtos con predominio de <i>Thymus vulgaris</i>		25.094,55	31.203,33	56.297,89	331.324,98	1.010.816,26	1.342.141,24
	2656	Tomillares mixtos con predominio de <i>Thymus zygis</i>		27.303,75	12.281,83	39.585,58	331.508,34	396.095,71	727.604,05
	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.)		129.333,57	57.282,47	186.616,04	64.892,49	136.097,79	200.990,27
	26571	Tomillar-Junquillares (<i>Aphyllantes monspeliensis</i>)		0,00	0,00	0,00	3.344,43	8.804,54	12.148,97
	26572	Otros pastizales y estepas leñosas (más o menos hidrófilos)		146.020,60	8.760,17	154.780,77	63.938,75	48.158,96	112.097,71
	2658	Jaguarillares (<i>Helianthemum</i>)		129,38	392,84	522,22	116.326,16	379.555,80	495.881,96
	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.			1.809,06	144,42	1.953,48	129.127,76	348.747,14	477.874,90
	2661	Escobillares de <i>Dorycnium pentaphyllum</i>		1.809,06	144,42	1.953,48	125.746,04	343.605,02	469.351,06
	2662	Otros escobillares		0,00	0,00	0,00	3.381,72	5.142,11	8.523,84
267	Bolinares (<i>Santolina</i> spp. y <i>Helichrysum</i> sp.)			373,00	0,00	373,00	179.900,24	226.304,03	406.204,27
	2671	Bolinares de <i>Santolina chamaecyparissus</i>		0,00	0,00	0,00	72.722,52	114.041,08	186.763,60
	2672	Bolinares de <i>Santolina rosmarinifolia</i>		373,00	0,00	373,00	107.177,72	112.262,95	219.440,66
268	Bojares (<i>Artemisia</i> spp.)			28.157,22	759,86	28.917,09	166.639,96	86.461,44	253.101,40
	2681	Ontinares (<i>Artemisia herba-alba</i>)		25.970,15	418,57	26.388,72	63.804,17	23.012,69	86.816,85
	2682	Bojares de <i>Artemisia campestris</i>		1.097,71	341,29	1.439,00	68.562,53	59.185,21	127.747,73
	2683	Otros bojares (<i>Artemisia barrelieri</i> , etc.)		1.089,37	0,00	1.089,37	34.273,27	4.263,55	38.536,82
27	Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asignables a grupos anteriores)			589.196,58	438.490,19	1.027.686,77	165.598,94	427.738,29	593.337,23
	271	Matorrales mixtos s.l.		247.352,16	97.001,29	344.353,45	87.534,33	158.899,93	246.434,26
	272	Matorrales mixtos calcícolas		38.143,08	74.892,21	113.035,29	10.178,88	69.674,29	79.853,17
	273	Matorrales mixtos calcícolas con participación apreciable de elementos espinosos		105.568,86	60.188,50	165.757,36	15.923,92	41.505,92	57.429,84
	274	Matorrales mixtos silicícolas		194.505,55	205.698,24	400.203,79	57.616,28	166.078,55	223.694,83
	275	Matorrales mixtos silicícolas con participación apreciable de elementos espinosos		4.101,35	936,11	5.037,46	546,59	1.269,47	1.816,06
28	Matorrales y cubiertas hiperxerófilos/termoxerófilos, gipsofilos, halófilos, psammófilos y otros intrazonales								
	281	Matorrales y cubiertas hiperxerófilas o termoxerófilas		450,92	0,00	450,92	8,62	0,00	8,62
	2811	Canadillares (<i>Ephedra</i> spp.)		0,00	0,00	0,00	37.308,88	29.148,87	66.457,75
	2812	Matorral mediano hiperxerófilo mixto/Cambrones (<i>Periploca laevigata</i> , <i>Calicotome intermedia</i> , <i>Maytenus senegalensis</i> , <i>Whitania</i> etc.)		487,72	0,00	487,72	663,44	0,00	663,44
	2813	Romerales mixtos (<i>Cistus clusii-Rosmarinus officinalis</i>)		127.668,99	8.824,18	136.493,17	121.799,23	220.345,18	342.144,41
	2814	Albaidares (<i>Anthyllis cytisoides</i> , <i>A. ternifolia</i>) y matorrales mixtos con predominio de <i>Anthyllis cytisoides</i>		53.120,44	868,66	53.989,10	103.808,33	153.142,54	256.950,87
	2815	Matorrales de quenopodiáceas termonitrófilas/Escobares (<i>Salsola oppositifolia</i> , <i>Salsola genistoides</i>)		7.302,10	0,00	7.302,10	75.325,89	10.286,54	85.612,44
	2816	Matorrales de <i>Coronilla juncea</i>		0,00	0,00	0,00	2.828,12	6.591,70	9.419,82
	2817	Tomillares en áreas hiperxerófilas (<i>Thymus hyemalis</i> , <i>Helianthemum</i> , <i>Fumana</i> , <i>Teucrium</i> , <i>Lafuentea</i>)		226,24	0,00	226,24	10.123,17	51,58	10.174,75
	2818	Aulagares de <i>Launaea arborescens</i> (pendejares)		1.014,79	269,66	1.284,44	30.007,32	473,56	30.480,88
	2819	Otras cubiertas de matorral en áreas hiperxerófilas		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

				Superficie (ha)					
				Dominante (Codominante)			Acompañante		
				Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total
2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas									
	28191	Cubiertas con <i>Globularia alypum</i> dominante		0,00	0,00	0,00	16.028,77	39.906,73	55.935,50
	28192	Bojalagares (<i>Thymelaea hirsuta</i>)		2.285,21	0,00	2.285,21	71.473,14	23.457,87	94.931,01
	28193	Comunidades con <i>Capparis spinosa</i> dominante		0,00	0,00	0,00	1.820,68	3.002,12	4.822,80
	28194	Nopales, tunerales (<i>Opuntia</i> sp.)		1.450,47	0,00	1.450,47	27.817,14	14.260,24	42.077,38
282	Matorrales y cubiertas gipsófilas			89.135,47	14.941,69	104.077,17	25.449,99	19.922,74	45.372,74
	2821	Matorrales con predominio de <i>Ononis tridentata</i>		5.648,14	287,61	5.935,76	39.817,95	41.252,33	81.070,27
	2822	Matorrales con predominio de <i>Lepidium subulatum</i>		0,00	0,00	0,00	6.802,22	3.412,70	10.214,92
	2823	Matorrales con predominio de <i>Gypsophila</i> sp.		1.023,66	466,46	1.490,13	40.347,78	20.225,13	60.572,92
	2824	Tomillares gipsófilos (incluidos en el tipo superior)							
	2825	Otras cubiertas gipsófilas (incluidas en el tipo superior)							
283	Matorrales halo-hidrófilos			10.300,95	4.658,90	14.959,86	4.359,06	9.682,85	14.041,91
284	Matorrales halo-xerófilos			11.176,98	0,00	11.176,98	2.481,32	547,91	3.029,23
	2841	Sisallares (<i>Salsola vermiculata</i>)		2.191,35	0,00	2.191,35	8.047,55	403,81	8.451,36
	2842	Otros matorrales halo-xerófilos (incluidos en el tipo superior)							
285	Matorrales y cubiertas psammófilos			98,65	0,00	98,65	0,00	0,00	0,00
	2851	Comunidades de <i>Corema album</i>		0,00	0,00	0,00	2.153,84	7.265,09	9.418,93
	2852	Otras comunidades psammófilas no arbóreas		373,00	0,00	373,00	107.177,72	112.262,95	219.440,66
286	Matorrales rupícolas (se computan en otros tipos por su composición)								
288	Matorrales nitrófilos (incluyen los subtipos que figuran debajo)			2.357,86	5.348,11	7.705,97	1.145,21	1.352,67	2.497,88
	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)			60.313,54	11.503,57	71.817,11	342.303,35	616.894,57	959.197,92
	311	Marismas salinas más o menos densas: herbazales mixtos de tabla con abundancia de terófitos		5.075,38	0,00	5.075,38	1.435,31	9.067,09	10.502,40
	312	Cañaverales (<i>Arundo donax</i>)		3.674,11	1.387,61	5.061,72	75.207,40	143.985,79	219.193,19
	313	Carrizales (<i>Phragmites australis</i>)		9.821,14	1.927,25	11.748,38	56.390,03	133.328,38	189.718,42
	314	Espadañares (<i>Typha</i> sp.)		850,83	161,90	1.012,73	28.604,56	49.793,83	78.398,39
	315	Masegares de <i>Cladium mariscus</i>		493,27	0,00	493,27	3.274,57	927,40	4.201,97
	316	Junqueras, herbazales altos de tabla, bayuncares, castañuelares (<i>Scirpus</i>) etc.		25.003,32	4.860,29	29.863,61	147.517,08	254.957,46	402.474,53
	317	Pastizales con encharcamiento temporal		15.395,50	3.166,51	18.562,01	29.874,40	24.834,63	54.709,03
32	Pastizales y lastonares de altura, céspedes, brañas de cumbres			264.828,92	9.637,94	274.466,86	87.977,02	22.522,84	110.499,86
	321	Céspedes en general, no estrictamente xerófilos		2.696,12	891,69	3.587,81	0,00	0,00	0,00
	322	Cervunales (<i>Nardus stricta</i>)		3.077,96	398,25	3.476,21	87.977,02	22.522,84	110.499,86
	323	Céspedes xerófilos mixtos		30.308,50	2.157,21	32.465,71	0,00	0,00	0,00
	324	Tascas		145.419,21	4.771,61	150.190,83	0,00	0,00	0,00
	325	Brañas		45.644,11	321,02	45.965,13	0,00	0,00	0,00
	326	Borreguiles		1.399,13	0,00	1.399,13	0,00	0,00	0,00
	327	Otras cubiertas herbáceas de alta montaña (lastonar de altura)		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

			Superficie (ha)					
			Dominante (Codominante)			Acompañante		
			Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total
3. Comunidades herbáceas y pastizales								
33	Pastizales y cubiertas herbáceas mesofíticas		566.289,22	347.584,98	913.874,21	412.055,26	738.803,08	1.150.858,34
	331	Prados	387.507,54	284.280,23	671.787,77	0,00	0,00	0,00
		3311 Prados de diente	131.086,91	31.853,65	162.940,56	0,00	0,00	0,00
		3312 Prados de siega	256.420,63	252.426,58	508.847,21	0,00	0,00	0,00
	332	Helechares (<i>Pteridium aquilinum</i>)	90.166,90	33.211,30	123.378,19	348.159,00	640.053,85	988.212,86
	333	Otros pastizales y cubiertas herbáceas mesofíticas	88.614,79	30.093,46	118.708,24	63.896,25	98.749,23	162.645,48
34	Pastizales xero-mesofíticos de vivaces dominantes		1.234.776,92	896.330,78	2.131.107,70	932.918,87	2.510.206,49	3.443.125,35
	341	Pastizales estacionales densos	1.033.665,82	849.100,34	1.882.766,16	404.416,16	1.206.767,78	1.611.183,94
	342	Pastizales estacionales claros	58.802,06	23.626,14	82.428,20	53.900,76	110.403,37	164.304,13
	343	Lastonares mixtos (incl. lastonares bajos -gramales-)	63.285,85	9.885,38	73.171,22	0,00	0,00	0,00
	344	Berciales (<i>Stipa gigantea</i>)	9.745,80	472,94	10.218,74	143.421,15	165.665,54	309.086,69
	345	Cerverales (<i>Brachypodium retusum</i>)	69.277,40	13.245,99	82.523,39	320.542,28	1.009.928,66	1.330.470,93
	346	"Carritxares" (<i>Ampelodesma mauritanica</i>)	0,00	0,00	0,00	10.638,51	17.441,14	28.079,66
35	Atochares, espartizales, albardinales		337.677,27	65.390,24	403.067,51	499.294,21	695.709,68	1.195.003,89
	351	Espartizales (atochares (<i>Stipa tenacissima</i> = <i>Macrochloa tenacissima</i>))	311.908,07	63.556,50	375.464,57	243.680,01	339.290,72	582.970,73
	352	Albardinales (<i>Lygeum spartum</i>)	25.769,20	1.833,74	27.602,94	255.614,20	356.418,96	612.033,16
36	Comunidades herbáceas anuales		27.790,40	5.822,35	33.612,76	0,00	0,00	0,00
	361	Pastizales anuales (terofíticos)	16.746,29	3.222,10	19.968,39	0,00	0,00	0,00
	362	Herbazales rudero-arvenses y nitrófilos	11.044,11	2.600,25	13.644,37	0,00	0,00	0,00
4. Desiertos y semidesiertos				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 ⁻¹)
<i>Anagyris foetida</i>	3	21	8,3	12,9
<i>Arbutus unedo</i>	3	57	22,7	45,2
<i>Asparagus albus</i>	12	29	9,3	3,2
<i>Berberis vulgaris</i>	2	10	14,5	7,3
<i>Buxus sempervirens</i>	81	63	14,8	14,0
<i>Calicotome villosa</i>	11	43	20,4	24,7
<i>Calluna vulgaris</i>	1	20	7,0	4,2
<i>Chamaerops humilis</i>	43	44	11,4	10,2
<i>Cistus albidus</i>	40	83	12,1	10,3
<i>Cistus albidus</i>	14	58	11,9	13,1
<i>Cistus clusii</i>	2	60	15,5	37,0
<i>Cistus crispus</i>	5	25	14,4	2,1
<i>Cistus ladanifer</i>	222	68	14,4	21,3
<i>Cistus monspeliensis</i>	9	31	9,8	8,6
<i>Cistus populifolius</i>	7	75	13,0	18,3
<i>Cistus salviifolius</i>	10	29	8,5	6,0
<i>Cistus spp.</i>	4	39	6,0	5,3
<i>Crataegus monogyna</i>	8	13	15,3	9,4
<i>Cytisus oromediterraneus</i>	40	79	10,6	40,8
<i>Cytisus scoparius</i>	80	100	20,1	24,1
<i>Cytisus spp.</i>	13	32	10,6	7,9
<i>Daphne gnidium</i>	3	15	11,3	5,1
<i>Erica arborea</i>	121	82	14,9	22,7
<i>Erica australis</i>	6	82	15,2	46,9
<i>Erica scoparia</i>	7	71	10,3	26,3
<i>Erica spp.</i>	18	66	11,3	22,7
<i>Erinacea anthyllis</i>	3	20	2,3	1,4
<i>Genista spp.</i>	12	37	11,7	14,0
<i>Globularia alypum</i>	1	45	15,0	14,0
<i>Halimium halimifolius</i>	26	47	11,1	14,2
<i>Ilex aquifolium</i>	1	5	4,0	0,7
<i>Juniperus communis</i>	1	65	12,0	3,9
<i>Juniperus oxycedrus</i>	6	27	8,5	1,2
<i>Lavandula stoechas</i>	33	13	5,5	2,9
<i>Myrtus communis</i>	3	68	20,7	29,1
<i>Nerium Oleander</i>	4	19	23,5	26,5
<i>Olea europaea</i>	12	44	16,7	33,1
<i>Phillyrea angustifolia</i>	8	37	14,8	23,9
<i>Phillyrea latifolia</i>	3	53	23,7	25,1
<i>Phlomis purpurea</i>	22	44	9,1	7,7
<i>Pistacia lentiscus</i>	80	57	14,9	22,5
<i>Quercus coccifera</i>	54	60	12,1	20,3
<i>Quercus ilex</i>	32	22	7,5	5,3
<i>Retama sphaerocarpa</i>	27	29	16,4	15,0

Especie dominante	Nº parcelas	Fcc_matorral	Hm_matorral (dm)	Bio_matorral (t ha ⁻¹)
<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
Total general	1514	61	12,4	17,2



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 ⁻¹)	Desv. Tip. Bio. matorral (t ha ⁻¹)
arbolada	786	43	45	11,91	14,77	17,52
<i>Castanea sativa</i>	2	58	40	11,50	6,03	7,62
<i>Eucalipto</i>	22	30	82	15,05	33,37	24,07
<i>Olea europaea</i>	40	49	35	16,05	26,80	27,94
Otros	15	29	44	10,00	8,87	6,97
<i>P. halepensis</i>	61	44	44	9,49	7,67	7,80
<i>P. nigra</i>	104	55	31	9,72	6,93	8,12
<i>P. nigra</i> y <i>P. pinaster</i>	4	44	50	10,50	8,99	2,85
<i>P. nigra</i> y <i>P. sylvestris</i>	5	48	62	11,60	13,13	2,85
<i>P. pinaster</i>	90	40	39	11,76	16,32	21,47
<i>P. pinea</i>	108	31	44	11,99	12,18	13,05
<i>P. sylvestris</i>	46	62	79	16,39	22,53	14,88
<i>P. uncinata</i>	49	69	75	5,00	8,50	4,13
<i>P. uncinata</i> y <i>P. sylvestris</i>	1	90	50	5,50	4,82	
<i>Q. canariensis</i>	24	56	43	14,50	17,91	14,98
<i>Q. ilex</i>	140	27	35	11,45	15,27	16,78
<i>Q. pyrenaica</i>	2	53	10	8,00	2,19	1,70
<i>Q. suber</i>	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	
<i>P. halepensis</i>	1	5	50	10,00	17,12	
<i>P. pinaster</i>	1	5	40	13,00	10,69	
<i>P. sylvestris</i>	11	5	87	11,82	44,91	25,46
<i>Q. ilex</i>	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	<i>Adenocarpus spp.</i>	13
2	<i>Arbutus unedo</i>	8
3	<i>Asparagus albus</i>	17
4	<i>Berberis vulgaris</i>	13
5	<i>Calicotome villosa</i>	26
6	<i>Calluna vulgaris</i>	4
7	<i>Chamaerops humilis</i>	1
8	<i>Cistus albidus</i>	60
9	<i>Cistus clusii</i>	25
10	<i>Cistus crispus</i>	6
11	<i>Cistus ladanifer</i>	275
12	<i>Cistus libanotis</i>	2
13	<i>Cistus monspeliensis</i>	46
14	<i>Cistus populifolius</i>	32
15	<i>Cistus salviifolius</i>	42
16	<i>Cistus spp.</i>	9
17	<i>Crataegus monogyna</i>	10
18	<i>Cytisus oromediterraneus</i>	1
19	<i>Cytisus scoparius</i>	25
20	<i>Cytisus spp.</i>	16
21	<i>Cytisus triflorus</i>	6
22	<i>Daphne gnidium</i>	11
23	<i>Daphne laureola</i>	1
24	<i>Erica arborea</i>	99
25	<i>Erica umbellata</i>	8
26	<i>Erica australis</i>	11
27	<i>Erica scoparia</i>	20
28	<i>Erica spp.</i>	39
29	<i>Erinacea anthyllis</i>	1
30	<i>Genista tridens</i>	2
31	<i>Genista florida</i>	16
32	<i>Genista spp.</i>	24
33	<i>Genista tinctoria</i>	15
34	<i>Genista tridentata</i>	1
35	<i>Genista versicolor</i>	2
36	<i>Halymium halimifolium</i>	88
37	<i>Helichrysum italicum</i>	2
38	<i>Helichrysum spp.</i>	3

	Especie dominante	Total
39	<i>Jasminum fruticans</i>	2
40	<i>Lavandula sp.</i>	1
41	<i>Lavandula stoechas</i>	53
42	<i>Myrtus communis</i>	19
43	<i>Nerium oleander</i>	8
44	<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	3
45	<i>Osyris spp.</i>	3
46	<i>Phillyrea angustifolia</i>	8
47	<i>Phillyrea spp.</i>	53
48	<i>Phlomis purpurea</i>	42
49	<i>Pistacia lentiscus</i>	103
50	<i>Pistacia spp.</i>	9
51	<i>Prunus spinosa</i>	1
52	<i>Pyrus sp.</i>	1
53	<i>Q. coccifera</i>	35
54	<i>Q. ilex</i>	57
55	<i>Q. suber</i>	2
56	<i>Retama sphaerocarpa</i>	4
57	<i>Retama spp.</i>	31
58	<i>Rhamnus spp.</i>	32
59	<i>Rosa canina</i>	1
60	<i>Rosa spp.</i>	13
61	<i>Rosmarinus officinalis</i>	200
62	<i>Rubus spp.</i>	2
63	<i>Ruscus aculeatus</i>	1
64	<i>Spartium junceum</i>	3
65	<i>Teline spp.</i>	7
66	<i>Teucrium fruticans</i>	3
67	<i>Teucrium spp.</i>	1
68	<i>Thymus mastichina</i>	3
69	<i>Thymus spp.</i>	45
70	<i>Ulex australis</i>	17
71	<i>Ulex spp.</i>	117
72	<i>Viburnum sp.</i>	1
	<i>Sin identificar</i>	11
	<i>Muestra invalidada</i>	3
	<i>Muestra anulada</i>	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
Canjajar	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
Cardena	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
Gails 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
Zúfre	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
TOTAL	1514

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
Parzonera 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 Martín 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
Liissá 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 María 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	1
(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	Provincia/municipios	Nº parcelas	Provincia/municipios	Nº parcelas
Ruesga	1	Paracuellos	1	Vilallonga de Ter	1
Saro	1	Portilla	1	Guils de Cerdanya	7
Selaya	2	Saceda-Trastierra	1	Granada	116
Valdeolea	1	San Clemente	1	Albuñuelas	1
Valdeprado del Río	1	Valdecabras	1	Alhama de Granada	1
Valderredible	1	Villar de Olalla	1	Arenas del Rey	1
Villacarriedo	1	Villar del Humo	1	Baza	20
Castellón	11	Girona	124	Deifontes	1
Borriol	1	Aiguaviva	1	Dólar	1
Cabanes	1	Alp	4	Huescar	1
Castell de Cabres	2	Arbucies	2	Lantería	1
Lucena del Cid	1	Camós	1	Moclín	1
Pina de Montalgrao	2	Campdevàdol	1	Montefrío	2
Torralba del Pinar	1	Campelles	2	Puebla de Don Fadrique	1
Villamalur	1	Campmany	1	Zújar	1
Vistabella del Maestrazgo	2	Camprodon	2	Colomera	11
Ciudad Real	1	Fontanals de Cerdanya	41	Lugros	16
Puebla de Don Rodrigo	1	Ger	10	Los Guajares	29
Córdoba	123	La Vall de Bianya	1	Lentejí	28
Añora	82	Las Planas	1	Guadalajara	24
Cardeña	5	Les Lloses	1	Alcoroches	3
Córdoba	2	Les Planes d'Hostoles	1	Almadrones	1
Espiel	1	Maiá de Montcal	1	Arbancón	1
Fuente Obejuna	1	Massanet de Cabrenys	1	Arbeteta	1
Los Blázquez	1	Meranges	21	Barriopedro	1
Montoro	6	Olot	1	Canredondo	1
Obejo	1	Osor	1	Condemios de Arriba	1
Torrecampo	1	Pals	1	Establés	1
Villanueva de Córdoba	2	Planoles	1	Humanes	1
Villanueva del Duque	1	Riudaura	1	Mazarete	1
Hornachuelos	20	San Feliu de Buxalleu	1	Molina	1
Cuenca	32	San Julián de Vallfogona	1	Orea	2
Algarra	1	Sant Aniol de Finestres	1	Peñalen	2
Almodóvar de Monte-Rey	2	Sant Hilari Sacalm	1	Sacecorbo	1
Arguisuelas	1	Sant Joan de les Abadesses	1	Sigüenza	1
Beteta	1	Sant Joan les Fonts	1	Villanueva de Alcoron	2
Boniches	1	Sant Sadurní	1	Ville de Mesa	1
Cañada de Hoyo	1	Santa Cristina de Aro	1	Zaorejas	2
Cuenca	14	Santa Pau	1	Guipuzcoa	12
Fresneda de La Sierra	1	Setcases	7	Arano	1
Garaballa	1	Toses	1	Ataun	1
La Pesquera	1	Vallfogona de Ripollès	1	Beasain	1
Minglanilla	1	Viladaséns	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
Parzonería 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	Frailles	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'Alla	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-Fórnsols	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
Lascurrae	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	Provincia/municipios	Nº parcelas	Provincia/municipios	Nº parcelas
Pobla de Ciérvoles	1	Álora	6	Urraul Alto	1
Ribera d'Urgellet	1	Murcia	5	Urzainqui	1
Sant Esteve de la Sarga	2	Abaran	1	Uterga	1
Sort	1	Caravaca	1	Vidangoz	1
Talavera	1	Cieza	1	Orense	19
Tremp	1	Lorca	1	Allariz	2
Vall de Cardos	1	Moratalla	1	Avion	1
Valls de Valira	1	Navarra	47	Bande	3
Vielha e Mijaran	6	Abaurrea Baja	1	Beariz	2
Riu de Cerdanya	8	Amescoa Baja	1	Celanova	1
Prullans	50	Arantza	1	Entrimo	1
Lugo	25	Arce	2	Leiro	2
A Fonsagrada	2	Ataun	1	Lobeira	1
A Pontenova	1	Basaburua	1	Monterrei	1
Abadin	1	Basaburúa Mayor	1	Muiños	1
Baleira	2	Baztán	2	Oimbra	1
Baralla	1	Bértiz-Arana	1	Piñor	1
Castroverde	2	Ergoiena	1	Río	1
Cervantes	1	Erro	1	Villardevós	1
Corgo	1	Erro - Espina	1	Palencia	5
Guitiriz	1	Esteribar	1	Guardo	1
Lugo	1	Garralda	1	La Puebla de Valdavia	1
Monterroso	1	Goizueta	2	Redondo-Areños	1
Muras	1	Goñi	1	Saldaña	1
Negueira de Muñiz	1	Hiriberri/Villanueva de Aezkoa	1	Villaelles de Valdavia	1
O Corgo	1	Isara	1	Pontevedra	19
Portomarín	1	Jaurrieta	1	A Estrada	1
Ribeira de Piquin	1	Javier	1	Bayona	1
Sarria	1	Juslapeña	1	Caldas de Reis	1
Sober	3	Lakuntza	1	Cangas	1
Trabada	2	Lanz	1	Cerdedo	1
Madrid	6	Larraun	1	Cotobade	2
Cadalso de Los Vidrios	1	Leitza	1	Forcarei	1
Miraflores de la Sierra	3	Leoz	1	La Estrada	1
Rascafría	2	Lesaka	1	Moaña	1
Málaga	105	Lumbier	2	Moraña	1
Almogía	36	Luzaide/Valcarlos	1	O Covelo	1
Cortes de La Frontera	1	Metauten	1	Pazos de Borbén	1
Félix	1	Ochagavía	5	Ponte-Caldelas	1
Málaga	1	Odieta	1	Porriño	1
Jubrique	2	Orbaitzeta	1	Puentearreas	1
Gaucín	20	Sierra de Urbasa	1	Rosal	1
Nerja	38	Ultzama	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 Ríucorp	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	Castrogonzález	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
Villanazar	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



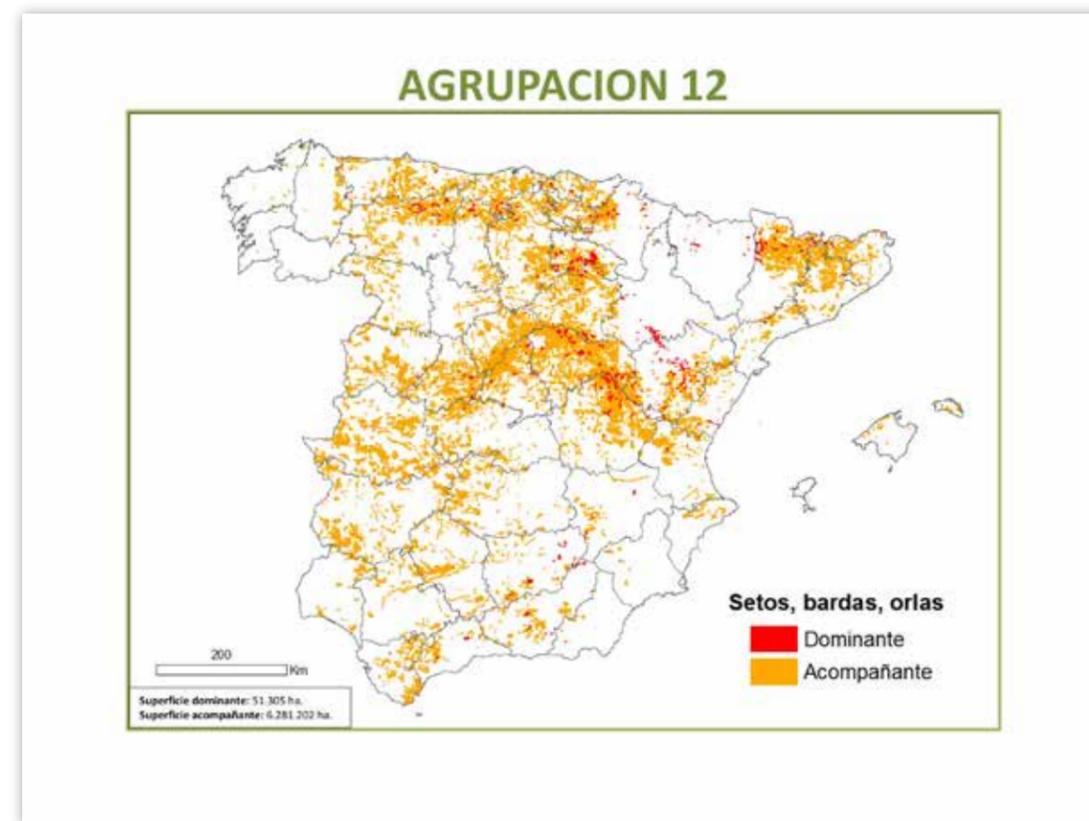
ANEXO I.1. Tablas de superficies y mapas de distribución por Agrupaciones de matorrales y arbustados.

PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y FIJACIÓN DE CARBONO POR LOS MATORRALES ESPAÑOLES Y POR EL HORIZONTE ORGANICO SUPERFICIAL DE LOS SUELOS FORESTALES



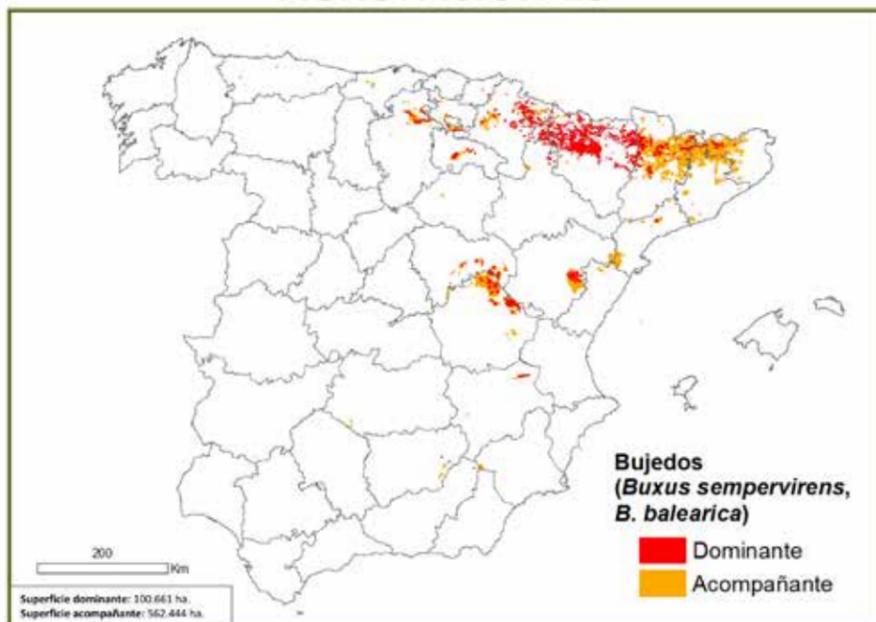
Estimación de las superficies ocupadas por agrupaciones de arbustados y matorrales en la España peninsular

	Superficie (ha)					
	Dominante (Codominante)			Acompañante		
	Fec Arb < 30%	Fec Arb > 30%	Total	Fec Arb < 30%	Fec Arb > 30%	Total
I. Arbustados y agrupaciones afines						
11	21.675	15.033	36.708	526.543	1.125.016	1.651.559
12	36.774	14.532	51.305	3.806.373	4.474.829	6.281.202
13	81.414	19.247	100.661	65.449	496.996	562.444
14	760	4.661	5.421	113.473	521.409	634.972
15	473.633	1.008.612	1.482.245	692.038	723.210	1.415.249
16	142.847	203.731	346.578	1.241.296	4.770.776	6.012.072
17	96.514	104.139	200.653	595.578	1.622.785	2.218.364
18	20.398	20.050	40.448	468.889	1.217.778	1.686.668
19	207.724	221.290	429.014	955.126	2.784.307	3.739.433
19A	353.446	192.197	545.643	219.687	418.618	638.305
19 B	14	0	14	46.539	13.898	60.437
TOTAL	1.435.198	1.803.401	3.238.600	6.731.091	18.169.733	24.900.824
II. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas						
21	24.205	19.005	43.210	217.503	170.587	388.090
22	302.306	120.705	423.010	3.945.151	4.022.623	5.967.775
23	539.844	204.540	744.385	3.189.954	4.771.327	7.961.281
24	1.186.507	246.250	1.432.757	2.170.859	4.354.770	6.525.629
25	319.138	435.879	755.017	1.566.647	5.648.293	7.214.939
26	1.280.521	507.786	1.788.307	4.444.504	9.321.375	13.765.878
27	589.137	438.490	1.027.627	165.599	427.738	593.337
28	323.546	42.906	366.452	633.411	604.732	1.238.143
TOTAL	4.565.264	2.015.661	6.580.924	14.533.627	29.321.446	43.655.073
III. Comunidades herbáceas y pastizales						
35	337.677	65.390	403.068	499.294	695.710	1.195.004

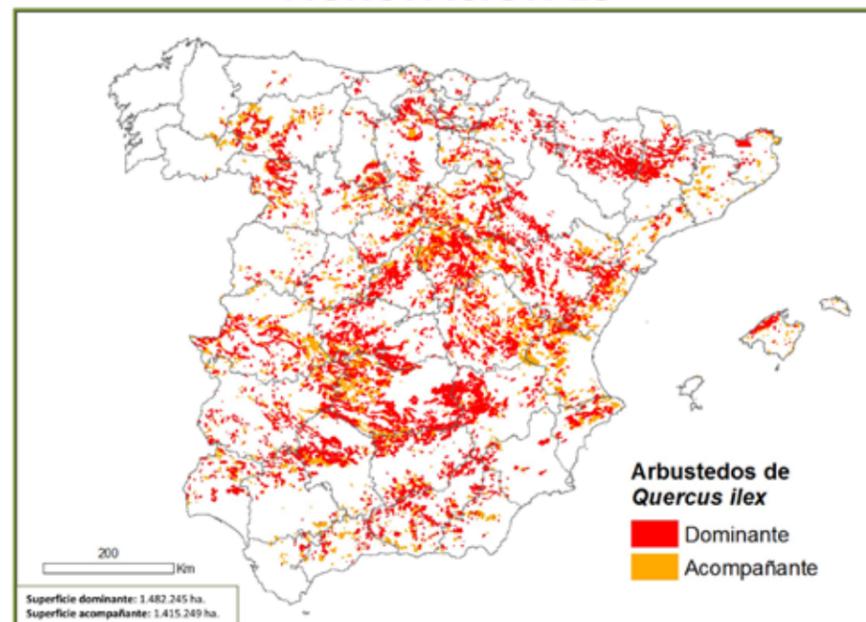




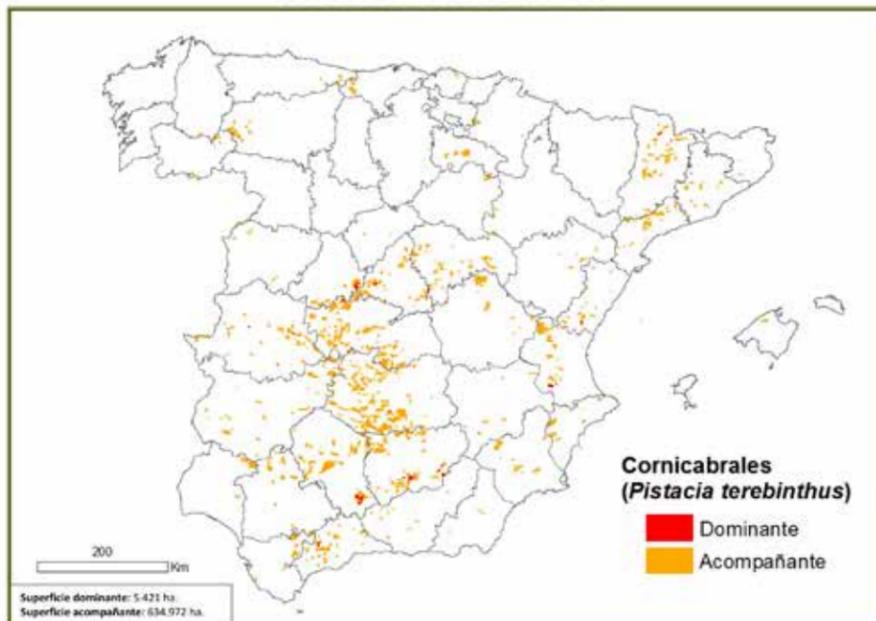
AGRUPACION 13



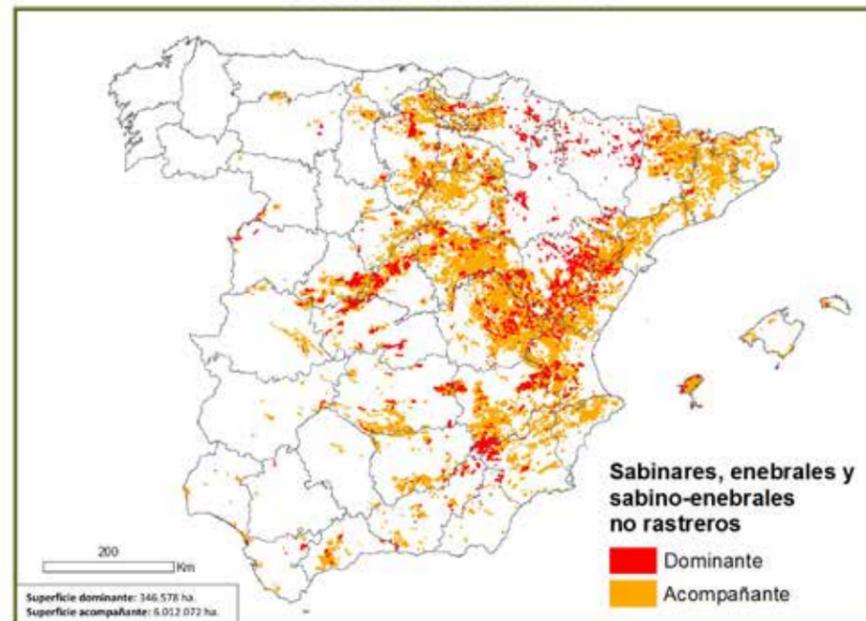
AGRUPACION 15



AGRUPACION 14

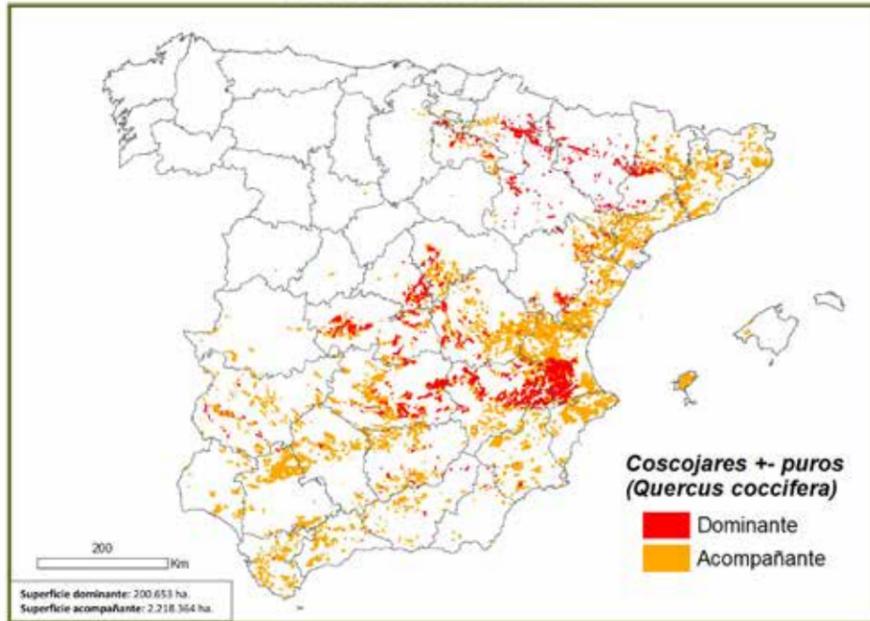


AGRUPACION 16

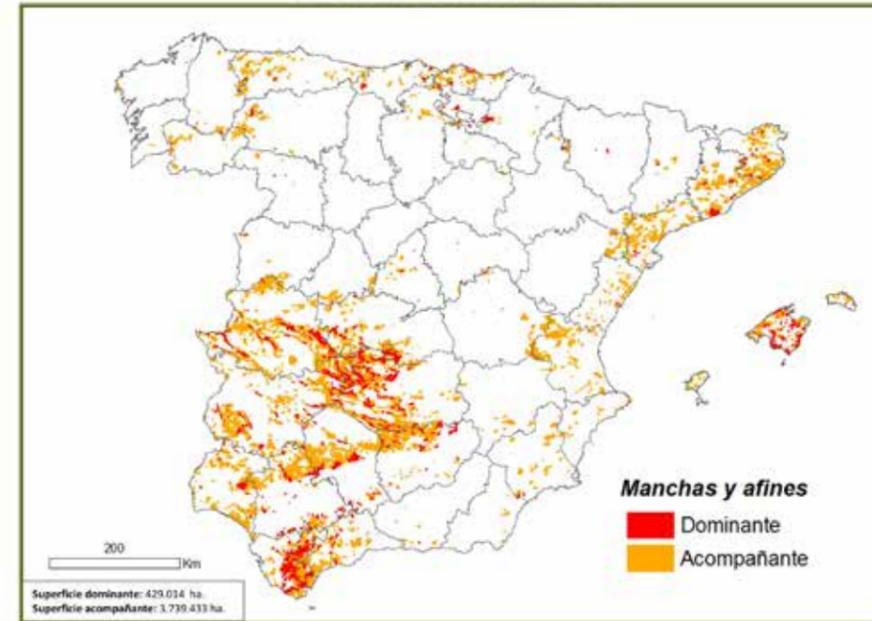




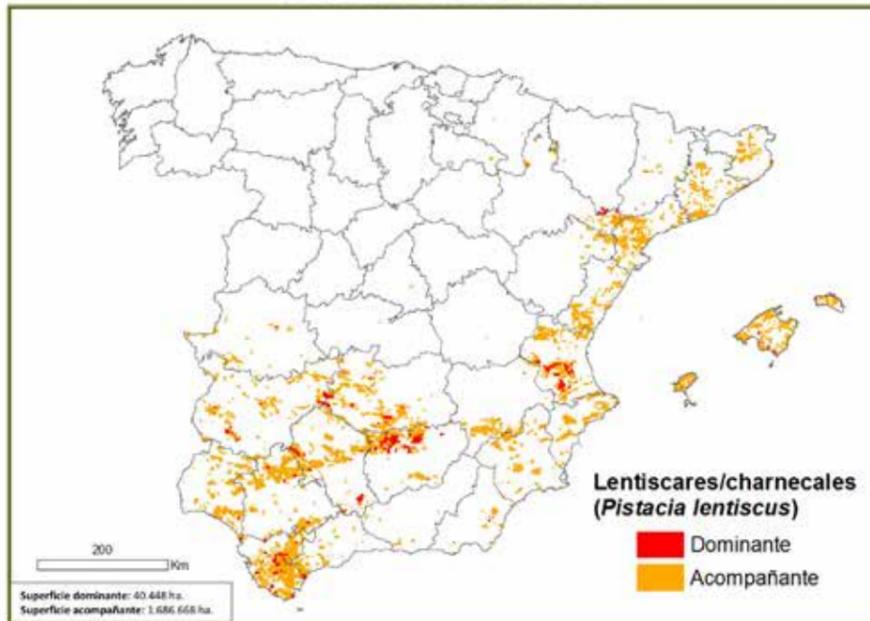
AGRUPACION 17



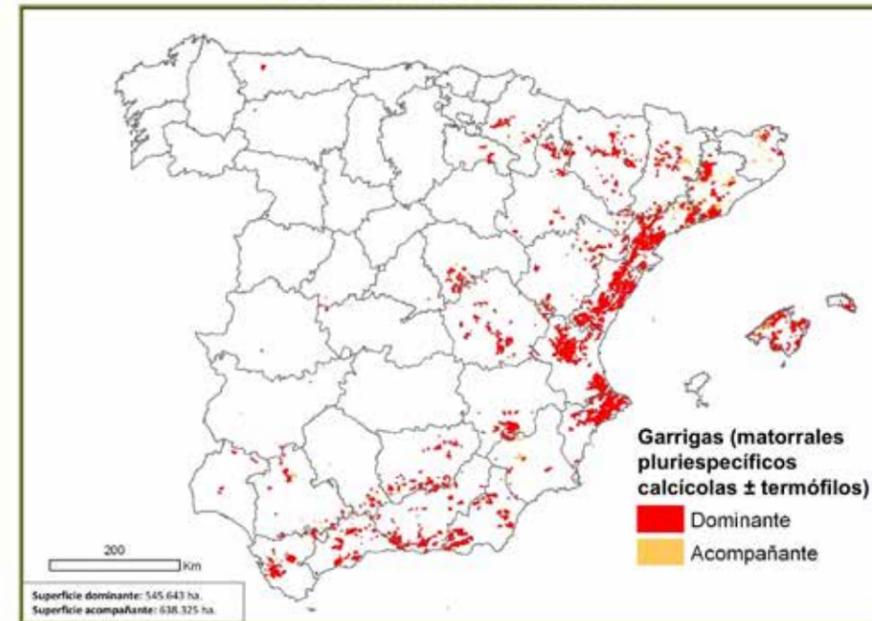
AGRUPACION 19



AGRUPACION 18

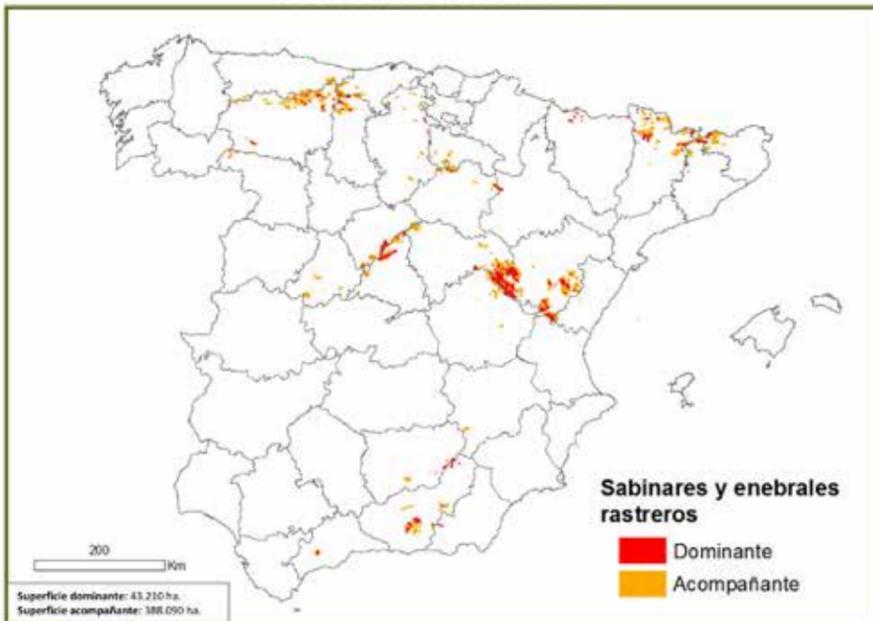


AGRUPACION 19 A

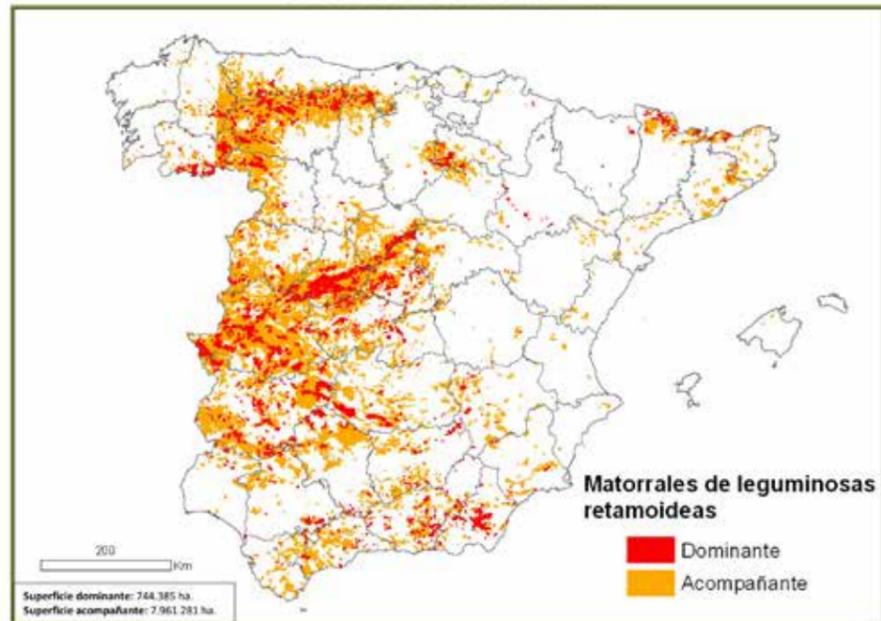




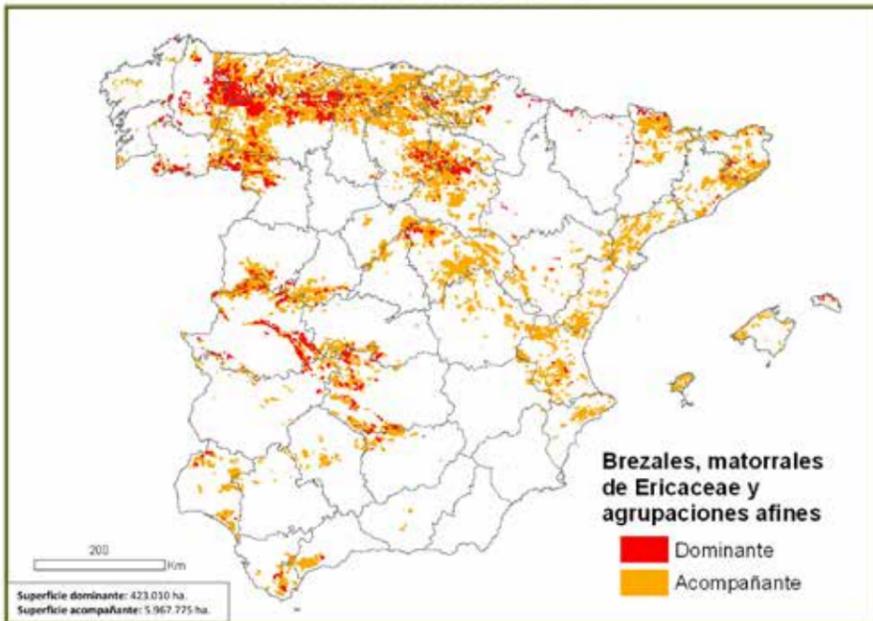
AGRUPACION 21



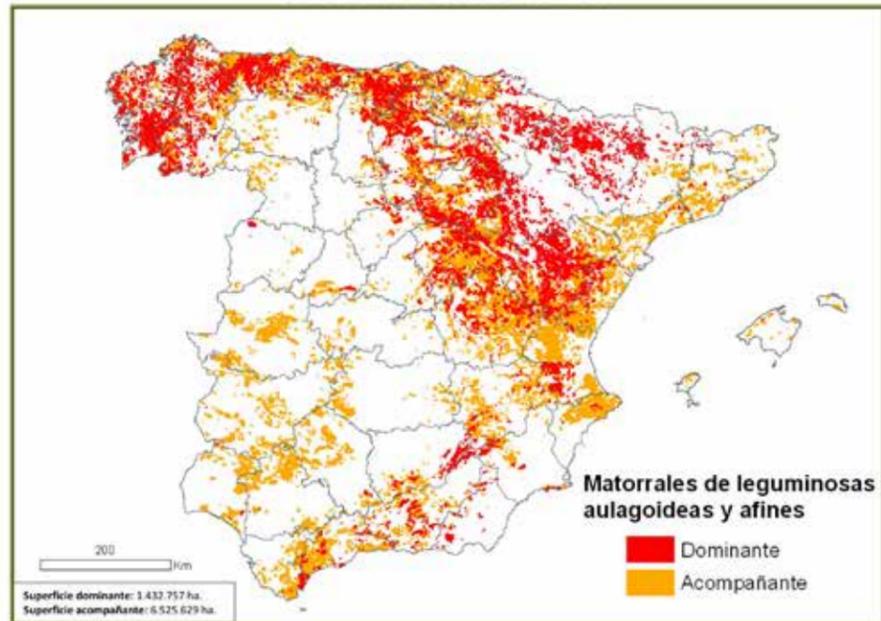
AGRUPACION 23



AGRUPACION 22

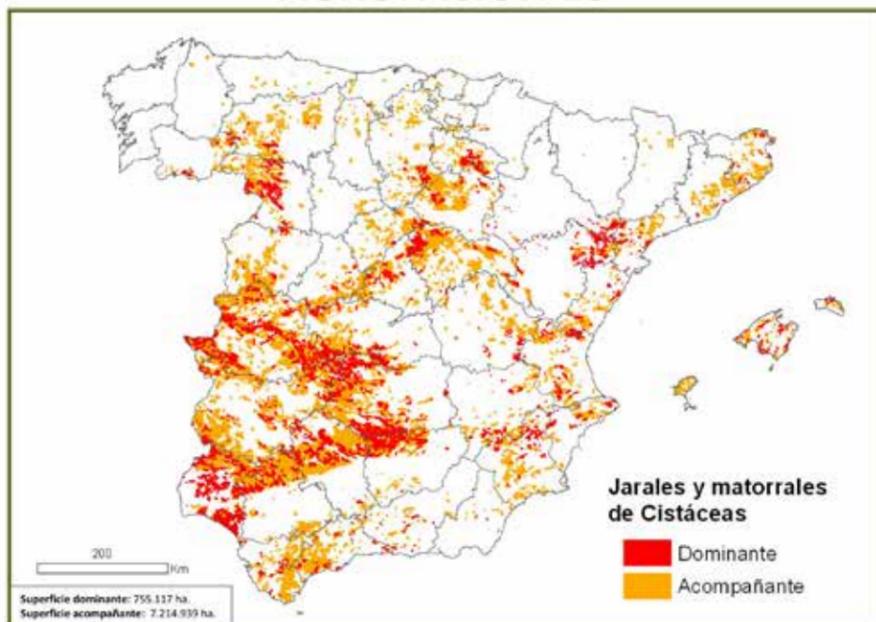


AGRUPACION 24

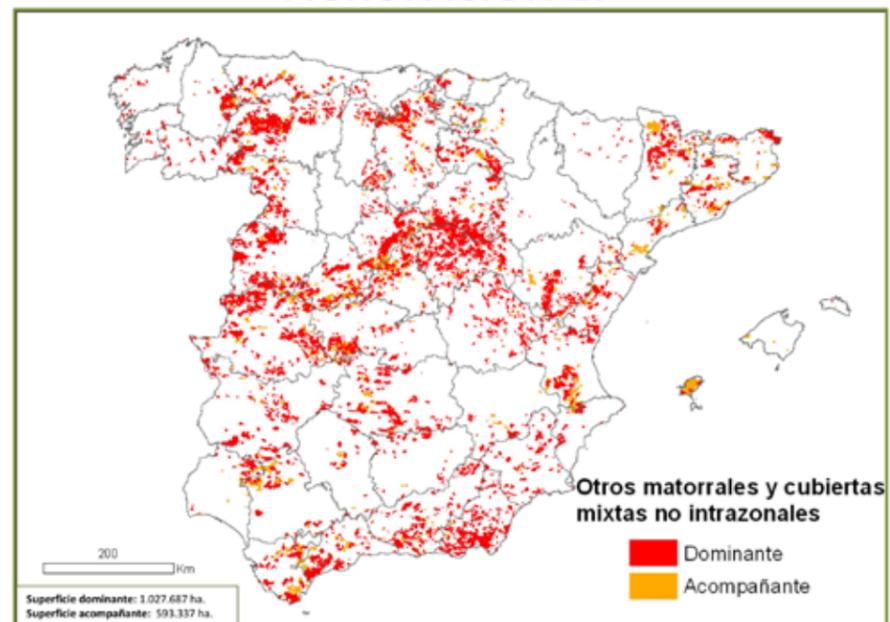




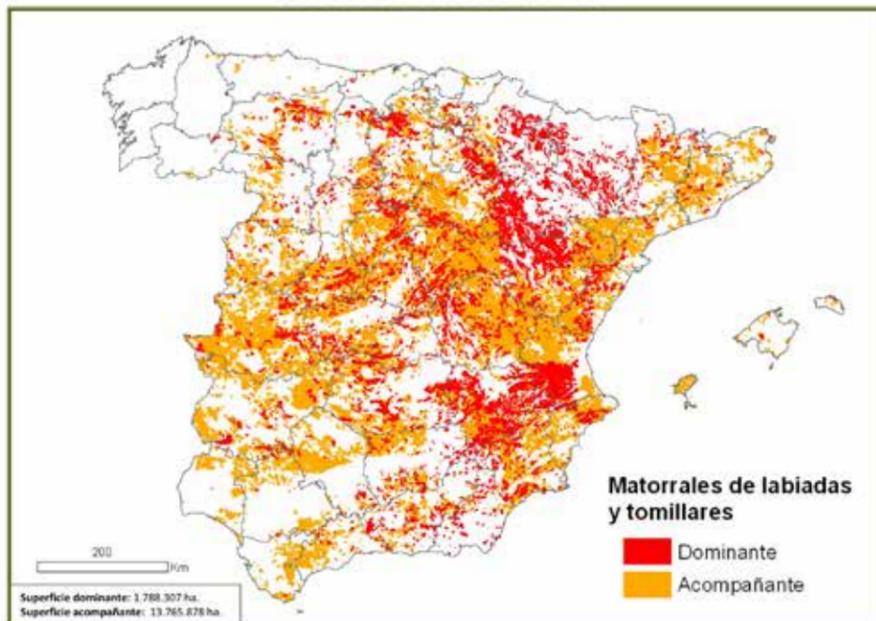
AGRUPACION 25



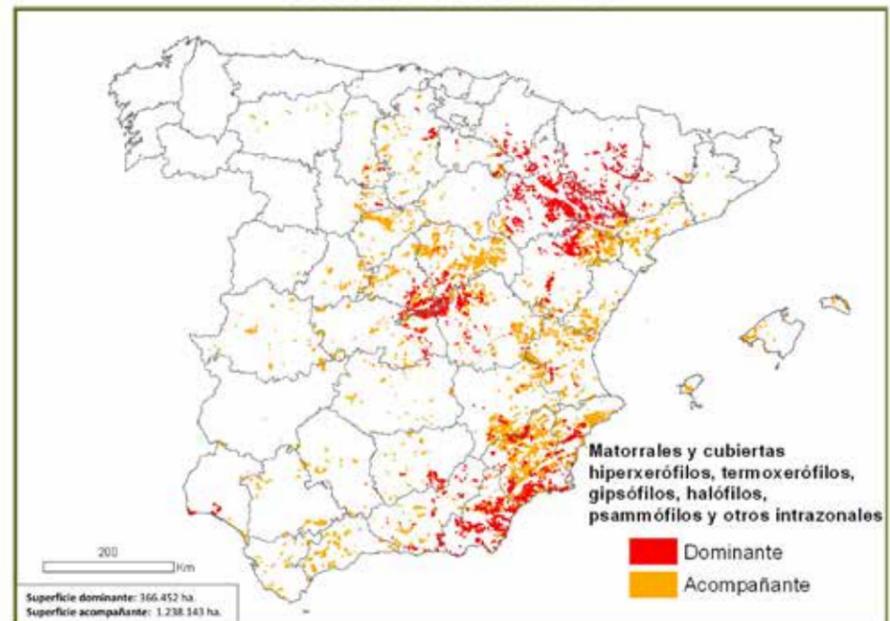
AGRUPACION 27

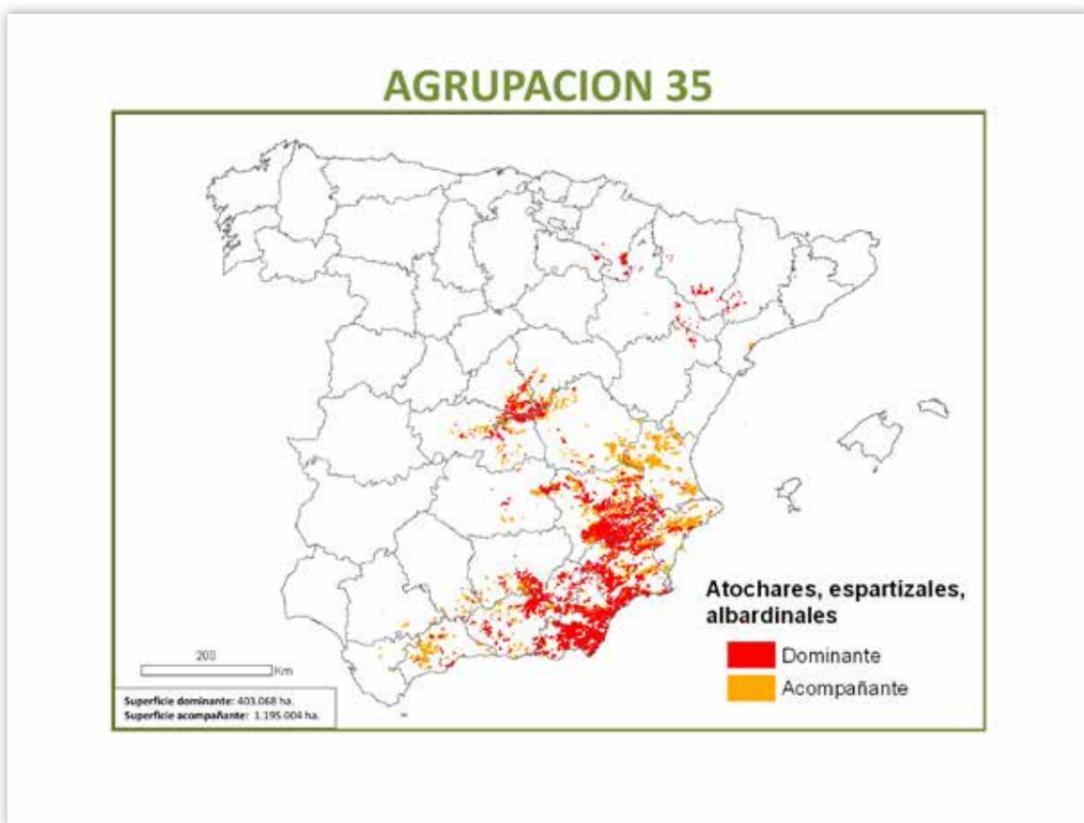


AGRUPACION 26



AGRUPACION 28



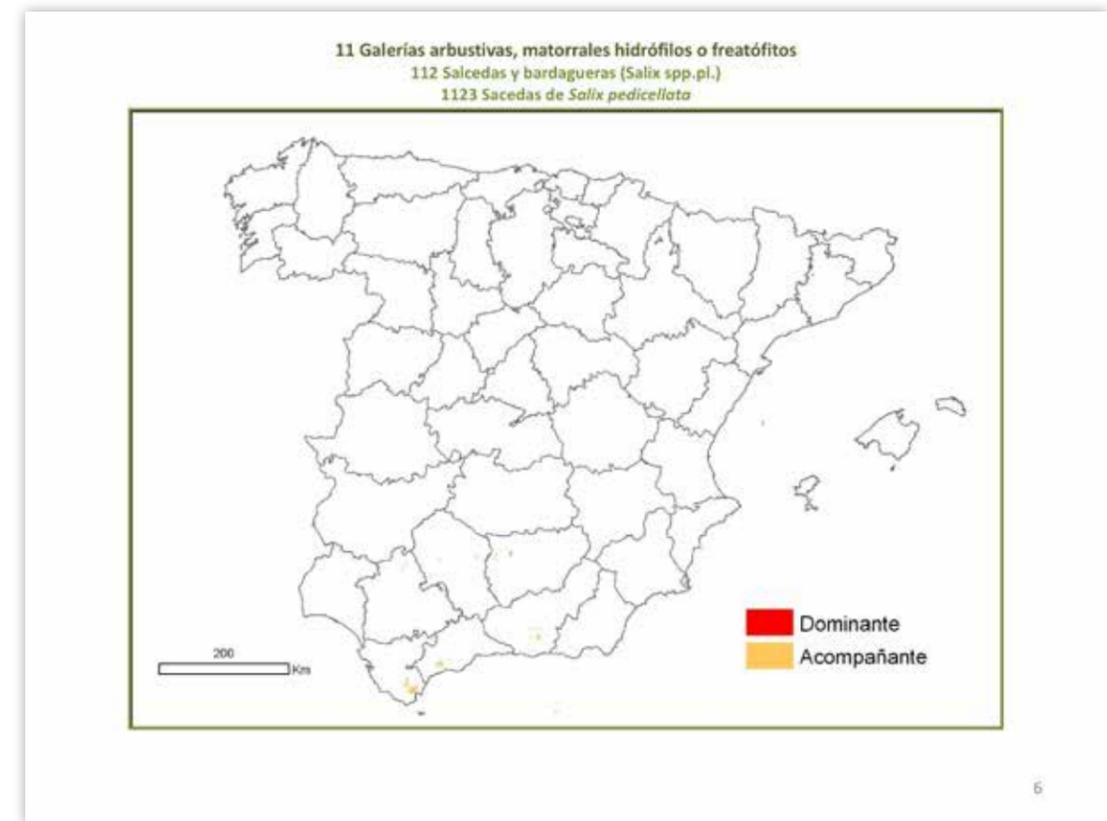
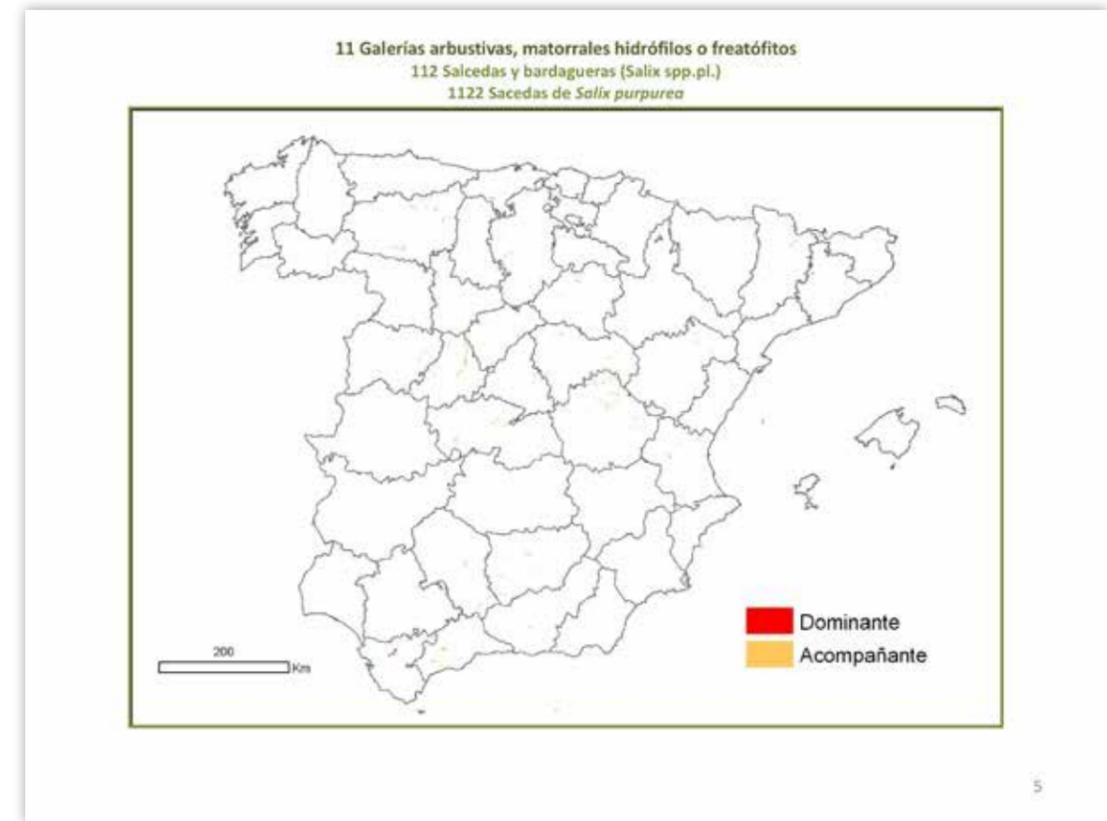
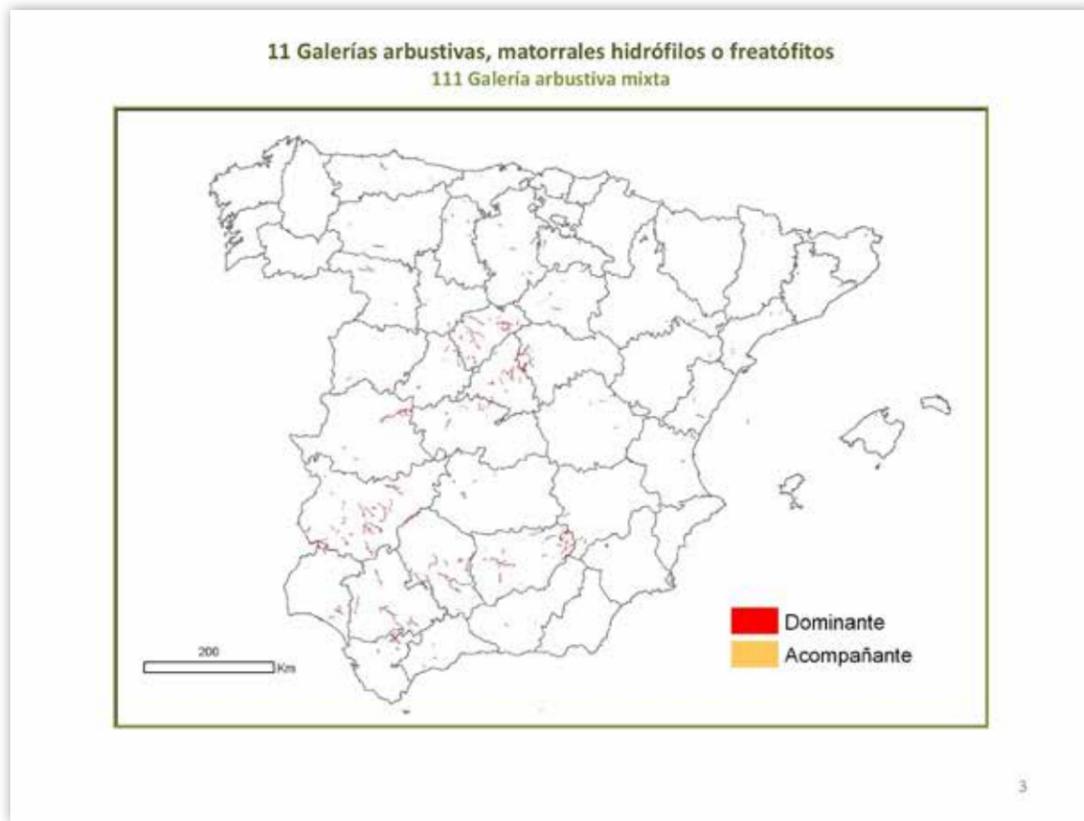


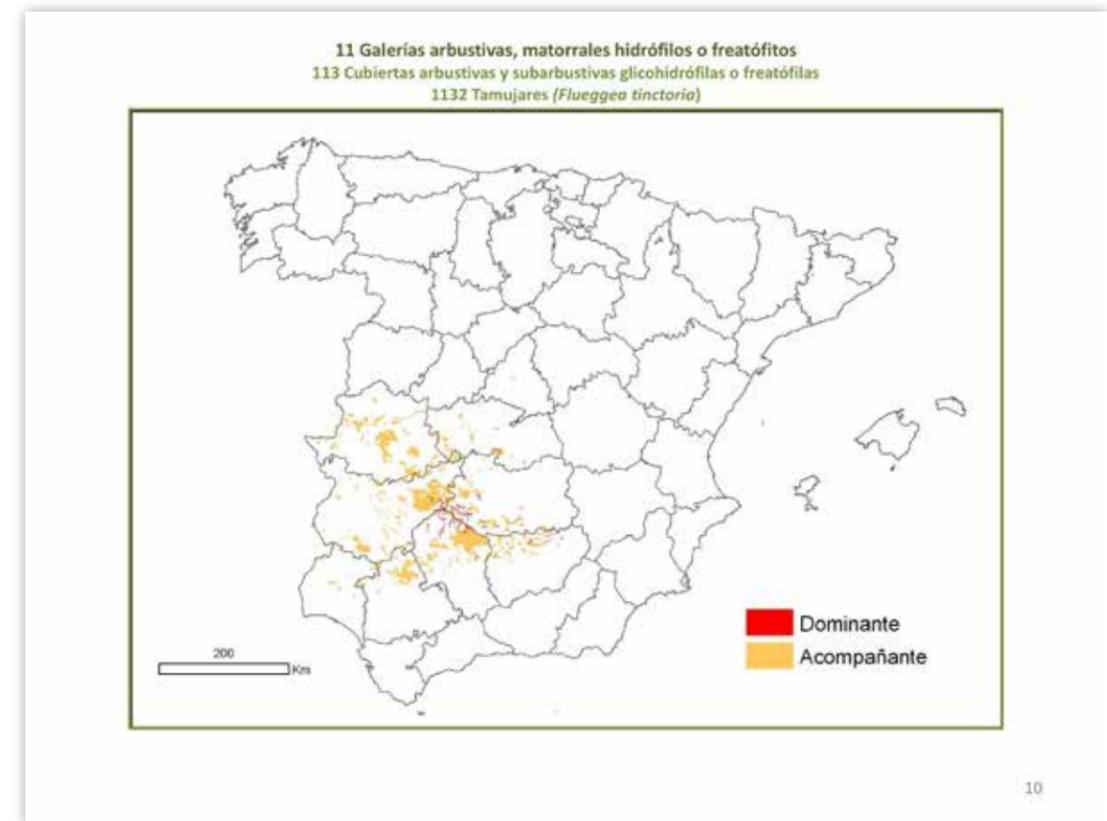
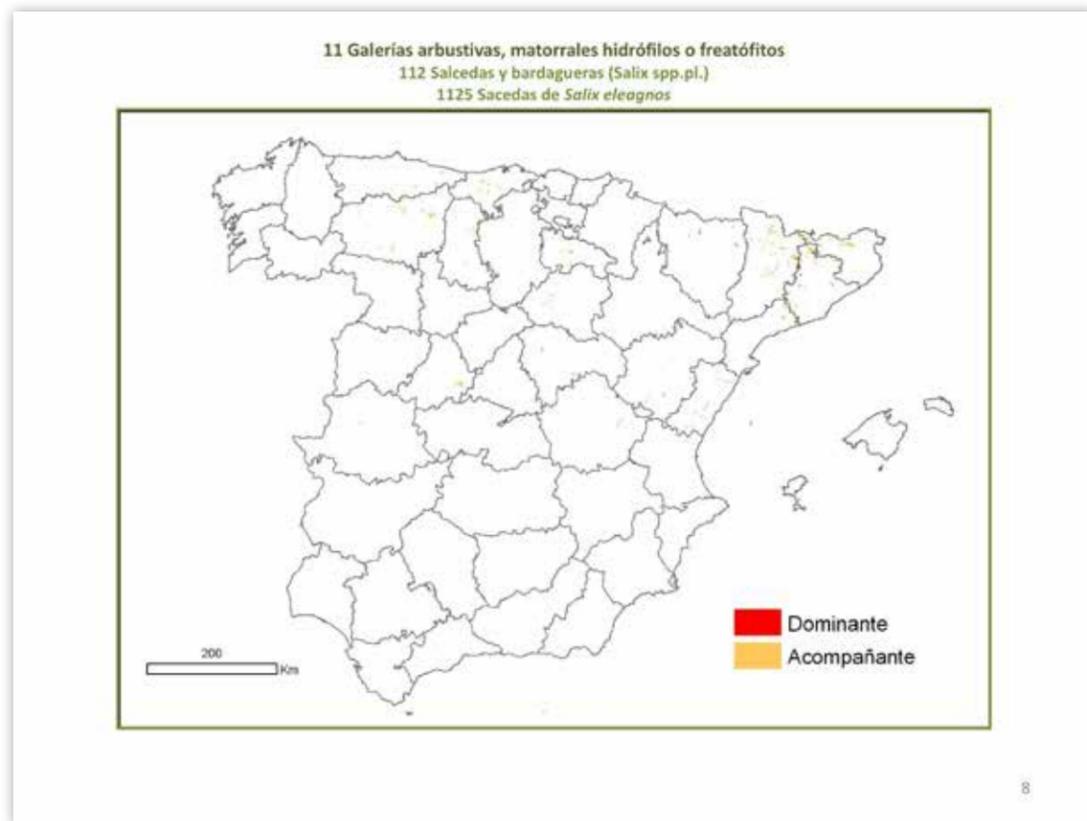
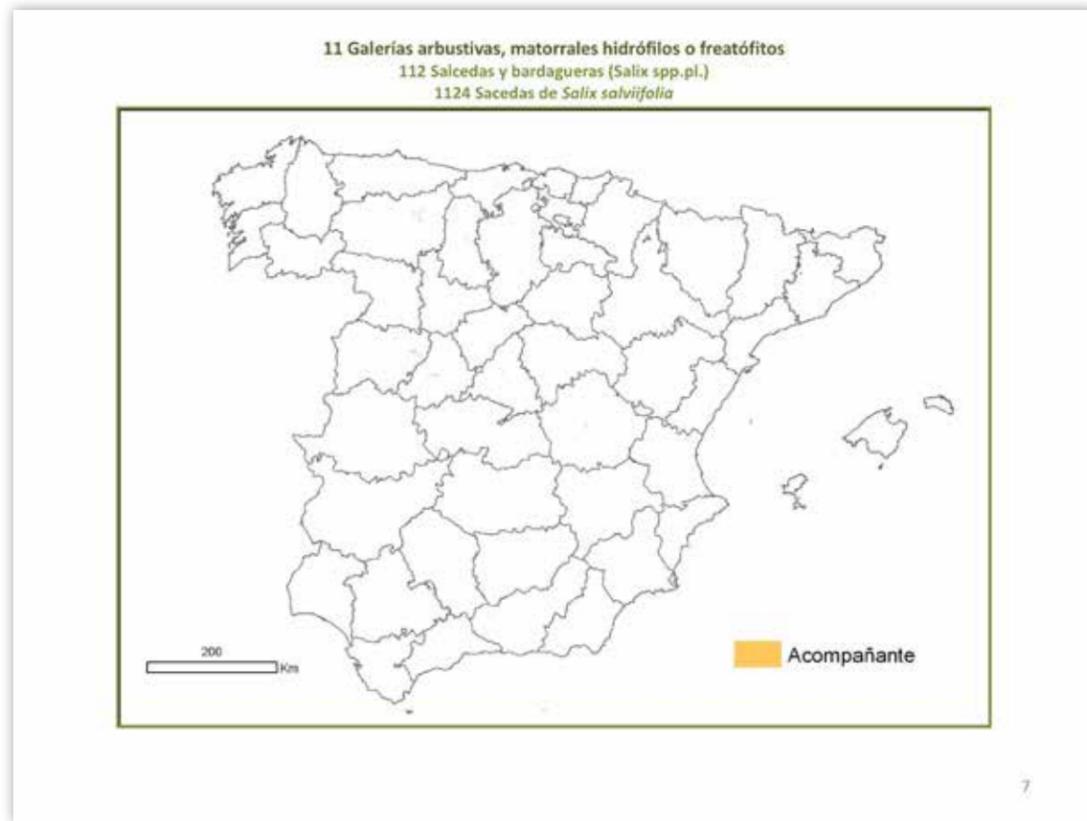
ANEXO I.2. Tablas de superficies y mapas de distribución por especies de matas y arbustos.

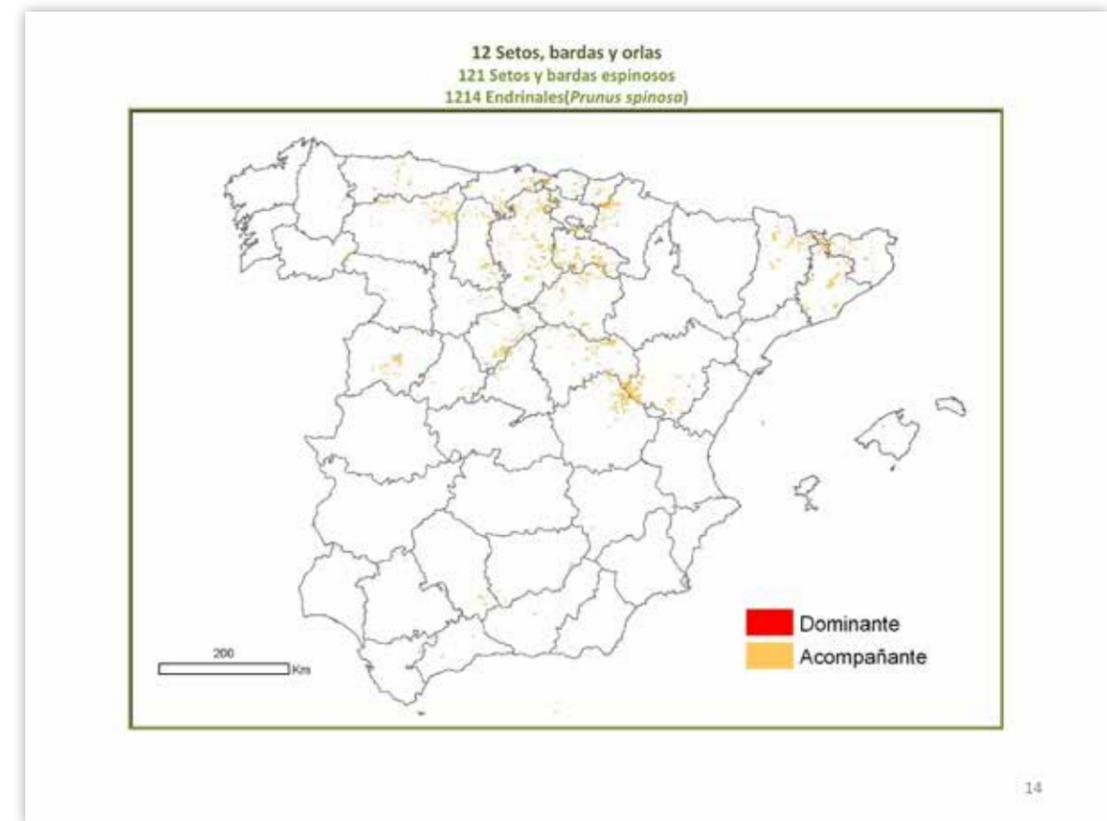
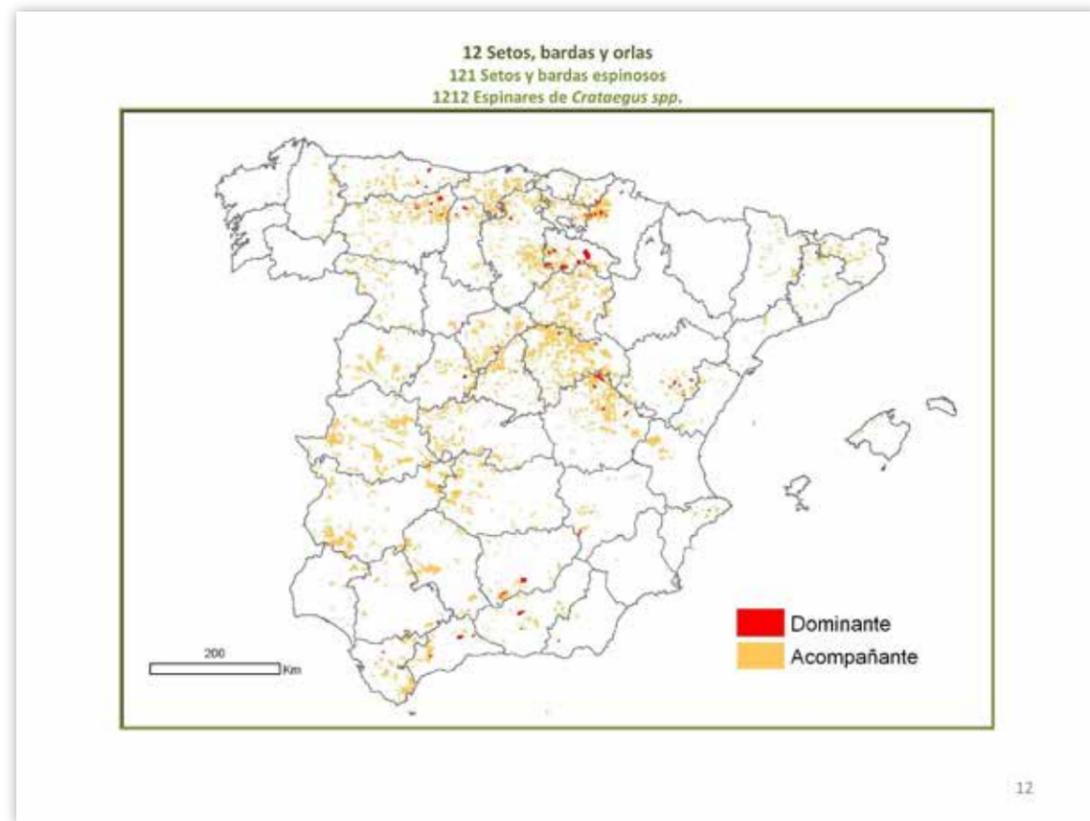
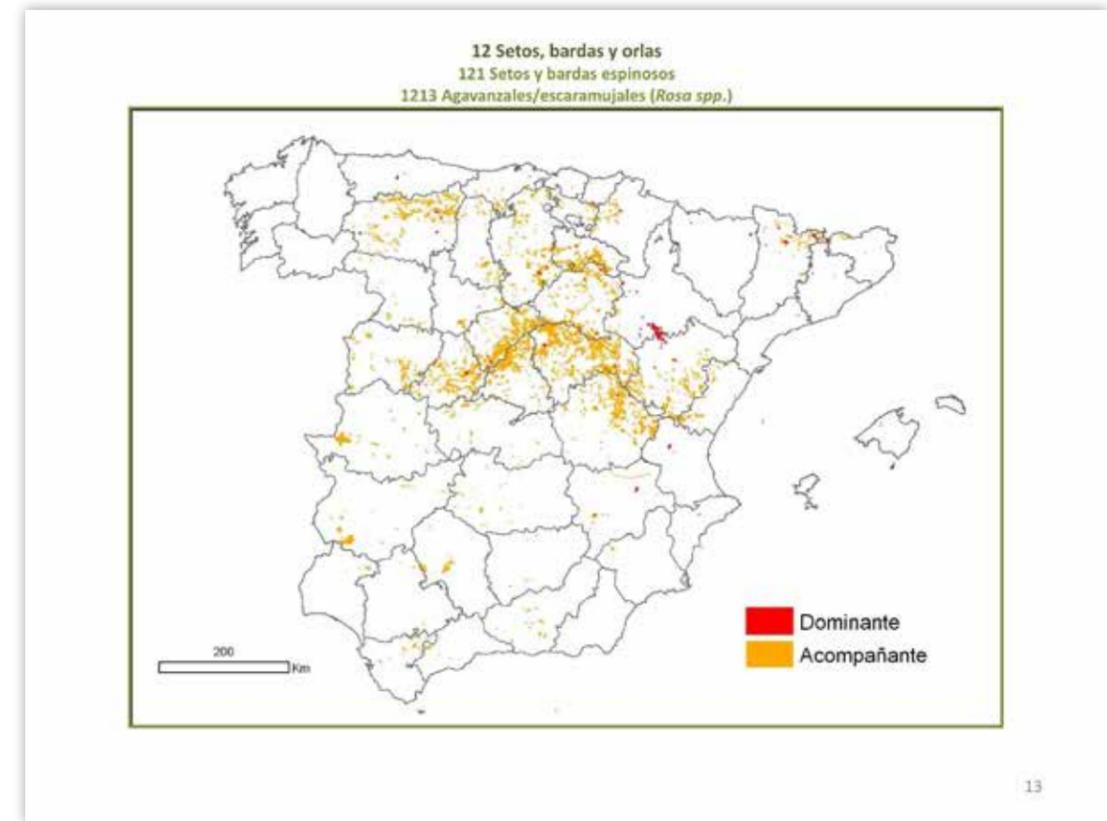
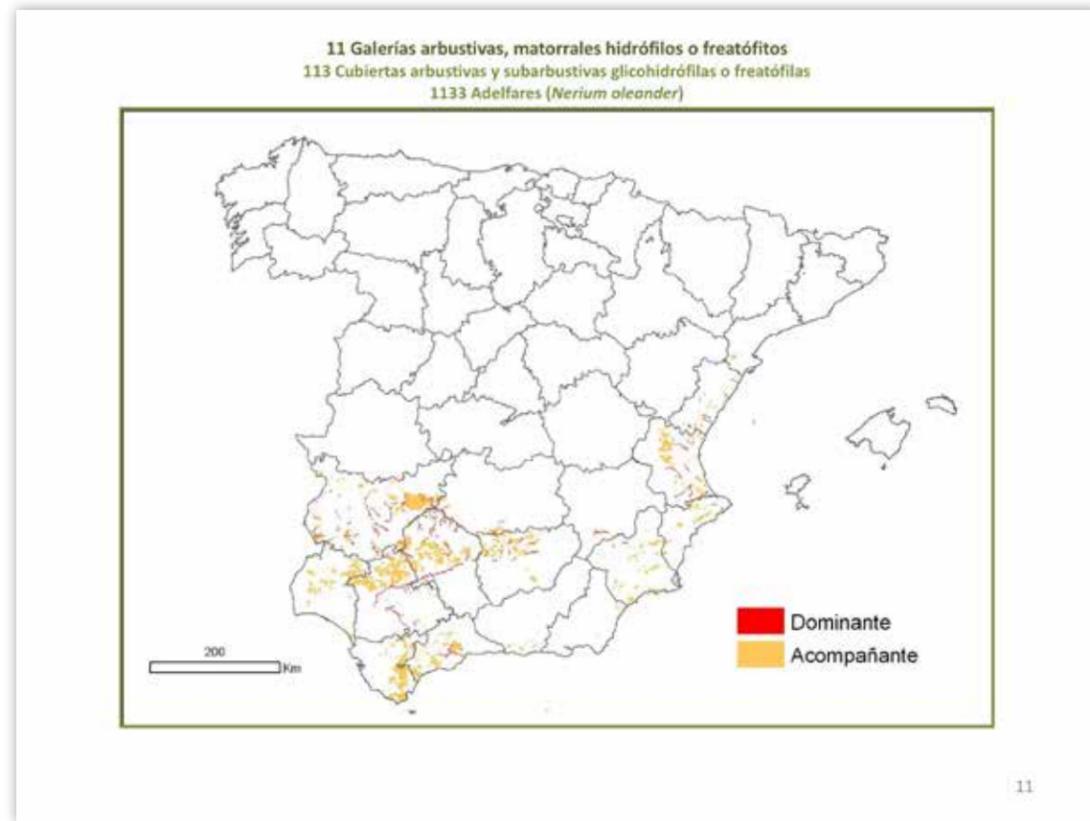
PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y FIJACIÓN DE CARBONO POR LOS MATORRALES ESPAÑOLES Y POR EL HORIZONTE ORGANICO SUPERFICIAL DE LOS SUELOS FORESTALES

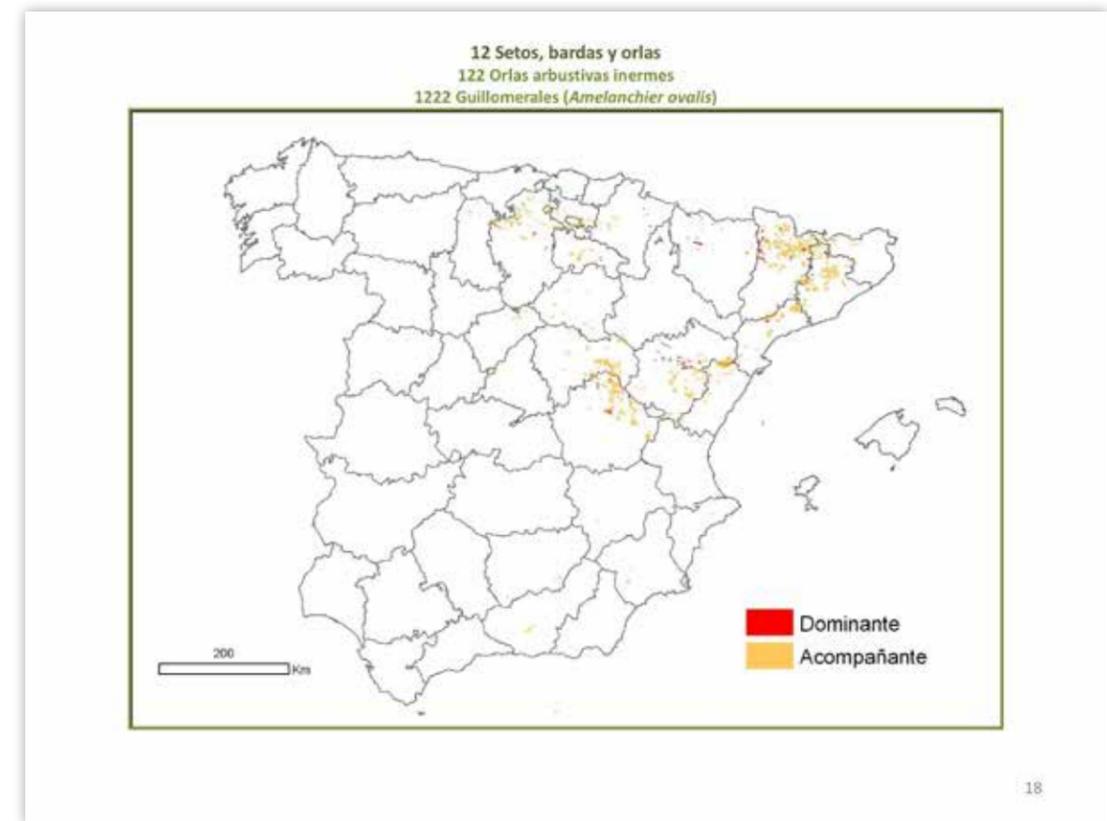
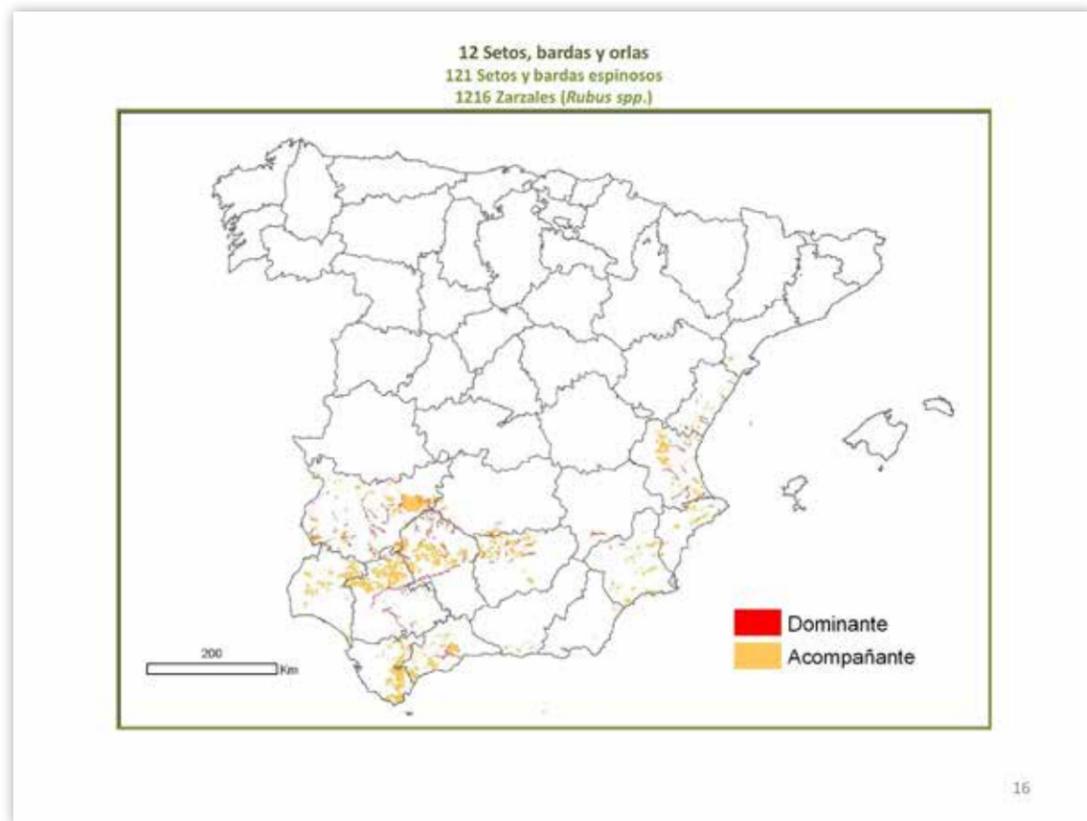
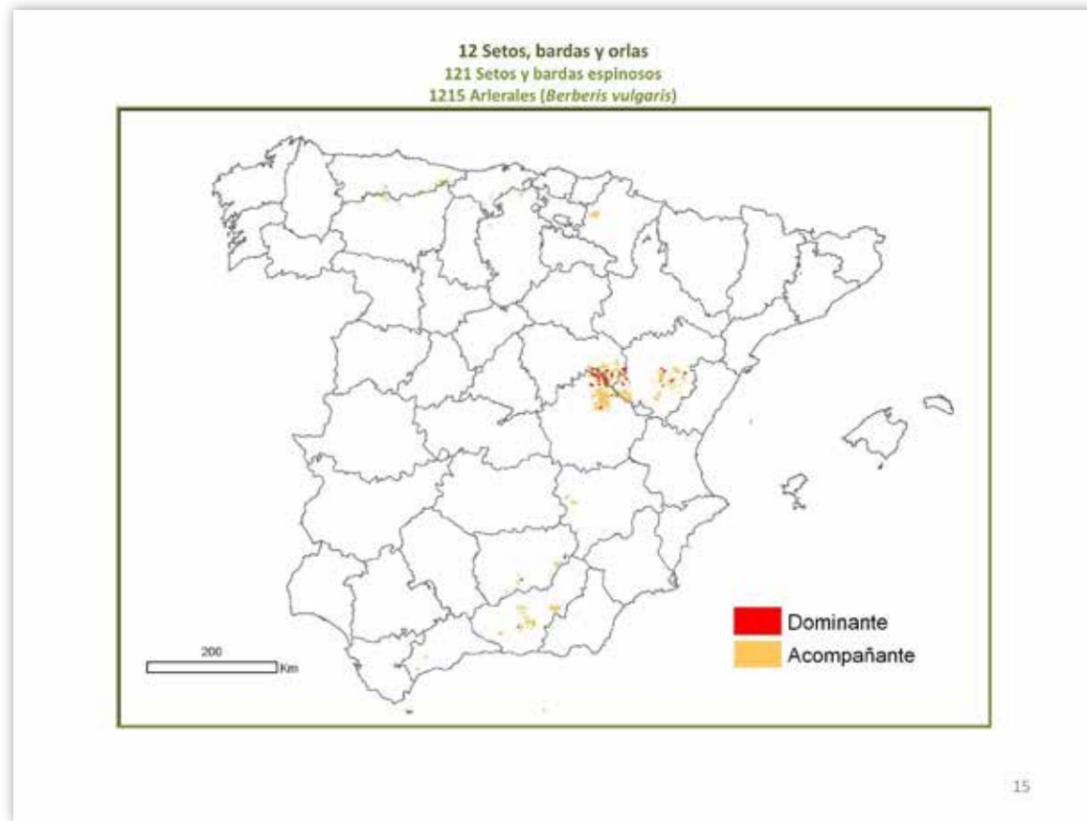
Gregorio Montero
César López-Leiva
Ricardo Ruiz-Peinado
Eduardo López
Raquel Onrubia
María Pasalodos

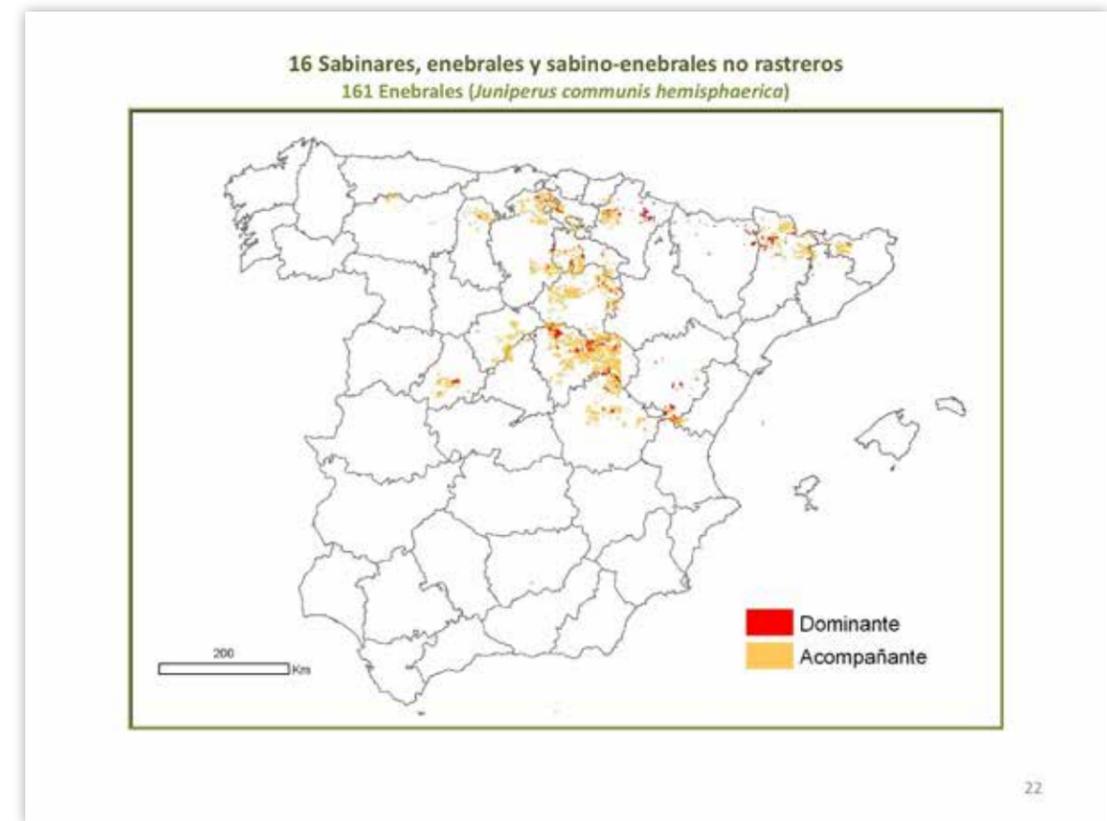
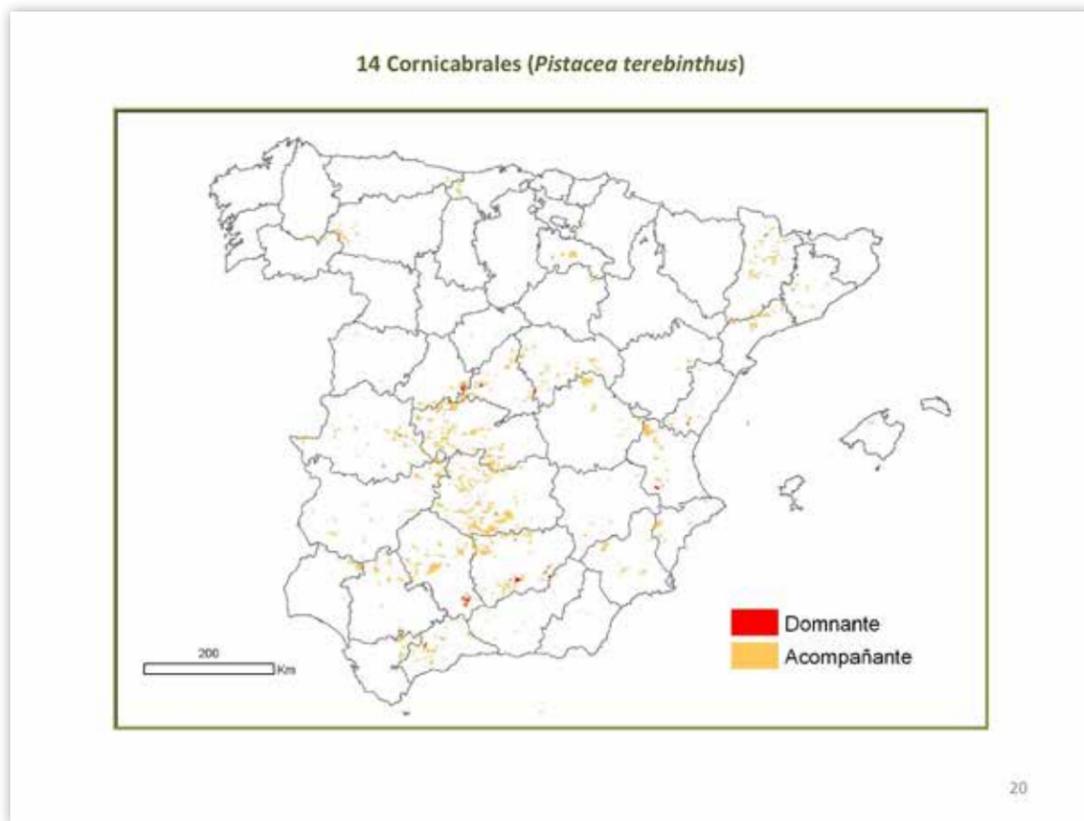
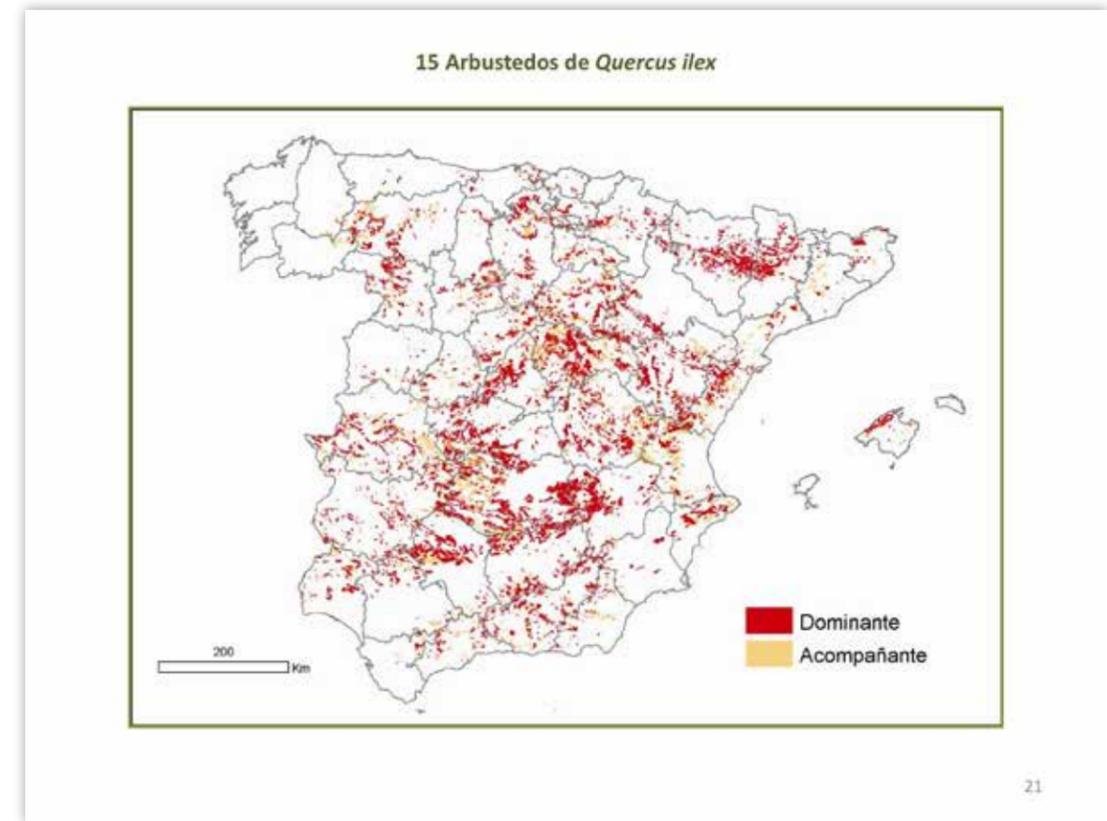
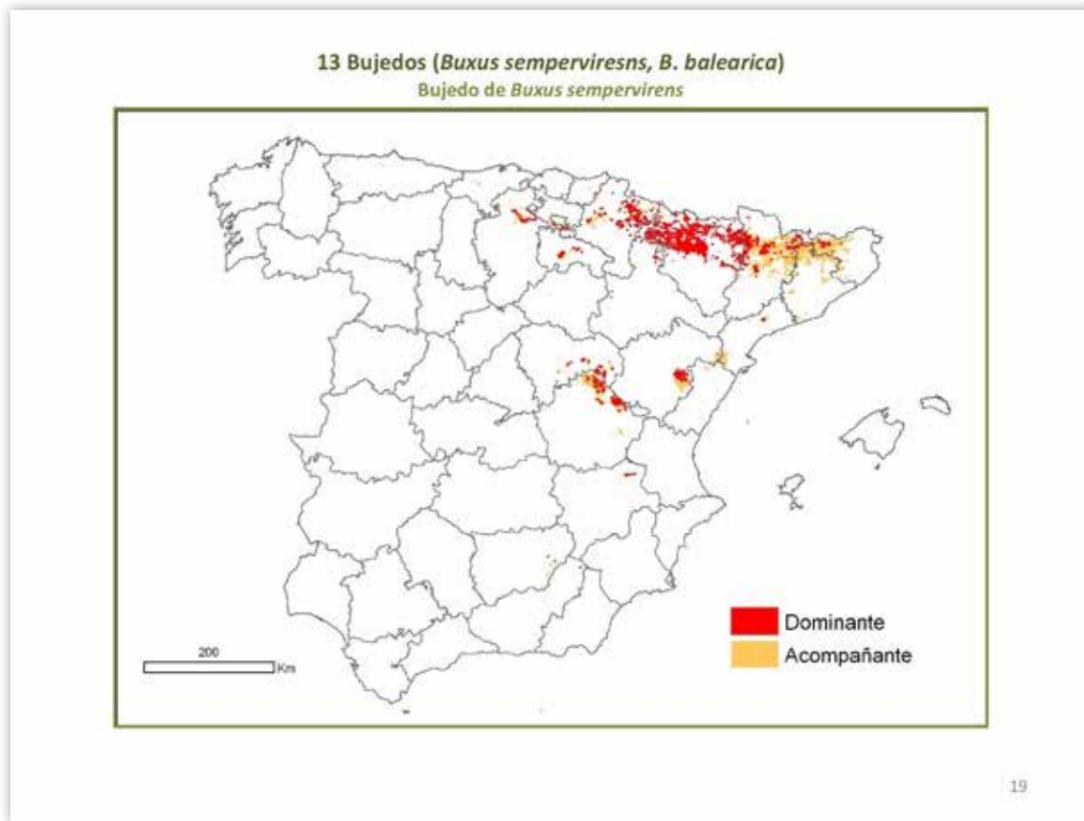
	Superficie (ha)					
	Dominante (Codominante)		Total	Acompañante		
	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%		Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total
I. Arbustados y agrupaciones afines						
11 Galerías arbustivas, matorrales hidrófilos o freo-fitos						
111	11175	11708	22883	2297	3099	5385
112	257	166	423	41849	108701	150550
1121				5841	9693	15534
1122		124	124	11363	24174	35538
1123	36		36	7071	14017	21089
1124				1230	3235	4464
1125	221	41	262	16344	57582	73925
113						
1131	778	40	818		221	321
1132	3259	1755	5014	188198	509557	697752
1133	5598	1564	6962	291486	502976	794462
1134	807	0	607	2726	462	3189
1135						
12 Setos, bardas, orlas						
121	32827	12462	45289	1898234	4084740	5782994
1211	20200	7930	28130	68469	109116	177585
1212	3404	1755	5159	547629	1590333	2137962
1213	5938	742	6680	469297	851238	1320525
1214	136	47	183	129363	315933	445296
1215	716	546	1262	88226	131653	219880
1216	2233	1442	3675	395281	1086468	1481747
122						
1221				43092	38496	81588
1222	4147	2069	6216	54365	340865	395229
1223				10862	10728	21390
13 Bujedos (Buxus sempervirens, B. balearica) 131						
131	81414	19247	100661	65449	498996	562444
132	760	4661	5421	113473	521499	634872
133	473833	1009612	1483445	892038	723210	1415249
134	142847	203731	346578	1241296	4770776	6012072
135	14580	15634	30214	193293	654917	848211
136	19461	26368	45829	174346	818505	992851
137	51574	93424	144998	539852	1722090	2261972
138	770	1614	2384	11381	86093	97473
139	49723	55301	105024	237455	939682	1177137
140	6741	11390	18130	84239	548459	634428
141	96514	104139	200653	595578	1622785	2218364
142	20398	20050	40448	468889	1217778	1686668
143	207724	221290	429014	955126	2784307	3739433
144	12836	10636	23471	152819	585608	718428
145	48256	30944	79200	10486	71622	82108
146	6607	9971	16578	392130	1154457	1546587
147				44873	194073	238946
148	28026	61559	89586	335962	595584	934546
149	112000	108180	220179	18855	199962	218179
150	328806	188298	517104	23172	172596	195768

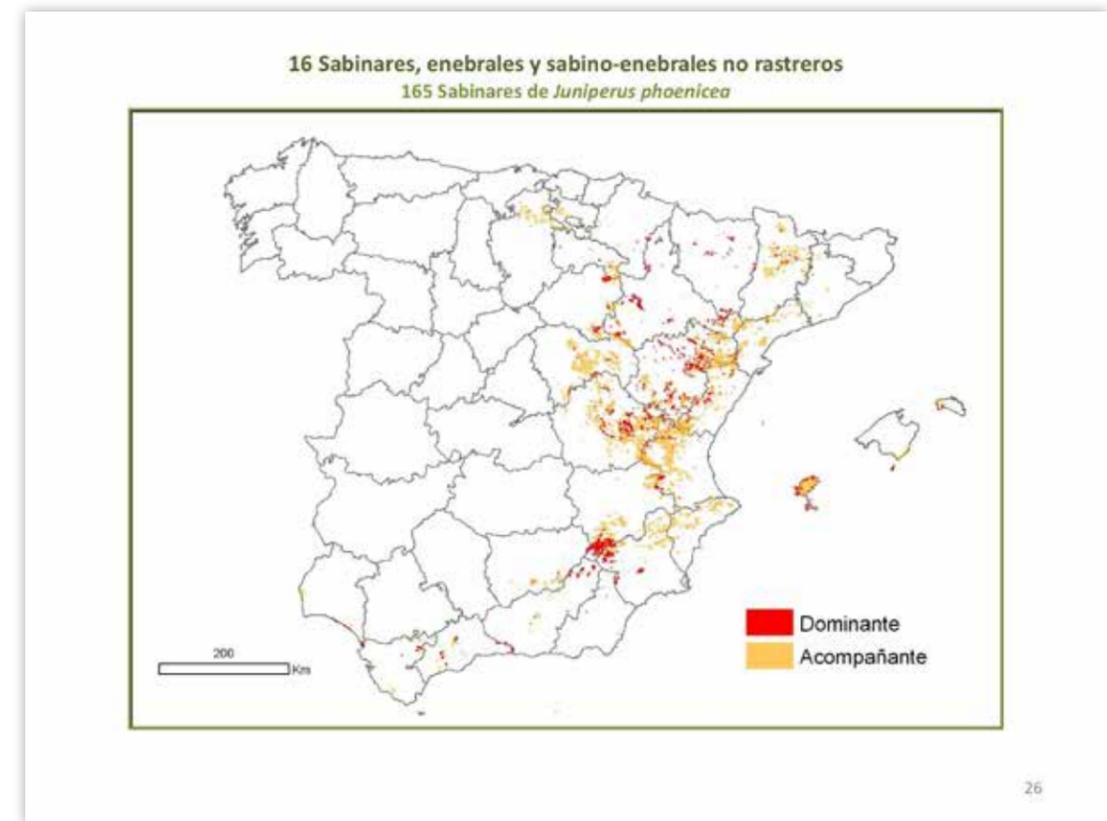
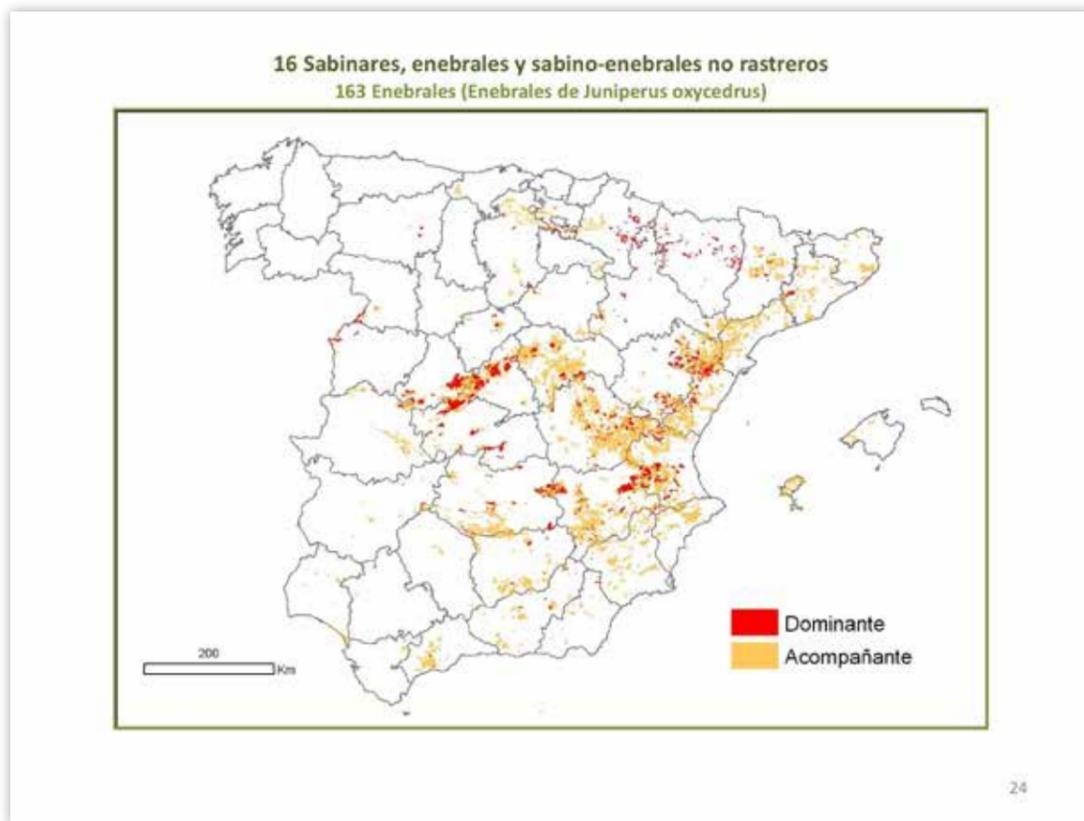
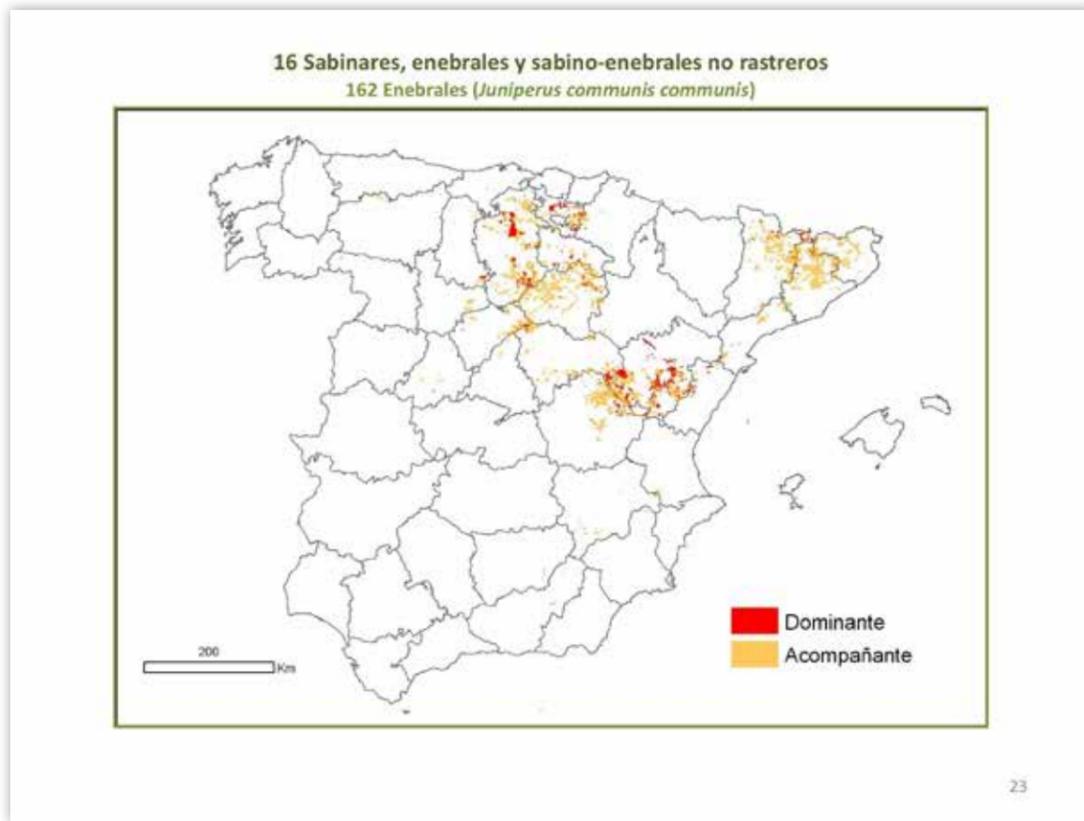


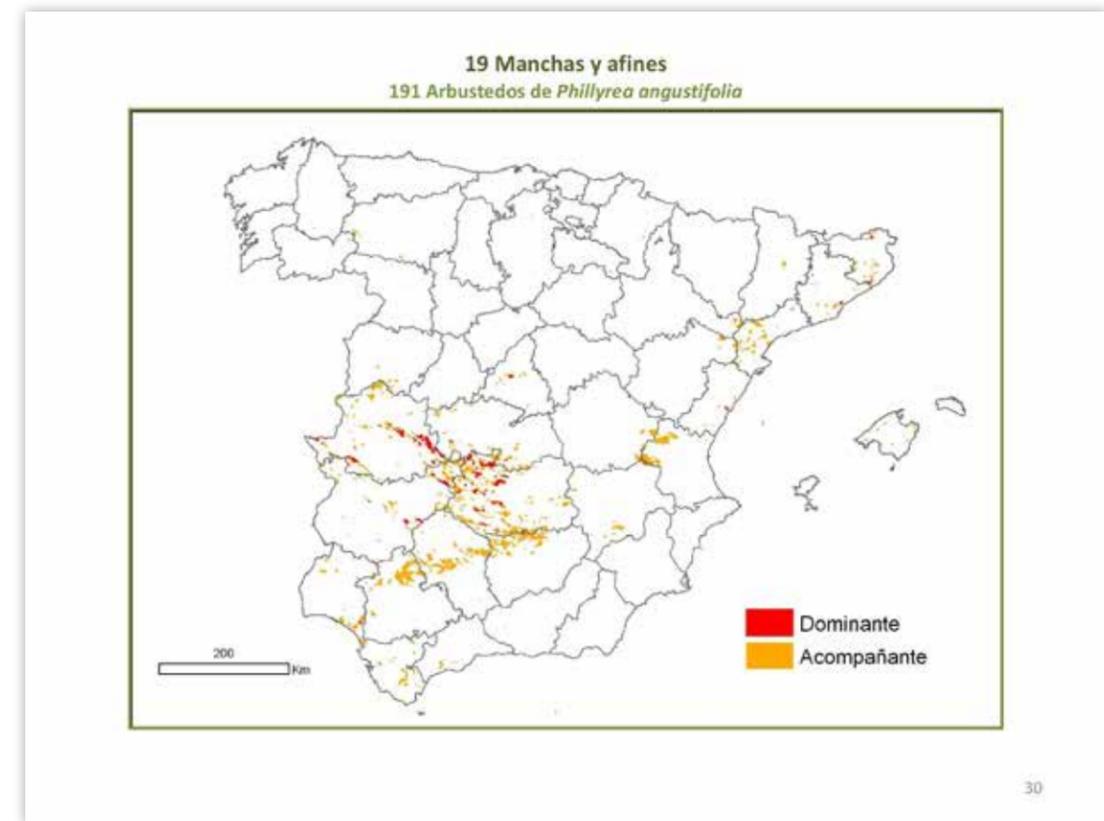
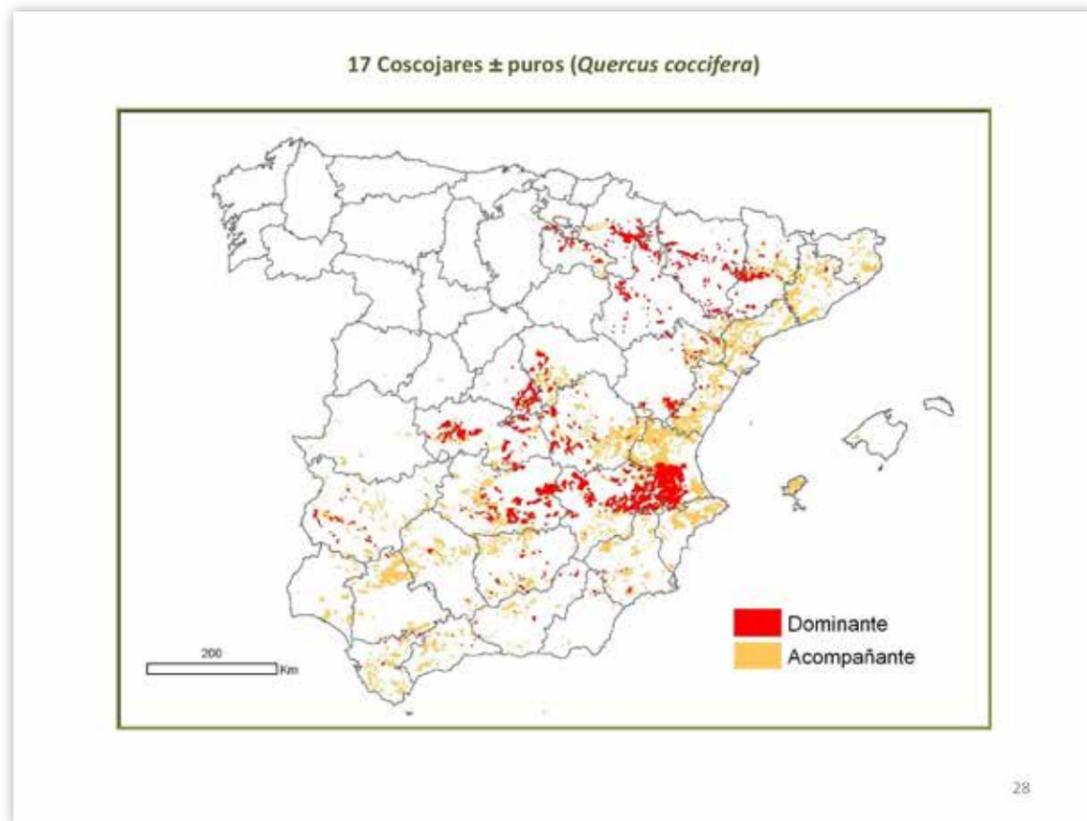
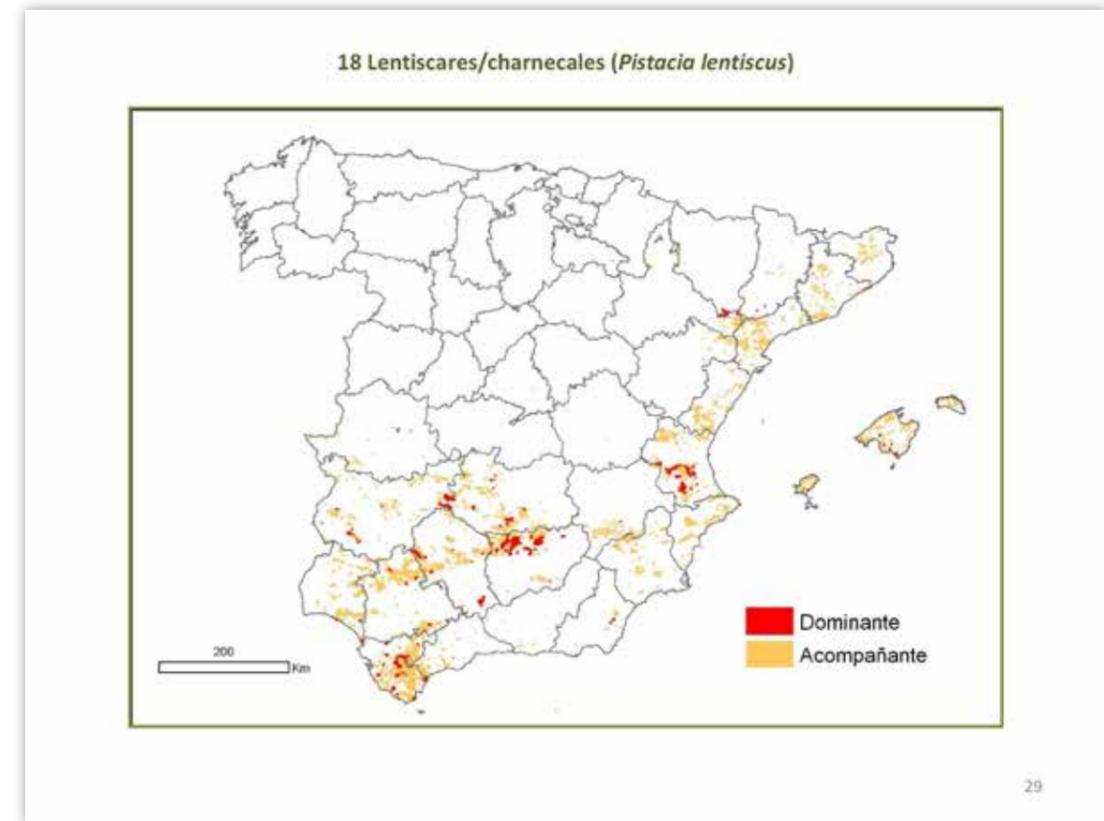
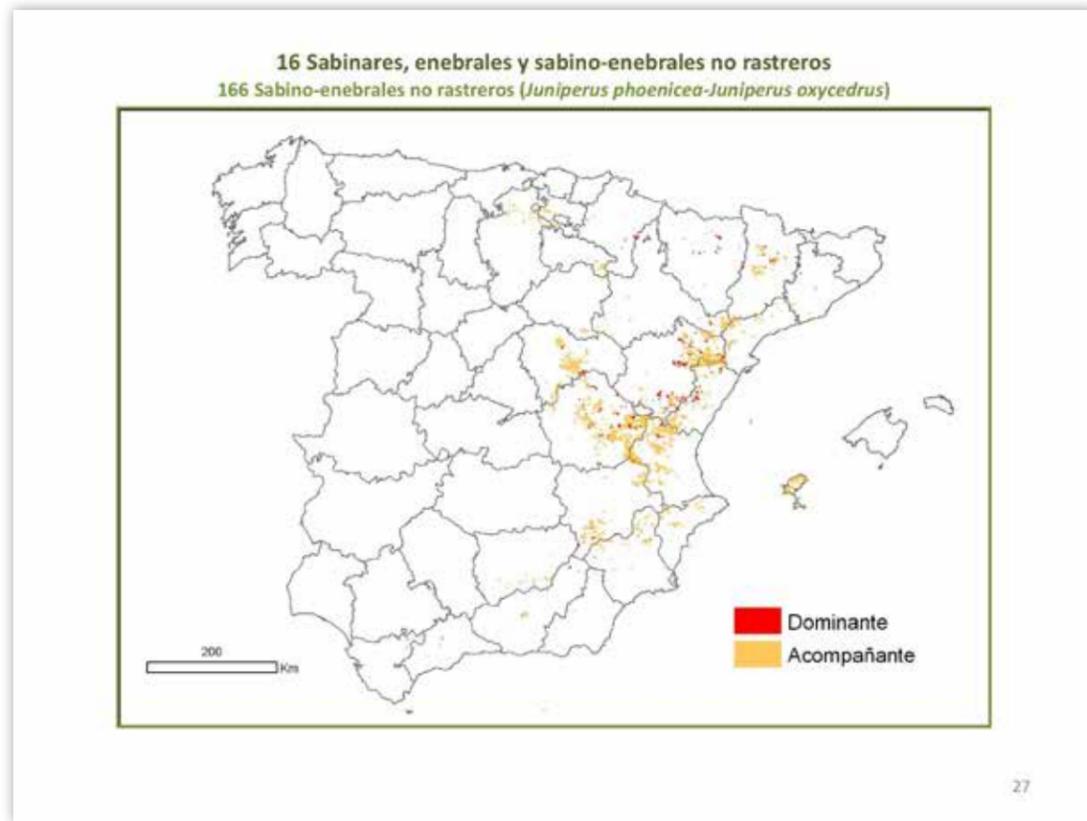


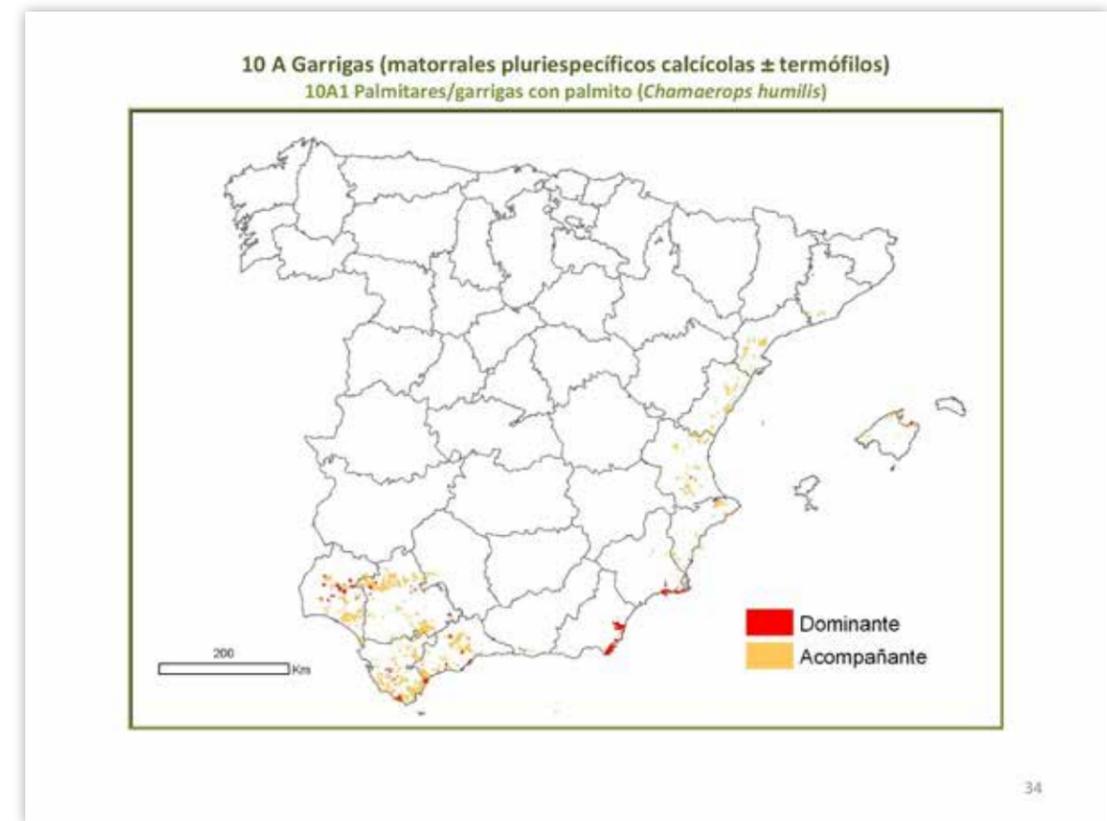
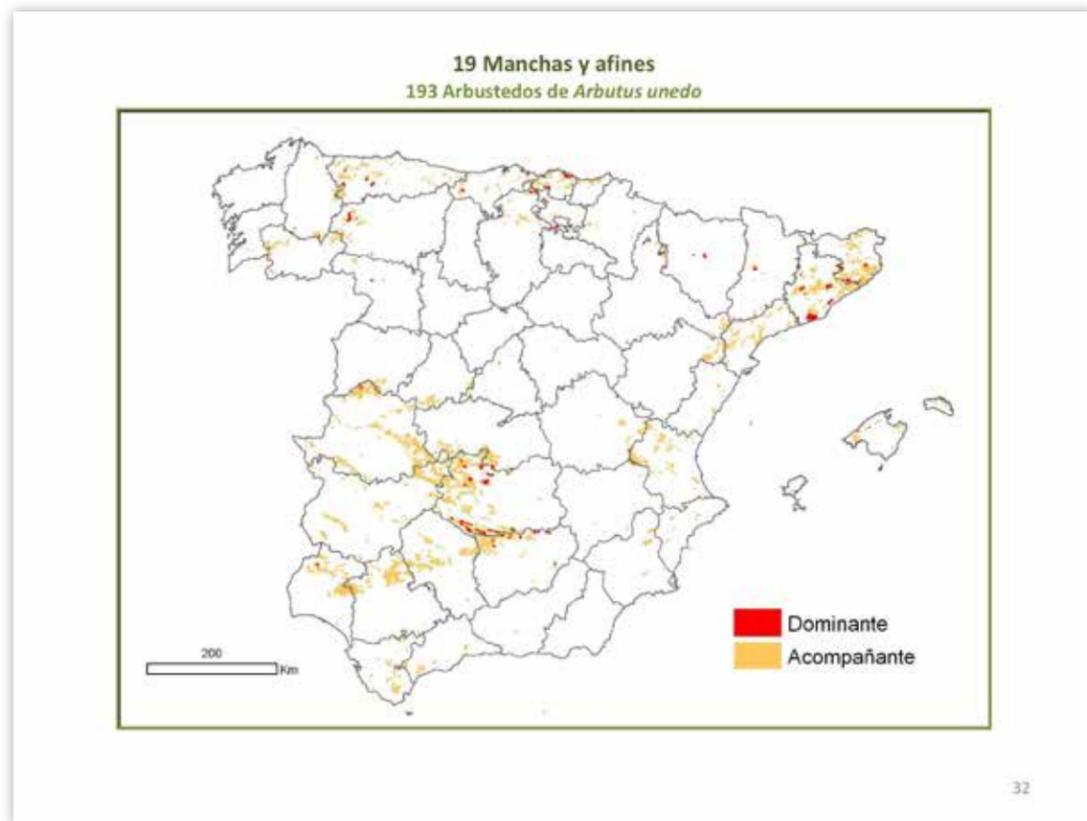
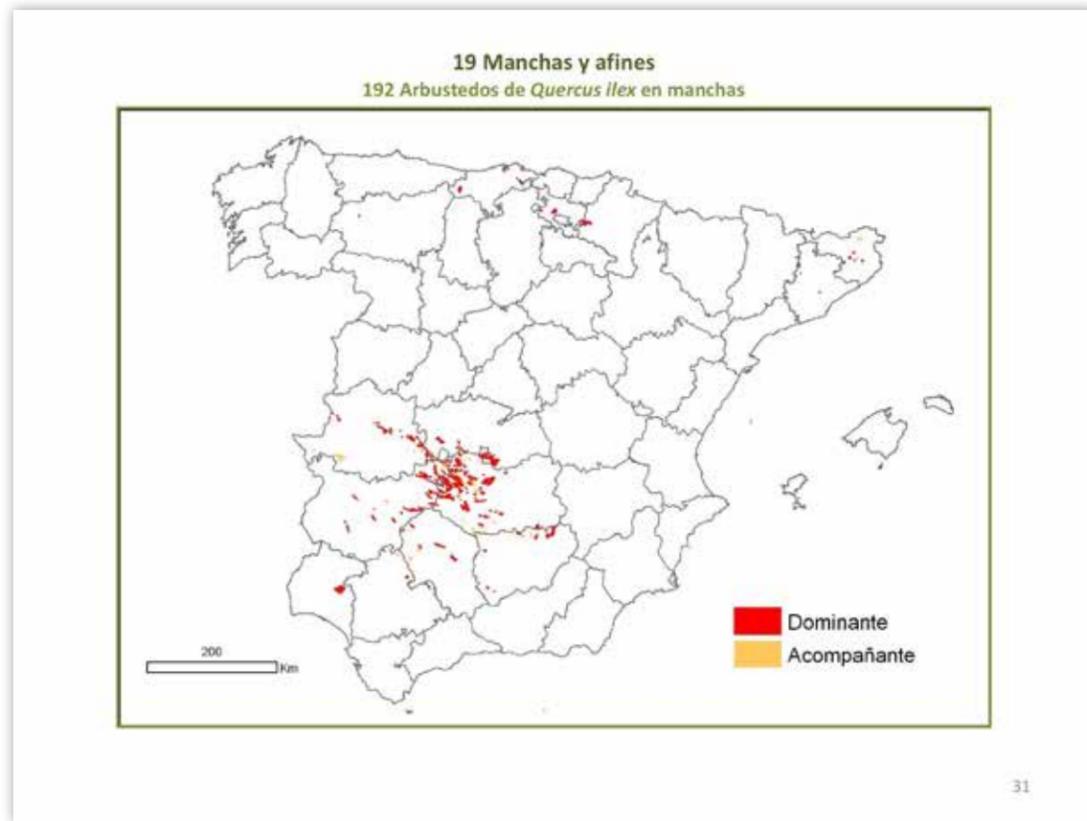


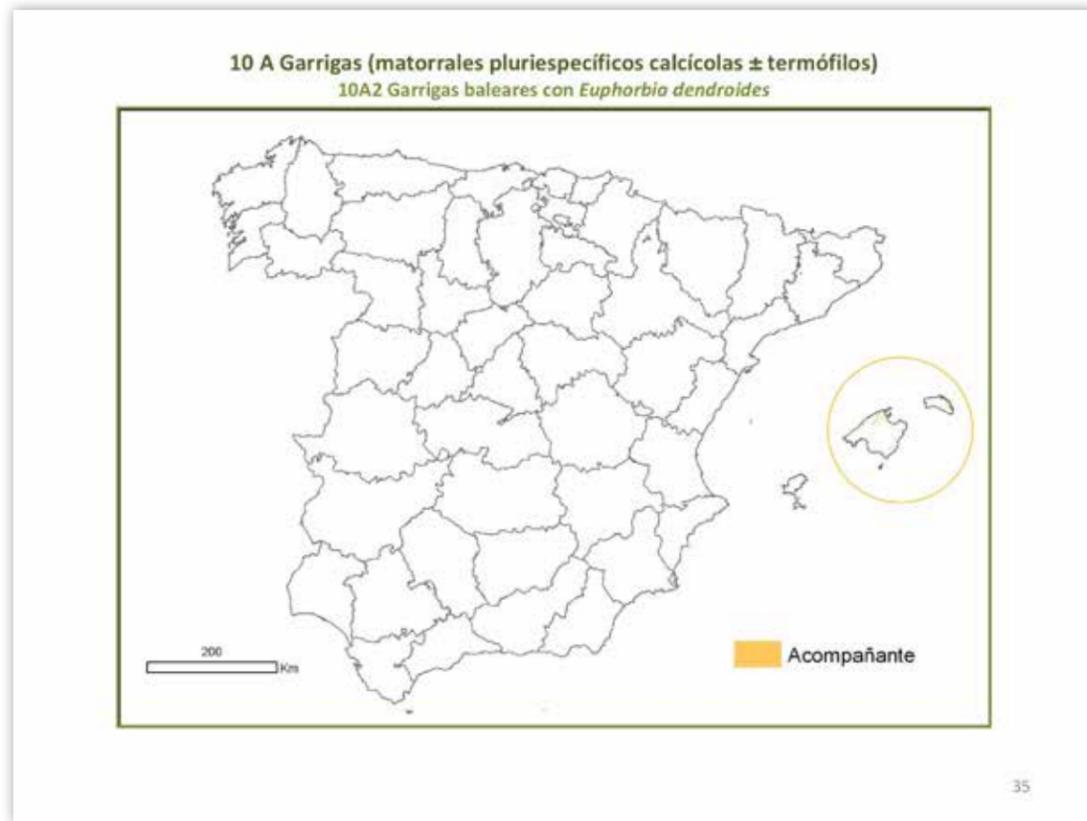








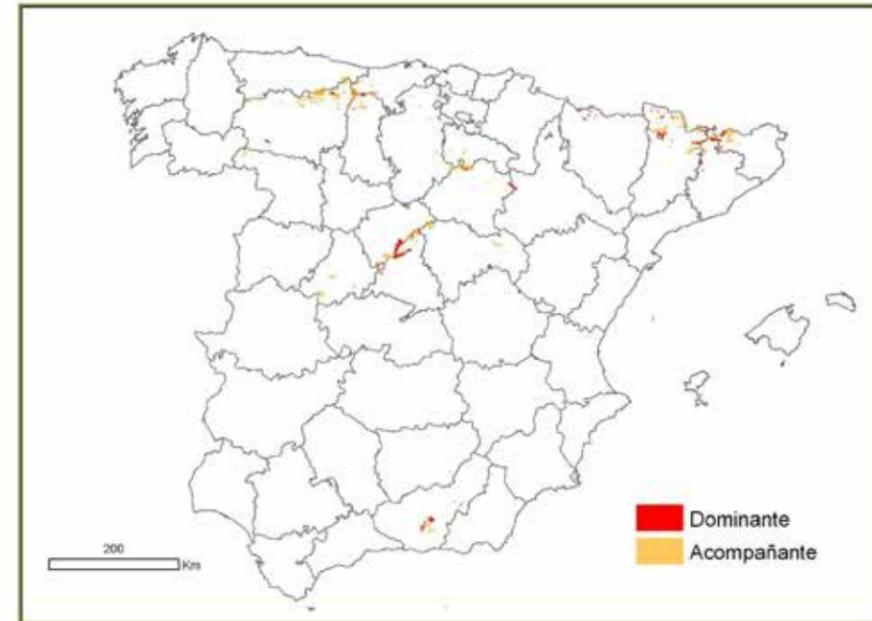




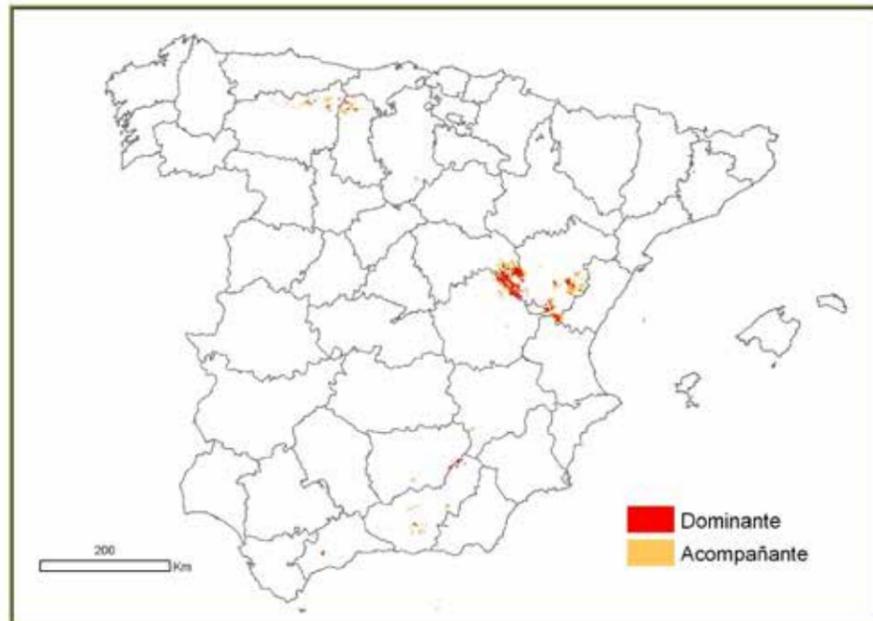


	Dominante (Codominante)		Superficie (ha)		Total
	Fic.Als > 10%	Fic.Als < 10%	Fic.Als > 10%	Fic.Als < 10%	
2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas					
21 Sabinares y enebrales rastreros	24205	19005	43210	217503	170587
211 Sabinares (<i>Juniperus sibirica</i>)	9329	16881	26209	65723	89139
212 Enebrales (<i>Juniperus communis alpina</i>)	14876	2124	17000	151779	81447
22 Brezales, matorrales de Ericaceae y agrupaciones afines					
221 Brezales císticos y matorrales bajos de enebro de alta montaña (<i>Loiseleuria, Arct. alpina, Pyrola</i>)	1768	54	1823	35316	29926
222 Talabardales/neretares (<i>Rhododendron ferrugineum</i>) (2221)	3222		3222	120919	122985
223 Arandanales (<i>Vaccinium myrtillus</i> u otras) (2231)	4528	393	4921	116337	163742
224 Brezales (o su hidrófilos) (<i>Erica mackayana, E. tetralix, E. ciliaris</i>) y brezales mixtos de hidrófilos y	490		490	15554	7148
2241 Brezales de <i>Erica mackayana</i>					
2242 Brezales de <i>Erica tetralix</i>					
2243 Brezales de <i>Erica ciliaris</i>					
2244 Brezales mixtos de hidrófilos y					
225 Brezales de mesófilos a xerófilos y hecicófilos, puros o mixtos (incluyendo matorrales mixtos de	295570	119692	415262	1584104	3184567
2251 Brezales con predominio de <i>Erica arborea</i>	67162	50039	117202	443265	963072
2252 Brezales con predominio de <i>Erica australis</i>	137564	43804	181368	346979	541788
2253 Brezales con predominio de <i>Erica vagans</i>	5033	2721	7754	16434	39204
2254 Brezales con predominio de <i>Erica ciliaris</i>	355		355	12429	19319
2255 Brezales con predominio de <i>Erica umbellata</i>	3474	165	3639	19236	16479
2256 Brezales con predominio de <i>Erica scoparia</i>	11653	5098	16751	72647	26087
2257 Brezales con predominio de <i>Erica multiflora</i>	408	1073	1481	70141	28520
2258 Otros brezales (subespecies (<i>Erica terminalis, Erica edgona</i>))				828	960
2259 Ripocófilos (<i>Calluna vulgaris</i>)	64421	16792	81213	168351	375471
226 Gavombares (<i>Androsiphon vive-ana</i>) (2261)	1817	560	2383	72690	485055
23 Matorrales de leguminosas retamoides					
231 Pinales de montaña	65986	8196	74182	233735	142532
2311 Pinales de montaña de <i>Cytisus purgans</i>	63311	8280	71592	189640	118738
2312 Pinales de montaña de <i>Genista oblongifolia</i>	2675	1116	3791	44295	23794
232 Escobonales/estercas	132330	57201	189532	113018	59242
2321 Escobonales de <i>Cytisus albidus</i>	4534	23	4557	197965	278734
2322 Escobonales negros mixtos (<i>Cytisus scoparius, C. reverchonii</i>)	48433	24973	73406	684005	1284874
2323 Escobonales blancos mixtos (<i>Cytisus multiflorus</i>)	50197	23972	74169	411708	491502
2324 Otros escobonales en área atlántica o subatlántica (<i>C. commutatus, C. cantabricus, C. ingramii</i>)				14521	28202
2325 Otros escobonales mediterráneos (<i>Cytisus palens, C. arvensis, C. baeticus, malacitanus</i>)	17		17	19302	27880
233 Pinales y matorrales retamoides afines (incluido los escobonales-pinales, no estrictamente de alta montaña)	51056	11930	62987	680731	795760
2331 Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista florida</i> (incl. ssp. <i>polytrichoides</i>)	22232	8575	30807	329672	500087
2332 Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista cinerascens</i> (retamoides)	13418	2549	15967	175938	138106
2333 Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista ur. cinerea</i> (retamoides/sabinares)	1938	227	2165	46901	56501
2334 Matorrales mixtos con predominio de <i>Genista umbellata</i> (<i>G. equisetifolia</i> (bolnenses))	11214	0	11214	38440	23293
2335 Otros matorrales dominados por retamoides (<i>G. spartea, G. galanana, G. ramosissima</i> -retamoides-)	1763	491	2254	76983	58027
2336 Matorrales de <i>Teline</i> (<i>Teline monspeliensis</i> y <i>T. linifolia</i>)	492	88	580	13346	21391
2337 Matorrales con <i>Genista triflora</i>	0	0	0	51	51
234 Codesarales	5849	6035	11884	131752	144034
2341 Codesarales de <i>Adenocarpus hispanicus</i>	1502	1091	2592	20160	19811
2342 Codesarales de <i>Adenocarpus complanatus</i>	3090	4984	8074	60858	79069
2343 Codesarales de <i>Adenocarpus decorticans</i>	1257		1257	16076	2651
2344 Codesarales de <i>Adenocarpus helonensis</i>				11360	4292
235 Carquesales (carquesales) (<i>Pterospartum tridentatum</i>)	6537		6537	258142	209441
236 Retamares	181442	71211	252654	702816	1520086
2361 Retamares de <i>Retama sphaerocarpa</i>	179987	69814	249801	684233	1473121
23611 Retamares de <i>R. sphaerocarpa</i> s. demosa o en mezcla con matorral s. demosa	85478	24139	109617		
23612 Retamares de <i>R. sphaerocarpa</i> s. demosa sobre sustrato herbáceo o matorral bajo (sabinar, leñoso, herbáceo s. l.)	95009	45675	140684		
2362 Retamares de <i>Retama monosperma</i>	1377	1157	2533	1438	5485
2363 Gavombares (<i>Spartium junceum</i>)	79	240	320	17145	42079

21 Sabinares y enebrales rastreros
212 Enebrales (*Juniperus communis alpina*)

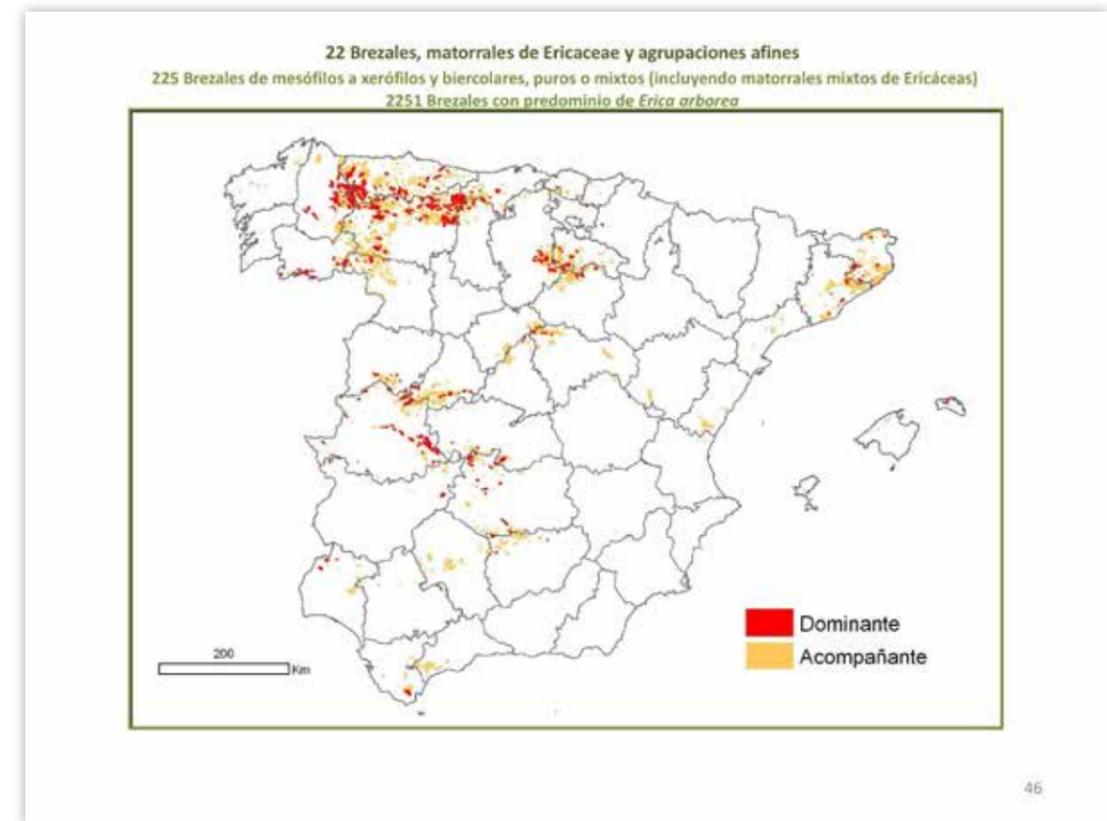
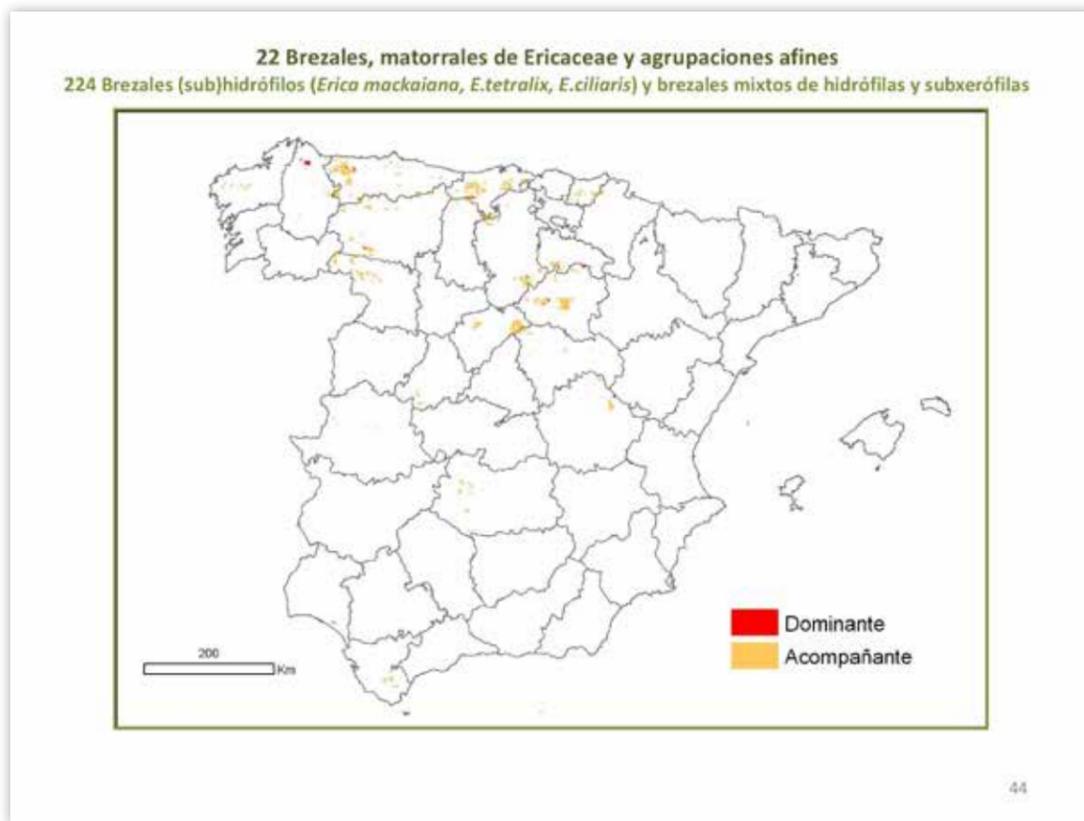
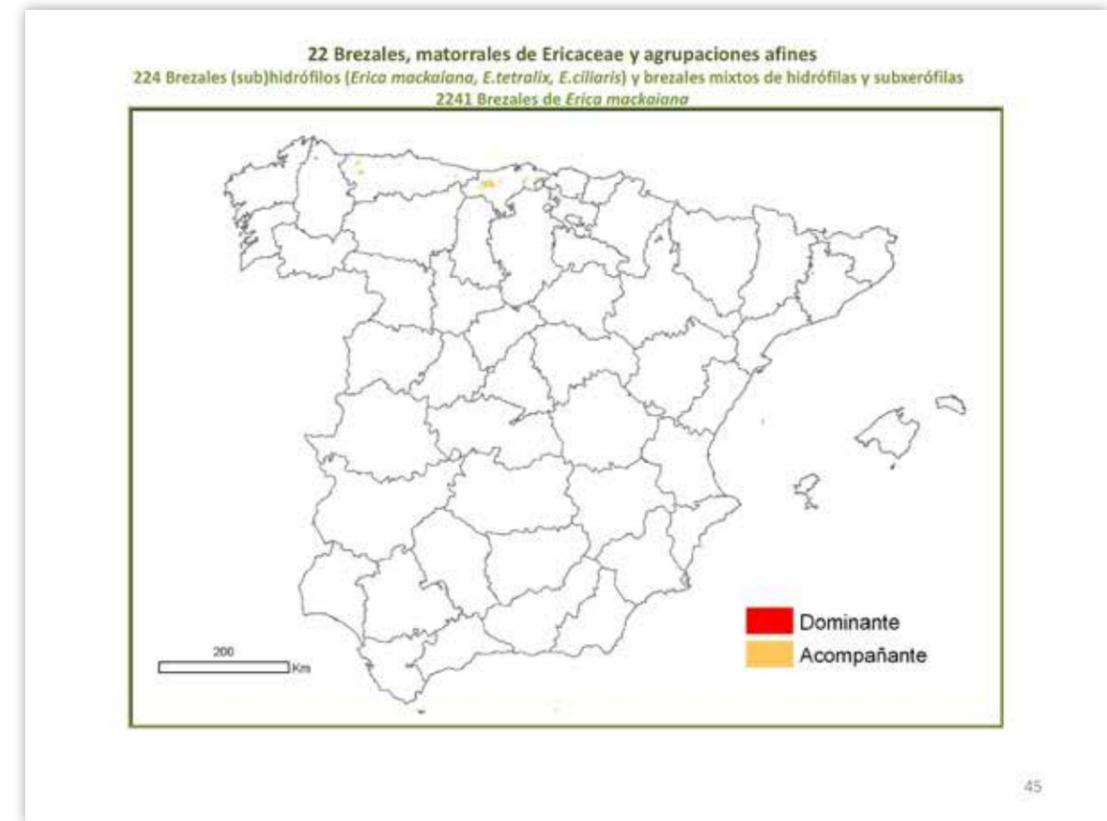
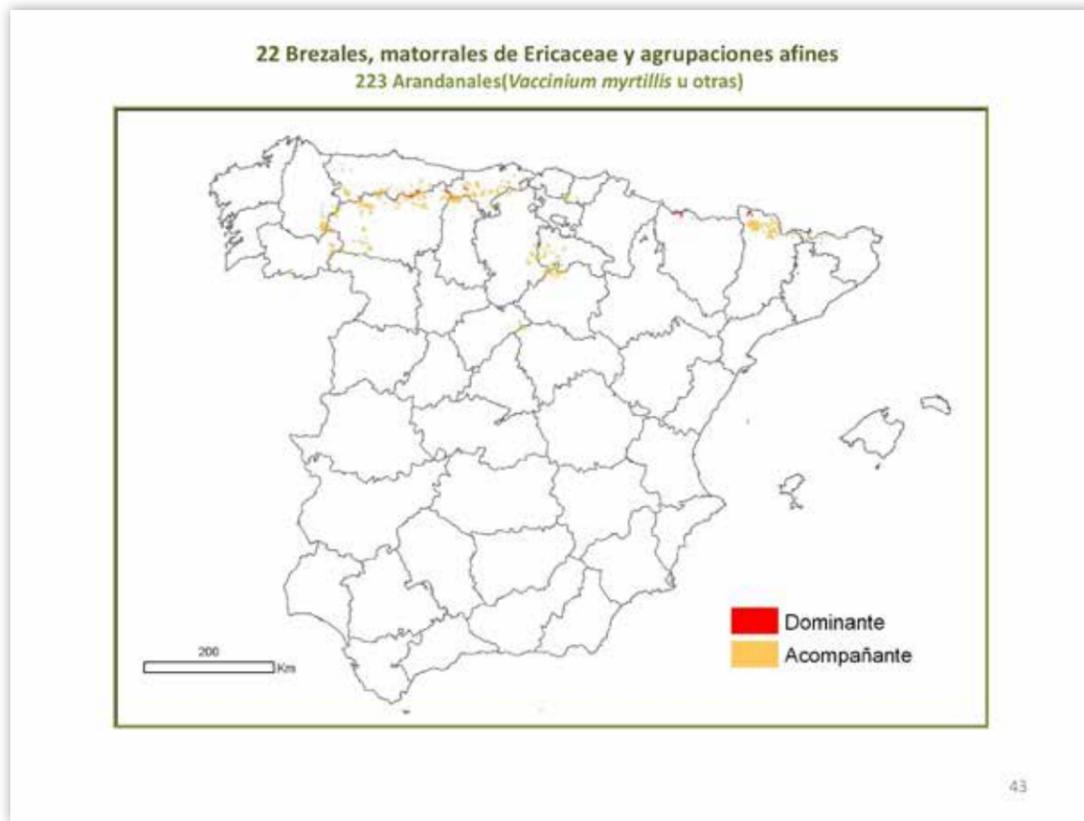


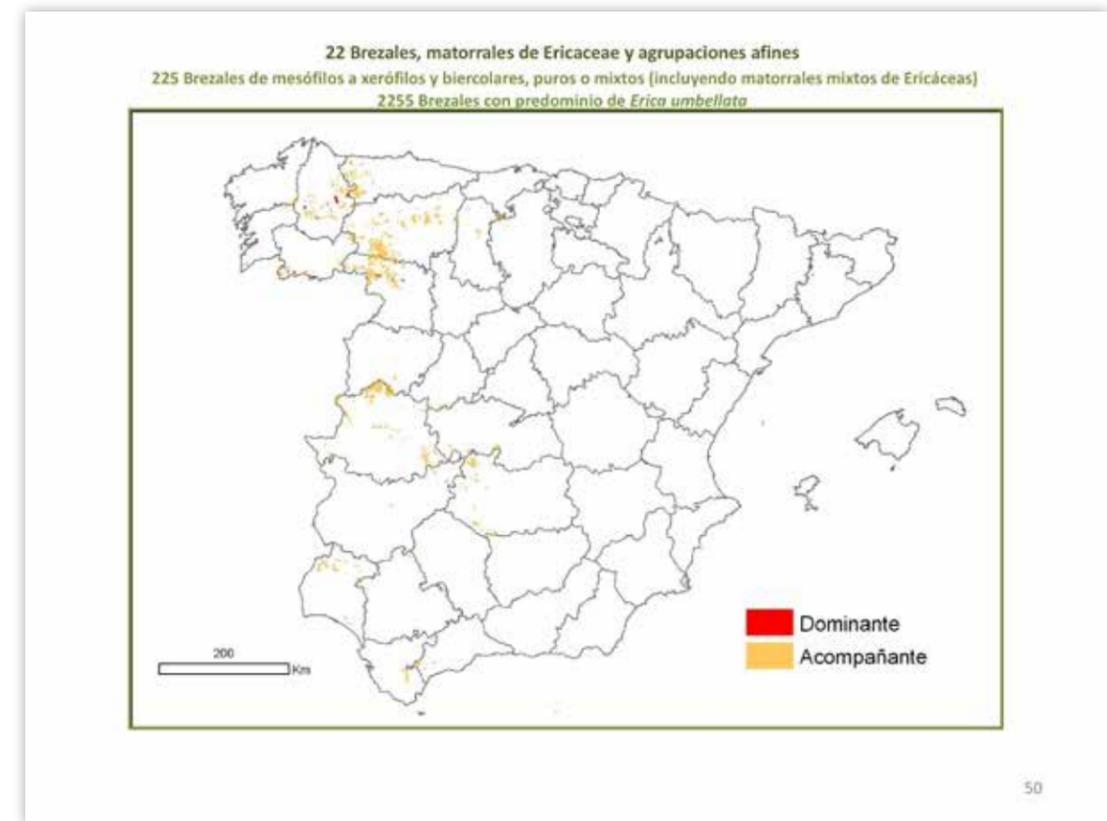
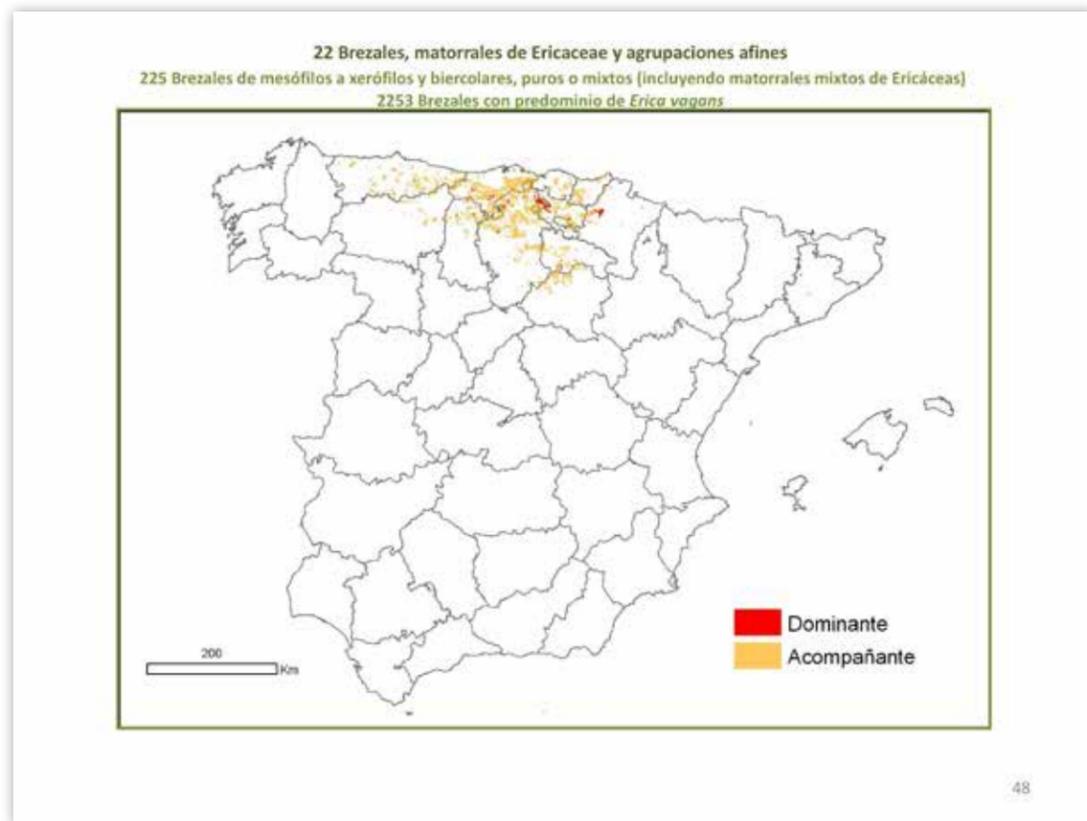
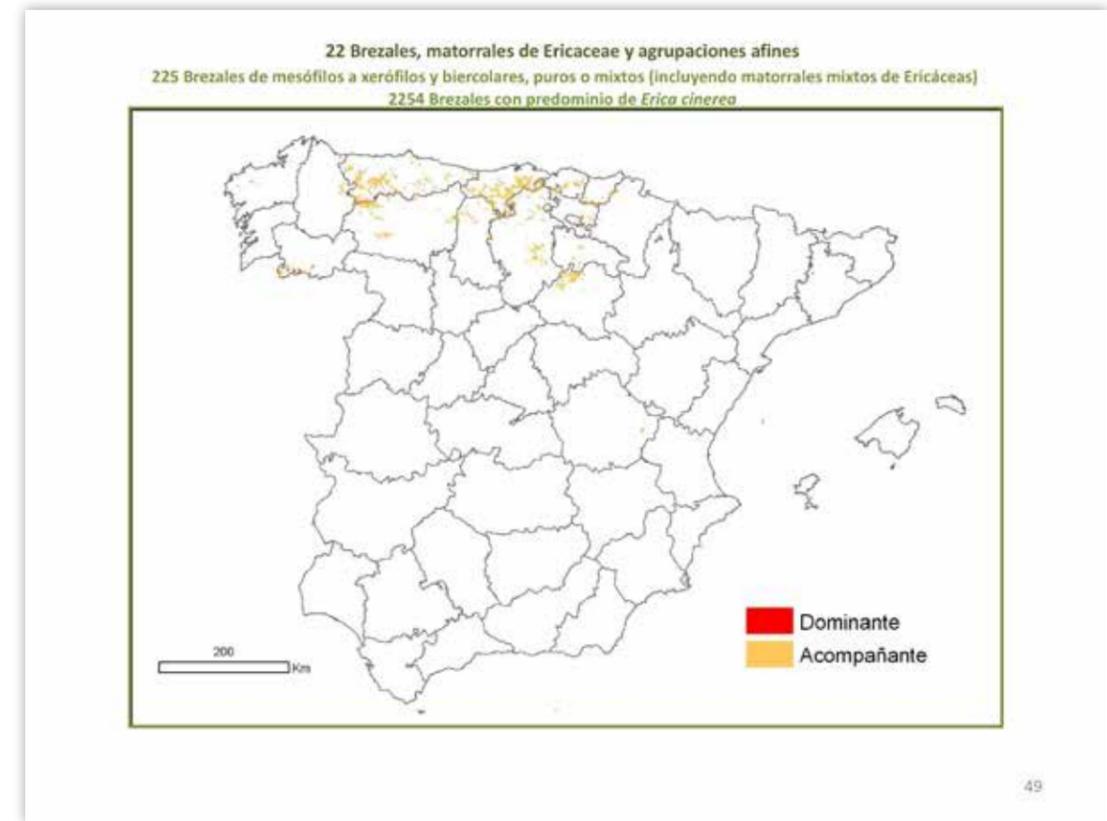
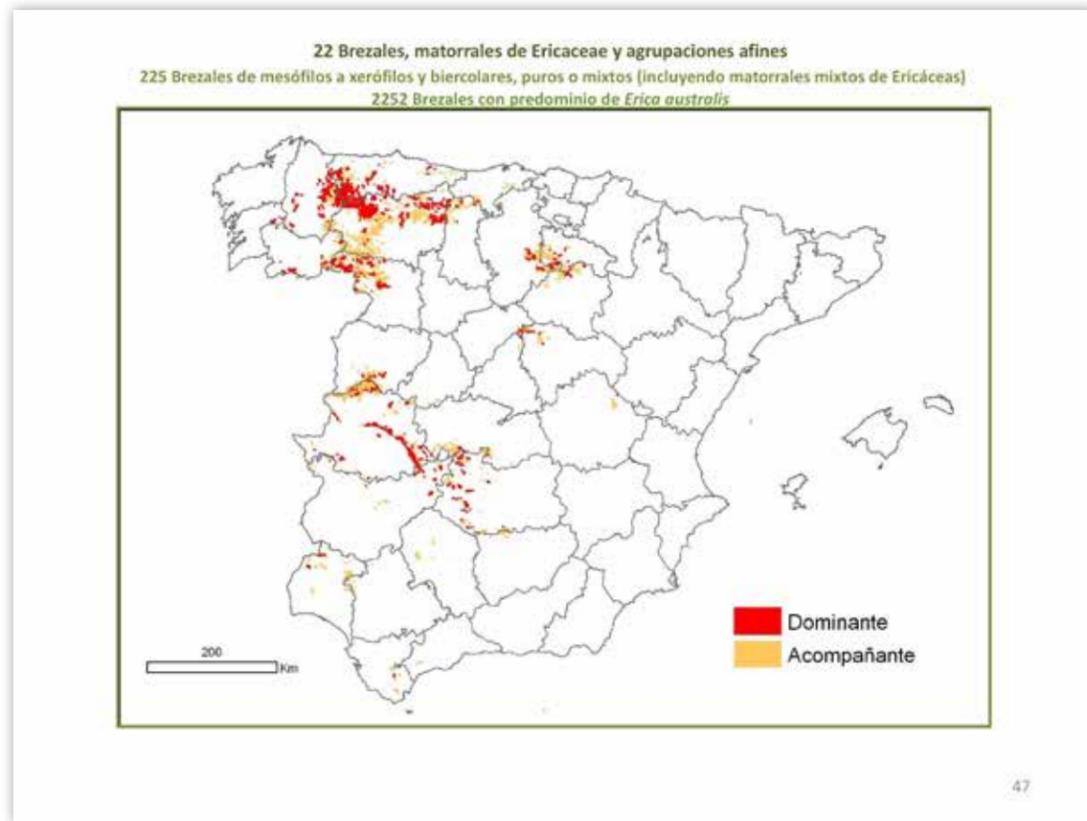
21 Sabinares y enebrales rastreros
211 Sabinares (*Juniperus sibirica*)

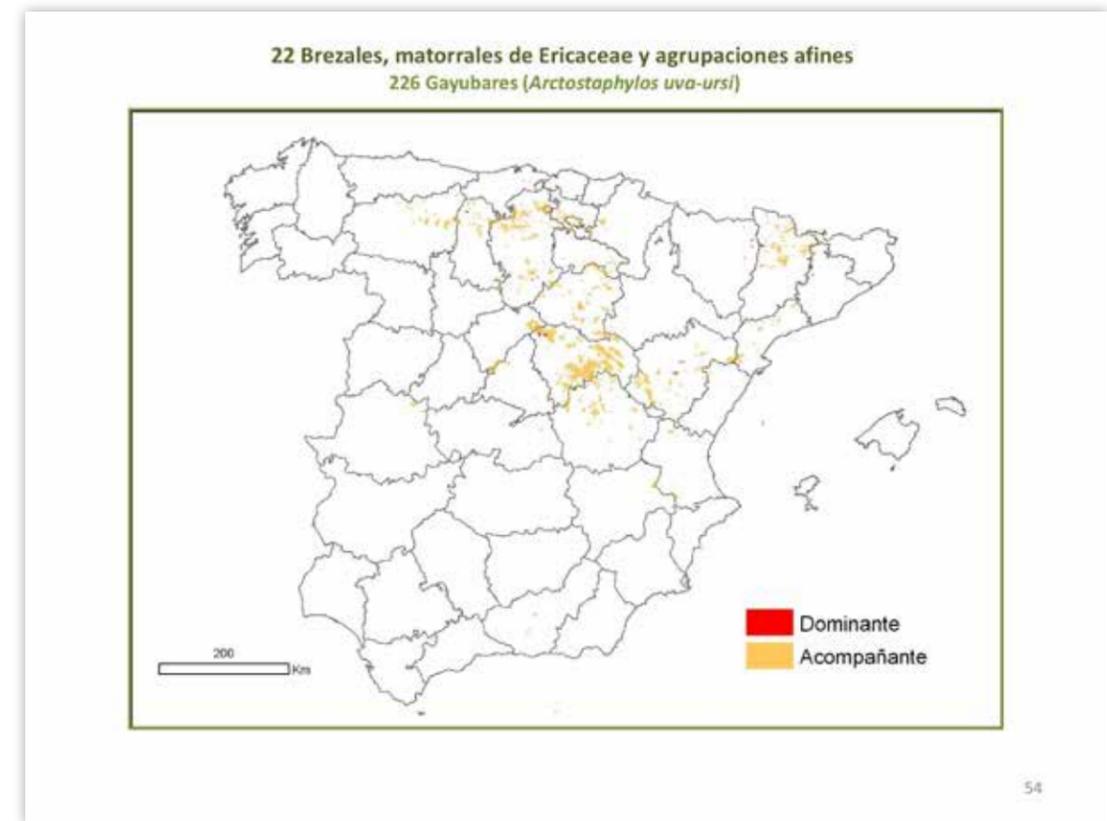
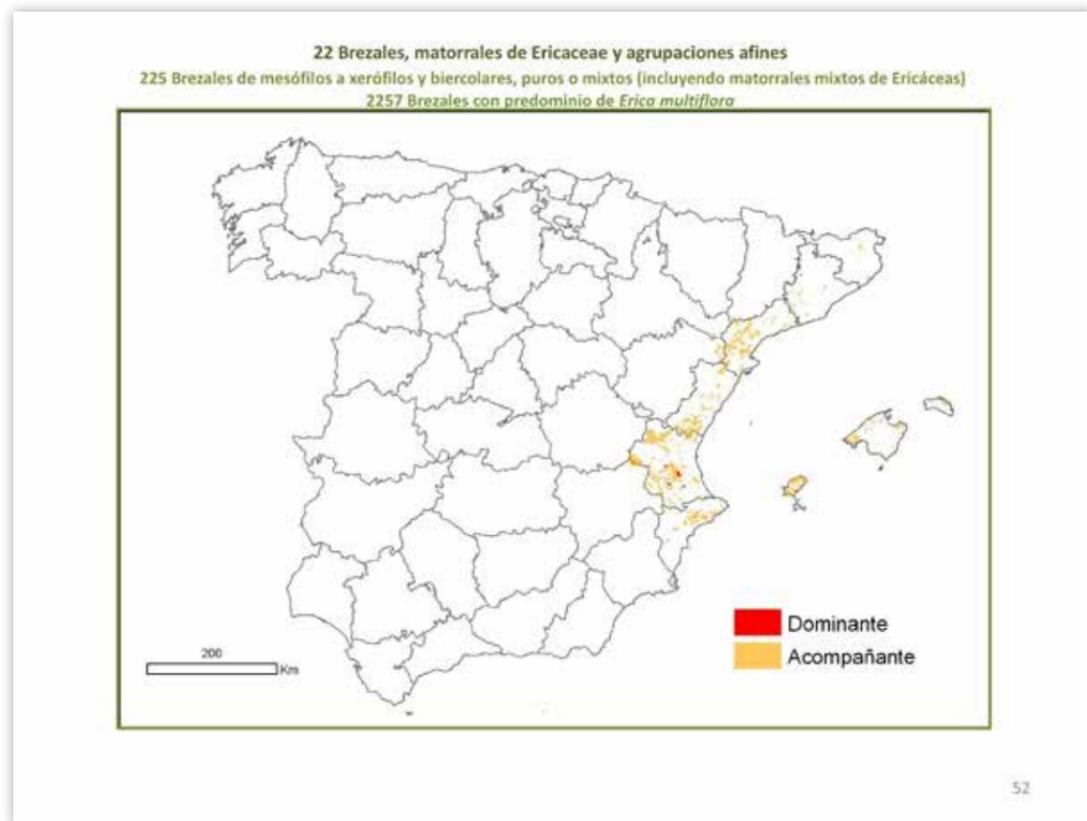
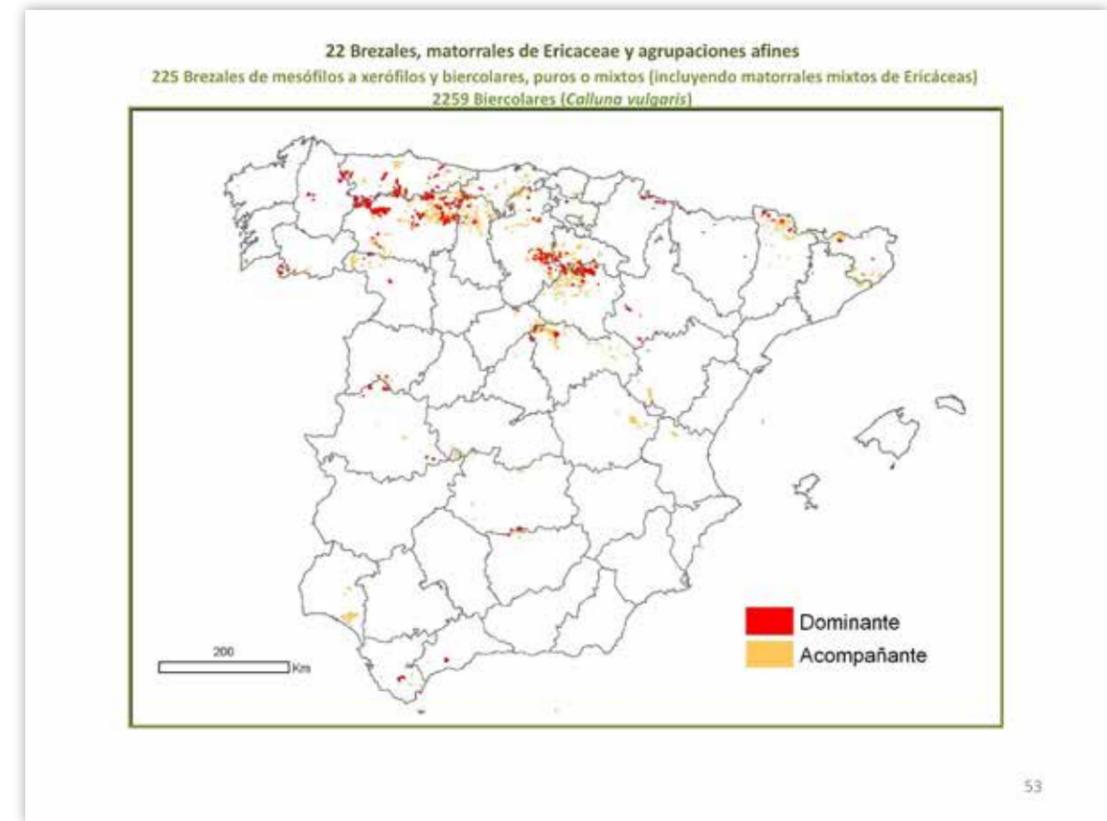
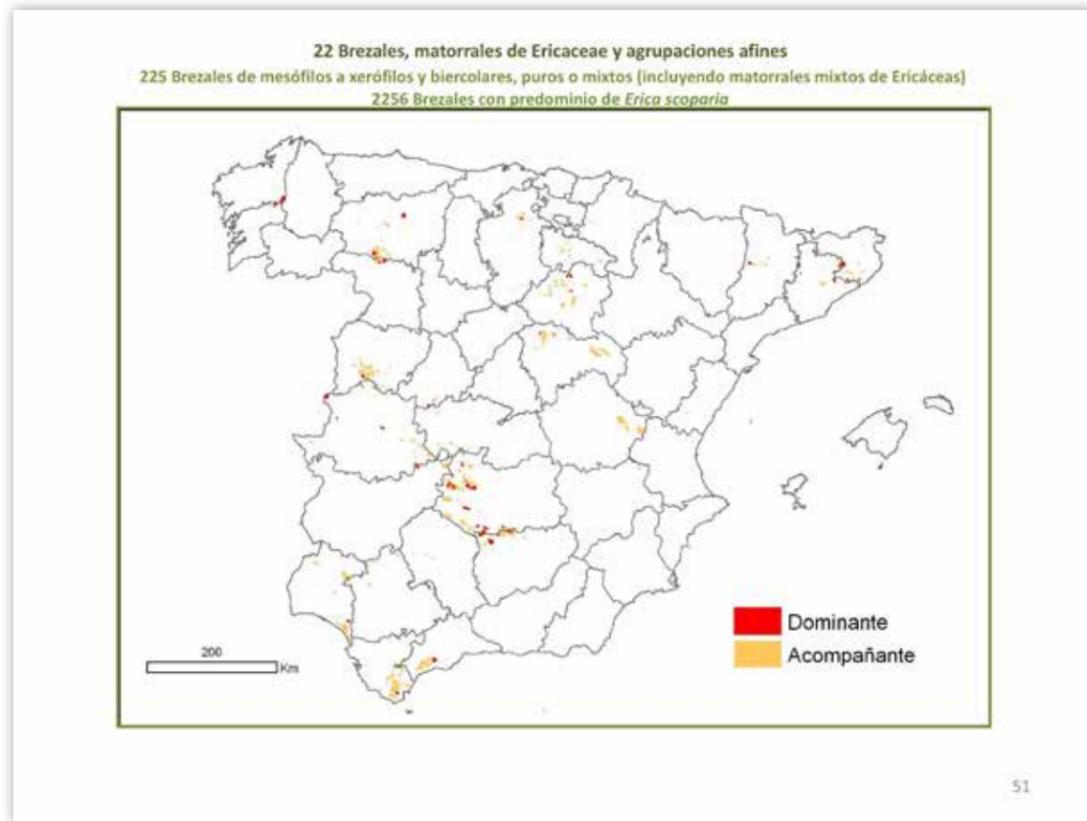


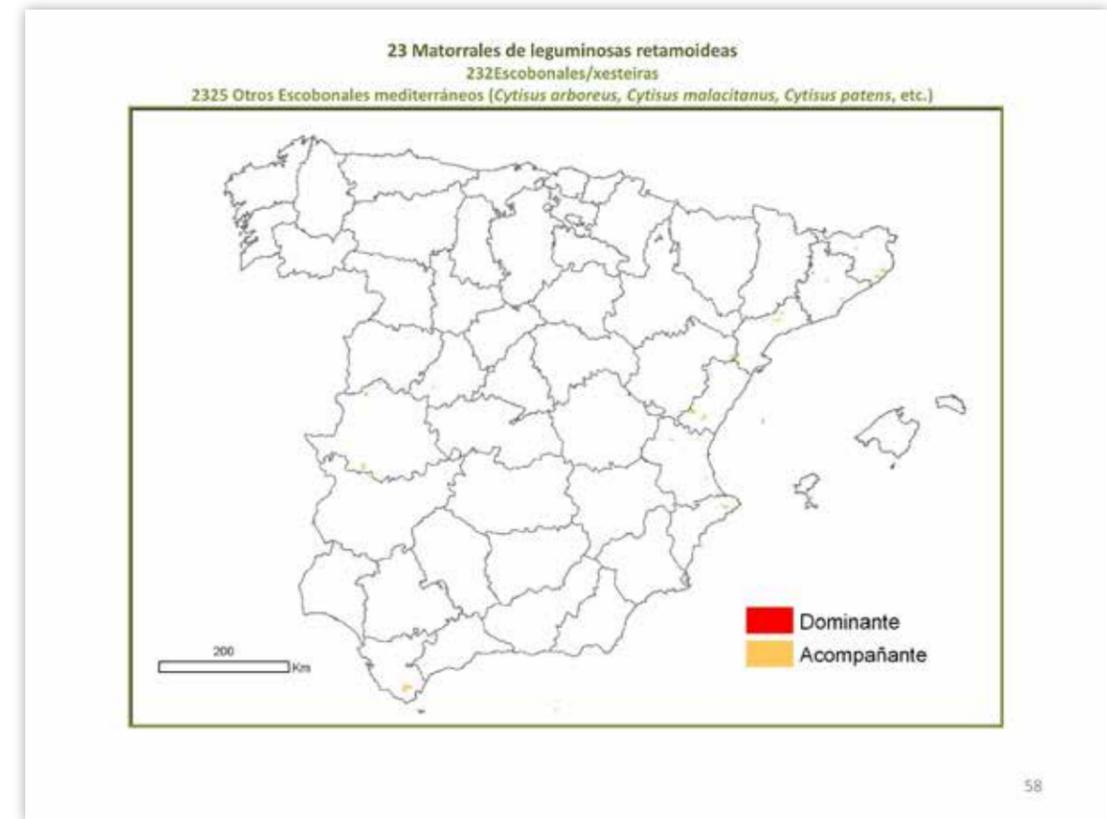
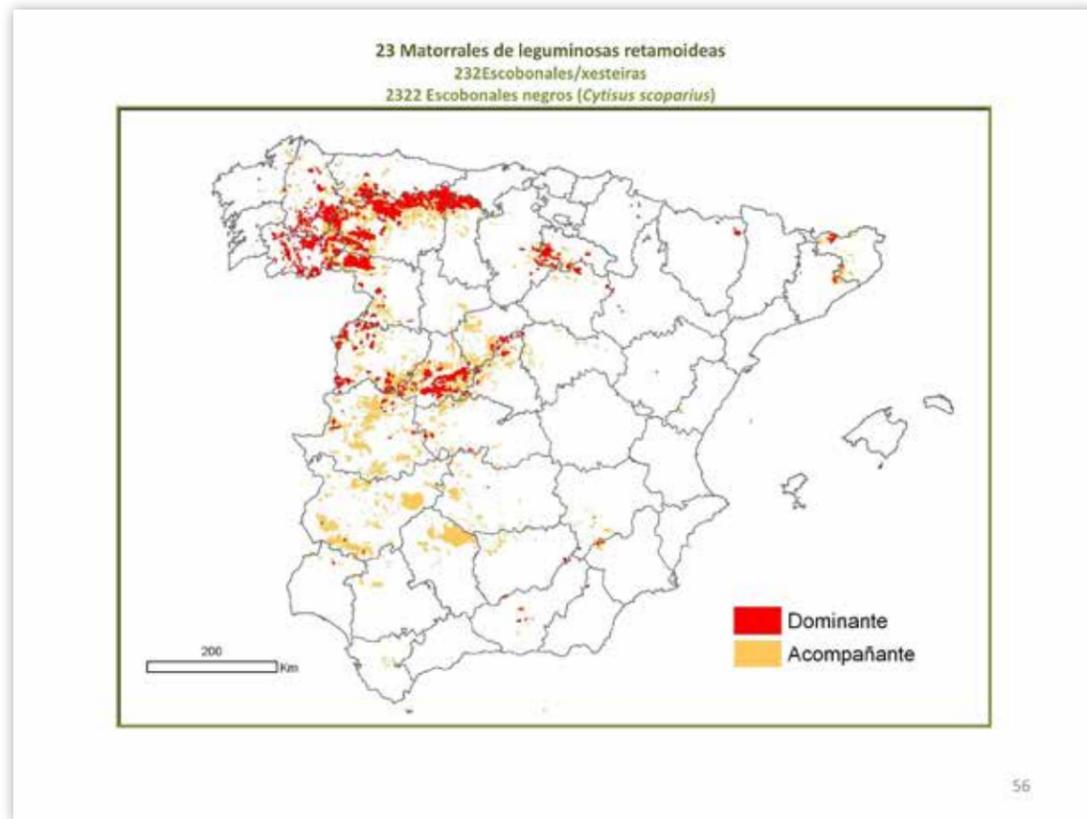
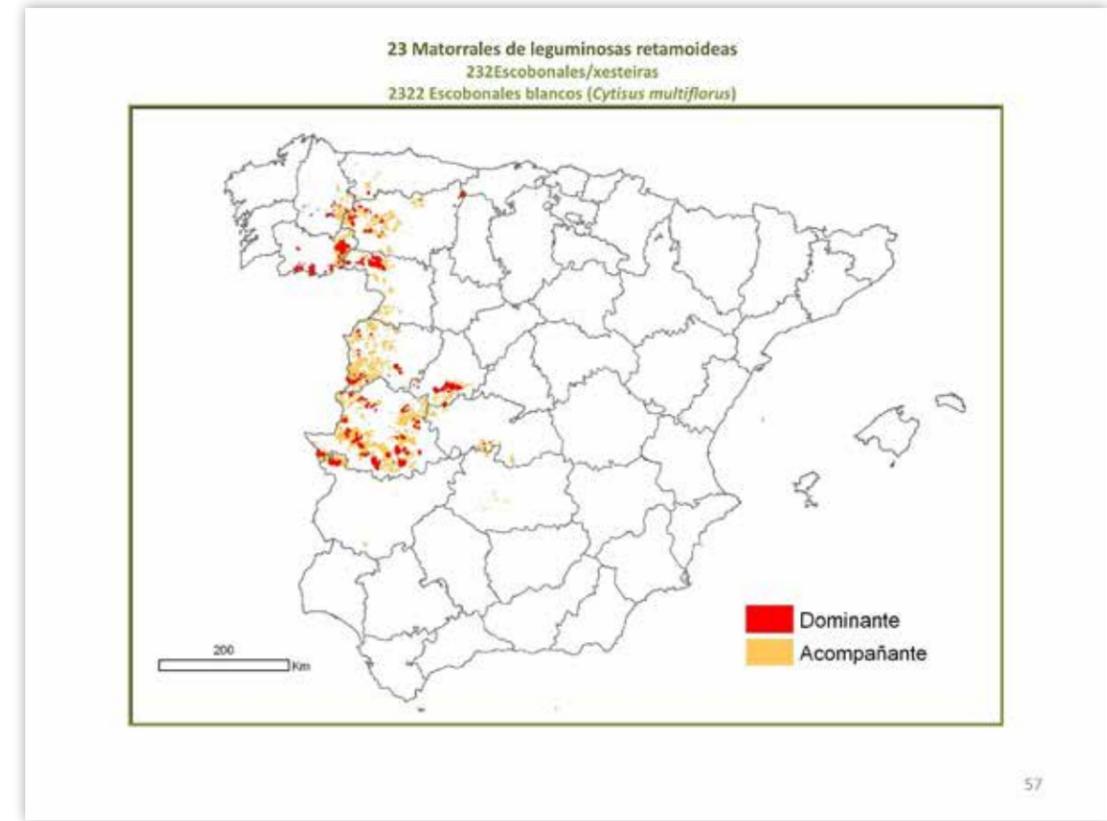
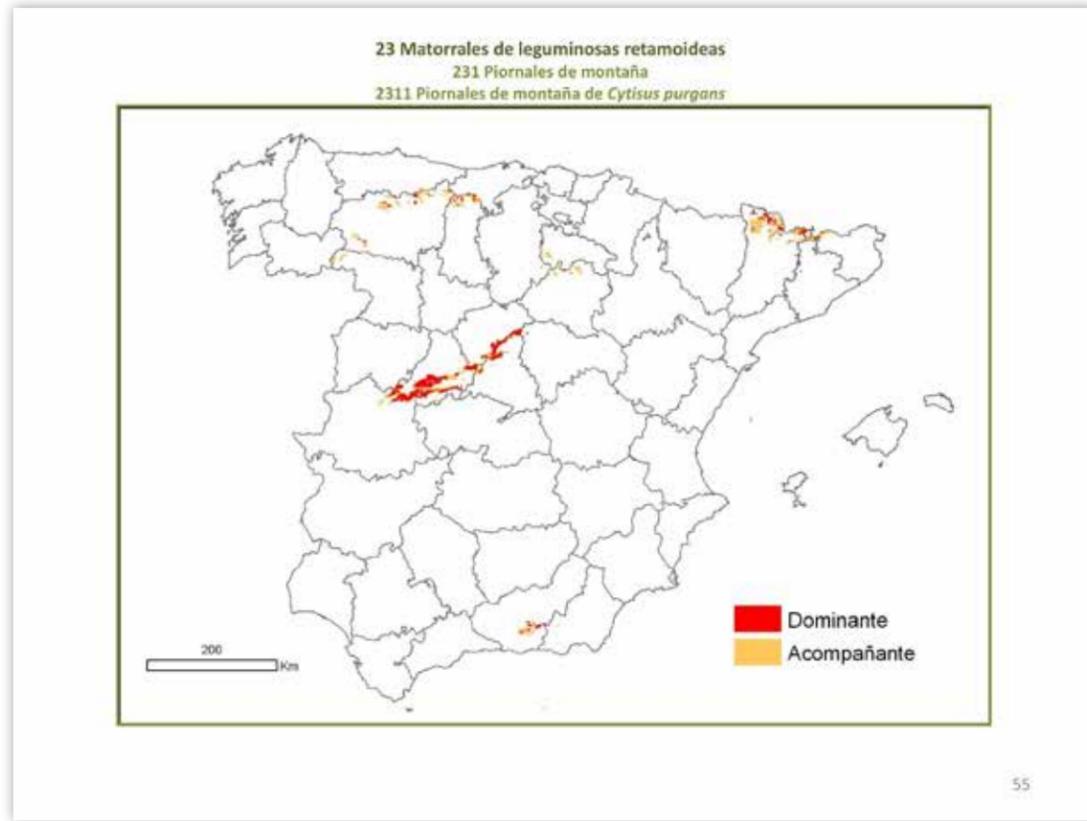
22 Brezales, matorrales de Ericaceae y agrupaciones afines
222 Talabardales/neretares (*Rhododendron ferrugineum*)

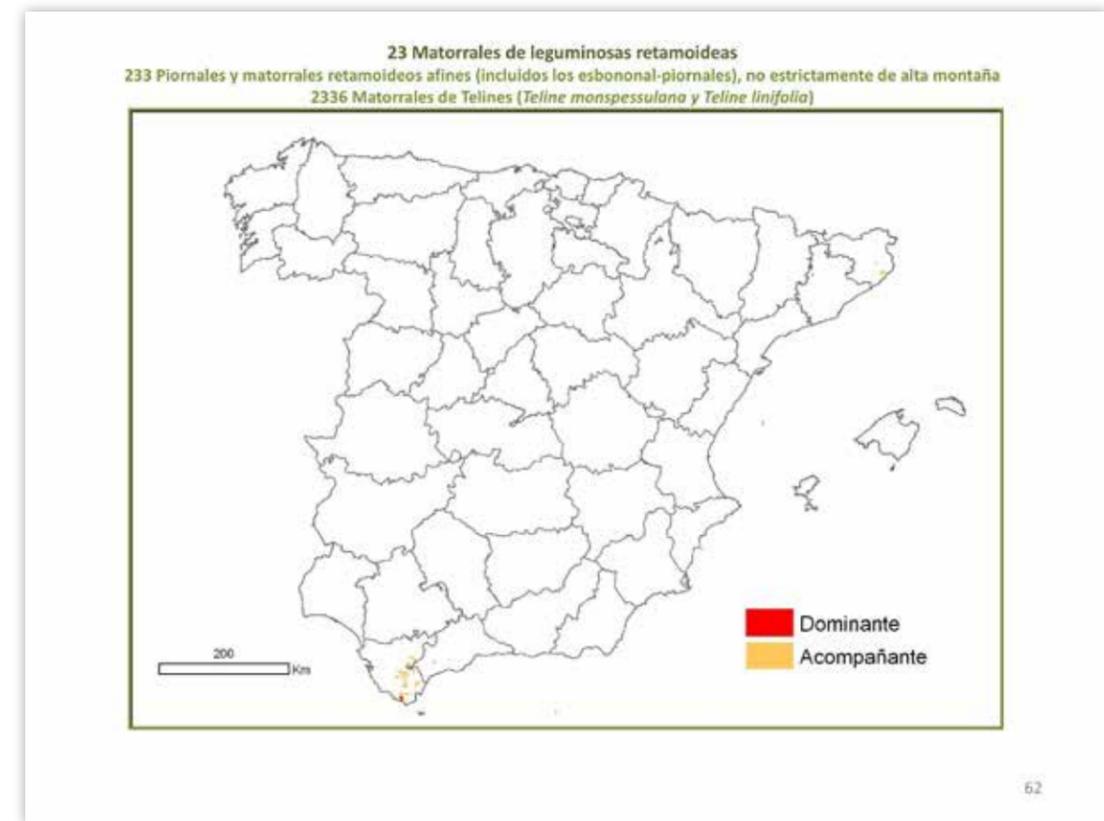
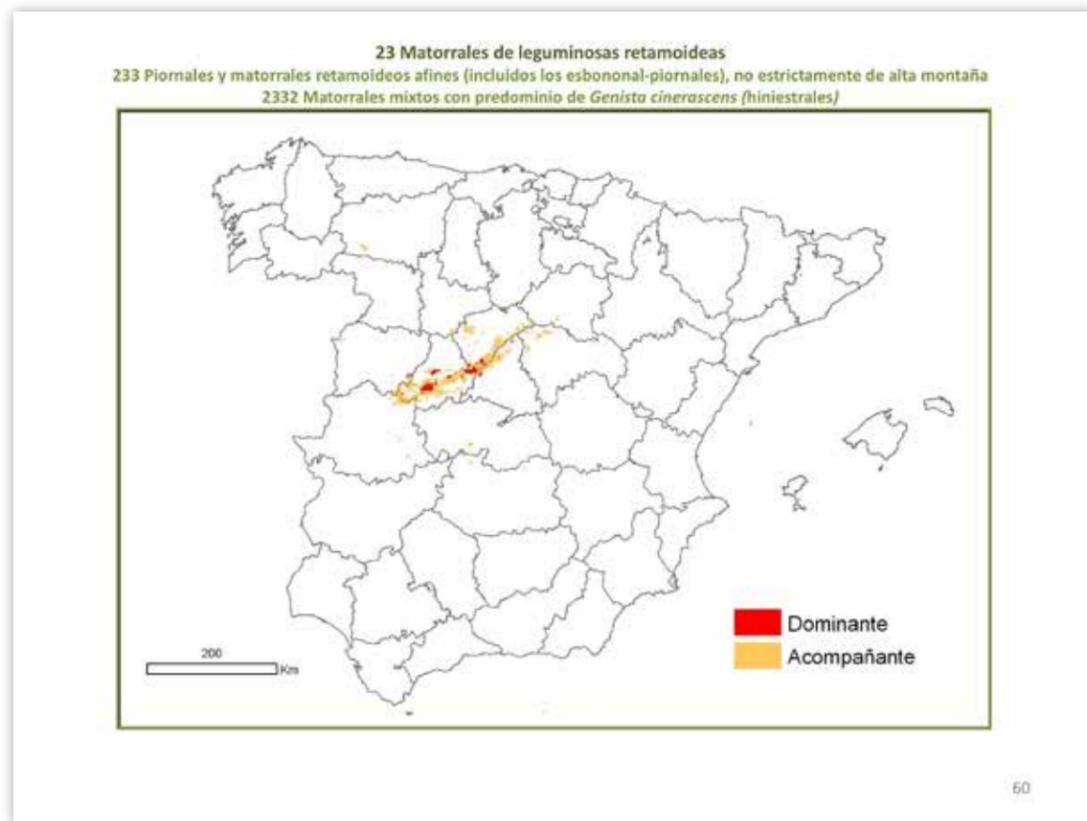
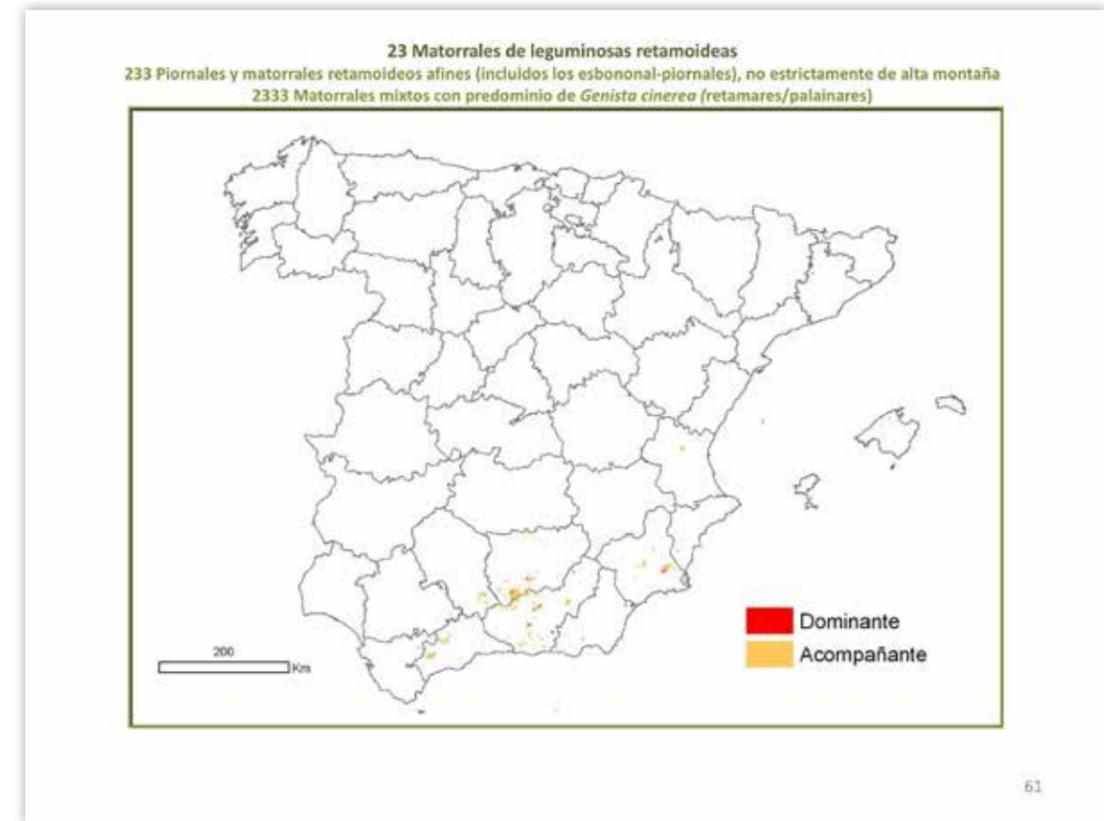
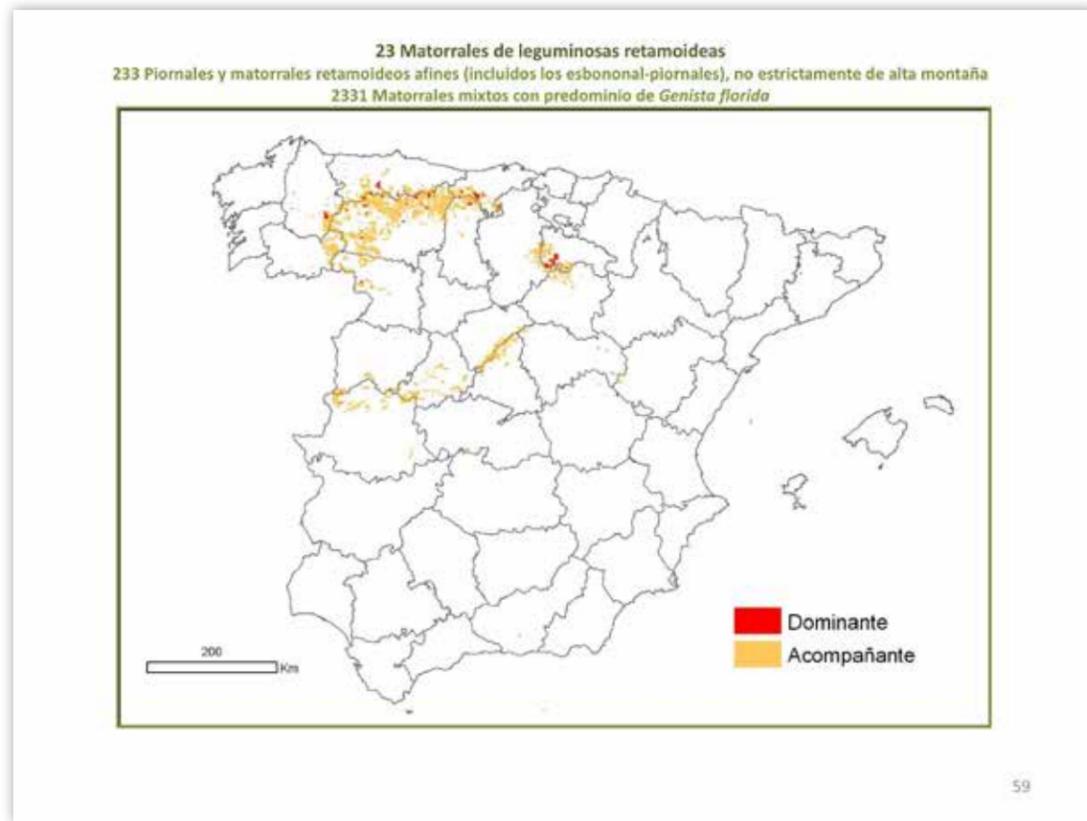


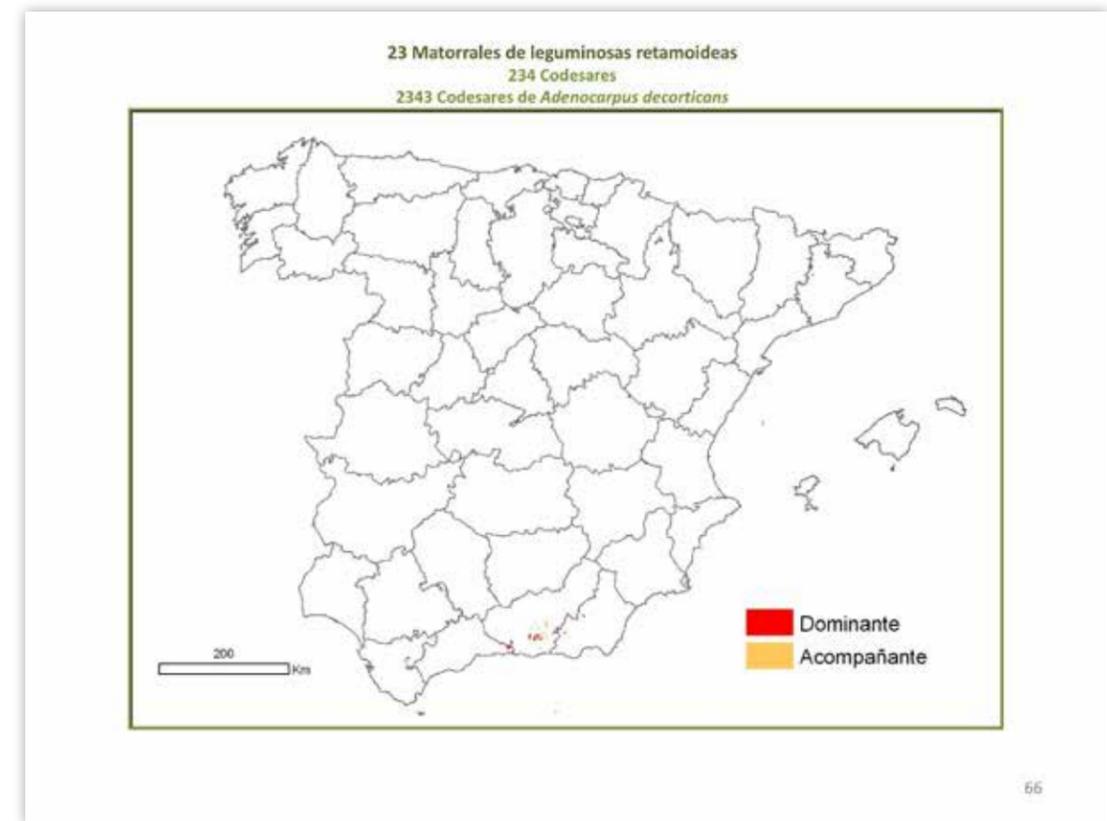
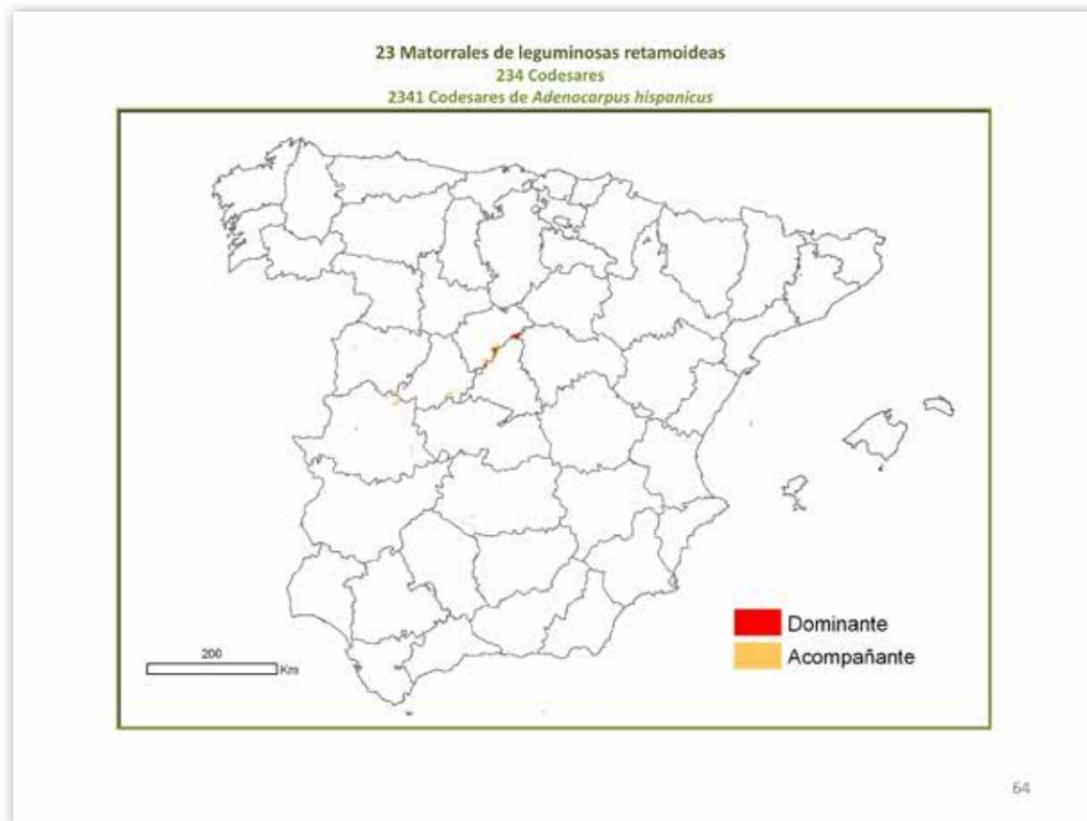
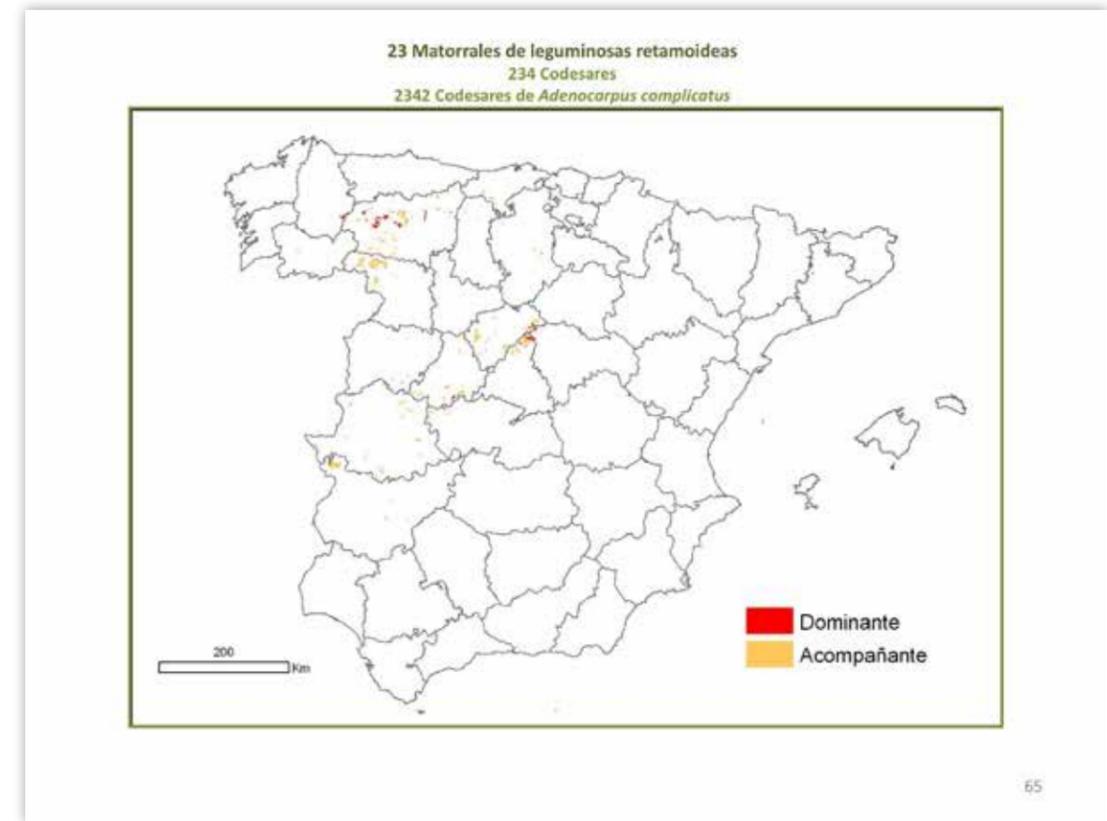
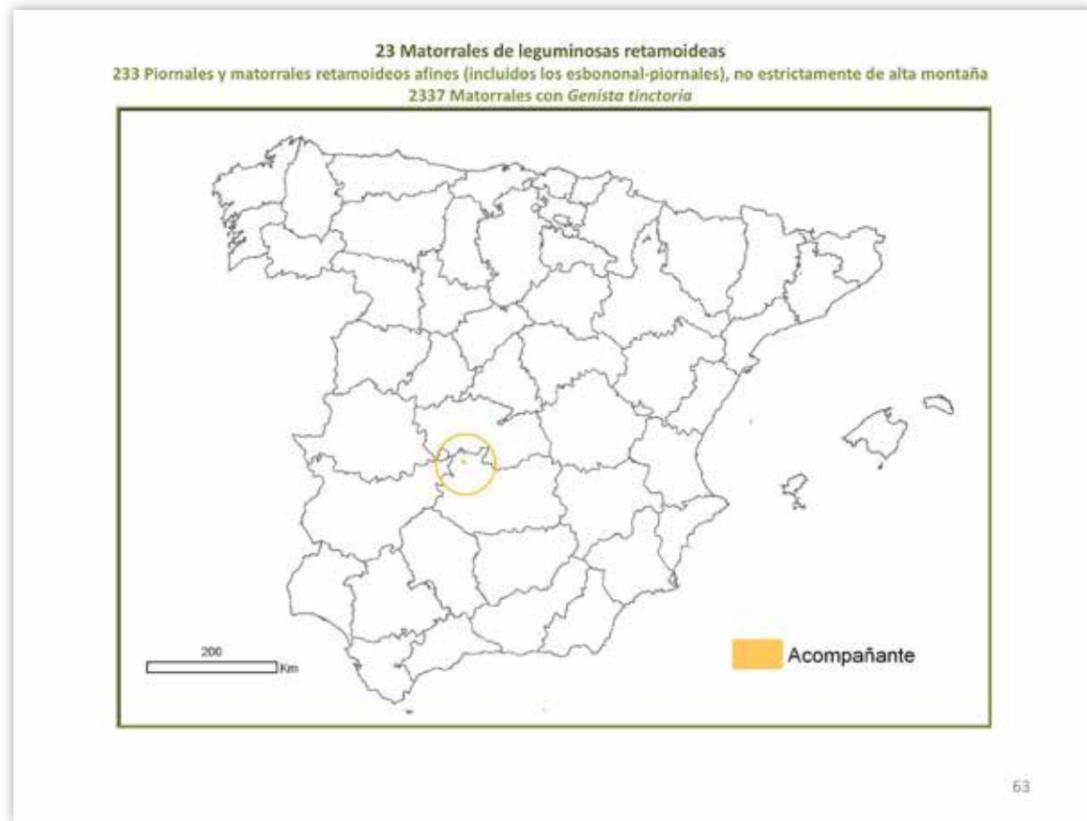


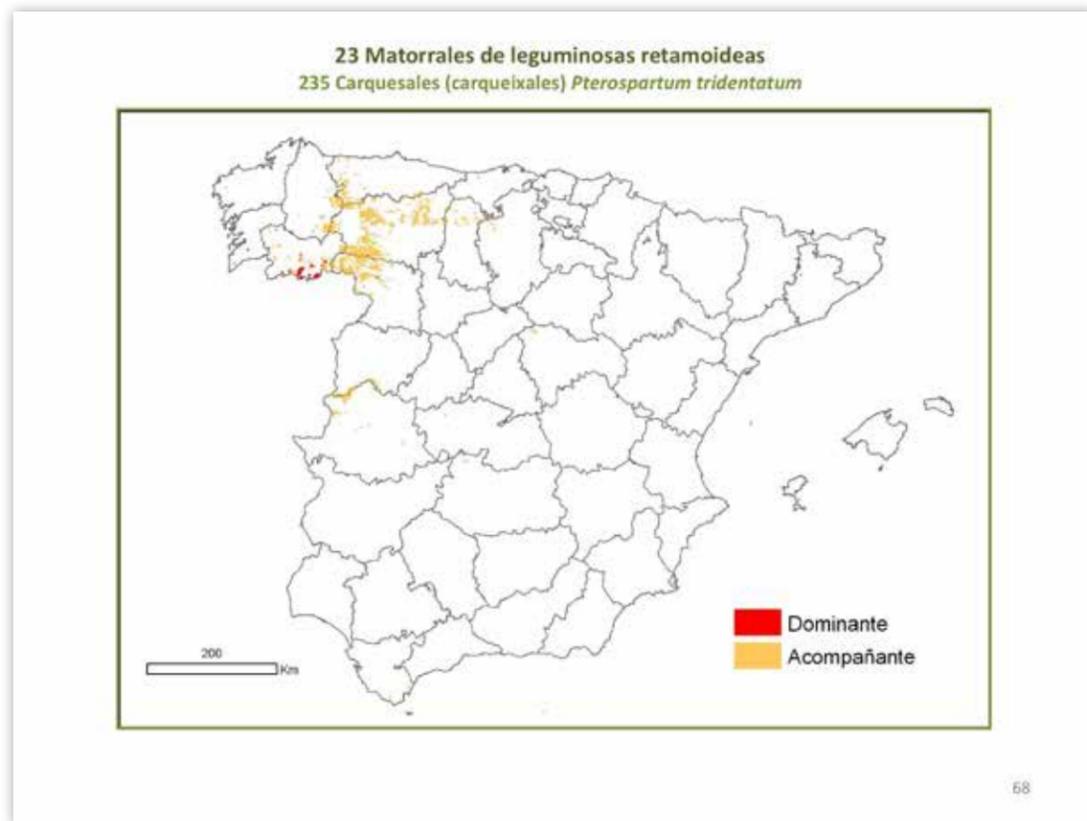
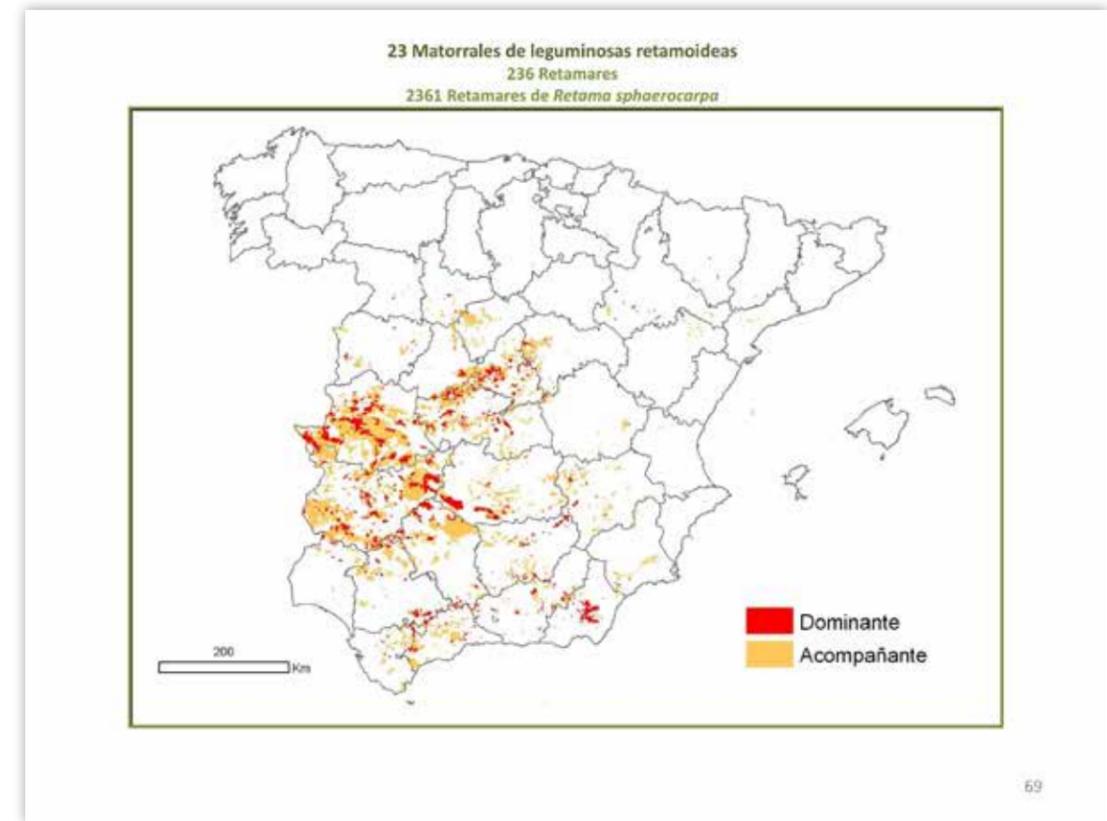
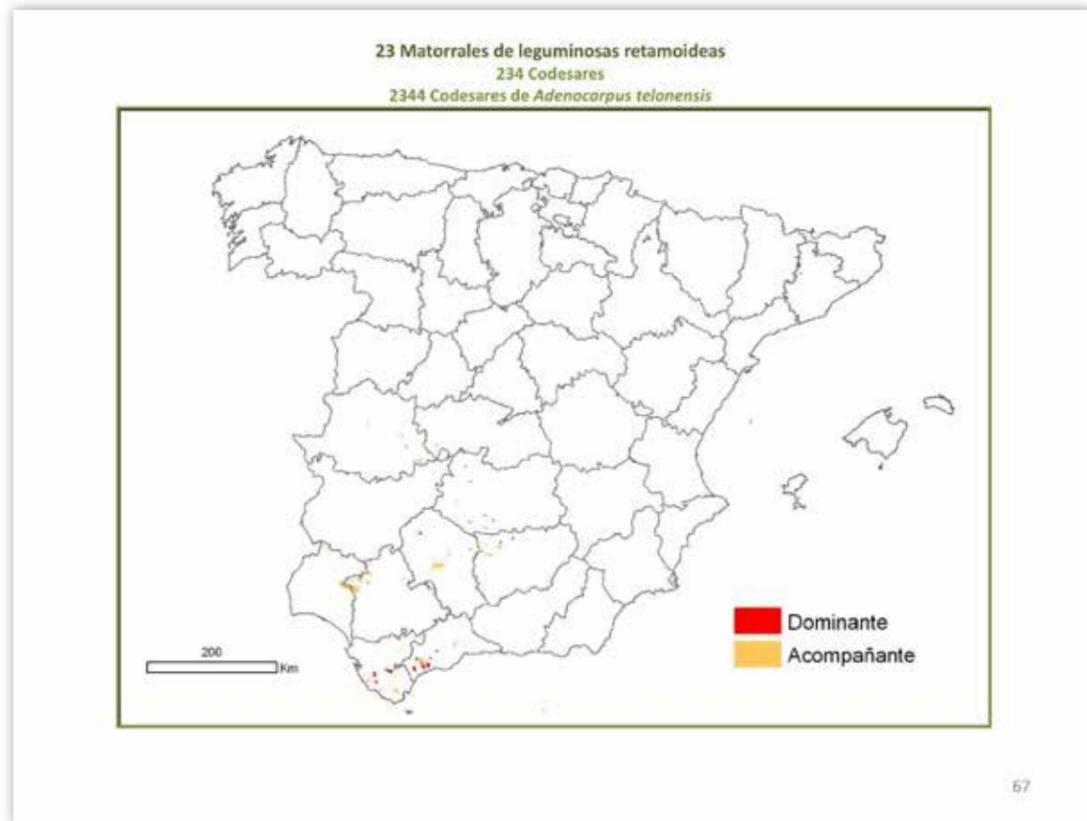


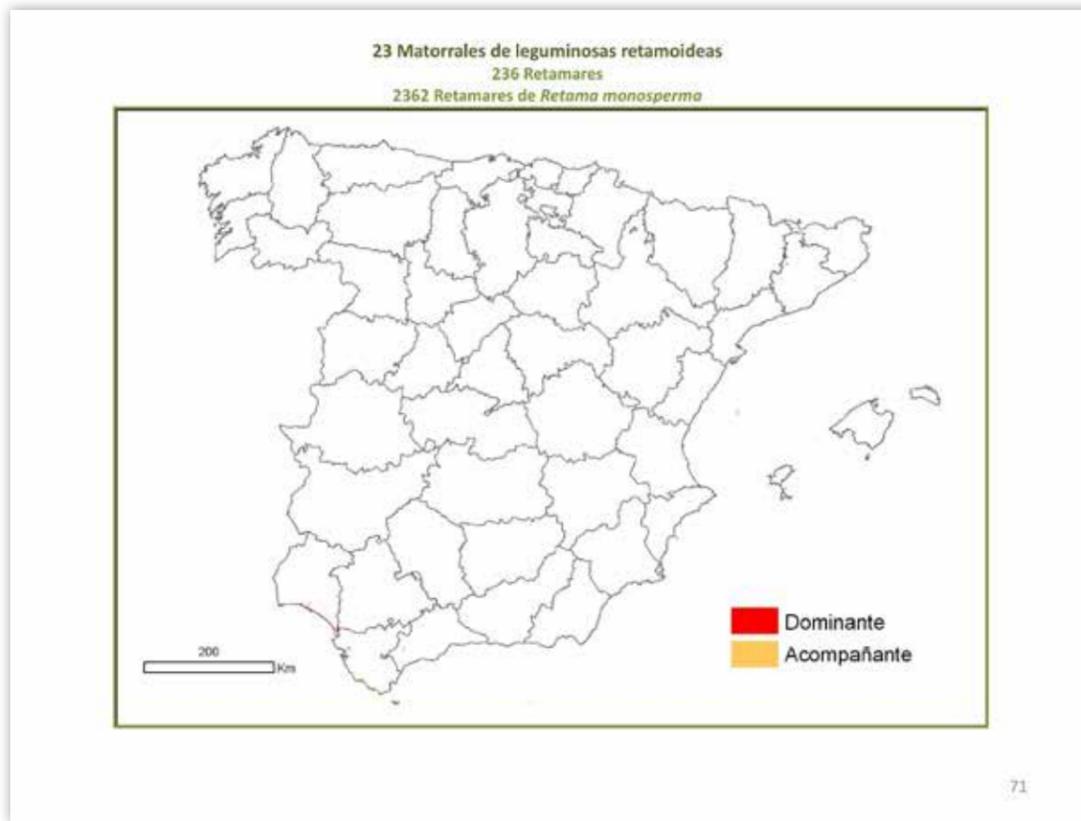






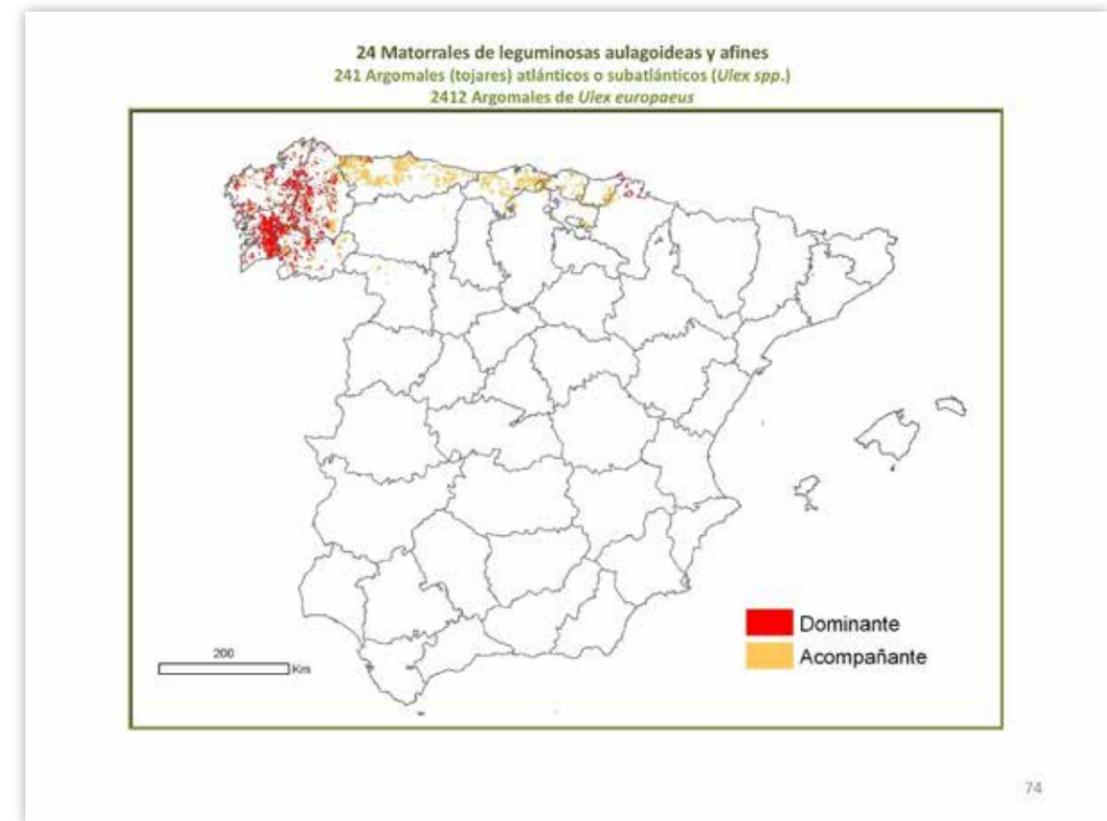


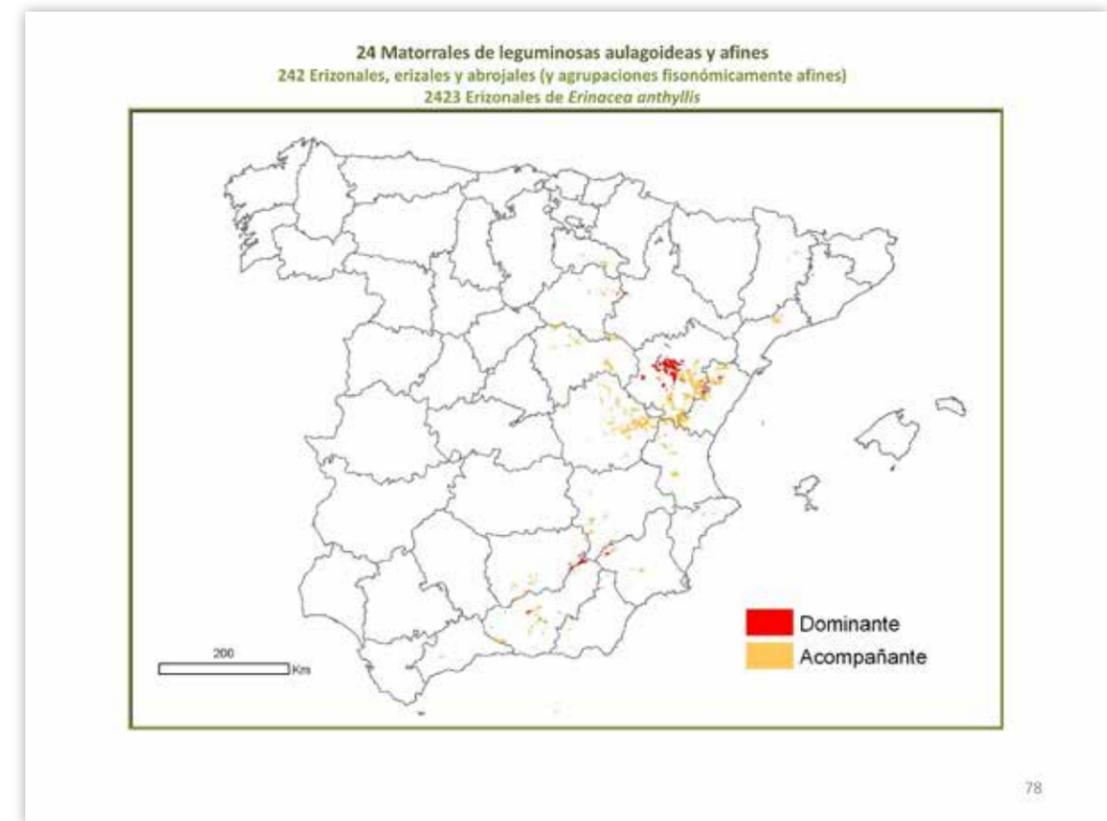
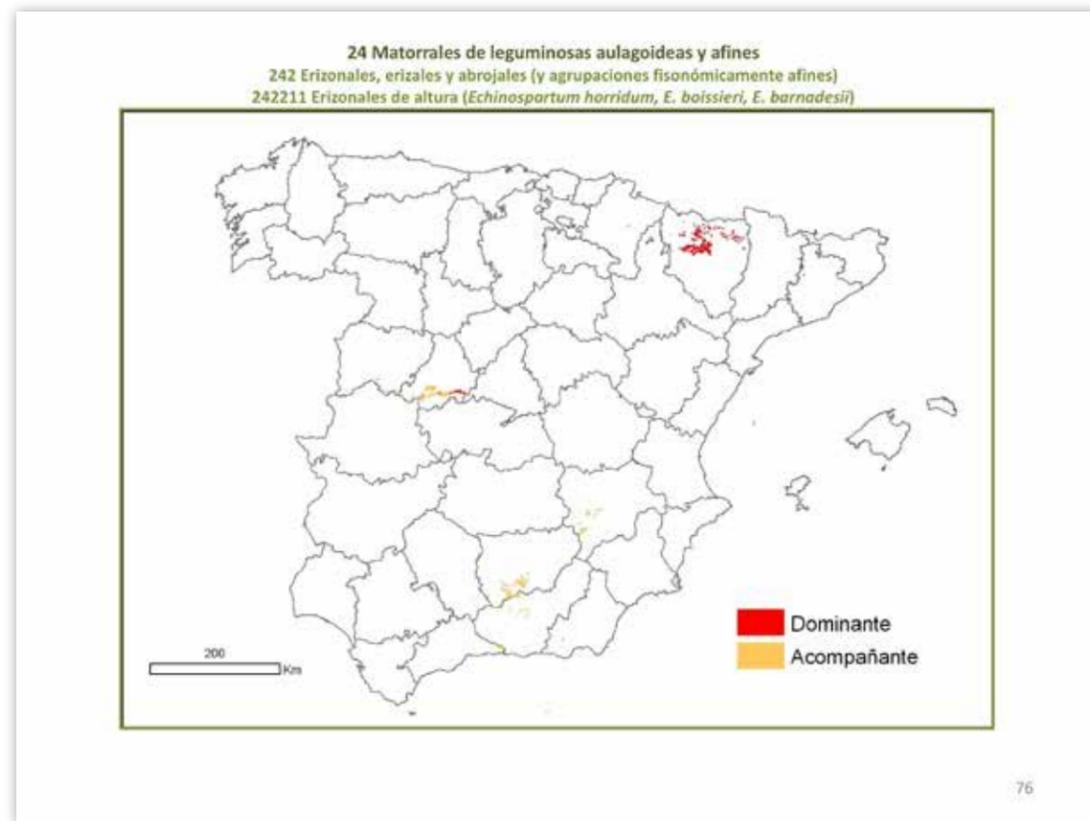
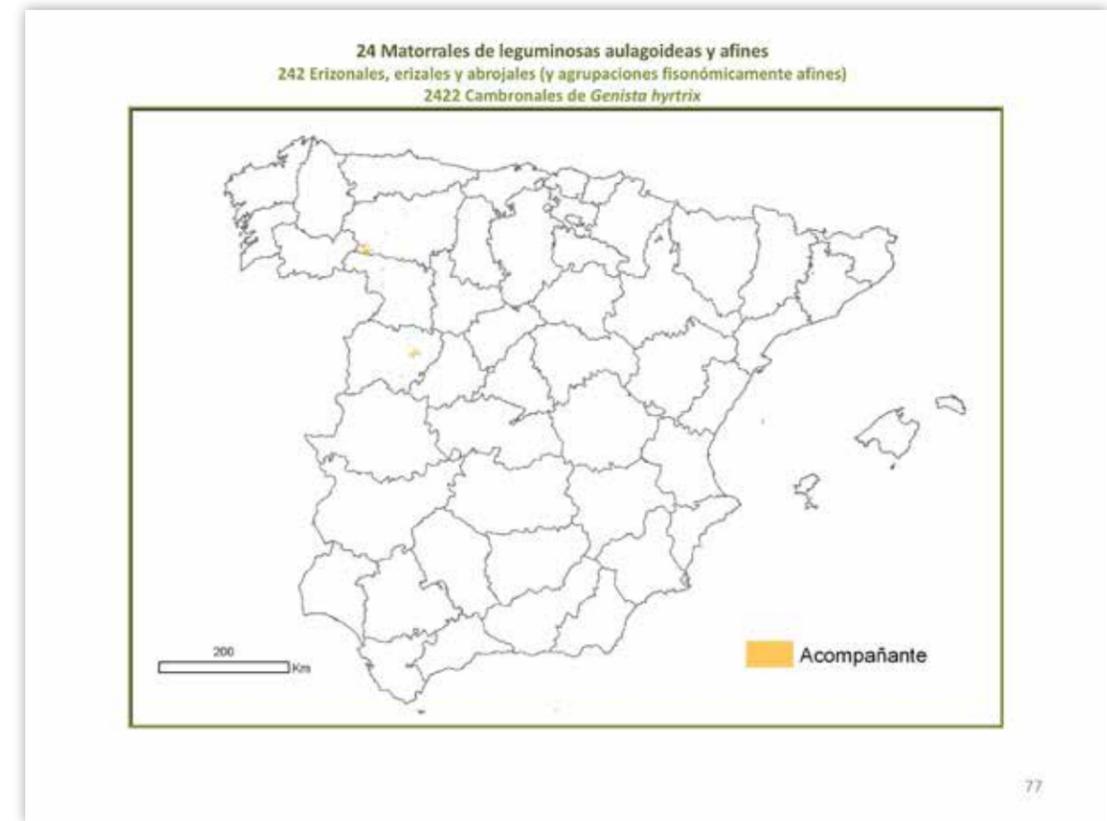
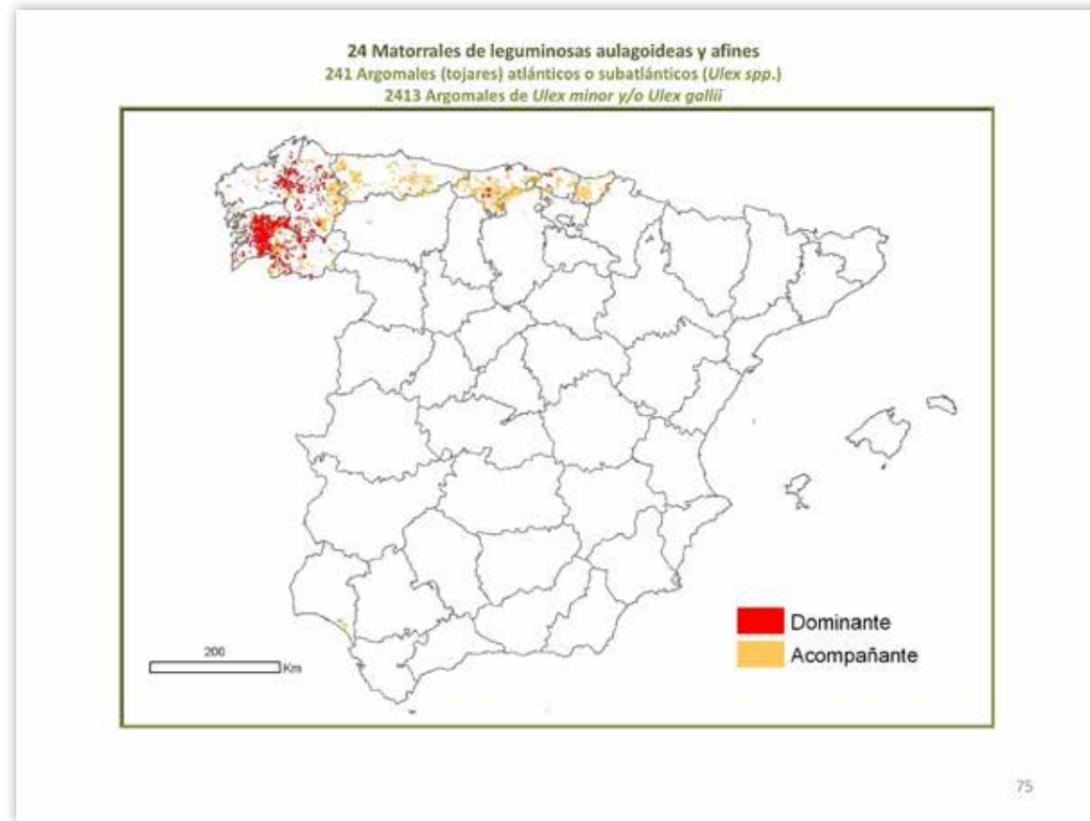


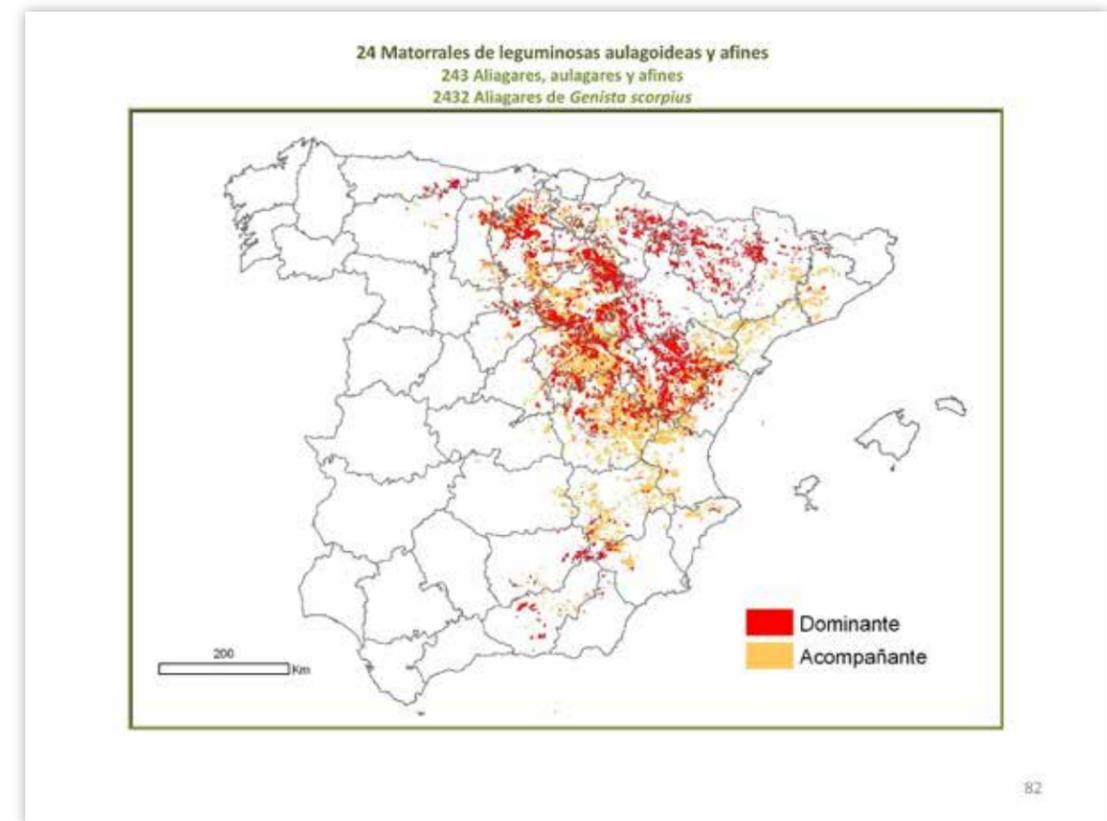
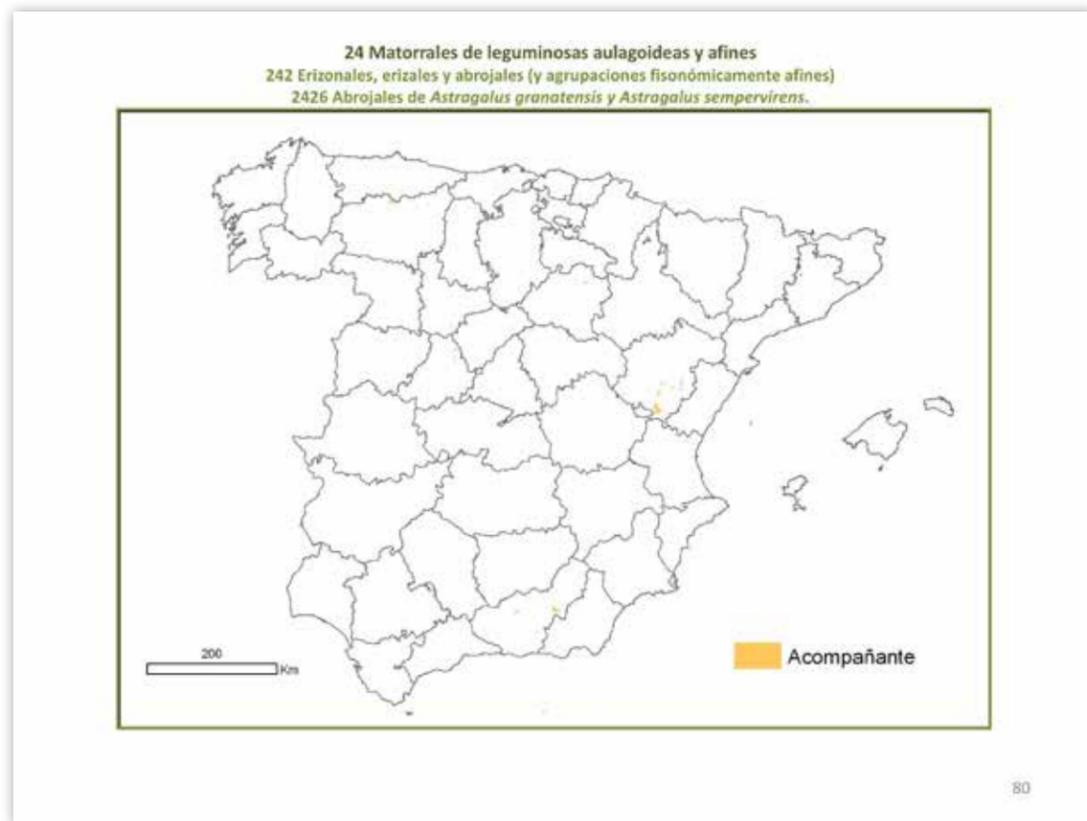
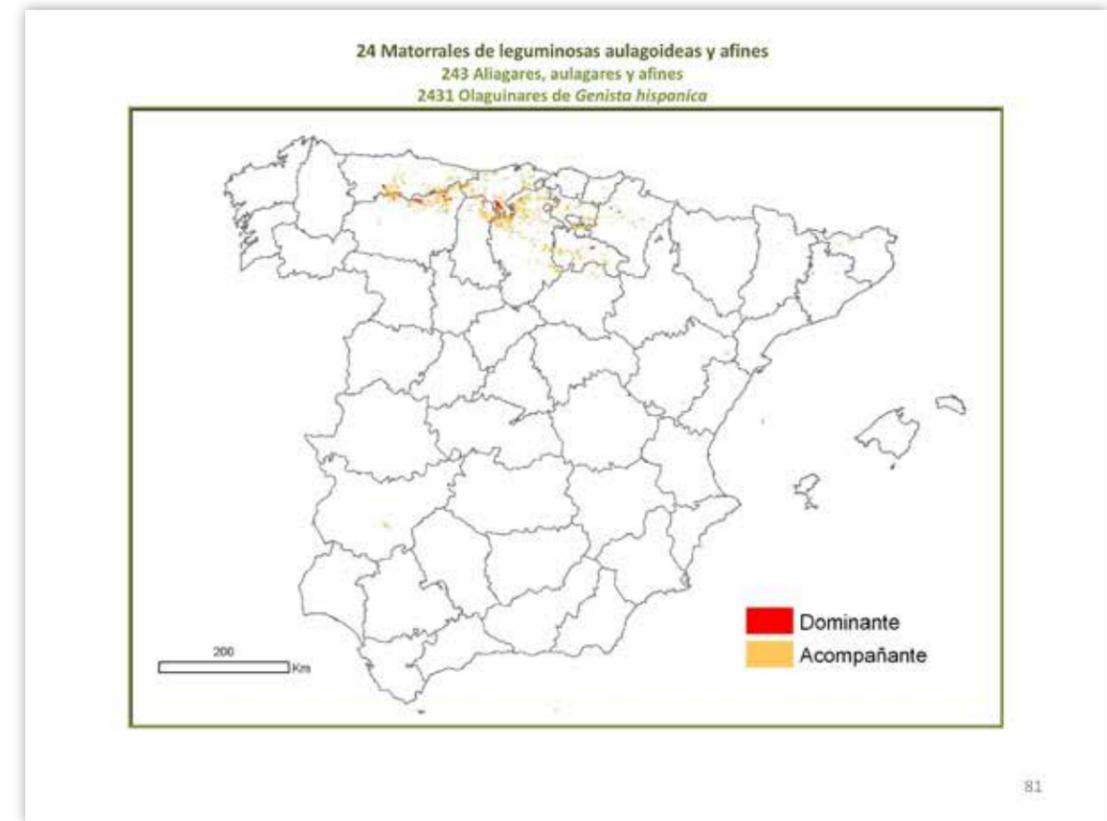
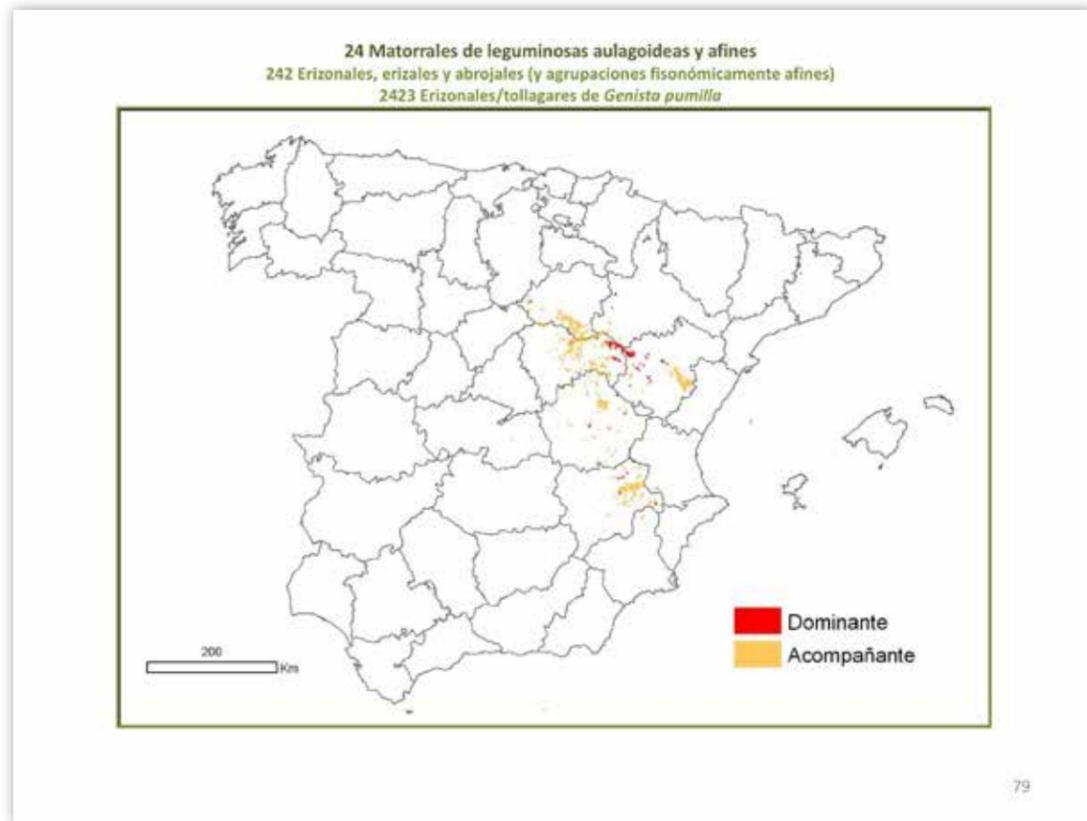


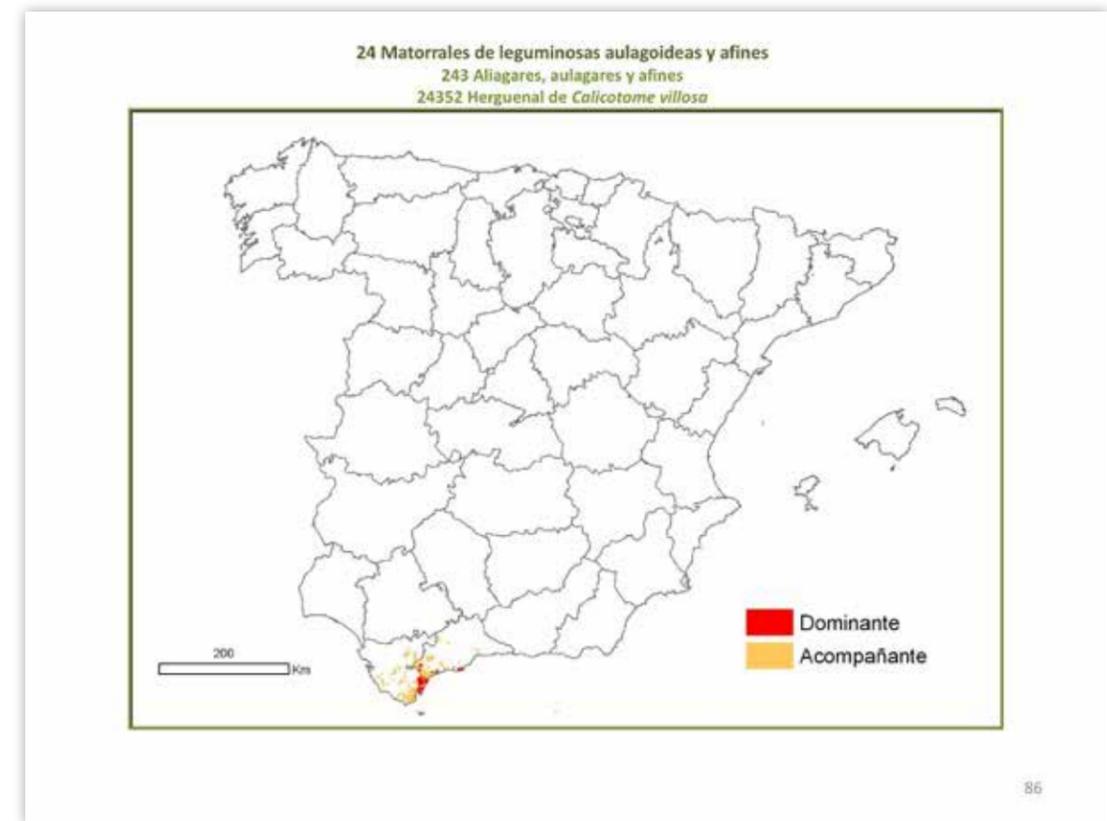
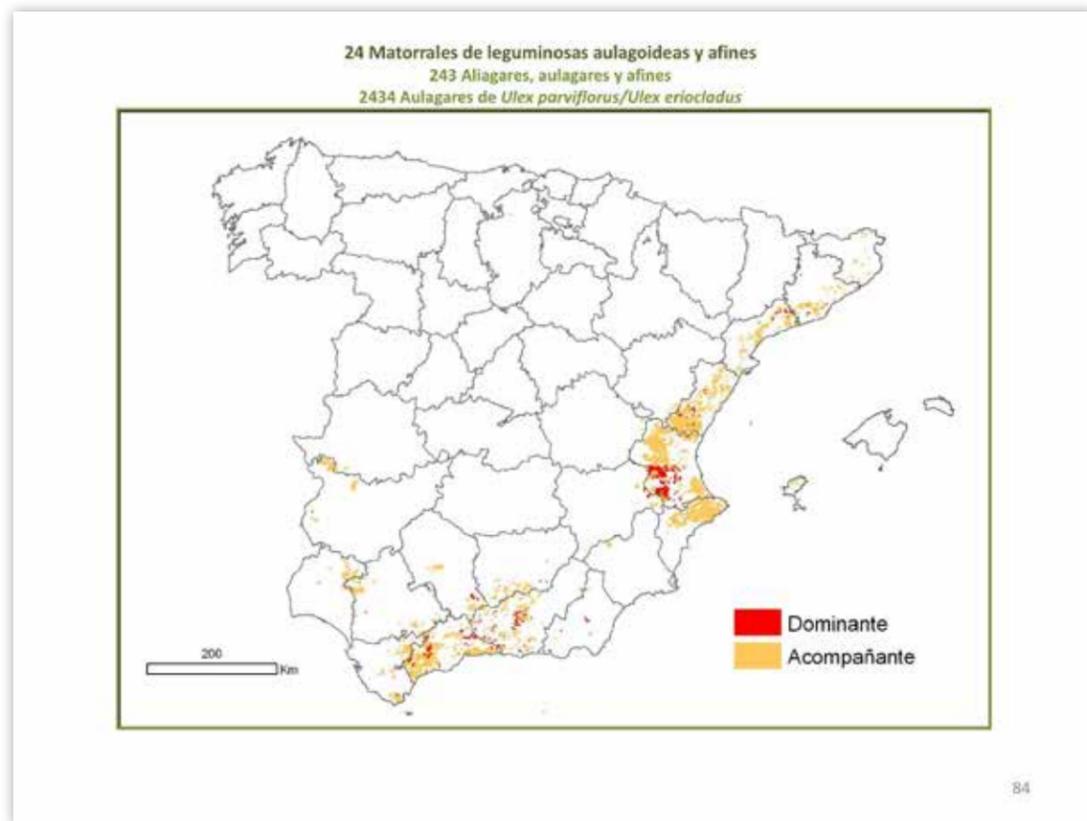
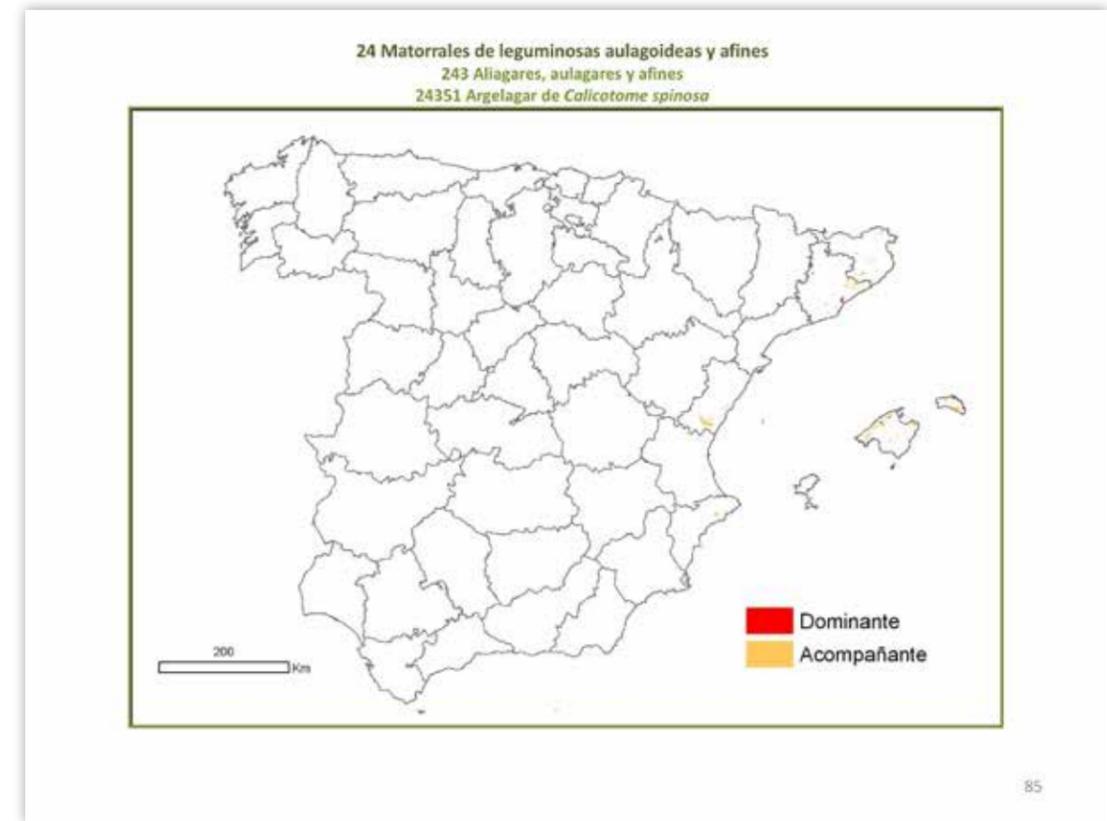
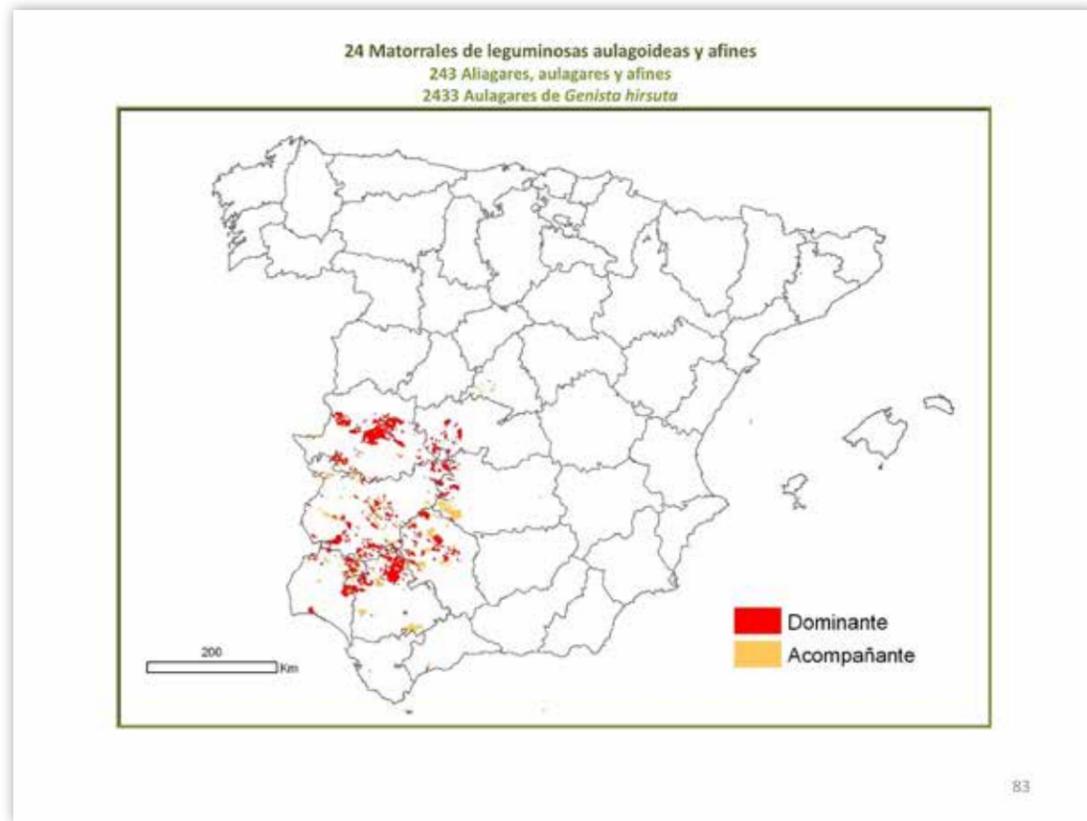
	Superficie (ha)			
	Dominante (C/Arb+T/Arb)	Acompañante (C/Arb+T/Arb)	Total	Total
241 Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines				
241 Argomales (tojares) atlánticos o subatlánticos (<i>Ulex</i> spp.)	421100	56711	477811	674064
2411 Tojares mixtos (incluyendo tojo-brezales, tojo-helechares, tojo-escobonales y tojo-carpazales)	144025	53510	197535	207908
2412 Argomales de <i>Ulex europaeus</i>	166802	2044	168847	253449
2413 Argomales de <i>Ulex minor</i> y/o <i>Ulex galii</i>	110273	1156	111429	212677
242 Enzales, erizales y abrogales (y agrupaciones taxonómicamente afines)	160999	38027	199027	478464
2421 Enzales de <i>Echinopsarum</i> spp.	21308	81	21389	35710
24211 Enzales de altura (<i>E. horridum</i> , <i>boissieri</i> , <i>baradessi</i>)	21092	81	21173	50662
24212 <i>Echinopsarum ibericum</i>	216		216	10514
2422 Cambrales de <i>Genista hystrix</i>				12267
2423 Enzales de <i>Erinacea anthyllis</i>	16860	1350	18210	192499
2424 Enzales/brogales de <i>Genista pumila</i>	6824	1326	8150	178518
2425 Cirsos erizales de leguminosas (gen. <i>Genista</i>) espinosas (<i>G. sanabrensis</i> , <i>G. longipes</i> , <i>G. sphaerocarpa</i>)	0		0	5486
2426 Abrogales de <i>Astragalus sempervirens</i> , <i>A. granatensis</i>	3002		3002	18093
2427 Matorrales espinosos almohadados y (bajo)-mato-enzales	112676	35270	147946	26189
243 Alagares, aulagares y afines	983430	151431	1134861	3165537
2431 Alagares de <i>Genista hispanica</i>	5522	408	5930	117303
2432 Alagares de <i>Genista scorpius</i> (Mato-alagares, en otra clase (26))	537913	137417	675330	403201
2433 Alagares de <i>Genista hisida</i> (a densos)	0	0	0	195358
2434 Alagares de <i>Ulex parviflorus</i> / <i>Ulex europaeus</i>	28227	12754	40981	448027
2435 Herguerales y argelagares de <i>Calicotome</i>	11897	400	12297	89120
24351 Argelagar de <i>Calicotome spinosa</i>	246	400	646	10423
24352 Hergueral de <i>Calicotome villosa</i>	9277		9277	53796
24353 Alagar de <i>Calicotome intermedia</i> , <i>infesta</i>	2174		2174	4351
2436 Alagares de <i>Silva-carthus</i> (<i>bovini</i> , <i>genistoides</i>)	71	453	523	16250
2437 Comarcadas de <i>Genista falcata</i>				9214
2438 Alagares híbridos (<i>G. anglica</i> , <i>G. berberidea</i>)				14359
25 Jarales y matorrales de Cistáceas				
251 Jarales mixtos o mezclados (<i>Cistus</i> spp. pl.)	283628	315532	599161	1069086
2511 Jarales-estepares con predominio de <i>Cistus laurifolius</i>	251133	26244	277377	95717
2512 Jarales-carpazales con predominio de <i>Cistus pilosopetalus</i>	910	0	910	42288
2513 Jarales con predominio de <i>Cistus ladanifer</i>	216254	244034	460288	823020
2514 Jarales con predominio de <i>Cistus monspeliensis</i>	27184	24545	51729	173470
2515 Jarales con predominio de <i>Cistus albidus</i>	11412	17232	28644	100815
2516 Jarales con predominio de <i>Cistus populifolius</i>	2930	3478	6407	43876
252 Jaguarzales y jaral-carpazales menores (<i>Halimium</i> spp. pl.)	35510	120447	155956	496660
2521 Jaral-jaguarzales de <i>Cistus salvifolius</i>	378	2942	3320	151823
2522 Jaguarzal-jaral de <i>Cistus onopus</i>	101	6409	6510	60866
2523 Jaguarzal-romerales	30952	75591	106543	84418
25231 Jaguarzales de <i>Cistus cistus</i>	30662	75591	106253	82690
25232 Jaguarzales de <i>Cistus libanotis</i>				1728
2524 Jaguarzales de <i>Halimium lasianthum</i>	1296		1296	95049
2525 Jaguarzales de <i>Halimium umbellatum</i>				30562
2526 Jaguarzales de <i>Halimium halimifolium</i> ("morte blanco")	3018	35482	38500	8274

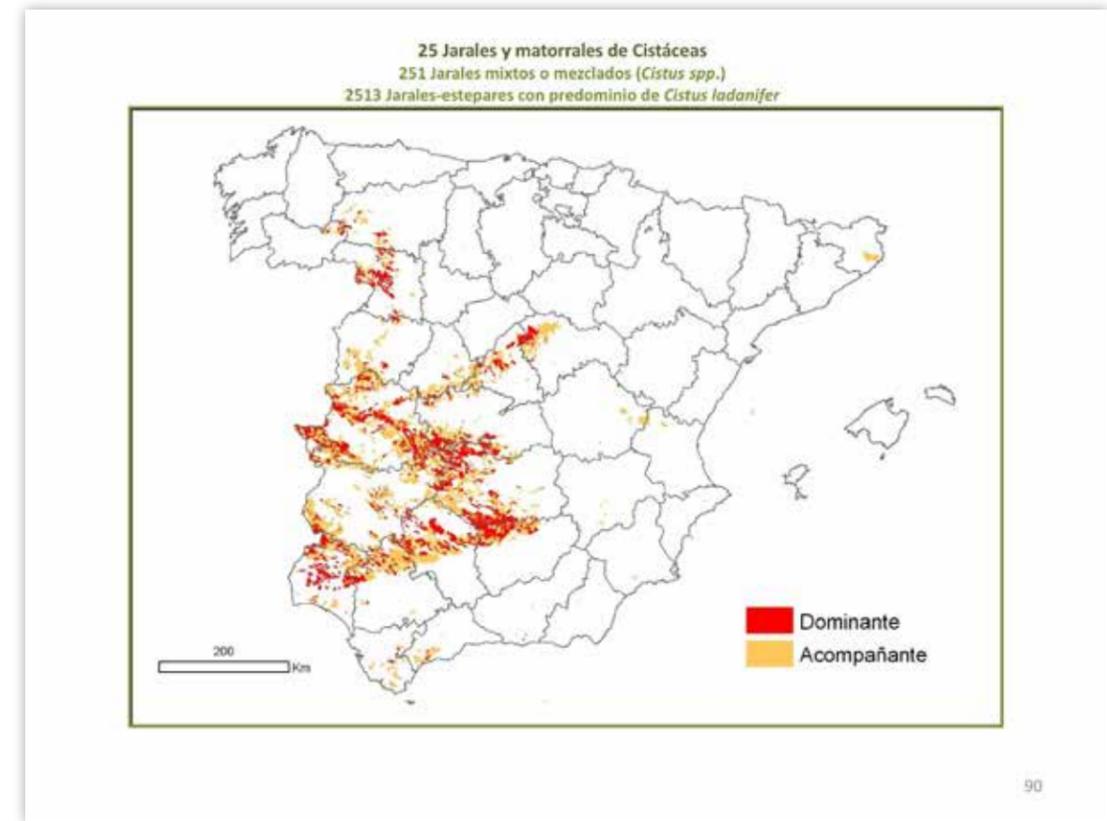
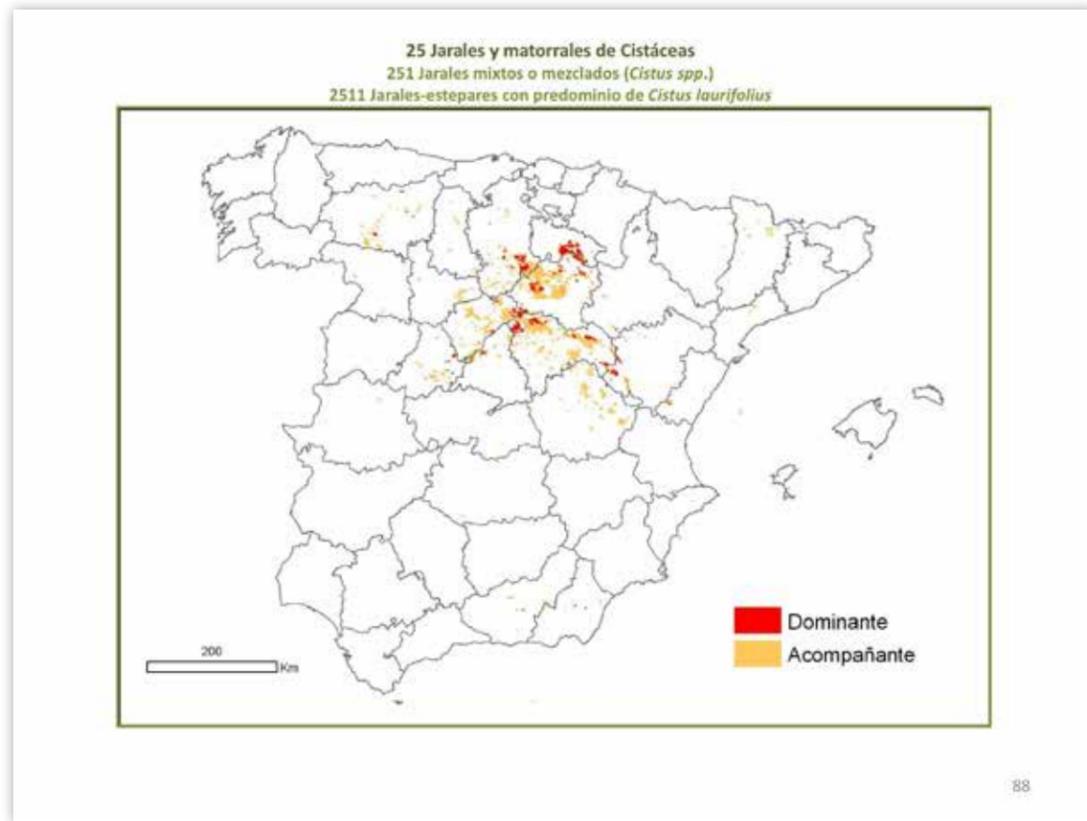
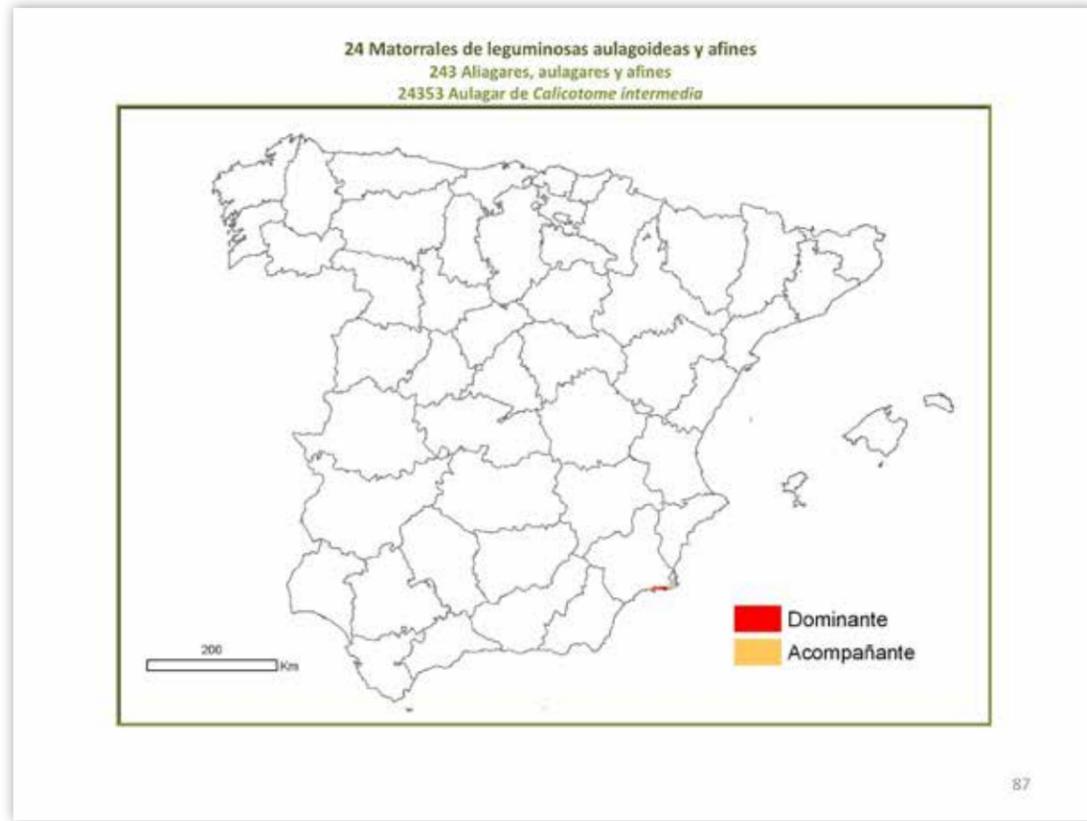
73

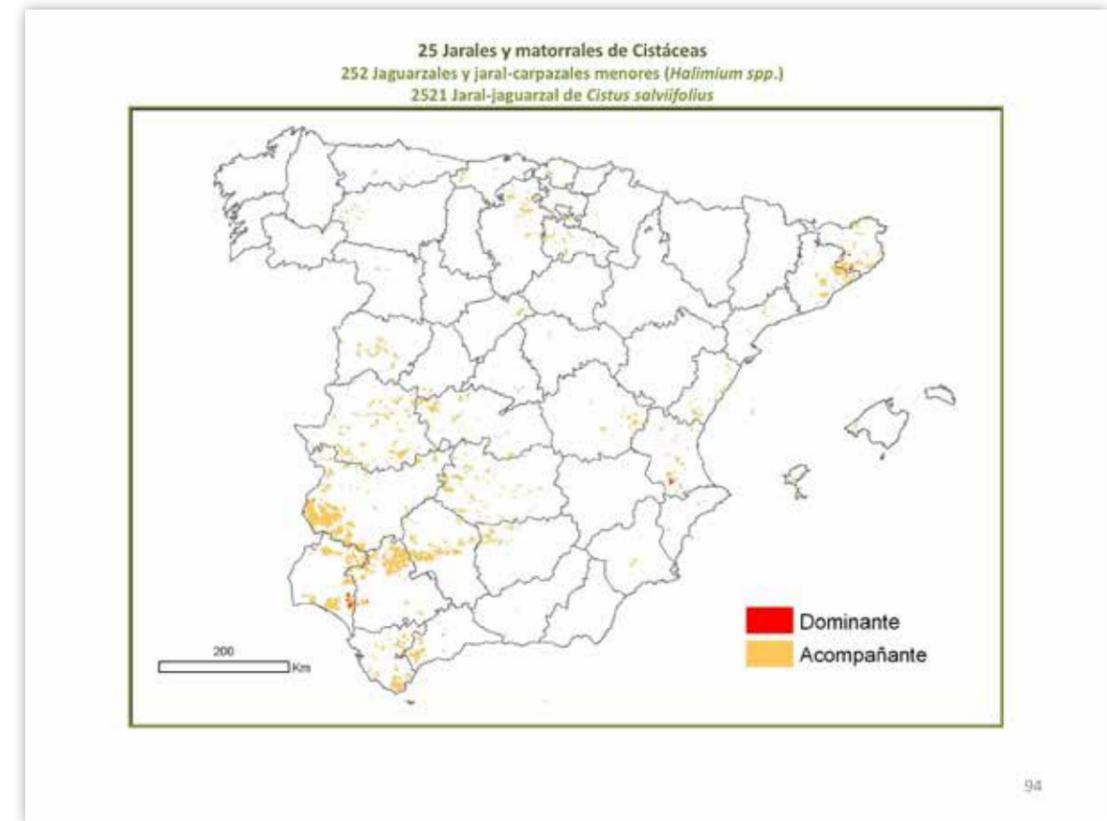
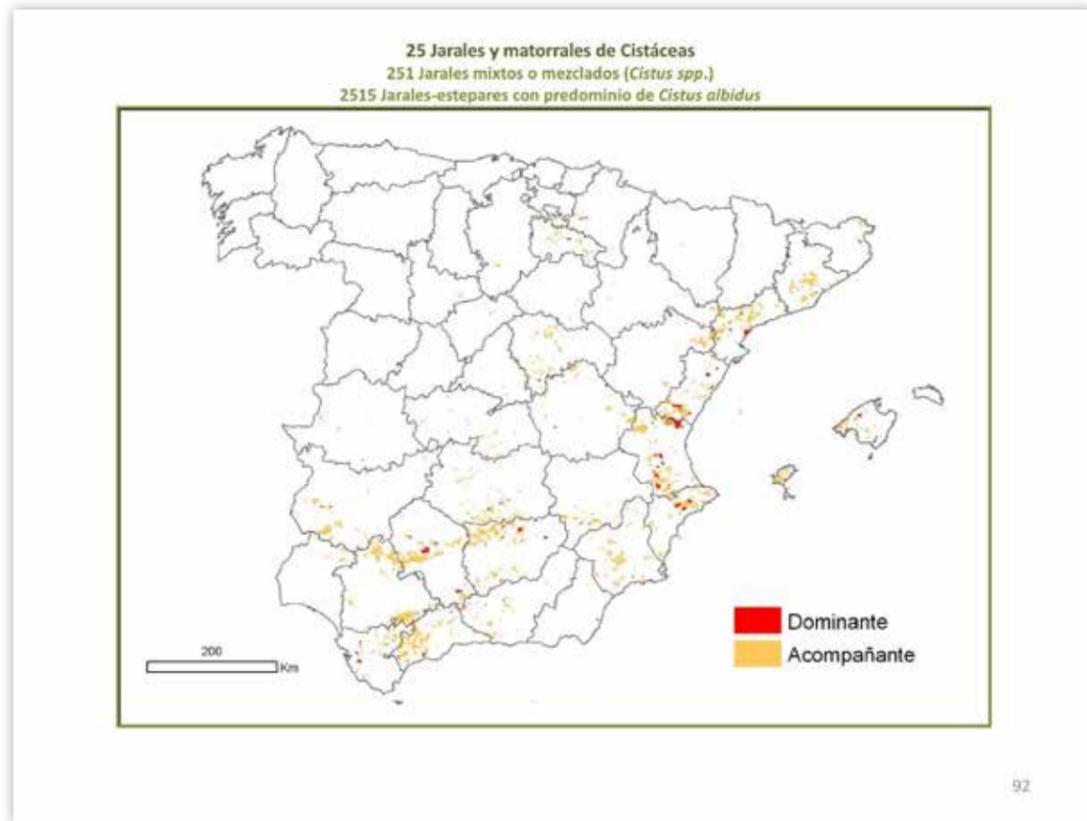
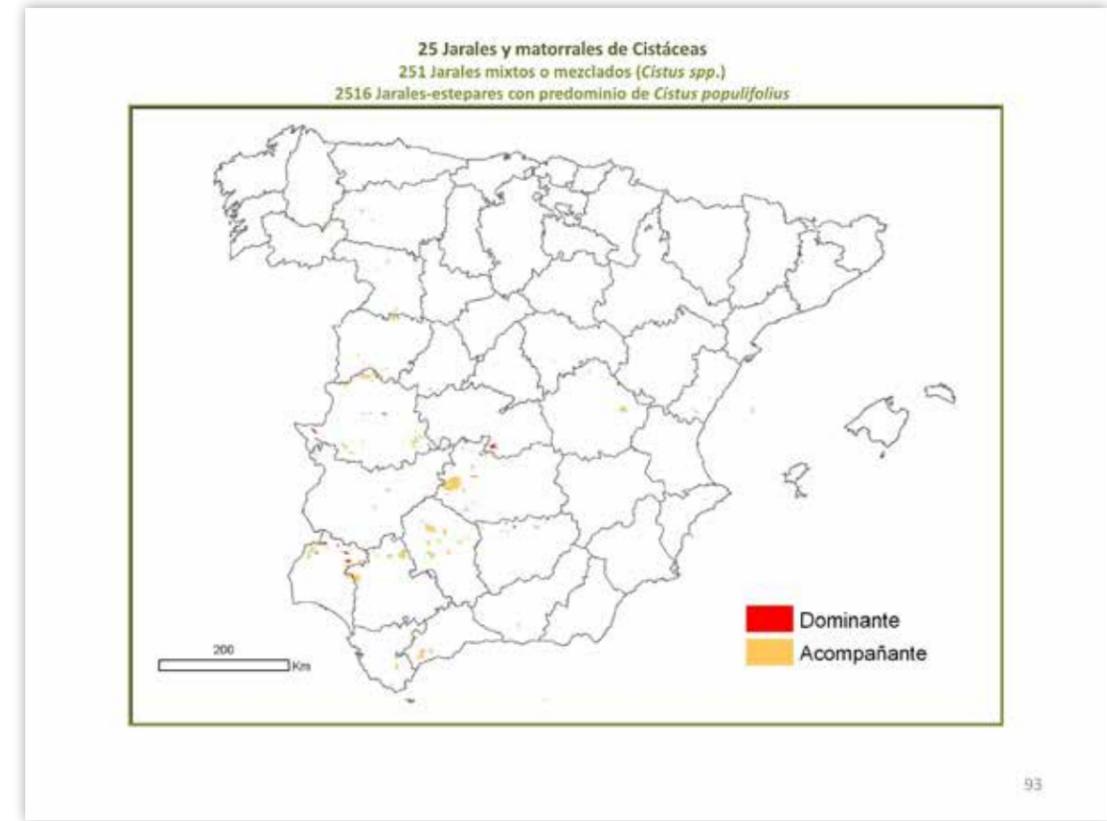
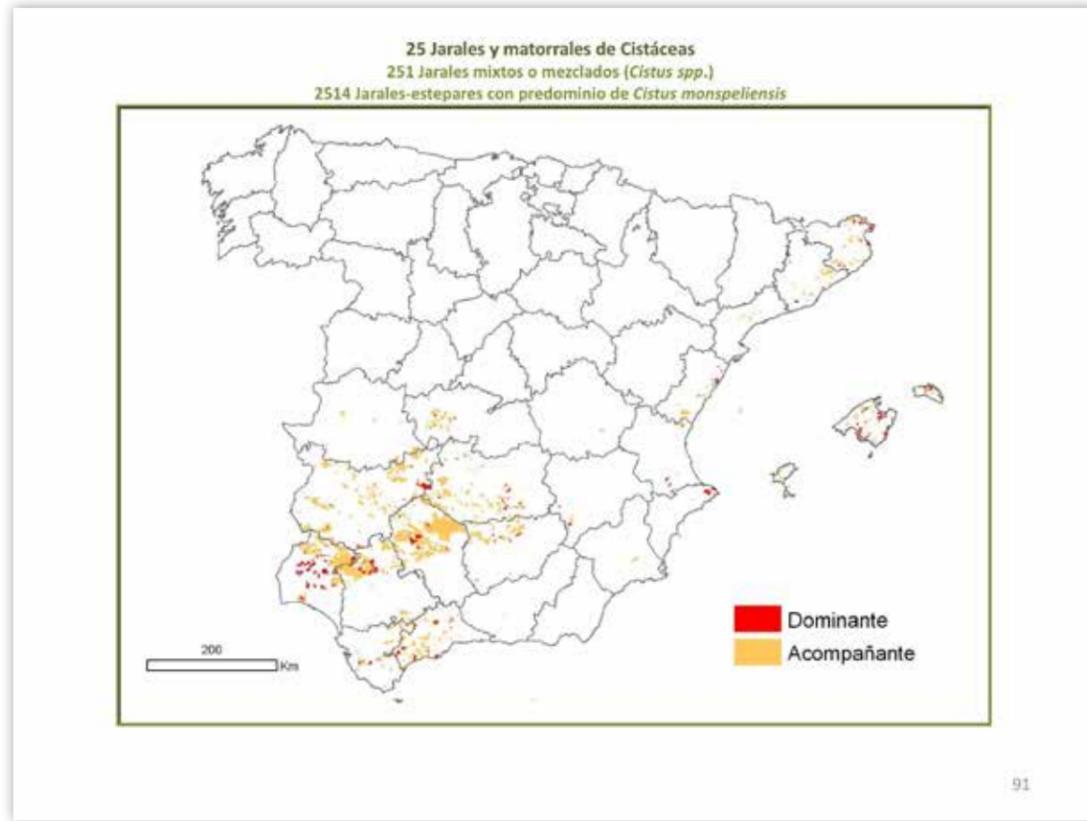


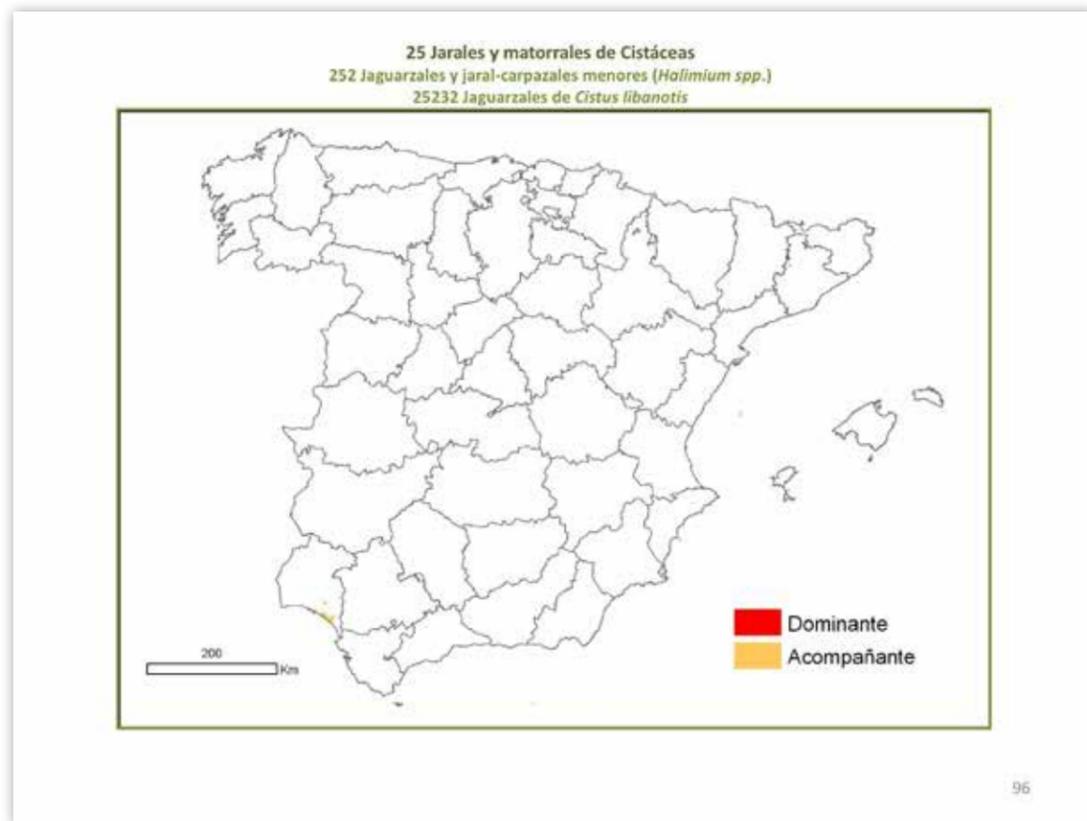
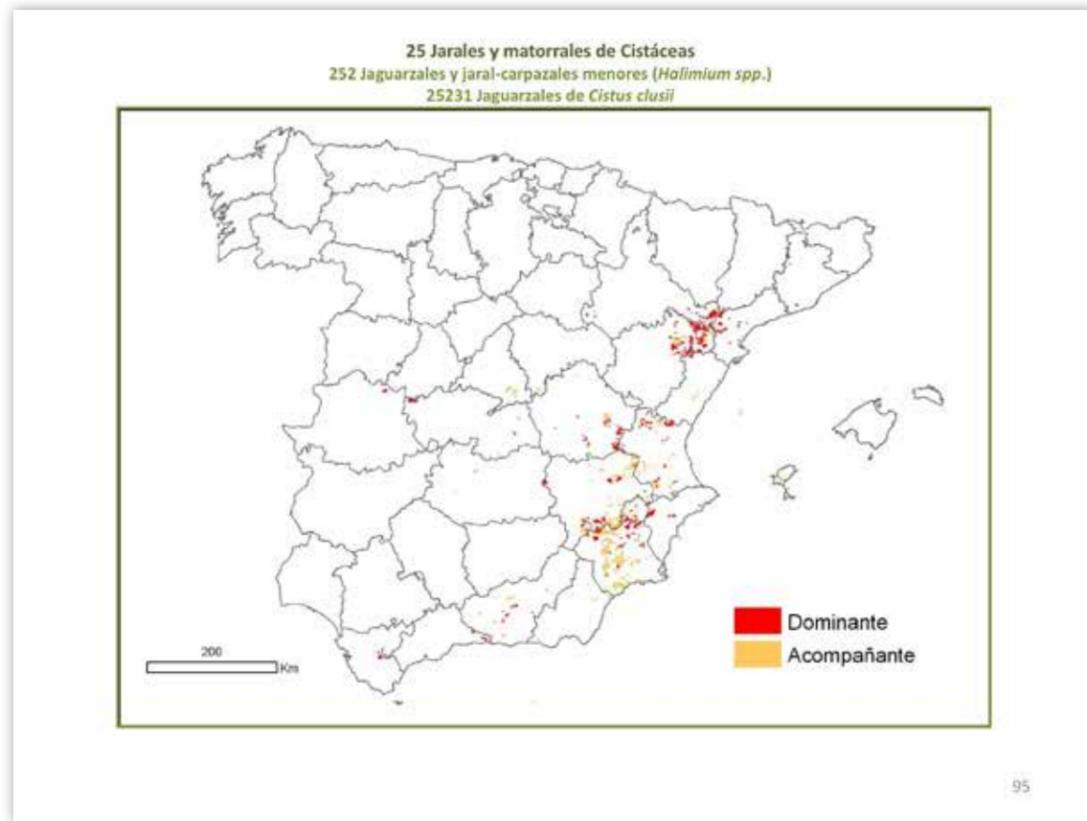


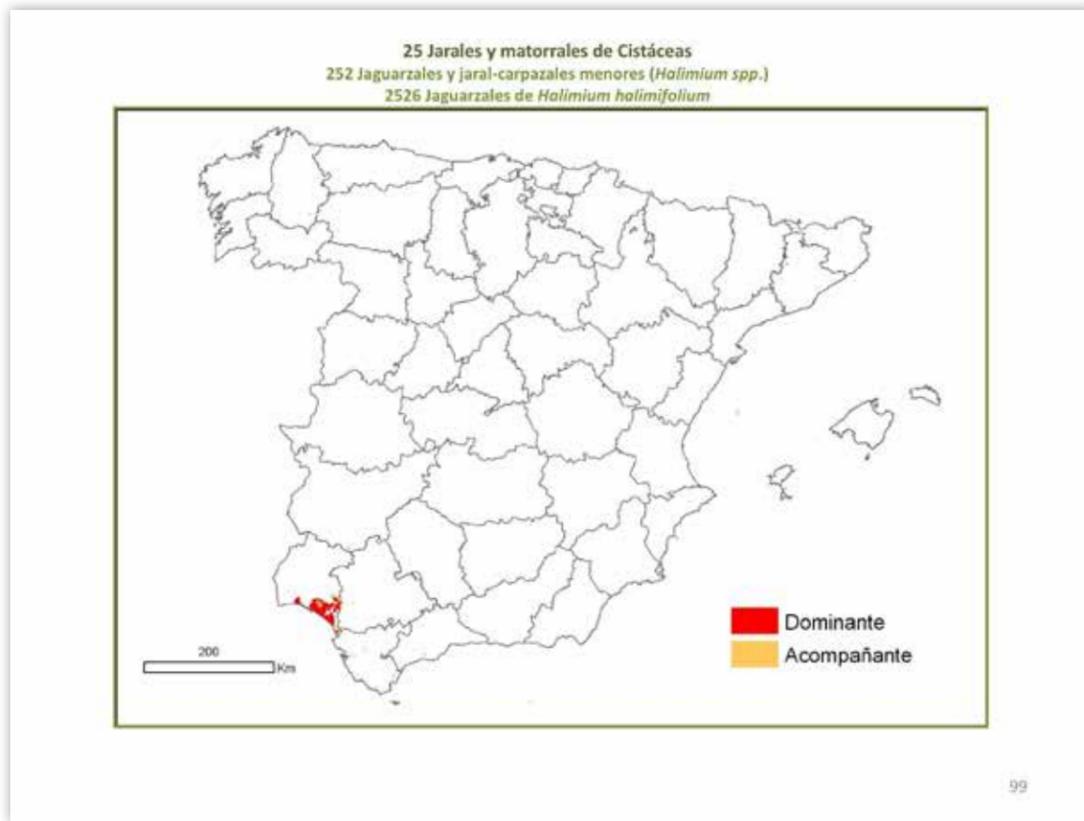






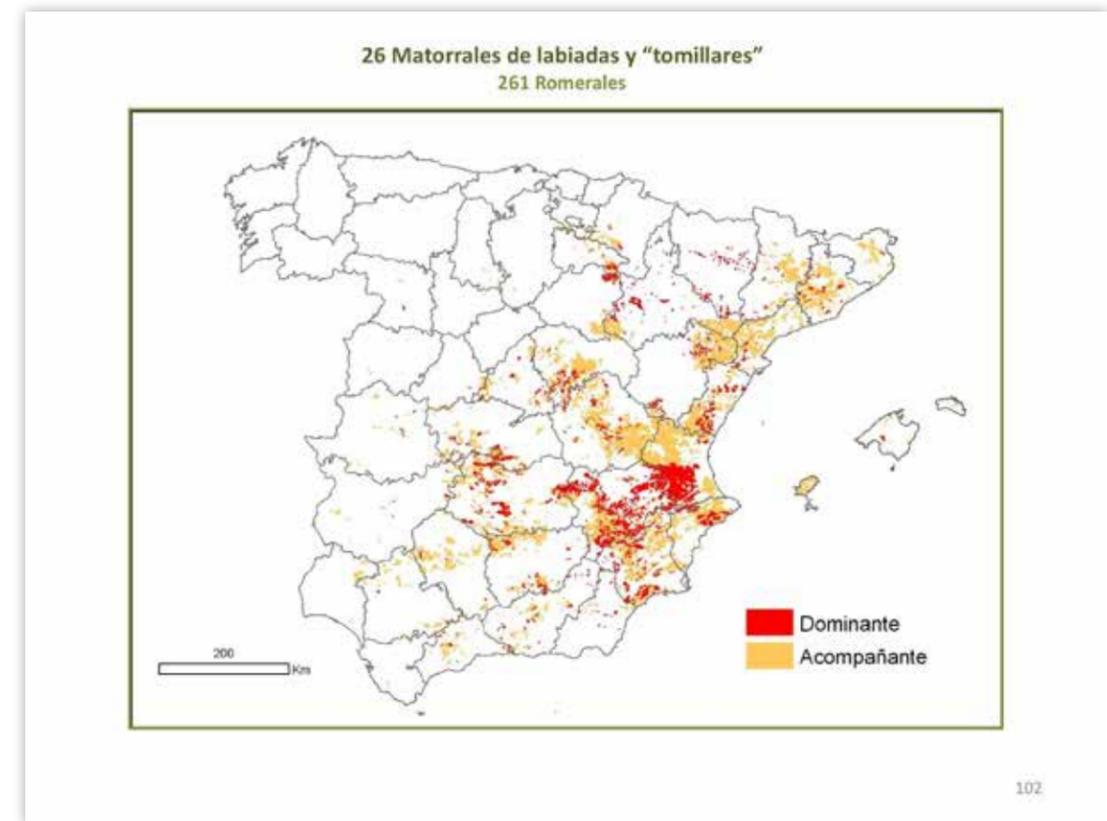
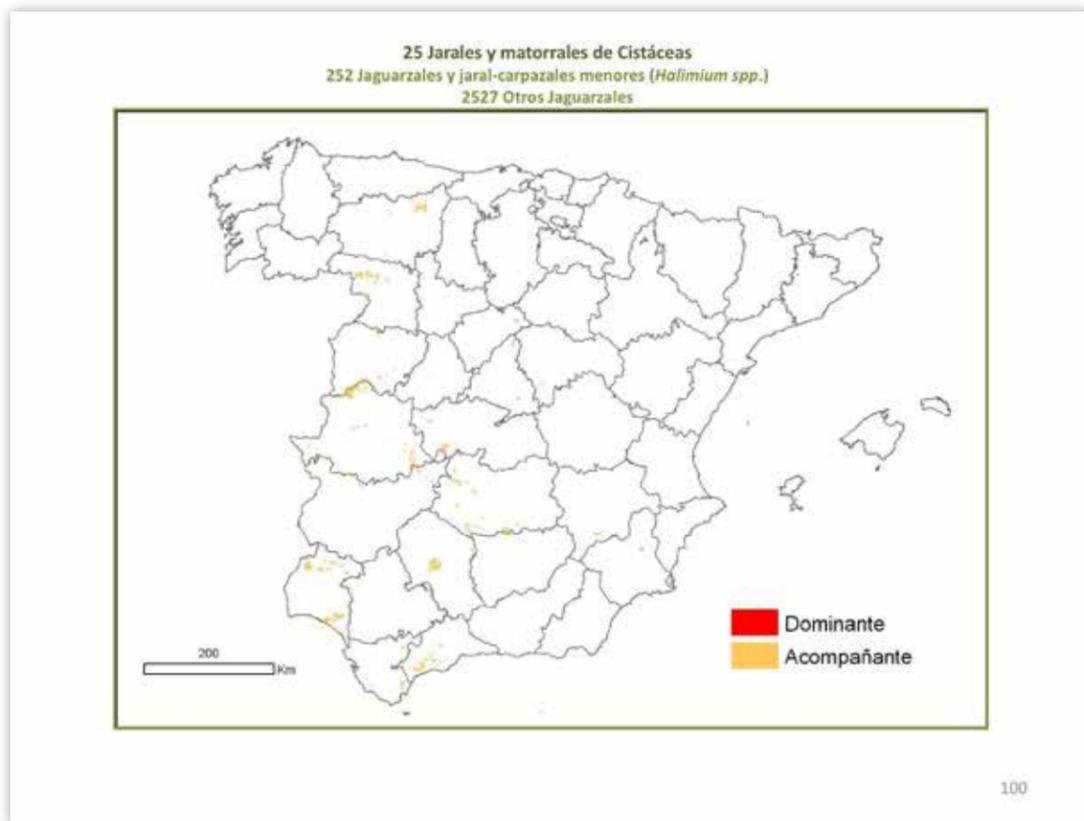


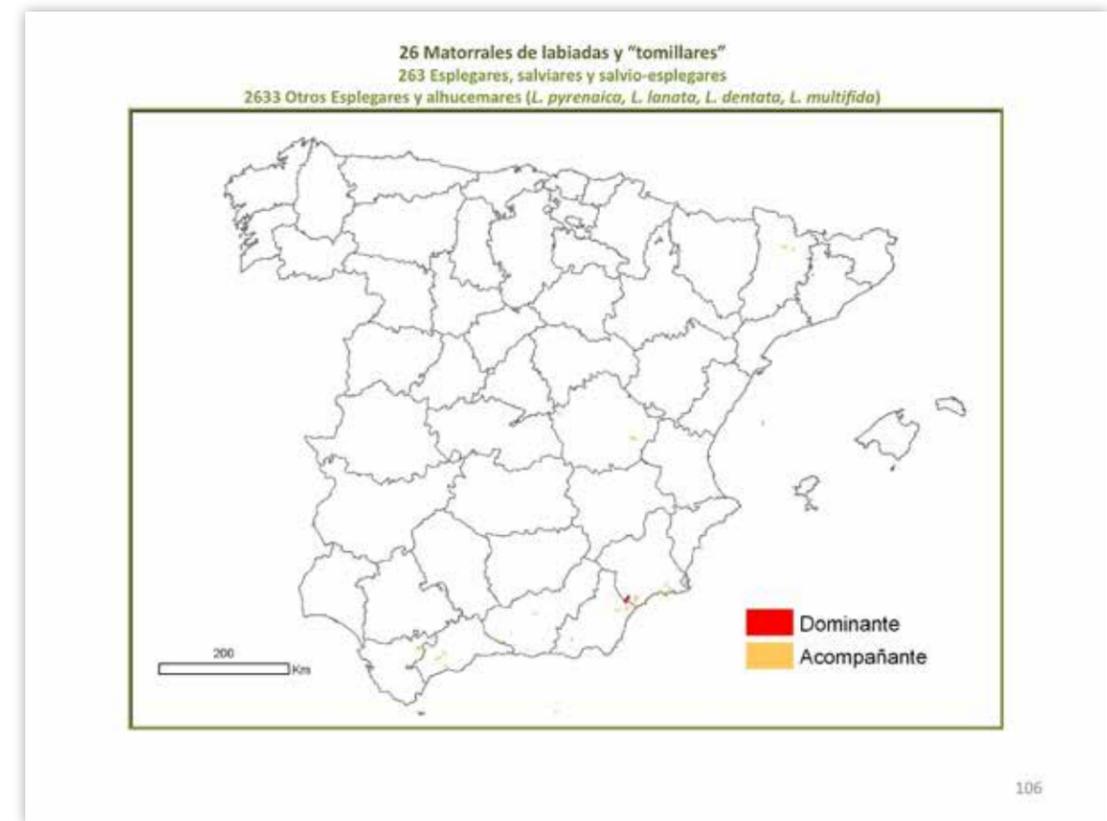
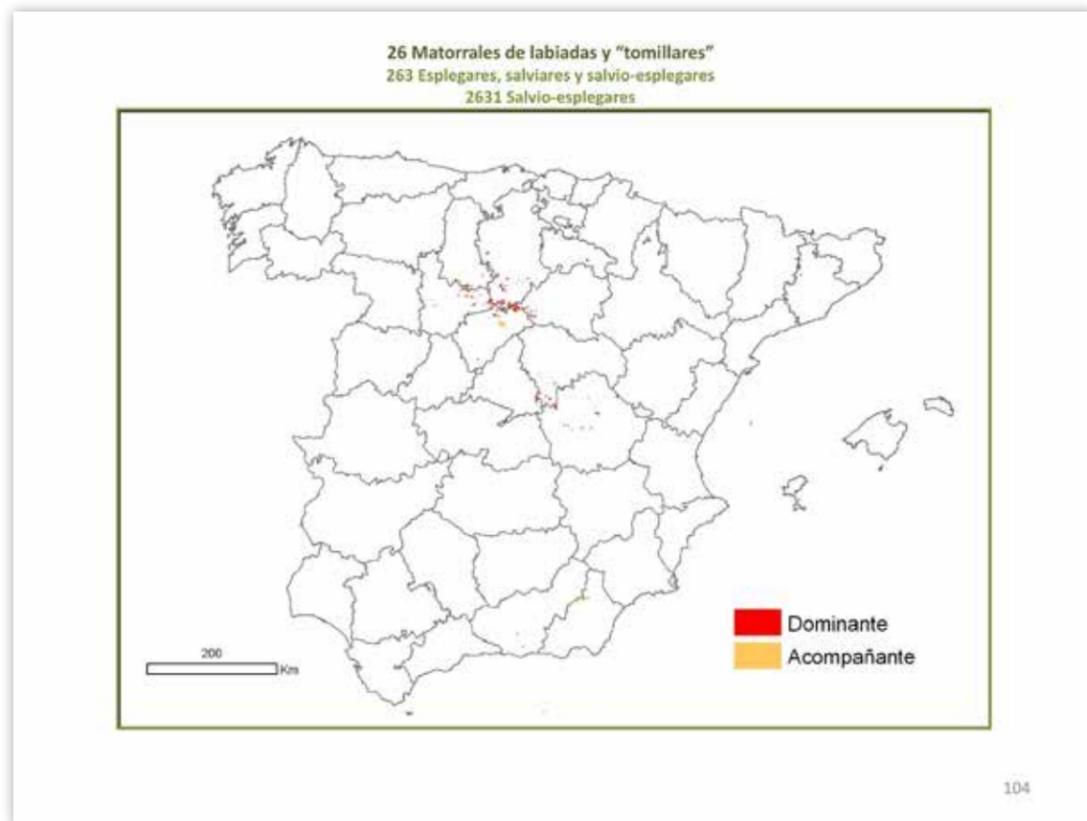
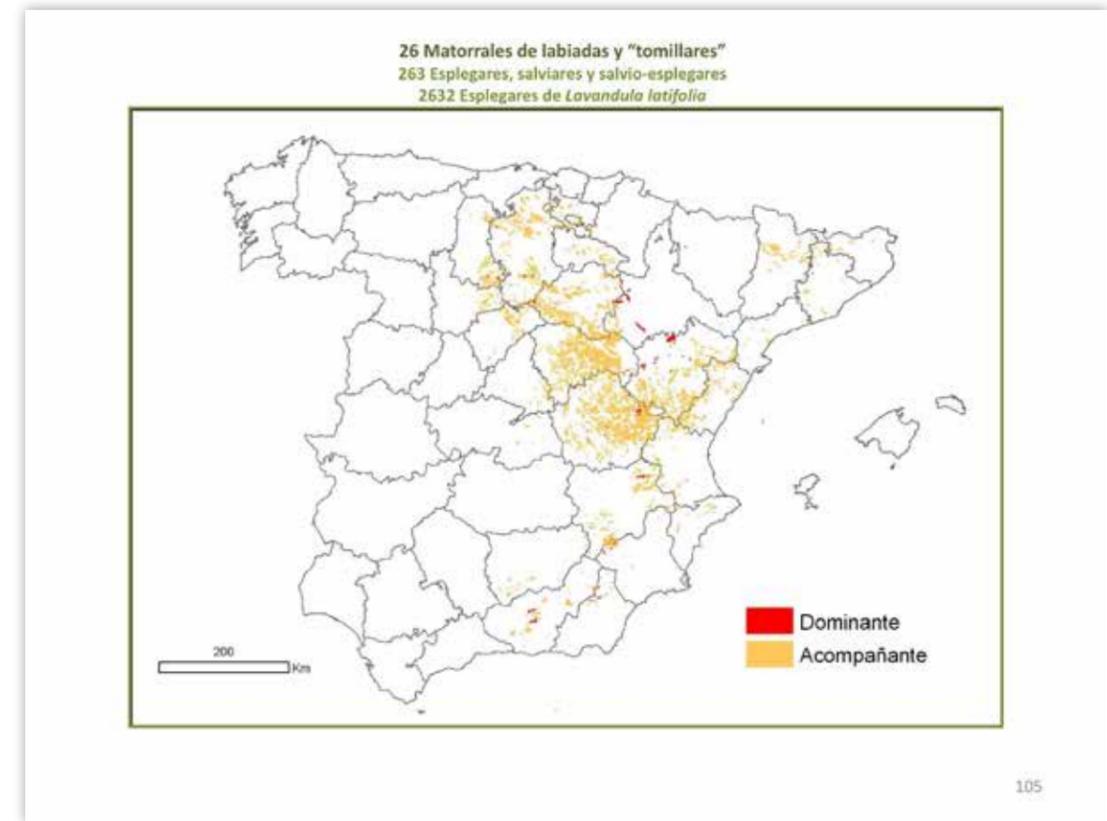
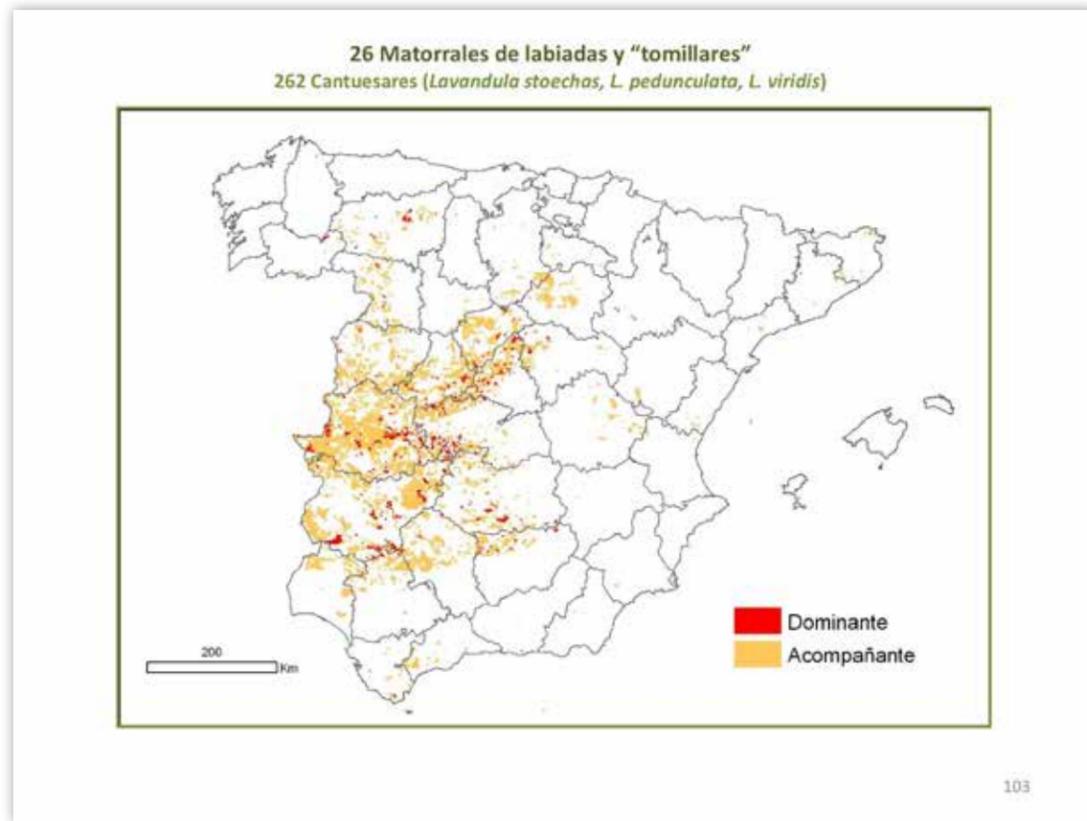


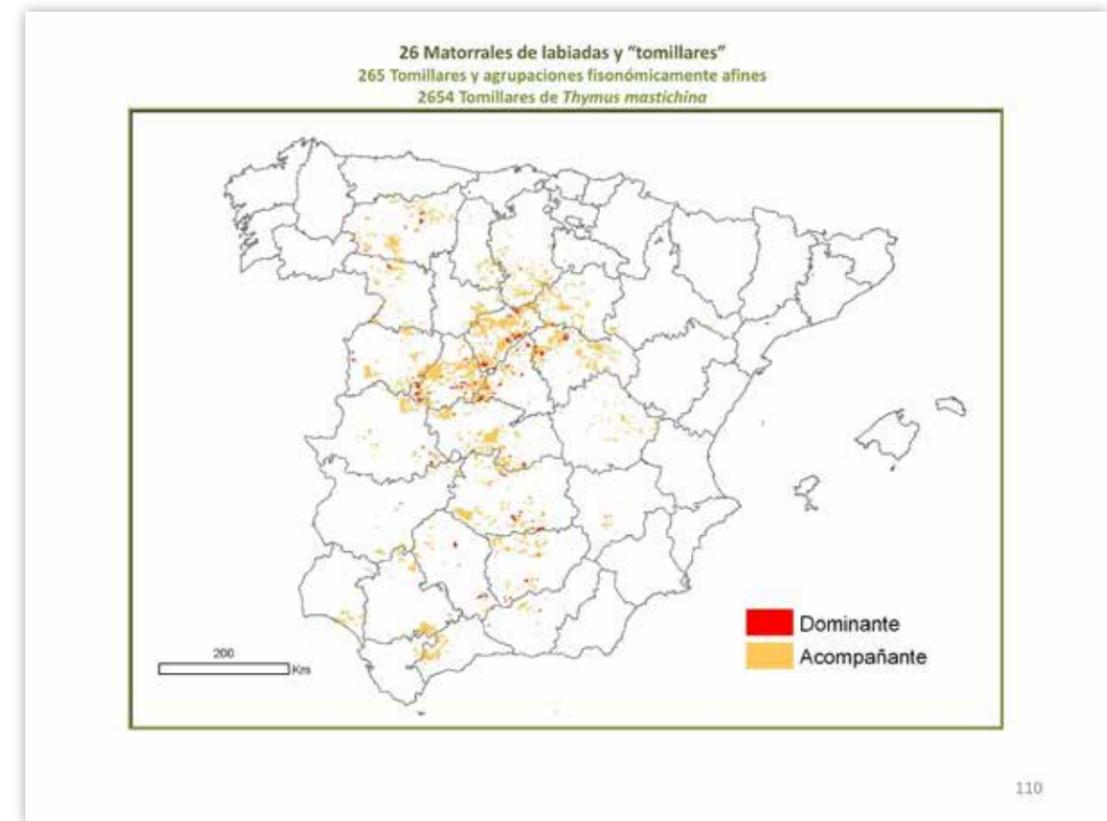
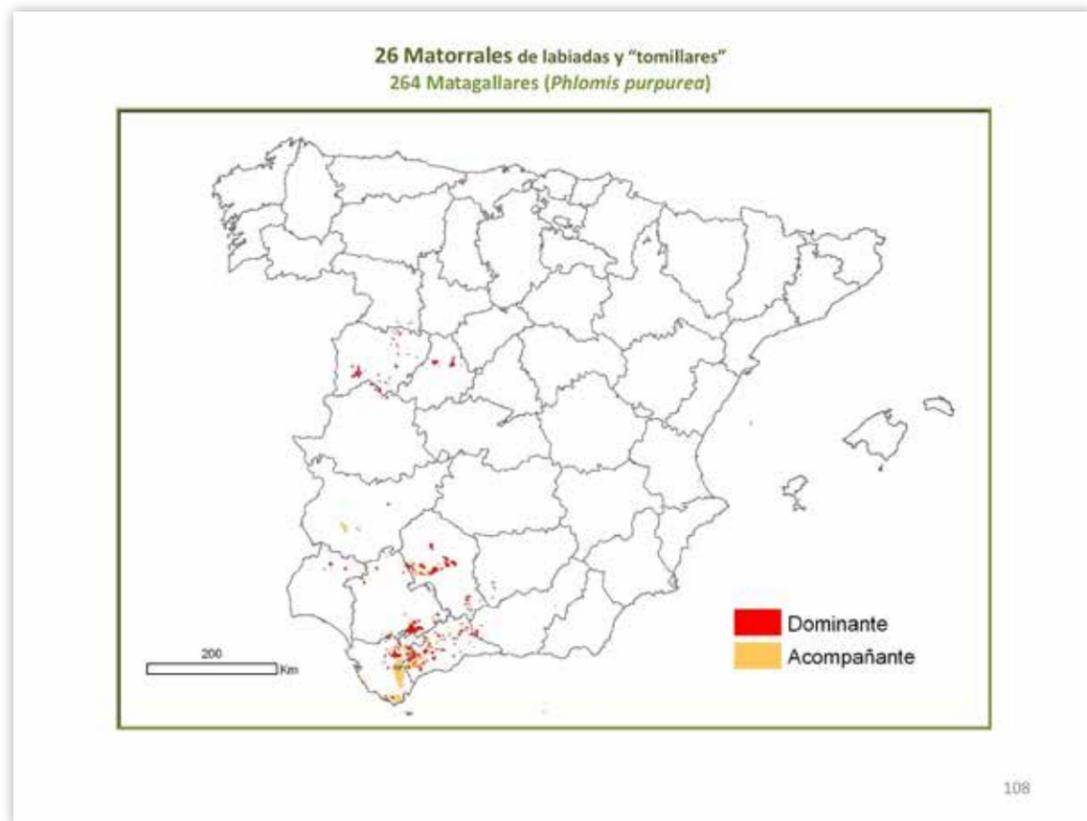
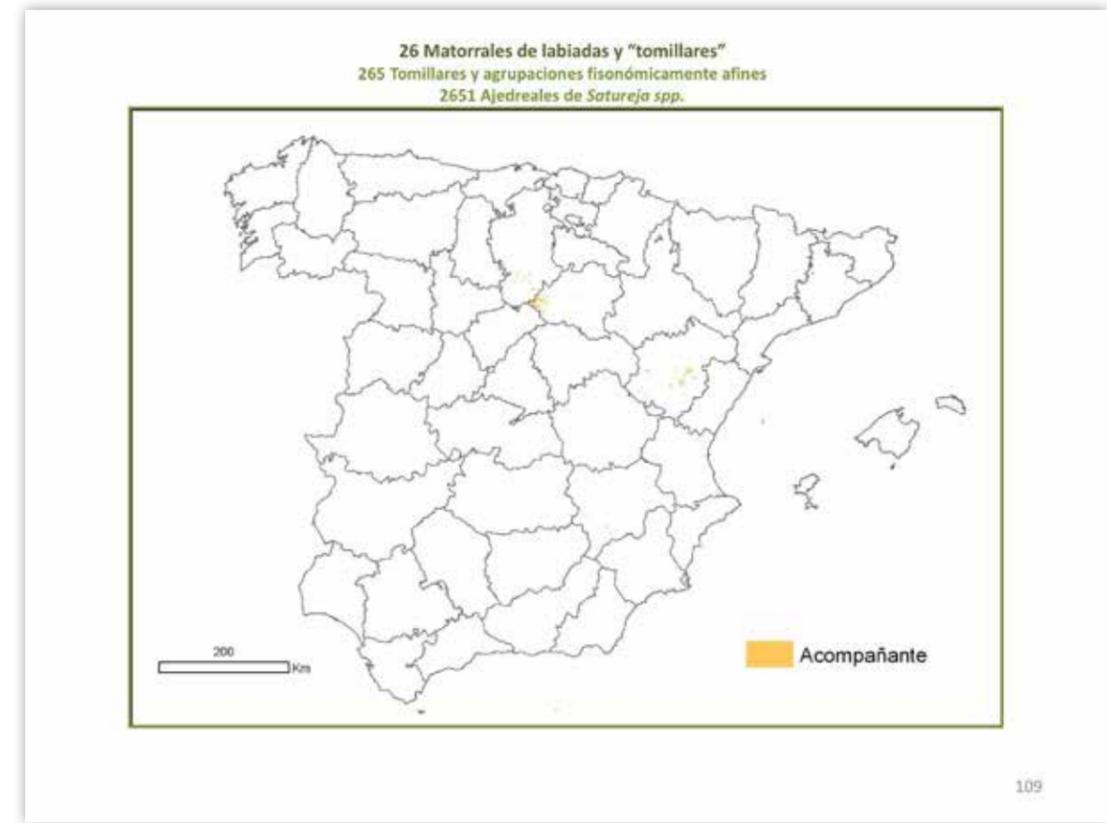
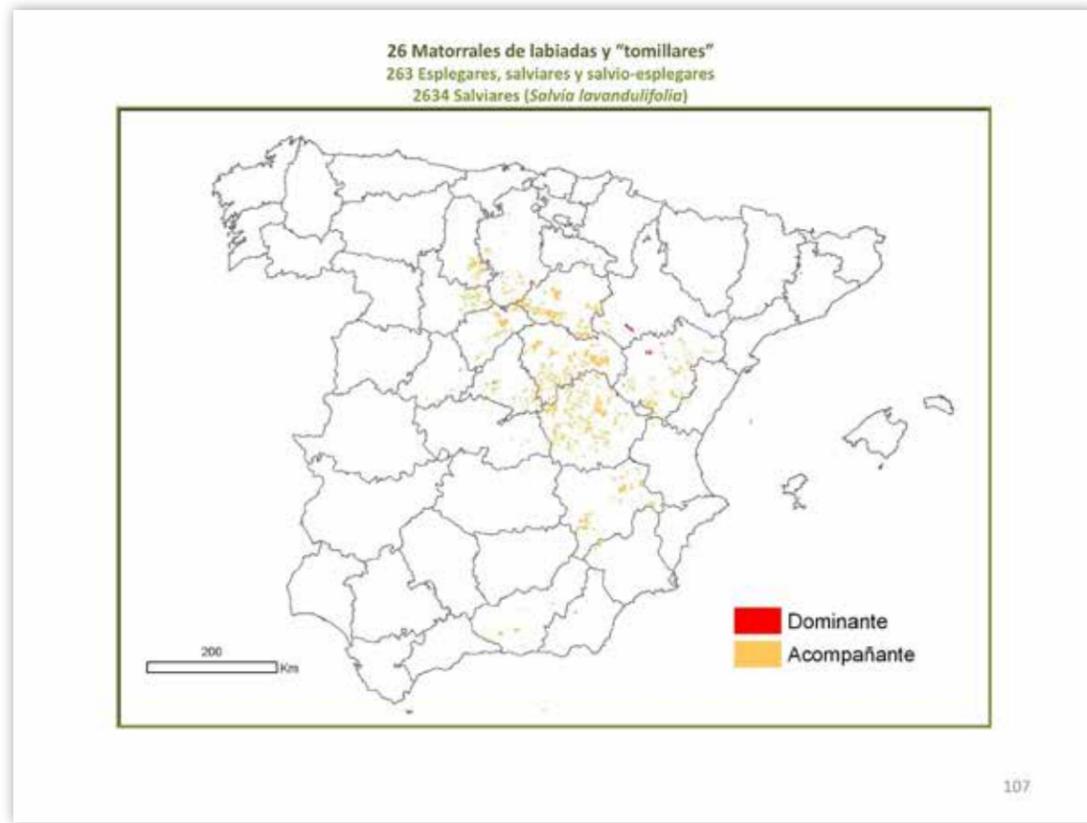


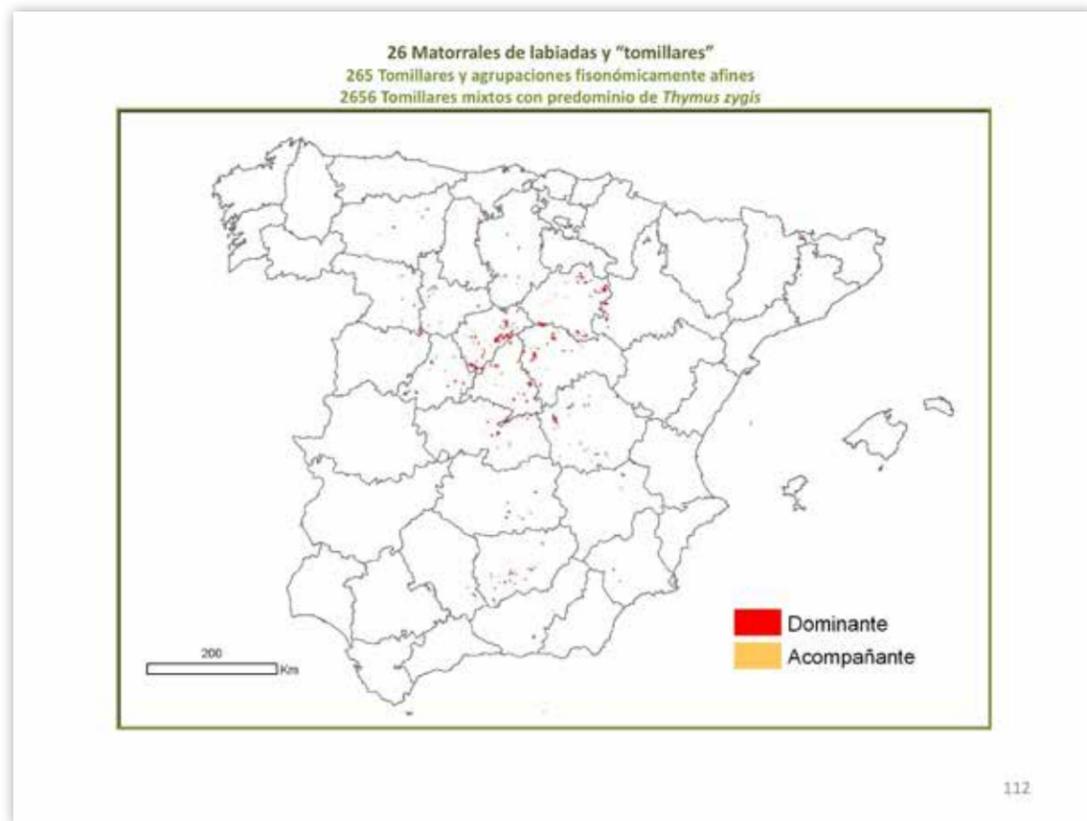
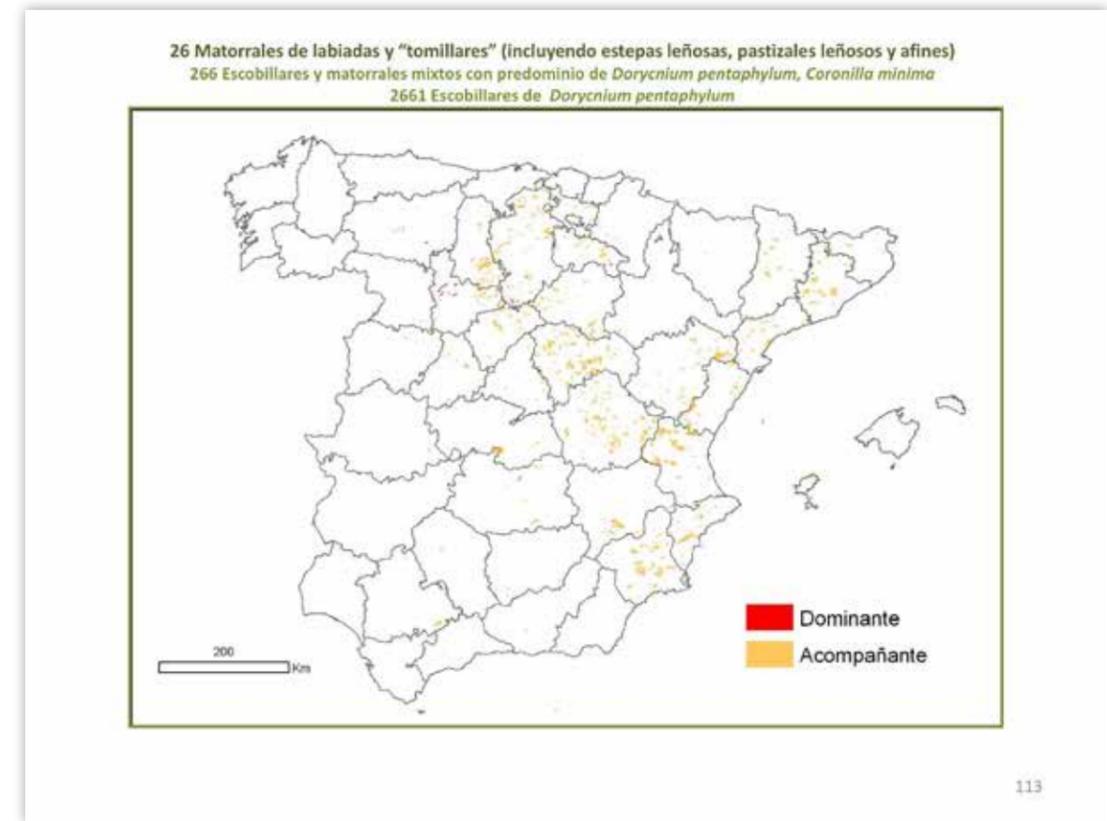
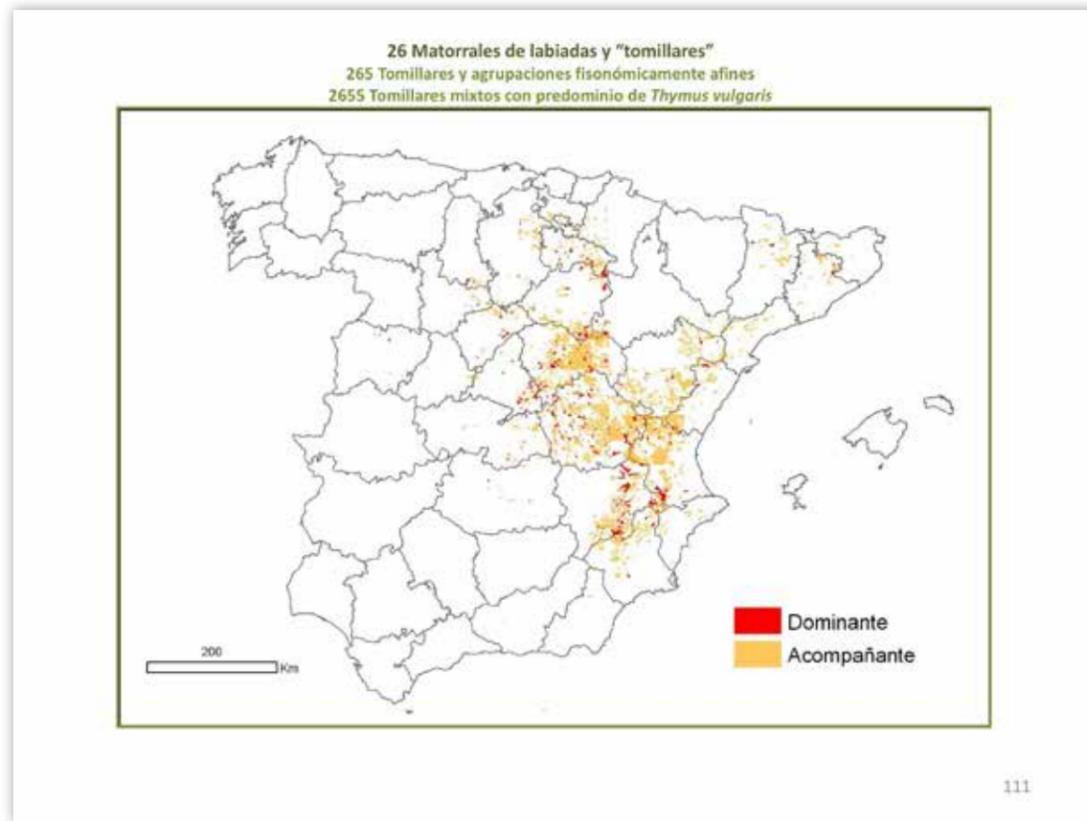
	Superficie (ha)					
	Dominante (Codominante)			Acompañante		
	For. Ab. > 10%	For. Ab. > 5%	Total	For. Ab. > 10%	For. Ab. > 5%	Total
26 Matorrales de labiadas y "tomillares" s.l. (incluyendo estepas leñosas, pastizales leñosos y afines)						
261 Romerales	204700	178296	383005	921667	2142207	3063874
262 Cartesares (<i>Lavandula stoechas</i> , <i>L. pedunculata</i> , <i>L. viridis</i>) (2621)	47790	56178	103971	968159	1992433	2958592
263 Espigares, salvares y salvo-espigares	19159	5448	24607	522503	1387722	1910225
2631 Salvo-espigares	6140	3205	9345	9733	5541	15274
2632 Espigares de <i>Lavandula latifolia</i>	9926	1992	11918	389011	1065221	1434231
2633 Otros espigares y alhucemares (<i>L. pyrenaica</i> , <i>L. lanata</i> , <i>L. dentata</i> , <i>multifida</i>)	1259	0	1259	29297	25712	55009
2634 Salvares (<i>Salvia lavandulifolia</i>)	1834	251	2085	114463	291248	405711
264 Matagallares (<i>Phlomis purpurea</i>)	1578	280	1858	70022	162325	232347
265 Tomillares y agrupaciones fitosómicamente afines	465194	129087	594281	238156	282971	521127
2651 Ajo-reales de <i>Satureja</i> sp.				6991	16068	23059
2652 Malo-sino-alagares o lato-malo-alagares (incluyendo malo-erizales)	164649	14021	178670	6145	29621	35766
2653 Pastizales leñosos mesófilos, tomillares de alta montaña, tomillares mesófilos (<i>Th. caespitosus</i> , <i>pulegioides</i> , etc.), estepas leñosas de altura	6650		6650	1131		1131
2654 Tomillares con <i>Thymus mastigochorus</i>						
2654 Tomillares de <i>Thymus mastichina</i>	14146	13631	27777	394748	829311	1224060
2655 Tomillares mixtos con predominio de <i>Thymus vulgaris</i>	25095	31203	56298	331325	1010816	1342141
2656 Tomillares mixtos con predominio de <i>Thymus zygis</i>	27304	12282	39586	331508	396096	727604
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.)	129334	57282	186616	64892	136098	200990
26571 Tomillar-juguilares (<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>)				3344	8805	12149
26572 Otros pastizales y estepas leñosas (más o menos <i>hidrófilos</i>)	148021	8780	156801	83939	48159	112098
2658 Jaguarzales (<i>Helianthemum</i>)	129	393	522	116326	379566	495882
2659 Otros tomillares, excluyendo los intrazonales e hiperaridífilos						
266 Escobillares y matorrales mixtos con predominio de <i>Dorycnium pentaptyllum</i> , <i>Coronilla minima</i> , etc.	1809	144	1953	129128	348747	477875
2661 Escobillares de <i>Dorycnium pentaptyllum</i>	1809	144	1953	125746	343605	469351
2662 Otros escobillares				3382	5142	8524
267 Bolnares (<i>Santolina</i> spp. y <i>Helichrysum</i> sp.)	373		373	179600	226304	406204
2671 Bolnares de <i>Santolina chamaecyparissus</i>				72723	114041	186764
2672 Bolnares de <i>Santolina rosmarinifolia</i>	373		373	107178	112263	219441
268 Bojares (<i>Artemisia</i> spp.)						
2681 Orinares (<i>Artemisia herba-alba</i>)	25970	419	26389	63804	23013	86817
2682 Bojares de <i>Artemisia campestris</i>	1098	341	1439	88563	59185	127748
2683 Otros bojares (<i>Artemisia bambuset.</i> , etc.)	1089		1089	34273	4264	38537
27 Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asignables a grupos anteriores)	589197	438490	1027687	165599	427738	593337
271 Matorrales matorrales s.l.	247352	97001	344353	87534	158900	246434
272 Matorrales matorrales calcícolas	38143	74892	113035	10179	69674	79853
273 Matorrales matorrales calcícolas con participación apreciable de elementos espinosos	105569	60188	165757	15924	41506	57430
274 Matorrales matorrales silíceas	194506	205698	400204	57616	166079	223695
275 Matorrales matorrales silíceas con participación apreciable de elementos espinosos	4101	936	5037	547	1269	1816

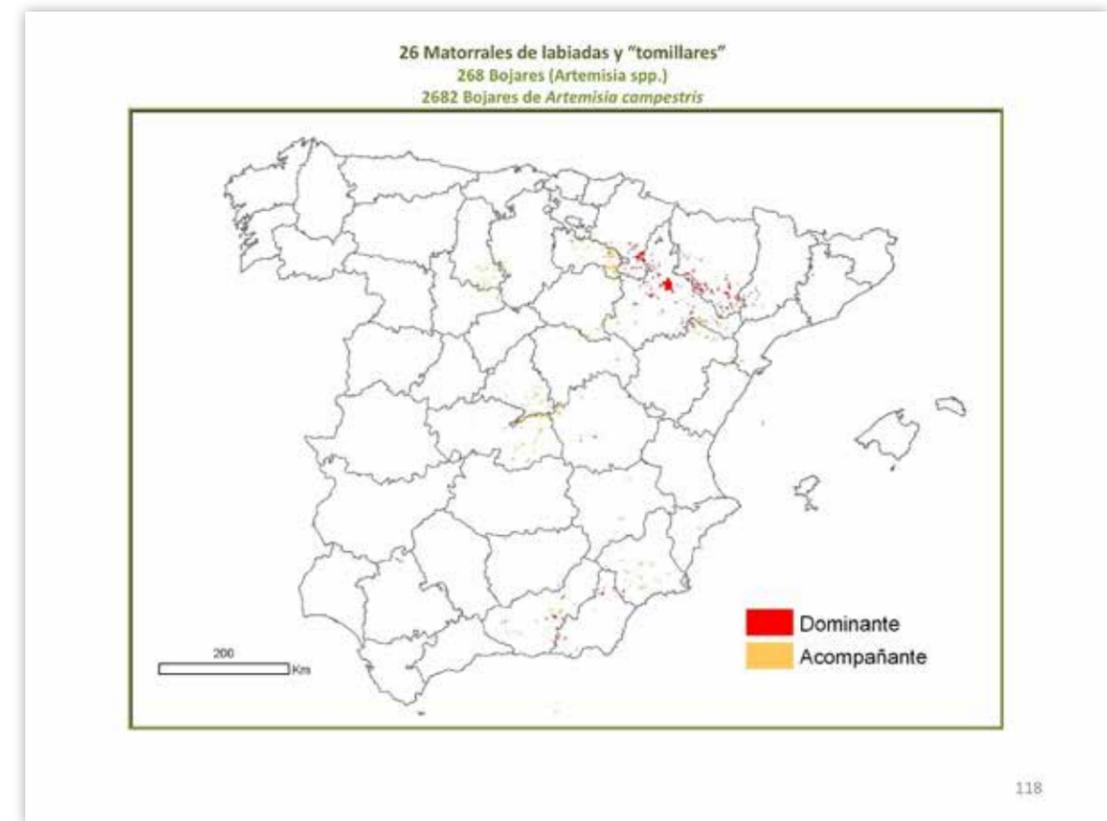
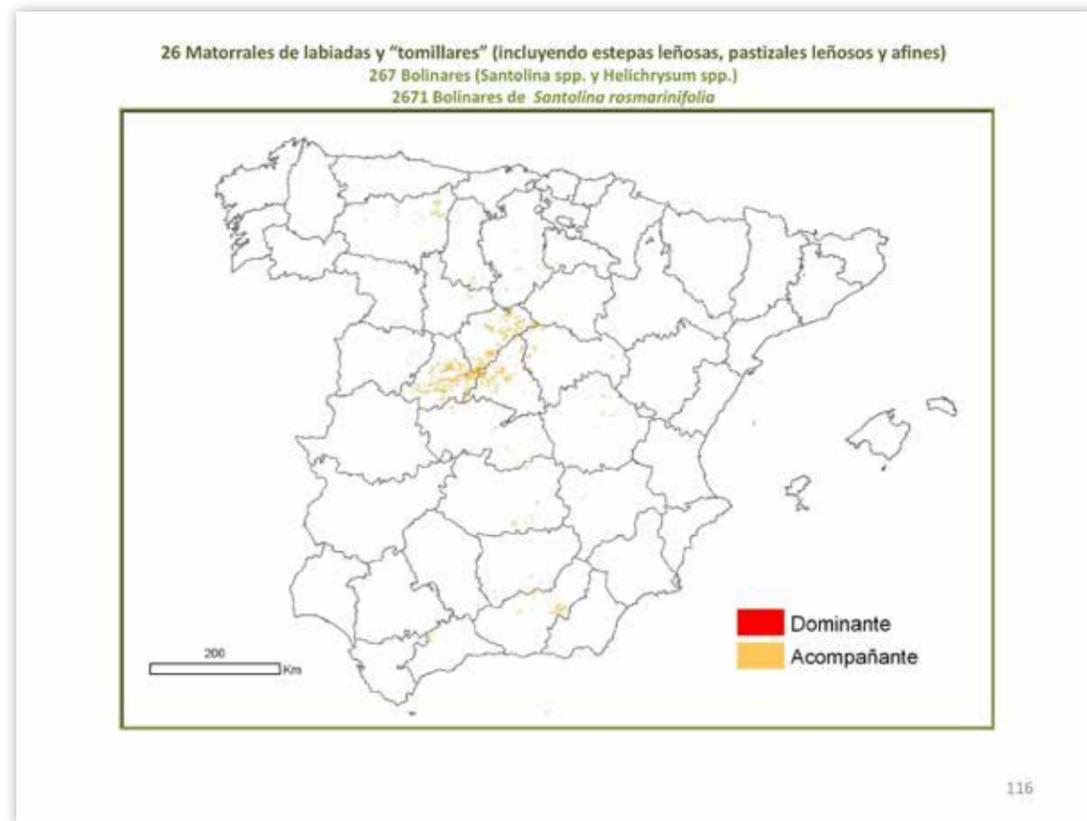
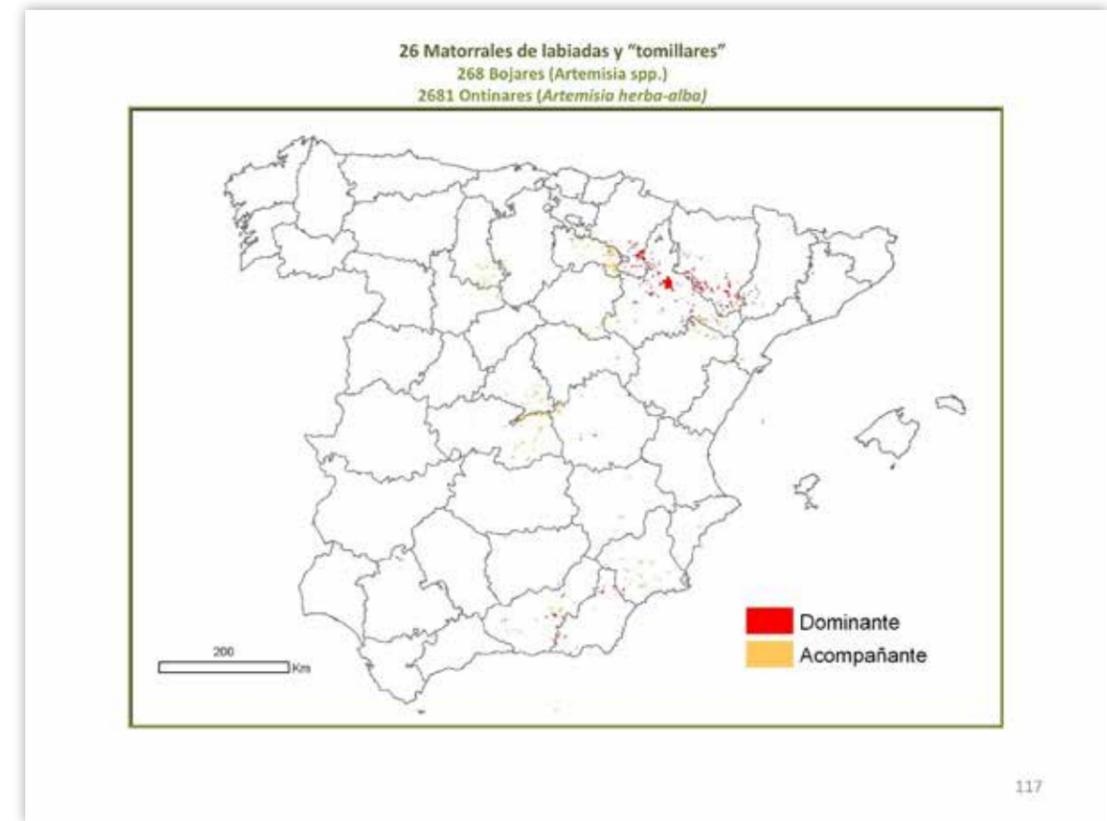
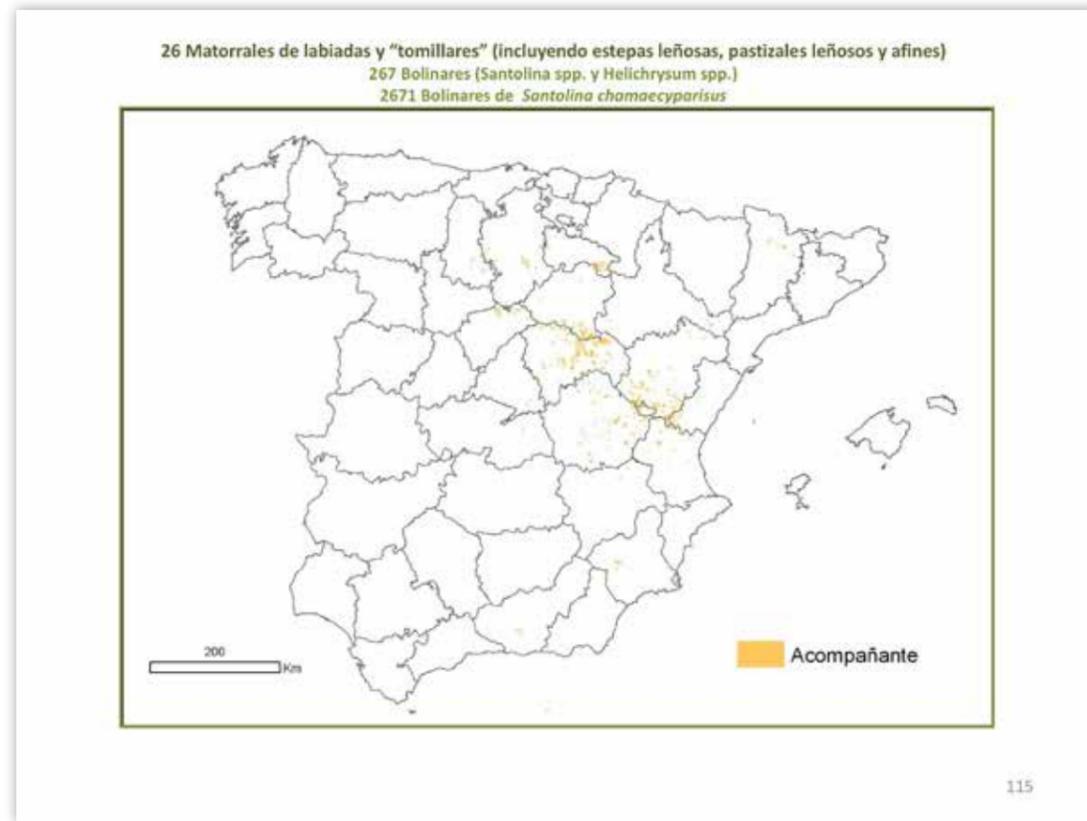
101

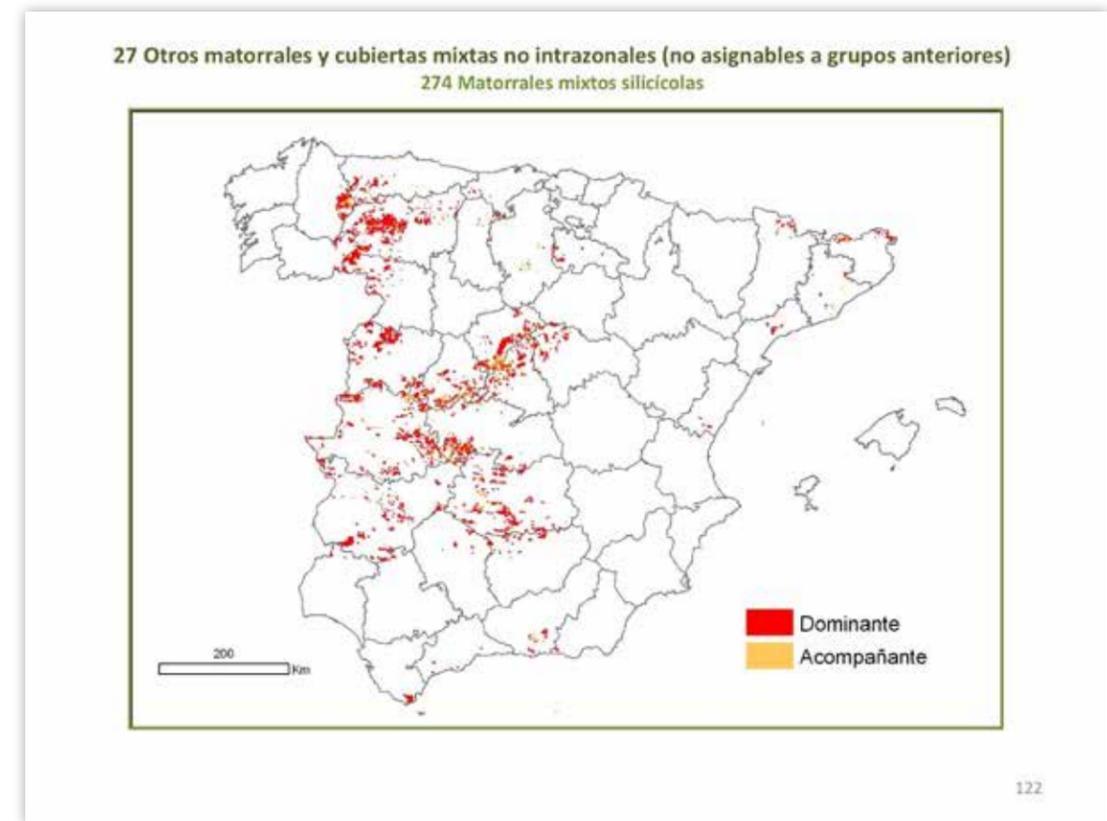
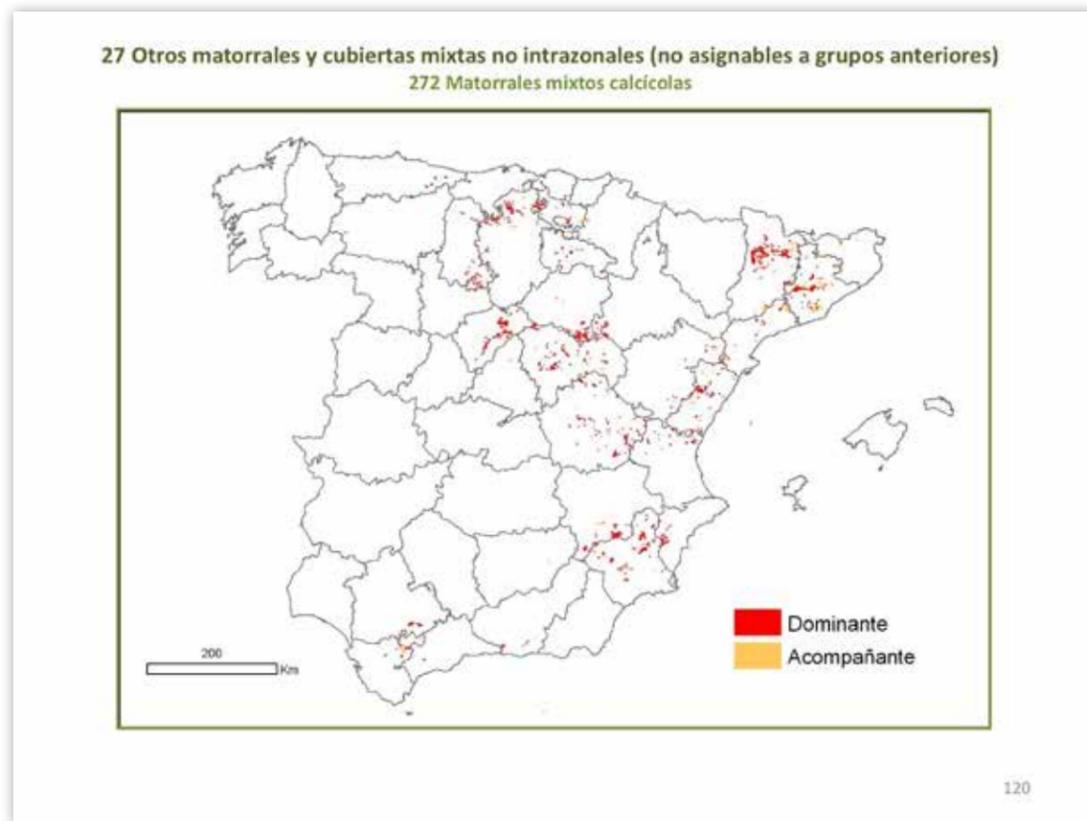
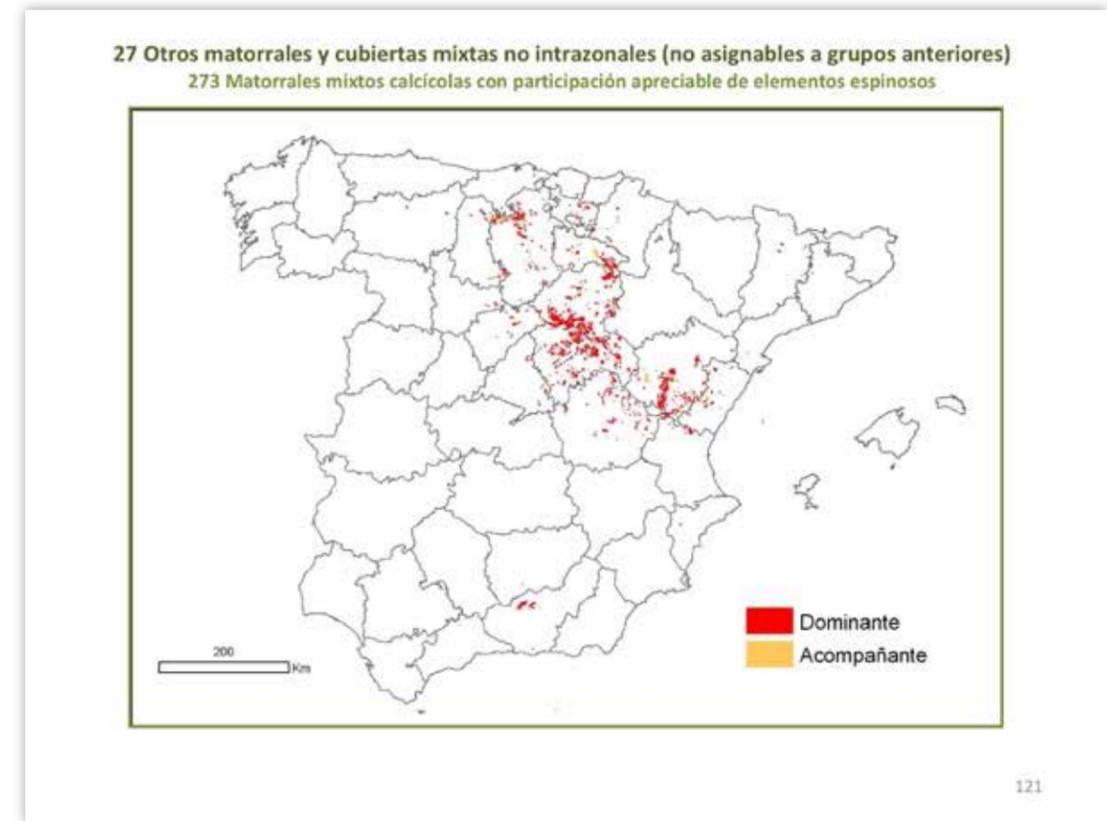
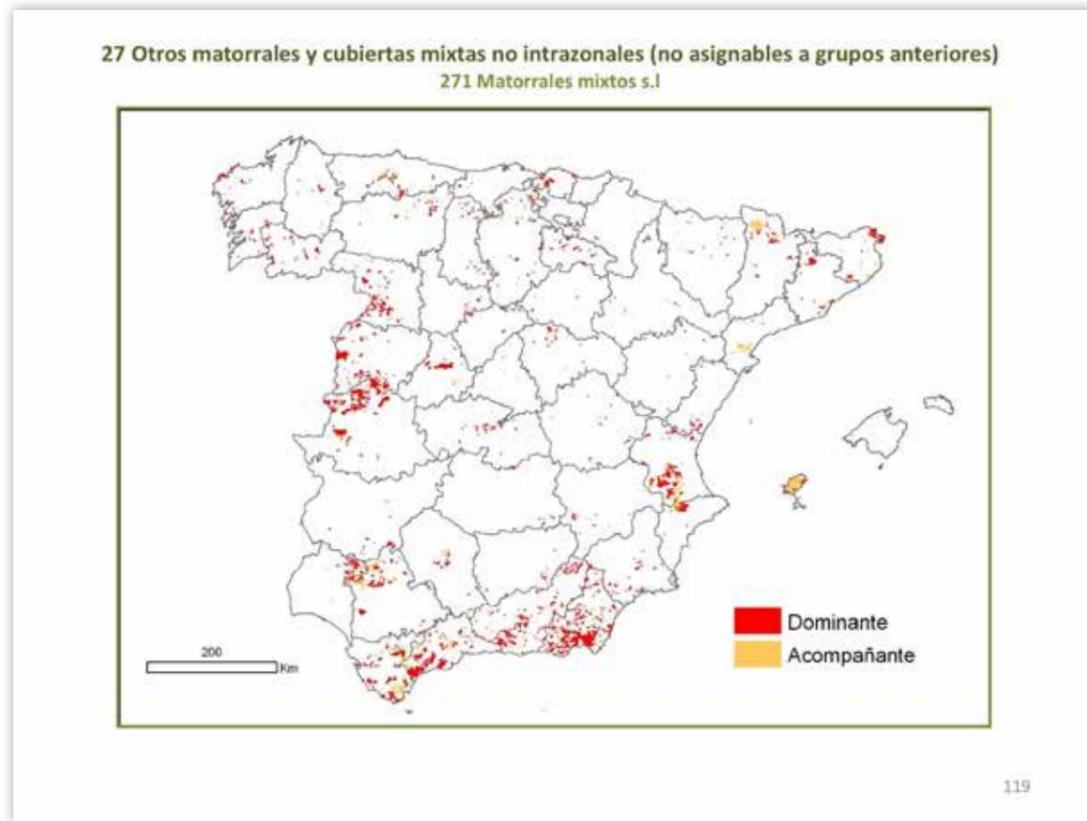






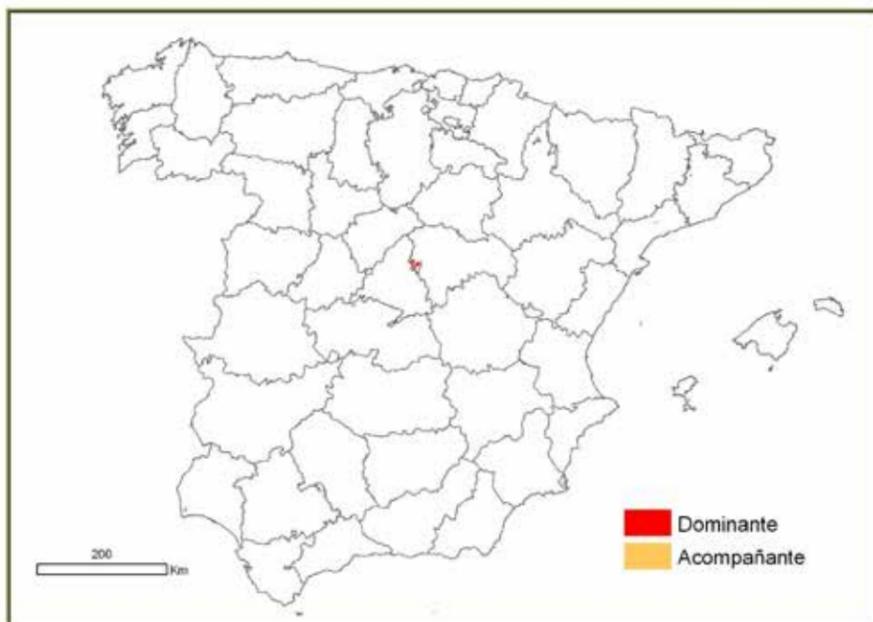








27 Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asignables a grupos anteriores)
275 Matorrales mixtos silicícolas con participación apreciable de elementos espinosos



123

28 Matorrales y cubiertas hiperxerófilos/termoxerófilos, gipsofilos, halófilos, psammófilos y otros intrazonales
281 Matorrales y cubiertas hiperxerófilas o termoxerófilas
2811 Canadillares (*Ephedra* spp.)

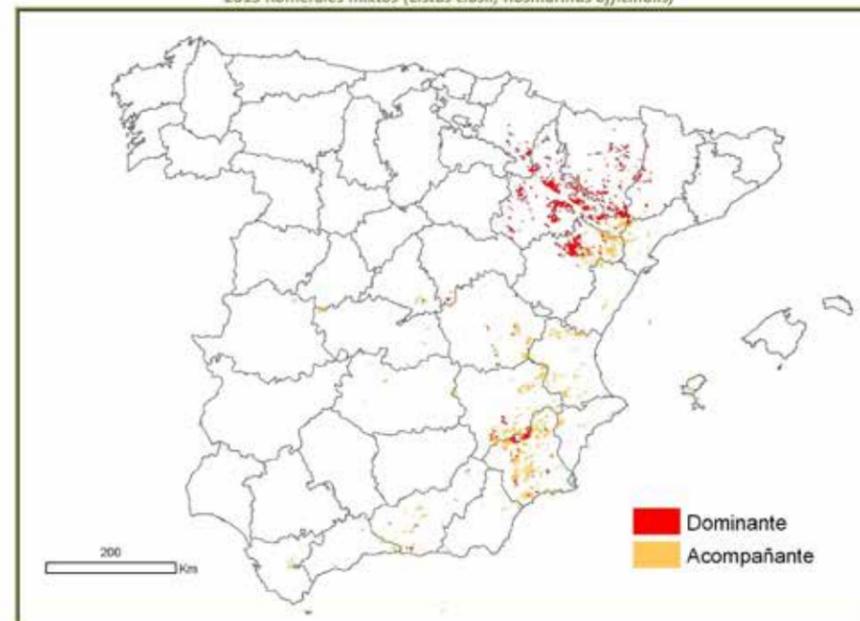


125

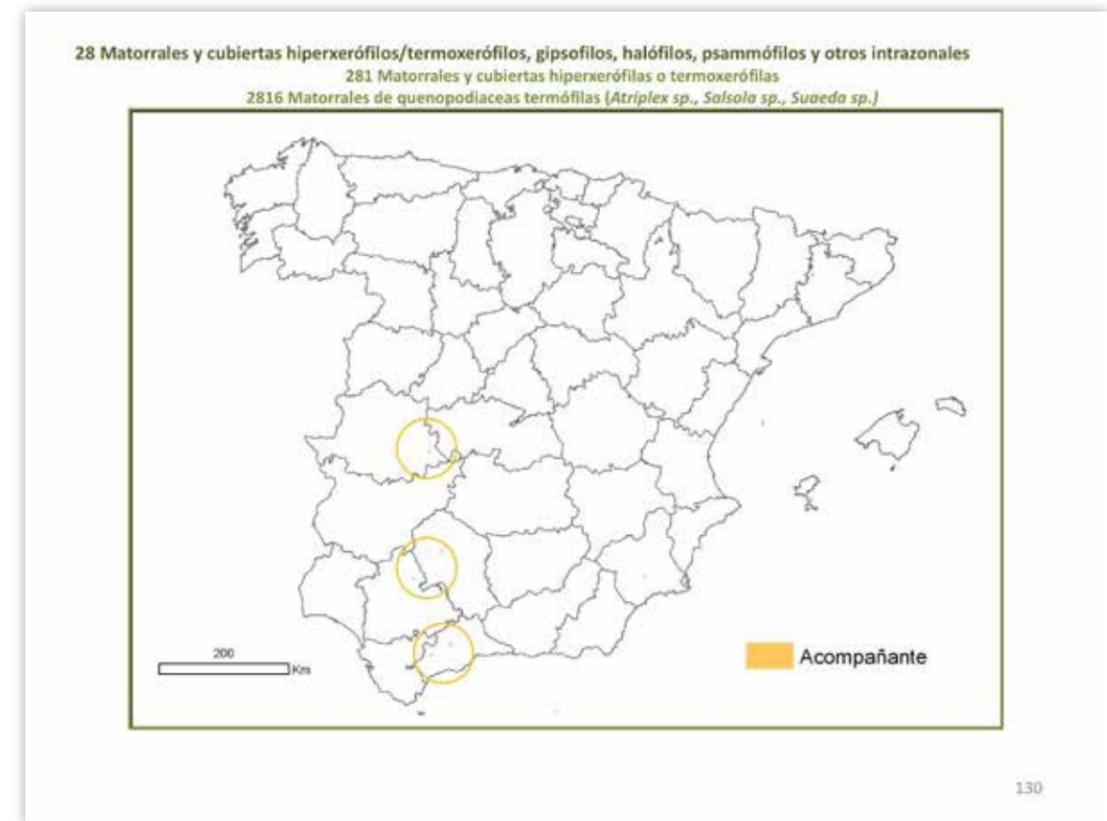
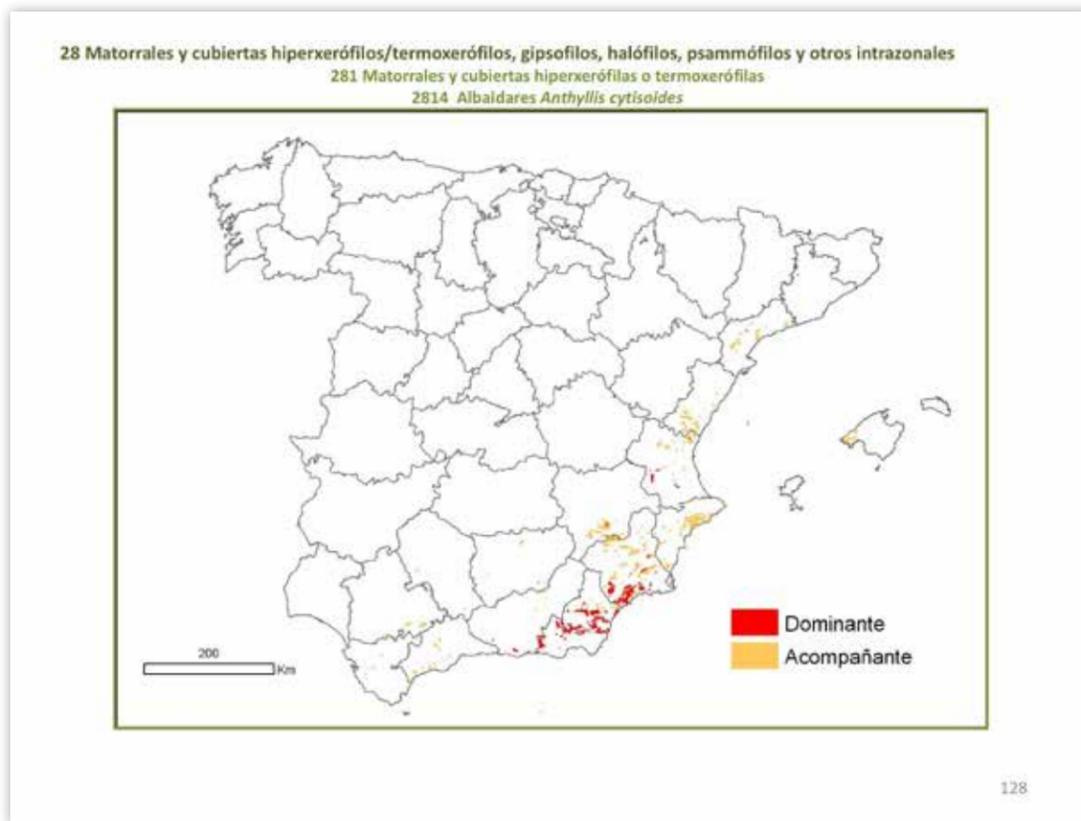
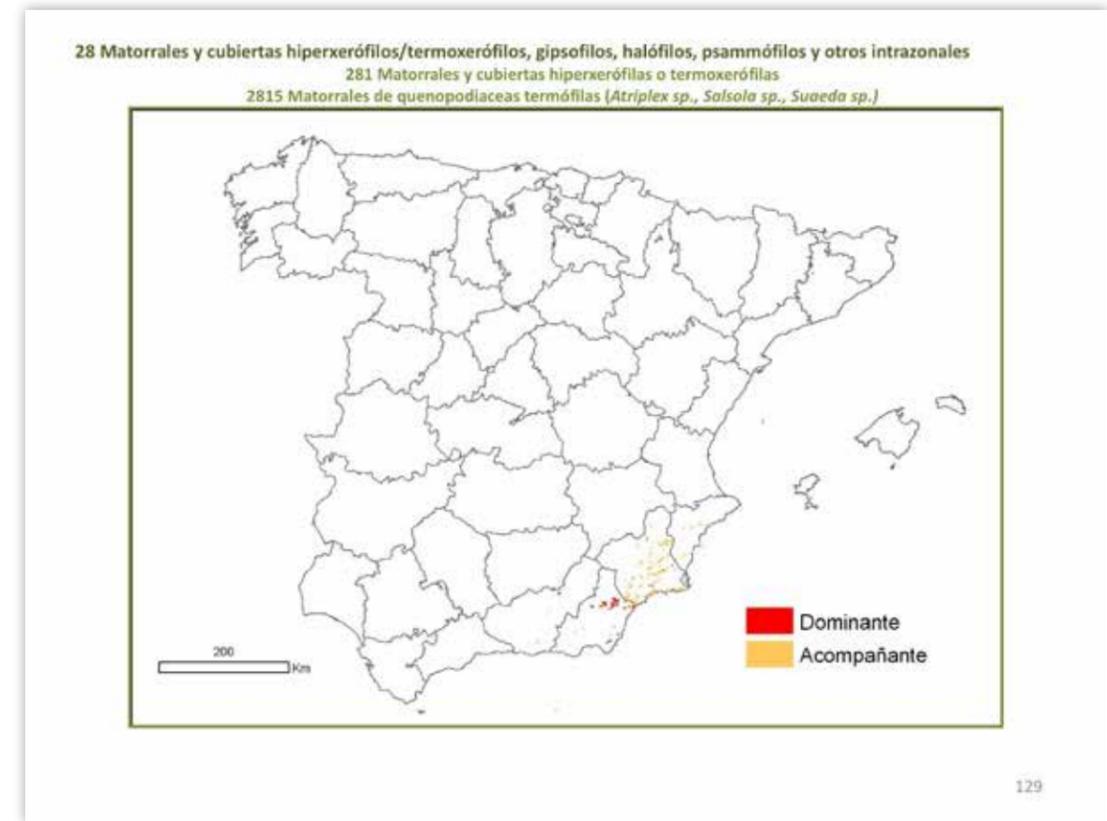
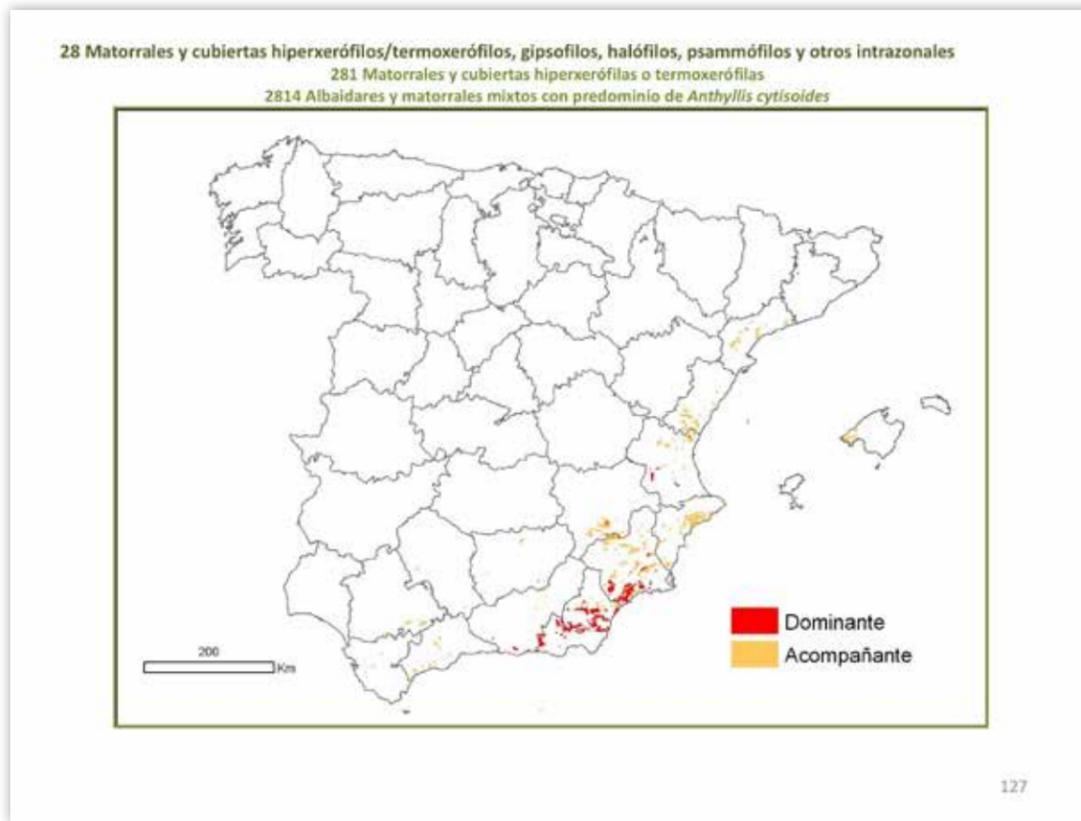
	#/REF1	#/REF2	#/REF3	#/REF4	#/REF5	#/REF6
268 Hojares (<i>Artemisia</i> spp.)						
2681 Cadineras (<i>Artemisia herba-alba</i>)	25970	419	26389	63604	23013	66817
2682 Hojares de <i>Artemisia campestris</i>	1598	341	1439	66563	59185	127148
2683 Otros hojares (<i>Artemisia borealis</i> , etc.)	1089	0	1089	34273	4364	38537
27 Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asignables a grupos anteriores)	589107	438490	1627687	165599	427738	593337
271 Matorrales mixtos s.l.	247352	97001	344353	87534	158900	246434
272 Matorrales mixtos calcícolas	38143	74892	113035	10179	69874	79853
273 Matorrales mixtos calcícolas con participación apreciable de elementos espinosos	105569	60198	145797	18624	41506	57430
274 Matorrales mixtos silicícolas	194506	205698	400204	57616	166079	223695
28 Matorrales y cubiertas hiperxerófilos/termoxerófilos, gipsofilos, halófilos, psammófilos y otros intrazonales						
281 Matorrales y cubiertas hiperxerófilas o termoxerófilas	451	0	451	0	0	9
2811 Canadillares (<i>Ephedra</i> spp.)	0	0	0	37309	29149	66458
2812 Matorral mediano hiperxerófilo mixto/Cambrales (<i>Periploca laevigata</i> , <i>Coliclonia subsericea</i> , <i>Maydenia elongata</i> , <i>Whitania</i> etc.)	488	0	488	463	0	663
2813 Romerales mixtos (<i>Cistus clusii</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i>)	527693	8824	136493	121798	220346	342144
2814 Alcaidares (<i>Arhiflora cylindrica</i> , <i>A. teretica</i>) y matorrales mixtos con predominio de <i>Arhiflora cylindrica</i>	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1
2815 Matorrales de quercoidáceas lemnosóticas/Escombros (<i>Salsola oppositifolia</i> , <i>Salsola genivittata</i>)	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1
2816 Matorrales de <i>Comarostaphylis</i>	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1	#/REF1
2817 Tornillares en áreas hiperxerófilas (<i>Thymus hymenalis</i> , <i>Helianthemum Fumana</i> , <i>Ferula</i>)	226	0	226	10123	52	16175
2818 Alagares de <i>Laurus arborescens</i> (perdegares)	1019	270	1284	30007	474	30481
2819 Otras cubiertas de matorral en áreas hiperxerófilas	7806	7240	14046	3792	0	3792
28191 Cudillares con <i>Chrysothamnus alypum</i> dominante	0	0	0	16039	39407	55936
28192 Cudillares (<i>Thymus</i> spp.)	2285	0	2285	71473	23458	94931
28193 Comunidades con <i>Capparis apricina</i> dominante	0	0	0	1821	3002	4823
28194 Nopalares, tunerales (<i>Cylindropuntia</i> sp.)	1450	0	1450	27817	14200	42077
282 Matorrales y cubiertas gipsofilas	89135	14942	104077	25460	19923	45373
2821 Matorrales con predominio de <i>Ononis spinosa</i>	5648	268	5936	39818	41252	81070
2822 Matorrales con predominio de <i>Lepidium subulatum</i>	0	0	0	6802	3413	10215
2823 Matorrales con predominio de <i>Gypsophila</i> sp.	1024	466	1490	40348	20225	60573
2824 Tornillares gipsofilos						
283 Matorrales halo-halófilos	10301	4659	14960	4359	9603	14042
284 Matorrales halo-xerófilos	11177	0	11177	2481	548	3029
2841 Sisalares (<i>Salsola vermiculata</i>)	2191	0	2191	8048	404	8451
2842 Otros matorrales halo-xerófilos						
285 Matorrales y cubiertas psammófilas	99	0	99	0	0	0
2851 Comunidades de <i>Cercaria alba</i>	0	0	0	2164	7265	9419

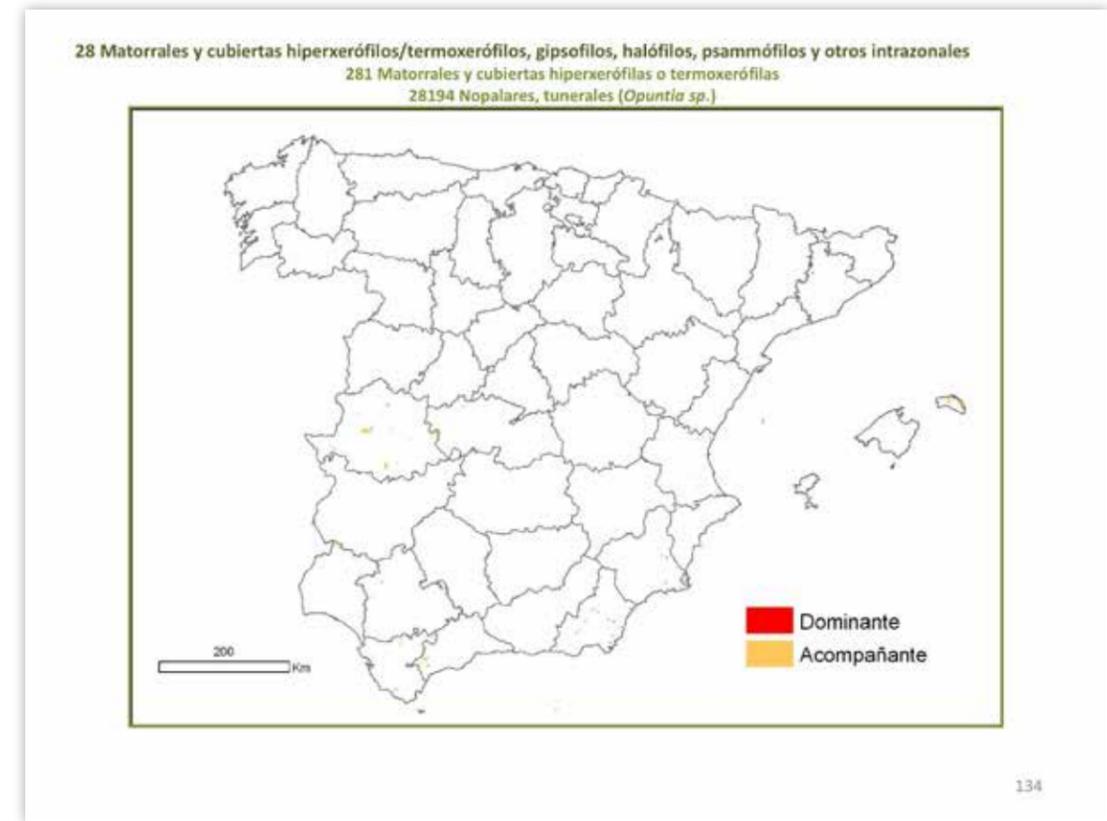
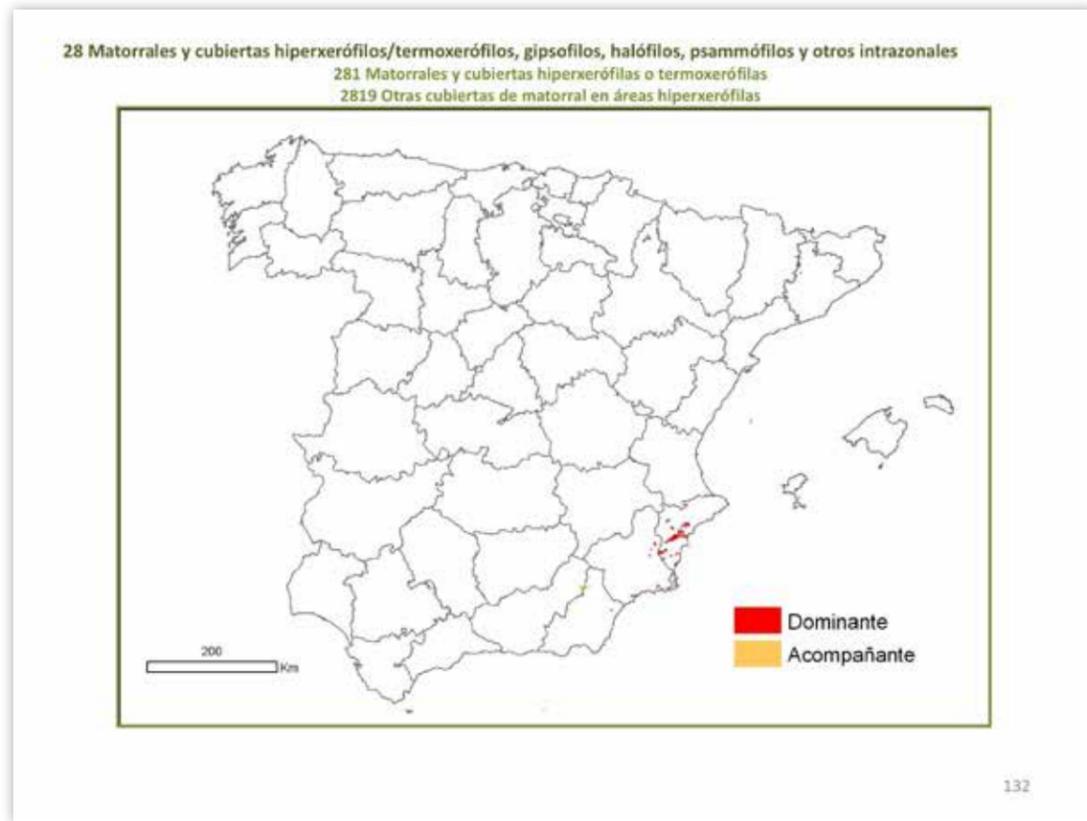
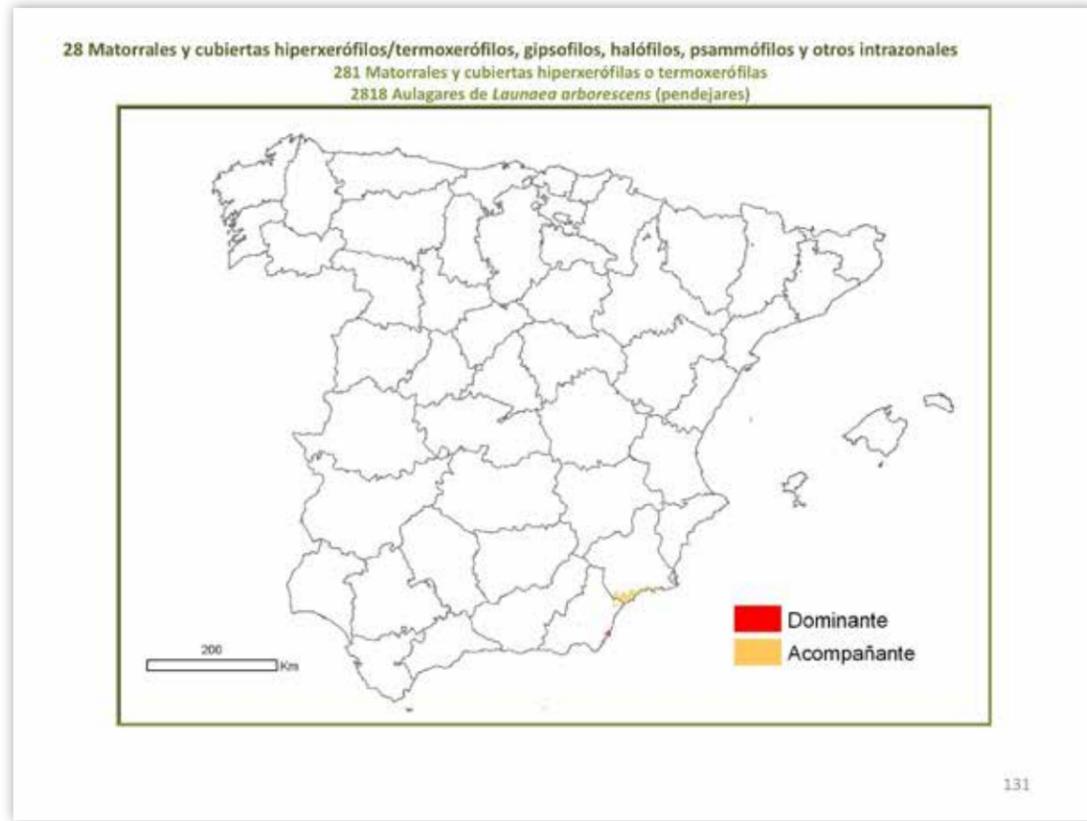
124

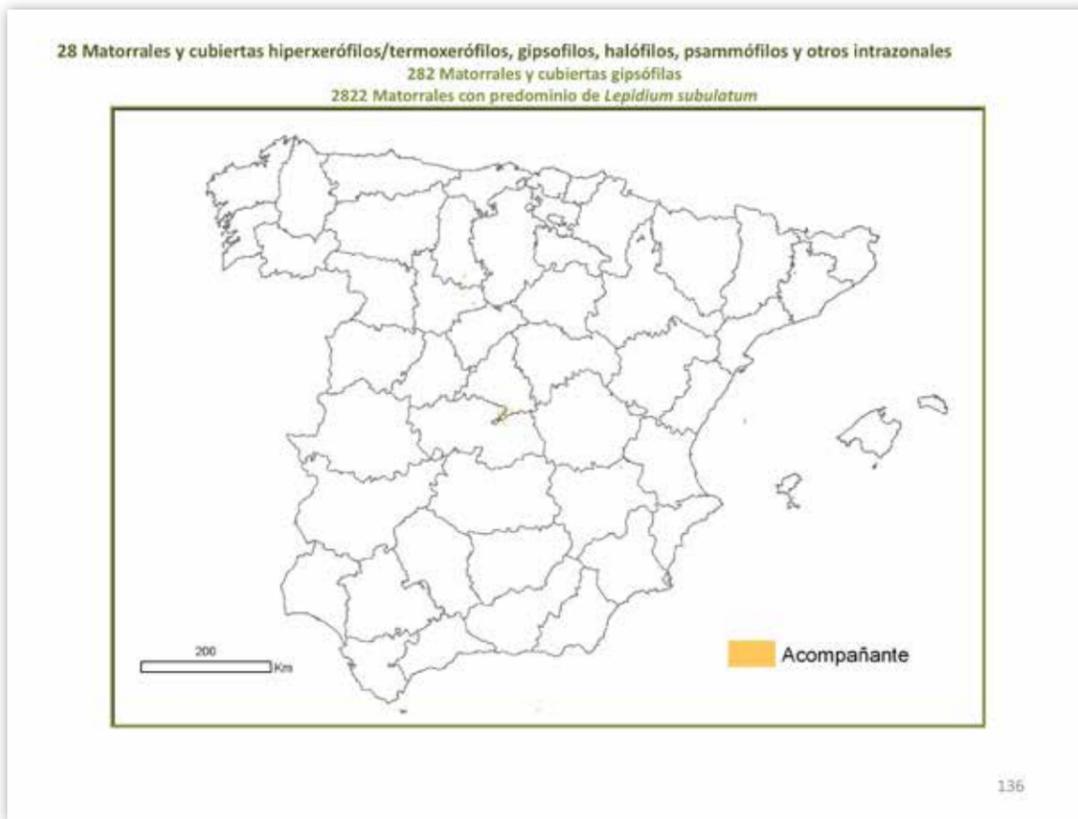
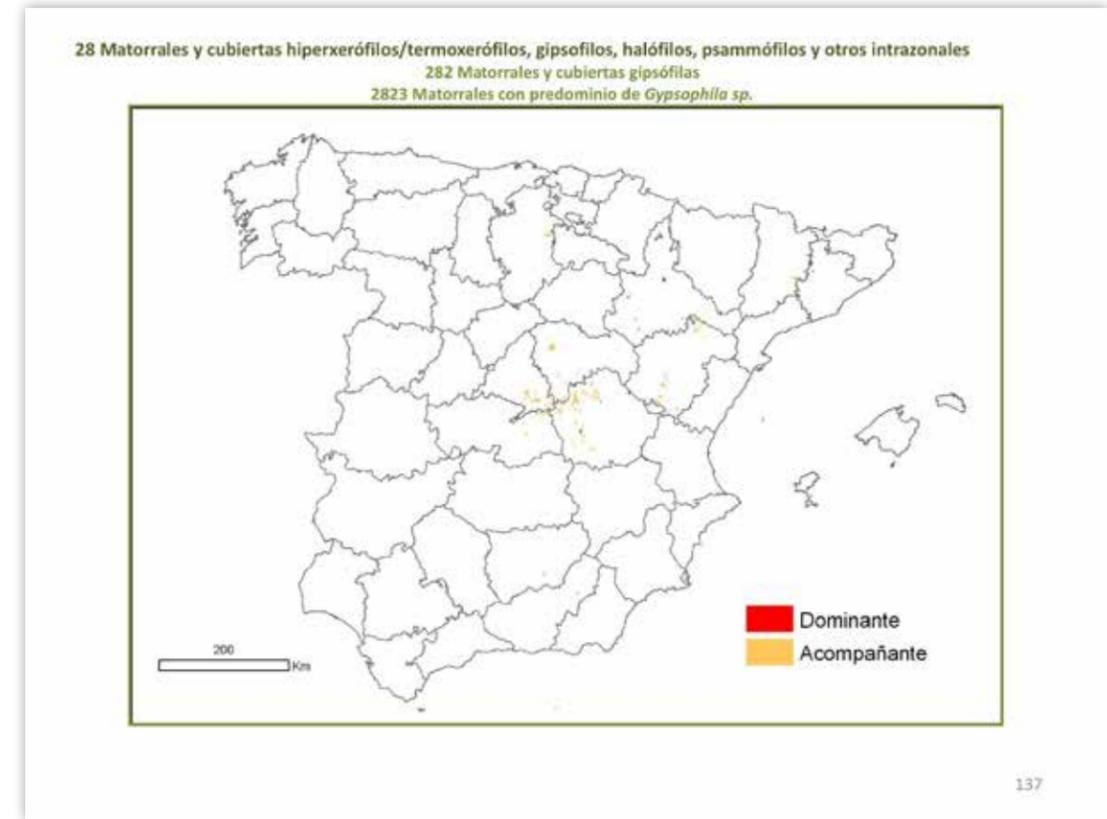
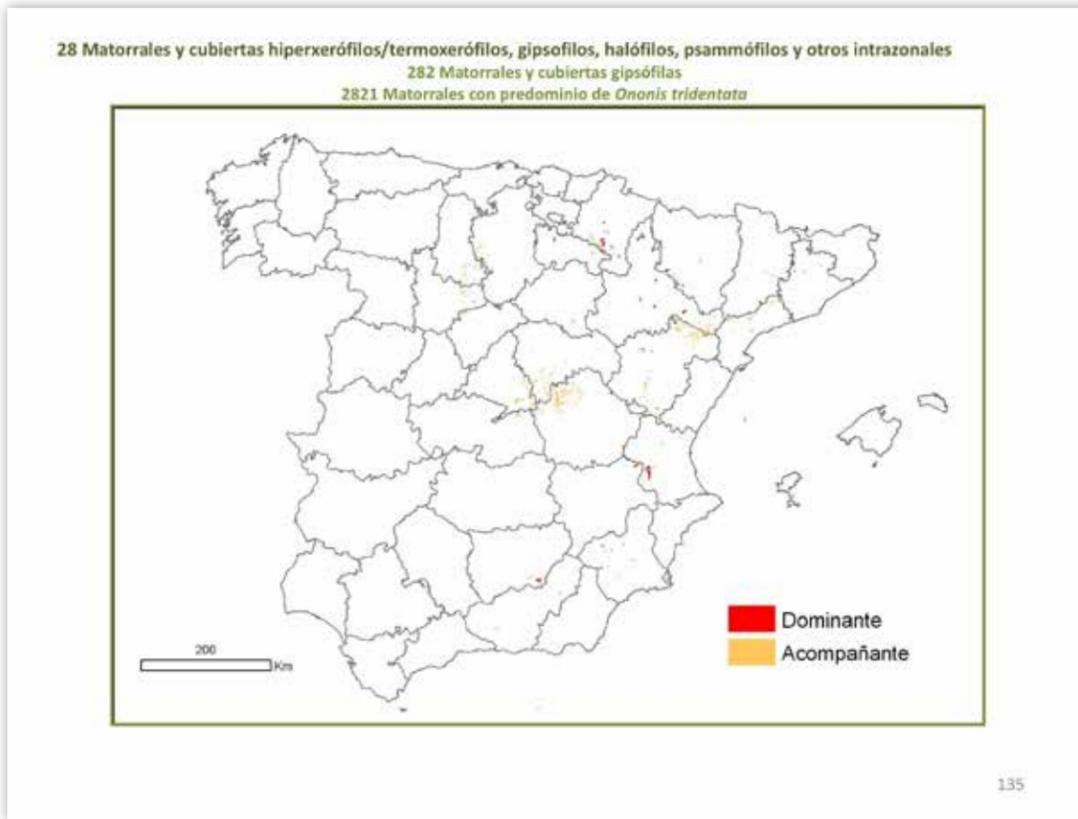
28 Matorrales y cubiertas hiperxerófilos/termoxerófilos, gipsofilos, halófilos, psammófilos y otros intrazonales
281 Matorrales y cubiertas hiperxerófilas o termoxerófilas
2813 Romerales mixtos (*Cistus clusii*, *Rosmarinus officinalis*)



126





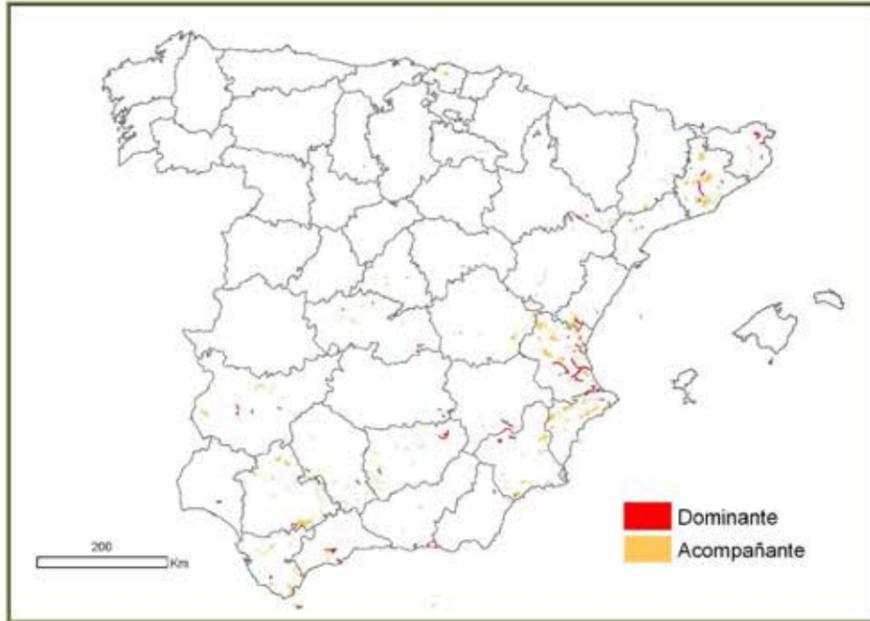


	Parcelas 1-100	Parcelas 101-200	Total	Parcelas 1-100	Parcelas 101-200	Total
3. Comunidades herbáceas y pastizales						
31 Comunidades herbáceas hidrófilas (vegetación megalófila de humedad: talia y marisma)	60314	11004	71817	342303	616890	959198
311 Marismas salinas más o menos densas, herbáceas o mixtas de talia con abundancia de tarifas	5070	0	5070	1430	907	1637
312 Cárchicos (Aeluropus alopecurus)	3514	1383	5097	7507	14386	21993
313 Cárchicos (Fragaria aurata)	9821	1927	11748	60380	133328	193718
314 Espartales (Lypha sp.)	851	162	1013	28605	49784	78389
315 Masegares de Cladum mariscus	493	0	493	3276	927	4202
316 Arqueles, herbáceas o mixtas de talia, boyaceras, castañolares (Scleria) etc.	26003	4863	30866	147517	294807	442324
317 Pastizales con encharcamiento temporal	15395	3167	18562	29874	24830	54704
32 Pastizales y letonares de altura, párpales, brías de cumbre	264820	9638	274457	87977	22523	110500
321 Cárpedes en general, no estrictamente xerófilos	2690	892	3582			
322 Cárpedes (Nardus stricta)	3078	388	3466	87977	22523	110500
323 Cárpedes xerófilos mixtos	30308	2157	32465			
324 Tascas	145419	4772	150191			
325 Brías	45644	321	45965			
326 Boregales	1399	0	1399			
327 Otras cubiertas herbáceas de alta montaña (letonar de altura)	36244	1099	37342			
33 Pastizales y cubiertas herbáceas mesófilas	666289	347505	1013794	412055	738803	1150858
331 Prados	387508	284280	671788			
3311 Prados de diente	131047	31854	162901			
3312 Prados de siega	256461	252427	508887			
332 Helofrags (Panicum aquilinum)	90167	32211	122378	348159	640054	988213
333 Otras pastizales y cubiertas herbáceas mesófilas	88515	30093	118708	63096	88749	151845
34 Pastizales semi-mesófilos de especies dominantes	1234777	896321	2131108	922919	2510206	3433125
341 Pastizales estacionales densos	1033860	849100	1882960	404416	1206768	1611184
342 Pastizales estacionales claros	68802	23620	92422	53901	110403	164304
343 Letonares mixtos (incl. Los letonares bajos -gramales-)	63286	9885	73171			
344 Beccales (Sida jugoslavica)	9748	473	10221	14321	10566	24887
345 Cereales (Dactyloctenium aegyptium)	69277	13246	82523	320542	1009920	1330462
346 "Cambreras" (Ampelodesmos mauritanica)				10639	17441	28080
35 Aboceros, espartales, albarinales	337677	65390	403067	499294	695710	1195004
351 Espartales (aboceros) (Sida amara)	31398	6356	37754	243680	339291	582971
352 Albarinales (Lycium spartanum)	25709	1834	27543	250614	366416	617030
36 Comunidades herbáceas anejas	27790	8429	36219			
361 Pastizales anejas (xerófilas)	16740	3222	19962			
362 Herbáceas rudero-arvenses y retrofloras	11044	2600	13644			
4. Desertos y semidesiertos	398907	129709	528616	833018	1321441	2154459

138

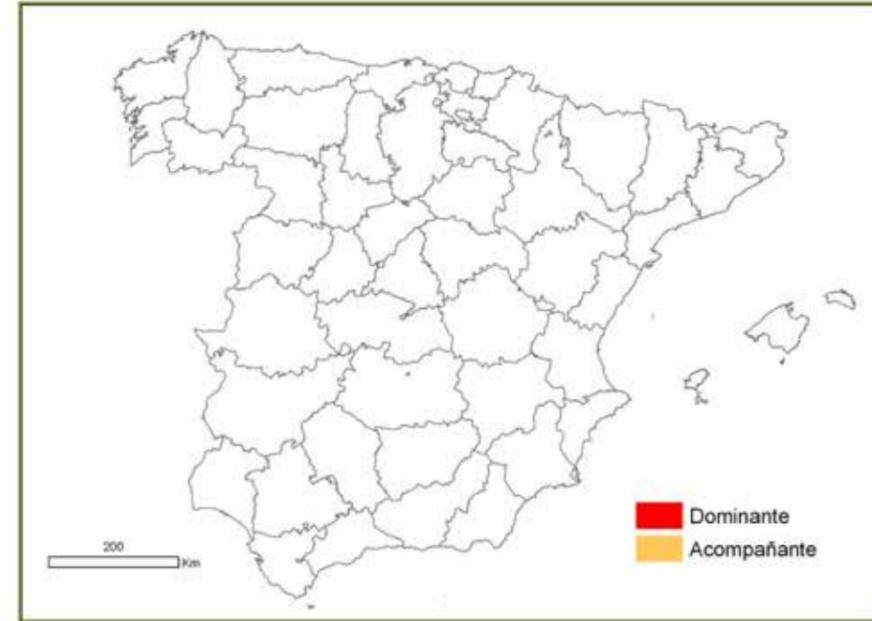


31 Comunidades herbáceas hidrófilas (vegetación megafórbica de humedal: tabla y marisma)
312 Cañaverales (*Arundo donax*)



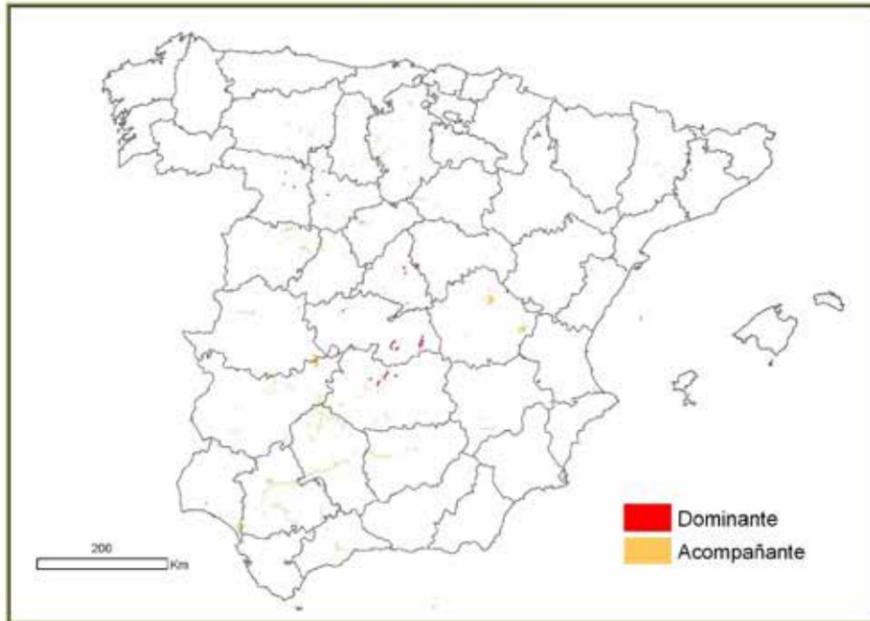
139

31 Comunidades herbáceas hidrófilas (vegetación megafórbica de humedal: tabla y marisma)
315 Masegares de *Cladium mariscus*



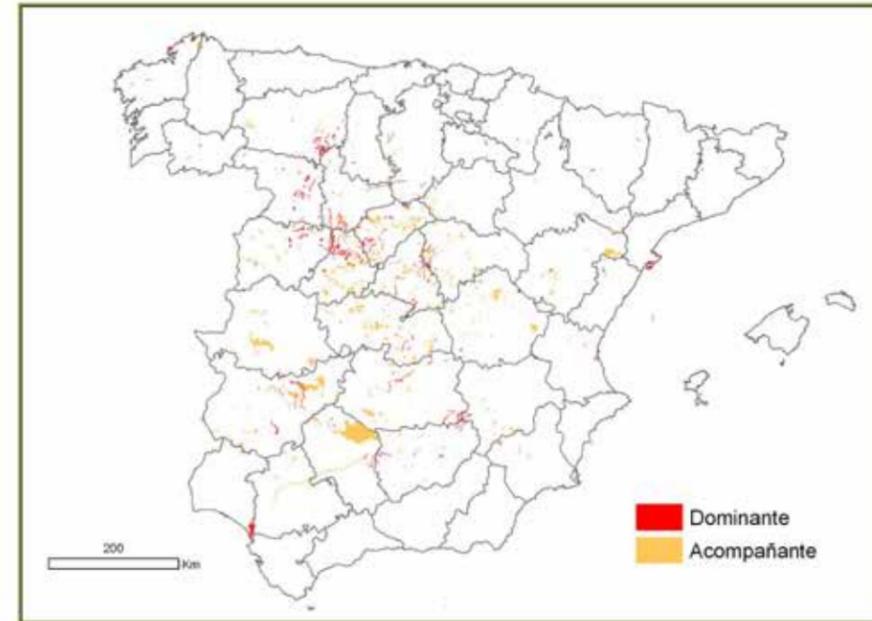
141

31 Comunidades herbáceas hidrófilas (vegetación megafórbica de humedal: tabla y marisma)
314 Espadañares (*Typha sp.*)



140

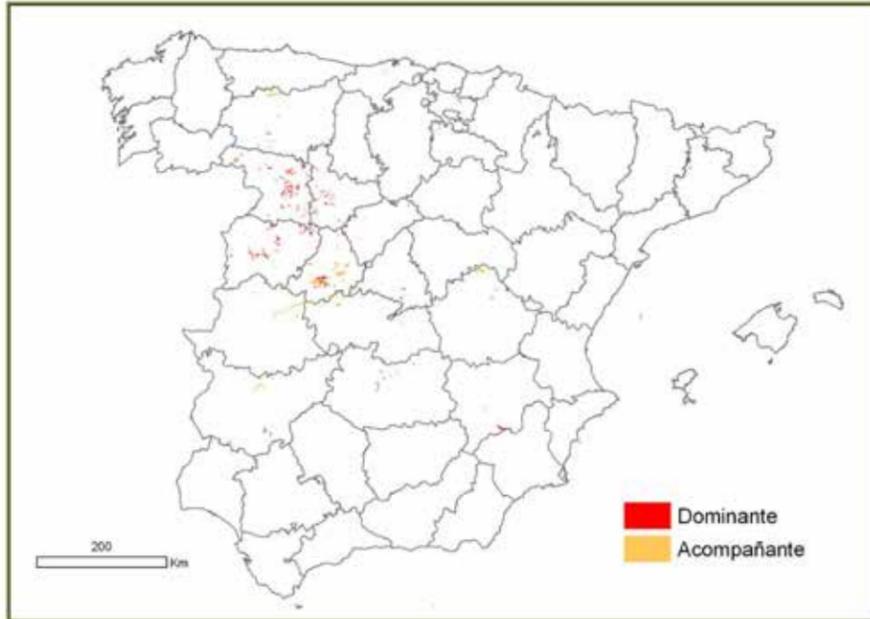
31 Comunidades herbáceas hidrófilas (vegetación megafórbica de humedal: tabla y marisma)
316 Junqueras, herbazales altos de tabla, bayuncares, castañuelares (*Scripus*) etc.



142

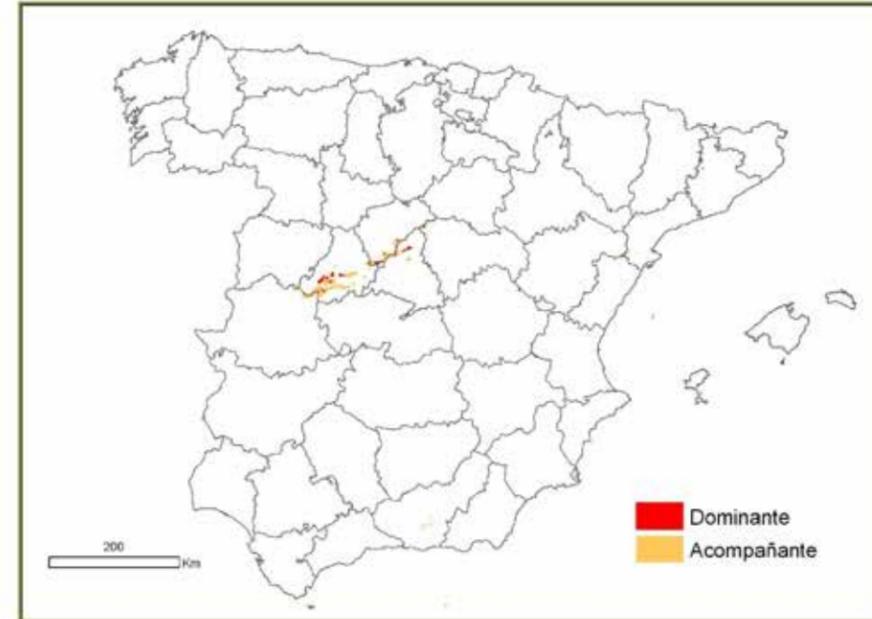


31 Comunidades herbáceas hidrófilas (vegetación megafóbica de humedal: tabla y marisma)
317 Pastizales con encharcamiento temporal



143

32 Pastizales y lastonares de altura, céspedes, brañas de cumbres
322 Cervunales (*Nardus stricta*)



145

32 Pastizales y lastonares de altura, céspedes, brañas de cumbres
321 Céspedes en general

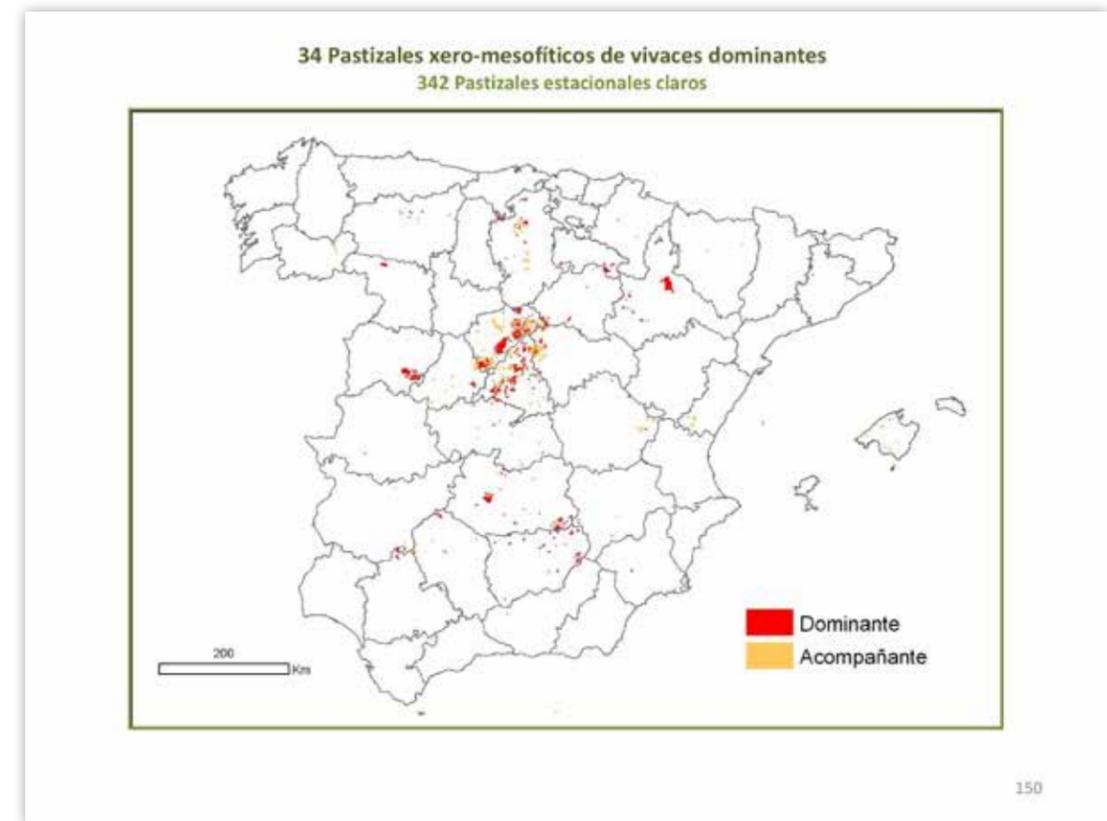
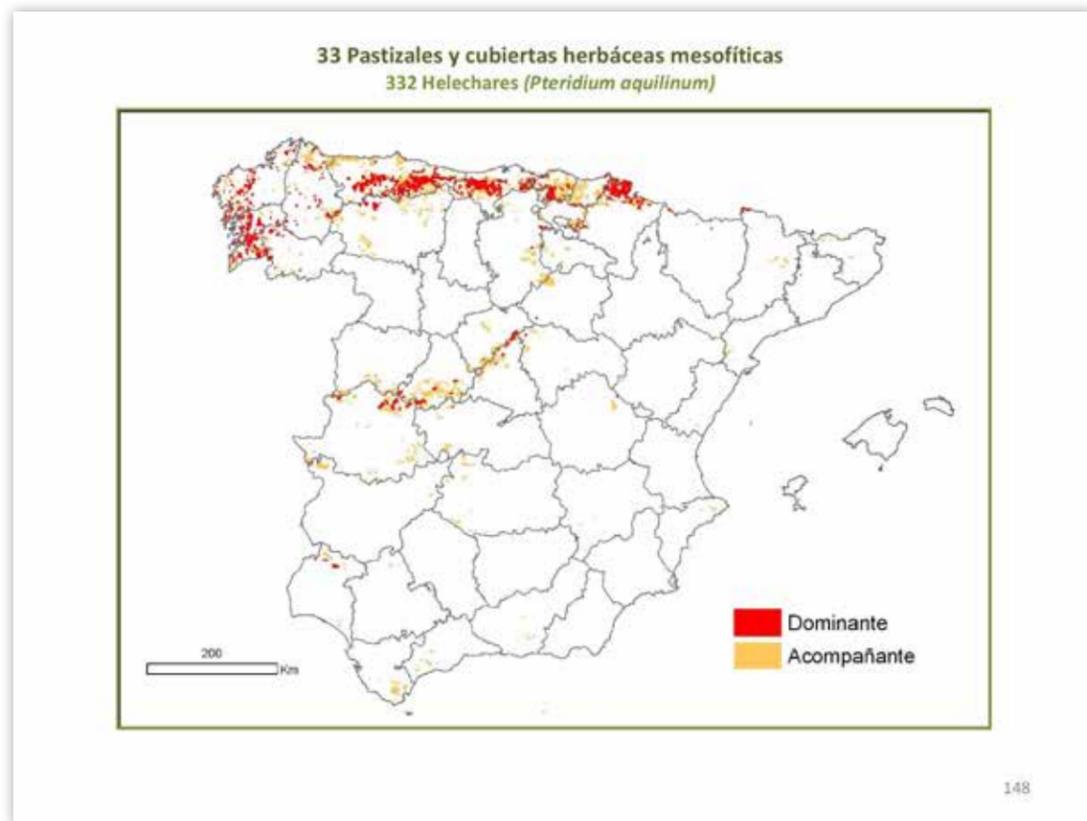
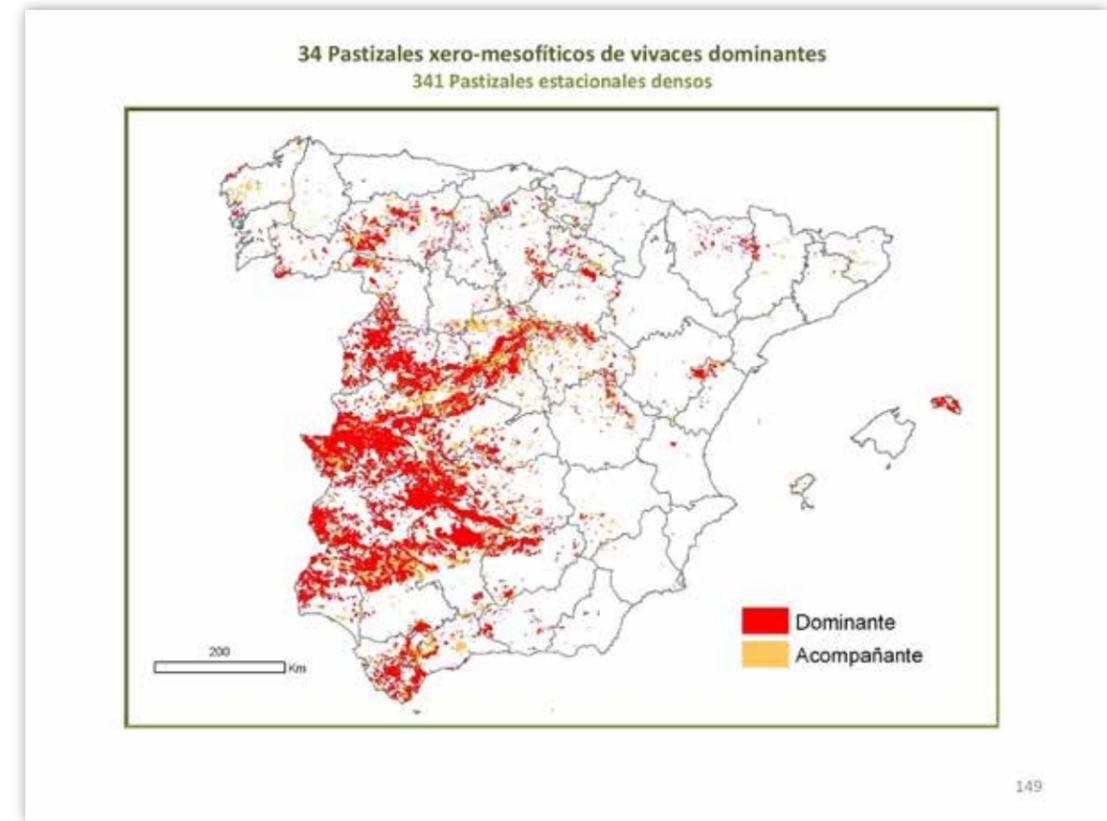
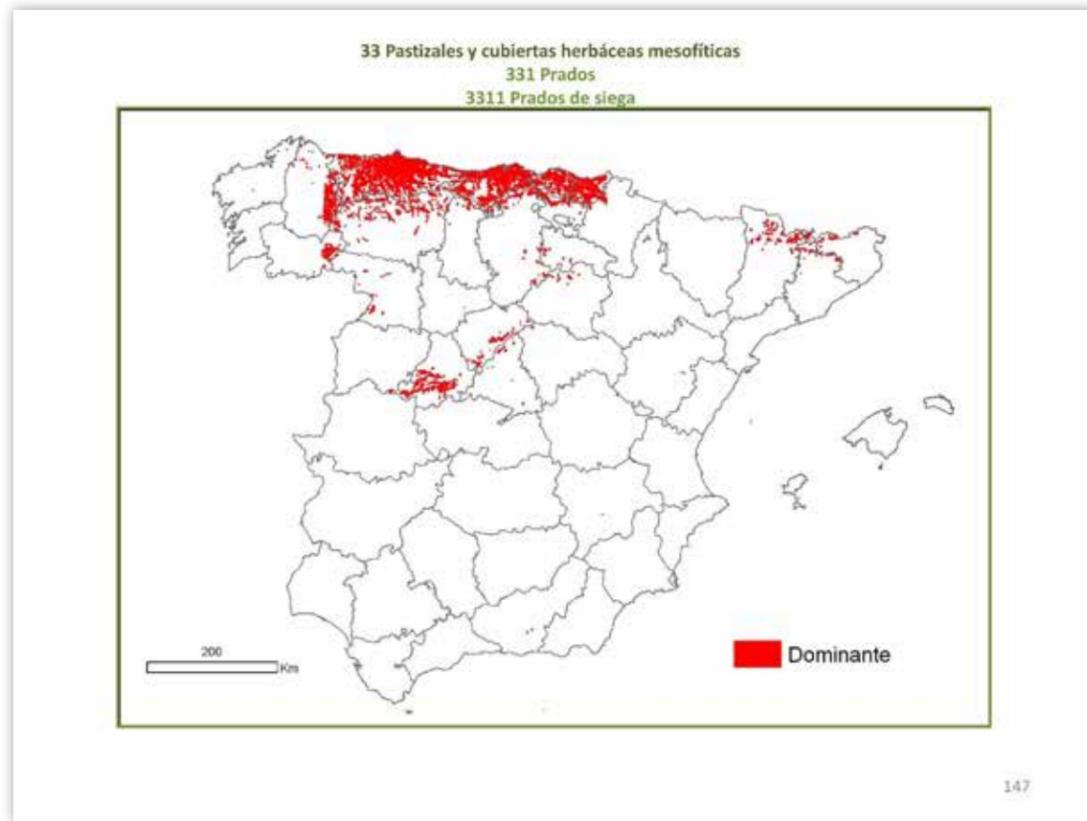


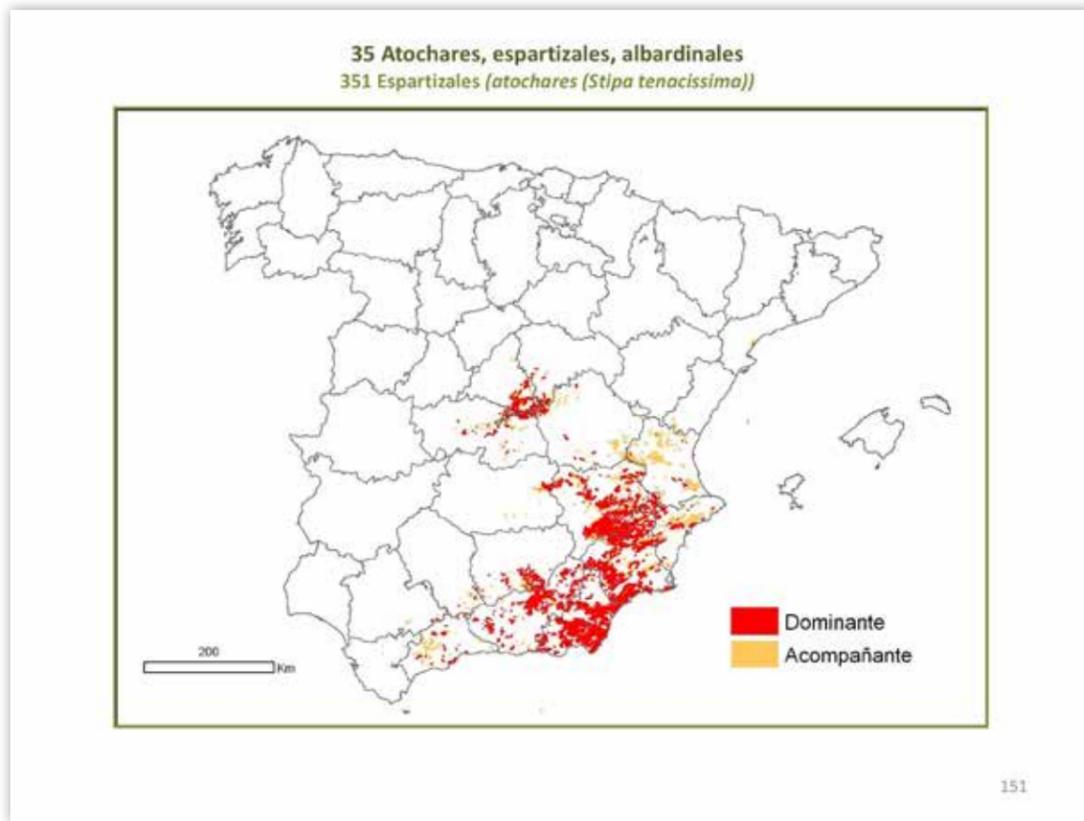
144

33 Pastizales y cubiertas herbáceas mesofíticas
331 Prados
3311 Prados de diente



146

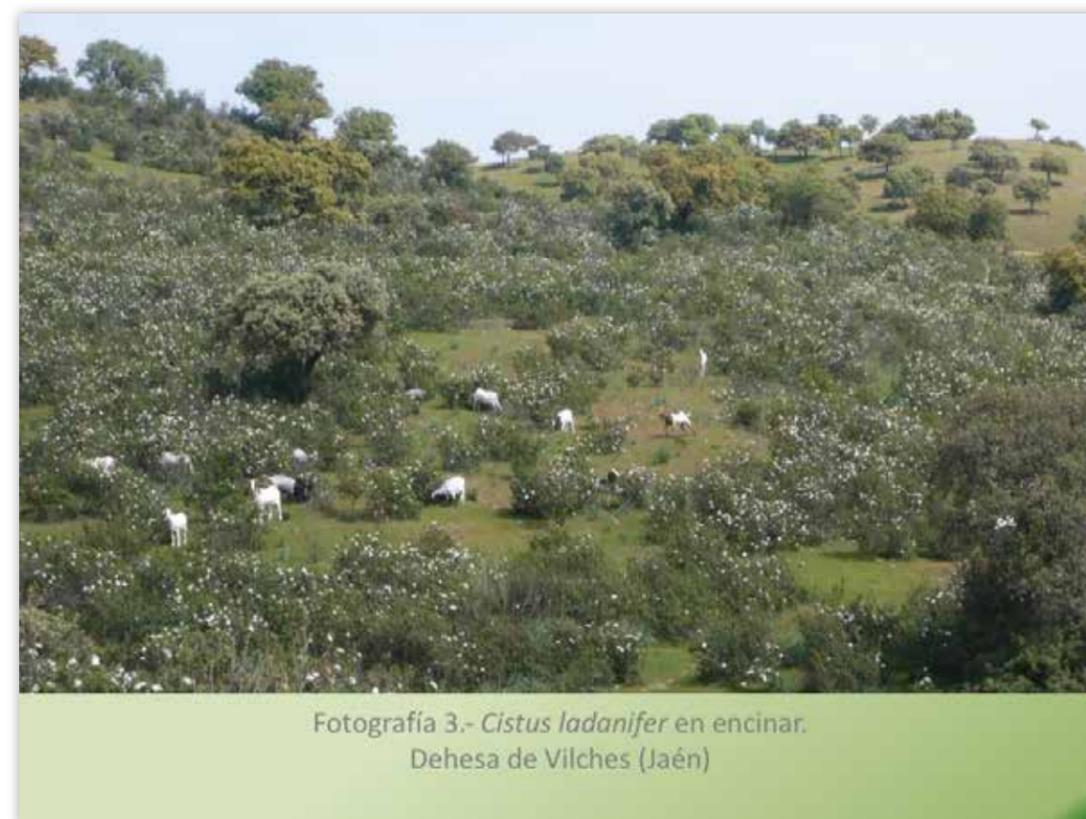
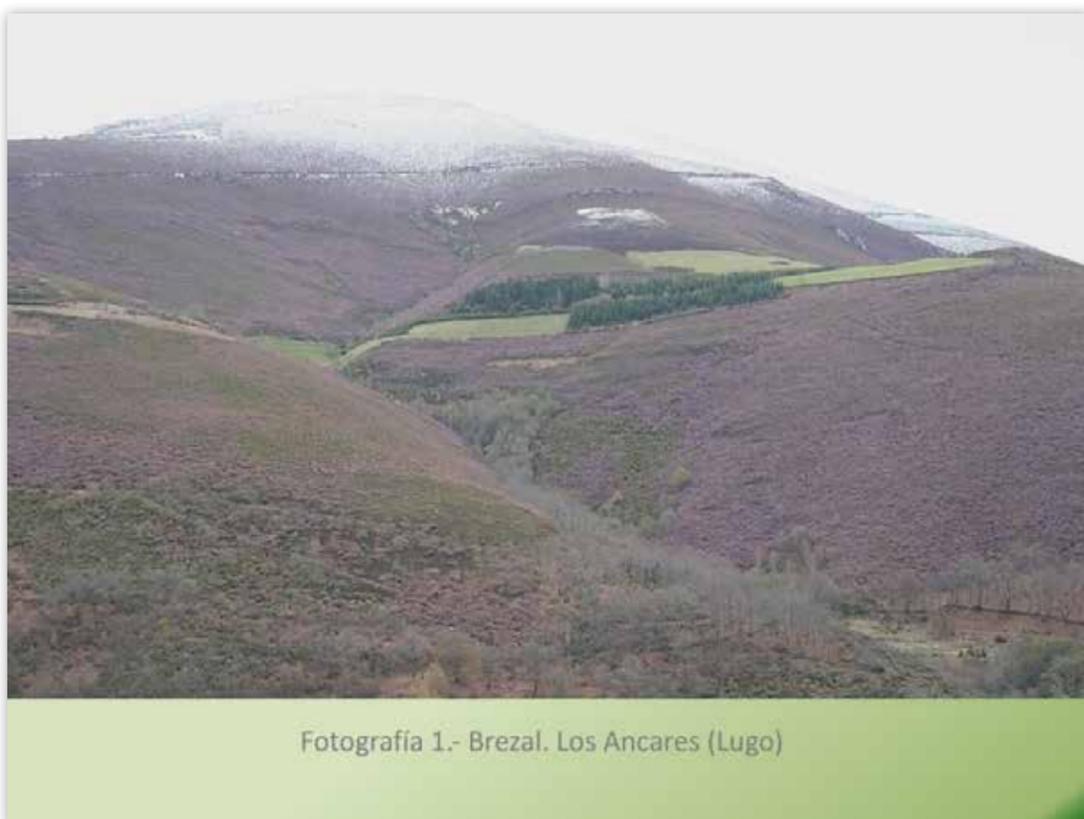
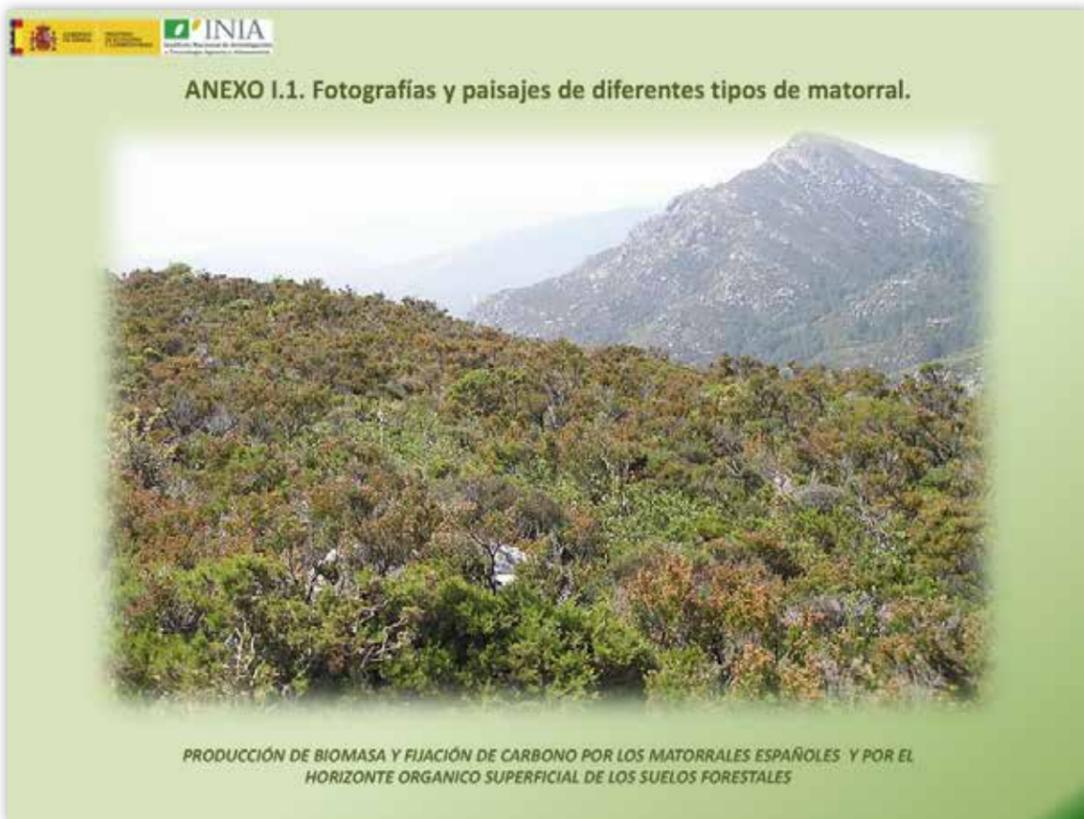




INIA
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

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

154





Fotografía 4.- *Cistus ladanifer* en repoblación de *Pinus pinea*.
Valverde del Camino (Huelva)



Fotografía 6.- *Cistus laurifolius* post-incendio.
Blanca de Solanillos (Guadalajara)



Fotografía 5.- *Cistus ladanifer* y *Retama sphaerocarpa*.
Fuenteovejuna (Córdoba)



Fotografía 7.- *Cistus laurifolius*, rebrote de *Quercus pyrenaica* y regeneración natural de *Pinus pinaster* tras incendio. La Saceda (Guadalajara)



Fotografía 8.- *Cistus laurifolius*, rebrotes de *Quercus pyrenaica* post-incendio.
La Saceda (Guadalajara)



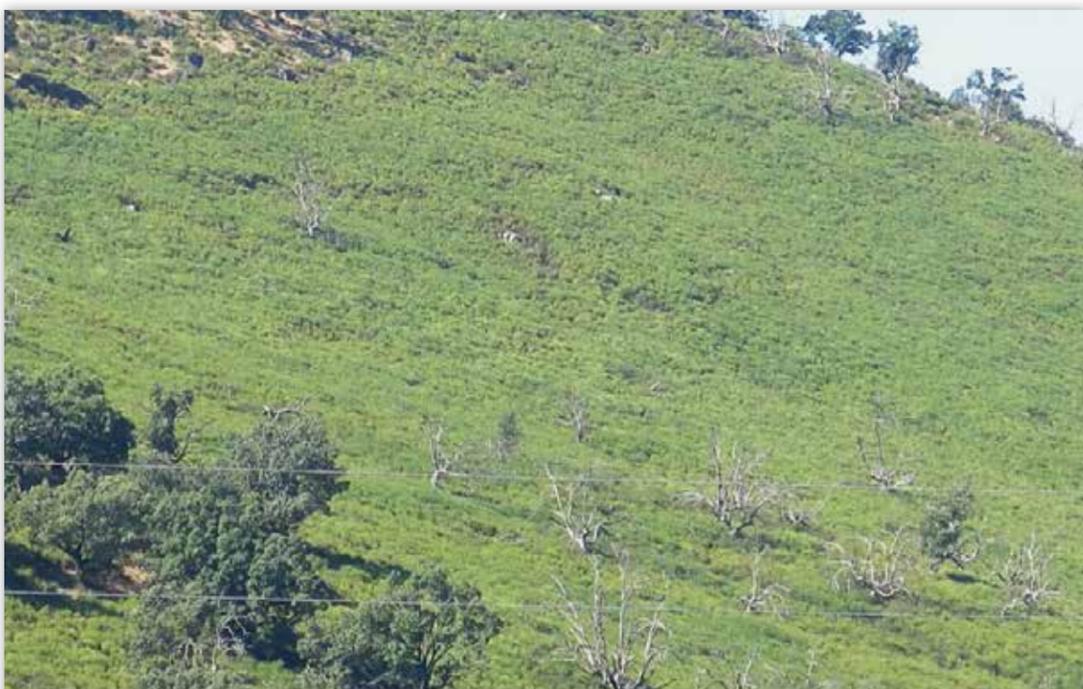
Fotografía 10.- Cantuesar de *Lavandula stoechas*.
El Manzanito (Huelva)



Fotografía 9.- *Cytisus scoparius* en masa de *Quercus pyrenaica*.
Montes de Tras la Sierra. Cabezabellosa (Cáceres)



Fotografía 11.- *Cistus ladanifer* invadiendo un encinar degradado.
Dehesa de Vilches (Jaén)



Fotografía 12.- *Cytisus scoparius* post-incendio en robledal. Cabezabellosa (Cáceres)



Fotografía 14.- Desbroce de Cistáceas en dehesa invadida. Castillo de Guardas (Sevilla)



Fotografía 13.- Parcela de *Cytisus scoparius*, 8 años. Verea (Ourense)



Fotografía 15.- Desbroce de matorral de tojo y brezo para cama de ganado. Lentellais (Ourense)



Fotografía 16.- Desbroce de *Rhododendron ferrugineum* para favorecer el rebrote para pastoreo y caza. Tallendre (Lleida)



Fotografía 18.- Encinar con *Cistus salviifolius*. S^a de Matalaburra (Huelva)



Fotografía 17.- Encinar adhesionado invadido por *Cistus ladanifer*. Castillo de las Guardas (Sevilla)



Fotografía 19.- Encinar con genistas y aulagas. P.N. S^a Grazalema (Málaga)



Fotografía 20.- Enebral de *Juniperus sabina* y *Juniperus oxycedrus* con *Quercus coccifera* y *Rosmarinus officinalis* en Almodóvar del Pinar (Cuenca)



Fotografía 22.- *Eucalyptus globulus* con sotobosque de *Cistus ladanifer*. Valverde del Camino (Huelva)



Fotografía 21.- Espinar con *Cytisus scoparius* y *Quercus ilex*. Hoya del Espino (Jaén)



Fotografía 23.- Invasión de *Cistus ladanifer* en un encinar degradado. Castillo de las Guardas (Sevilla)



Fotografía 23.- Invasión de *Cistus ladanifer* en un encinar degradado.
Castillo de las Guardas (Sevilla)



Fotografía 26.- *Lavandula spica* y *Genista scorpius*.
Barriopedro (Guadalajara)



Fotografía 25.- Jaral de *Cistus laurifolius*.
Orca (Guadalajara)



Fotografía 27.- *Lavandula stoechas*.
Castillo de las Guardas (Sevilla)



Fotografía 28.- Leguminosas almohadilladas de alta montaña.
Castell de Cabres (Castellón)



Fotografía 30.- Mancha mediterránea. Puerto de las Palomas.
P.N.S^a Grazalema (Cádiz)



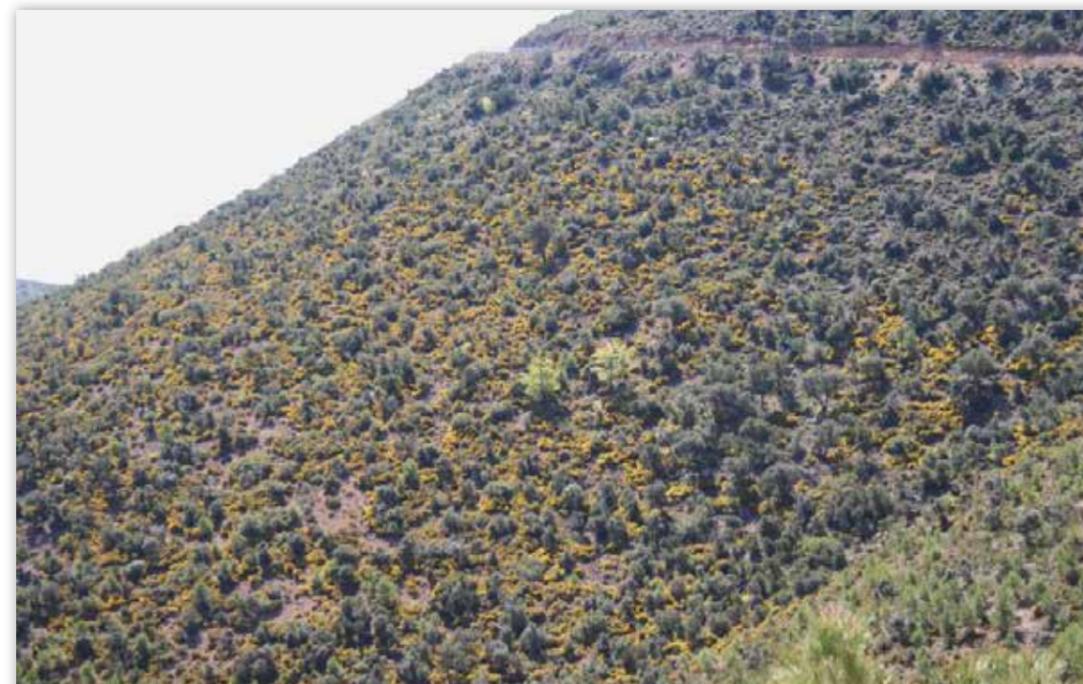
Fotografía 29.- Mancha en Puerto de Niefla (C. Real)



Fotografía 31.- Matorral de alta montaña.
Güéjar. S^a Nevada (Granada)



Fotografía 32.- Matorral de brezo, jara y madroño con *Quercus faginea*.
Macizo de Algibe (Cádiz)



Fotografía 34.- Matorral de carrasacas y genistas.
Sª de Gador (Almería)



Fotografía 33.- Matorral de *Calicotome villosa*, *Phlomis purpurea* y
Crataegus monogyna. Sª del Algibe (Cádiz)



Fotografía 35.- Matorral de enebro-sabinar y coscoja.
Frades. Poble de Benifassà (Castellón)



Fotografía 36.- Matorral de *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacea lentiscus*, *Cistus monspeliensis* y *Cistus albidus*. S^a del Levante (Mallorca)



Fotografía 38.- Matorral de romero, coscoja, enebro y carrasca. Mira (Cuenca)



Fotografía 37.- Matorral de romero y carrasca. Almodóvar del Pinar (Cuenca)



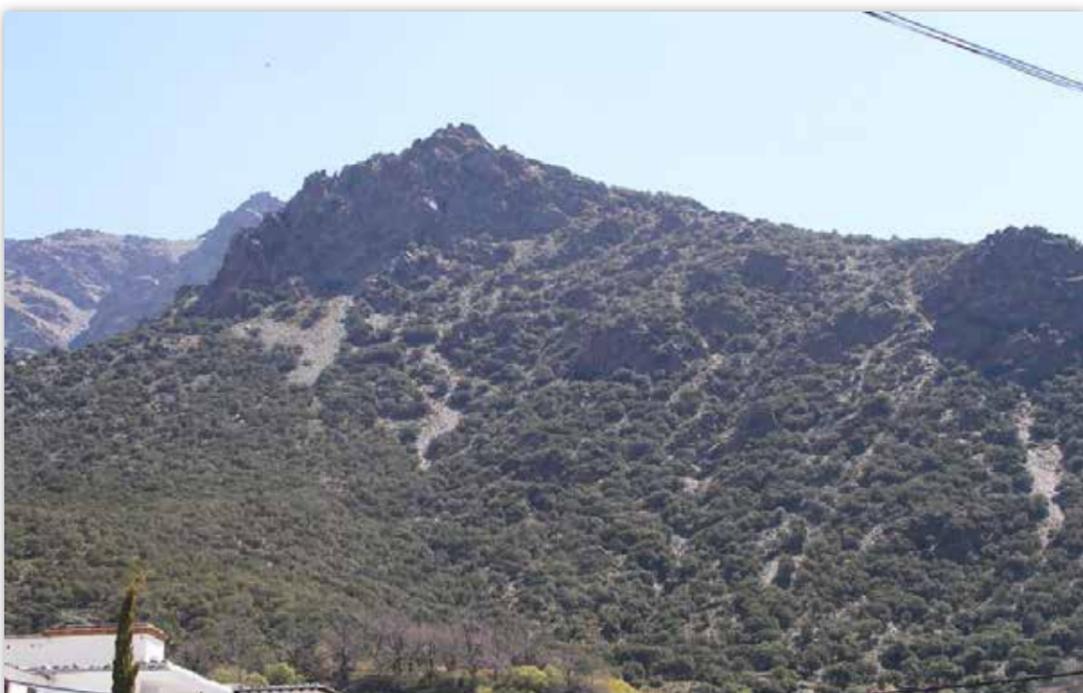
Fotografía 39.- Matorral halófilo. Bárdenas Reales (Zaragoza)



Fotografía 40.- Matorral mediterráneo.
S^a del Rey (C. Real)



Fotografía 42.- *Nerium oleander*.
S^a. Grazalema (Málaga)



Fotografía 41.- Monte bajo de carrasca, *Quercus ilex*.
Trevélez (Málaga)



Fotografía 43.- *Olea europaea* var. *syvestris* con *Pistacea lentiscus* y
Cistus monspeliensis en S^a de Levante (Mallorca)



Fotografía 44.- *Pinus halepensis* con sotobosque de *Viburnus tinus*, *Quercus coccifera* y *Rubus spp.* Casas de Ves (Albacete)



Fotografía 46.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Cistus ladanifer* y *Phyllirea angustifolia*. P.N. de Despeñaperros (Jaén)



Fotografía 45.- *Pinus pinaster* con grandes calveros cubiertos de matorral . S^a Palmitera. Igualeja (Málaga)



Fotografía 47.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Ulex parviflorus*, *Cistus albidus* y *Thymus mastichina*. Igualeja (Málaga)



Fotografía 48.- *Pinus pinea* con sotobosque de *Chamaerops humilis*. Hinojos (Huelva)



Fotografía 50.- *Pinus pinea* con sotobosque de *Ulex australis*, *Halimium halimifolium*, *Rosmarinus officinalis* y *L. stoechas*. Monte Coto Mazagón (Huelva)



Fotografía 49.- *Pinus pinea* con sotobosque de *Halimium sp.*, *Ulex australis* y *R.officinalis*. Coto Mazagón (Huelva)



Fotografía 51.- *Pinus sylvestris* con sotobosque de *Buxus sempervirens*. Montallà (Lleida)



Fotografía 52.- *Pinus sylvestris* con sotobosque de *Cytisus oromediterraneus* y *Berberis spp.* M.P de Huéneja (Granada)



Fotografía 54.- Alcornocal con sotobosque de *Cistus salvifolius*. Valverde del Camino (Huelva)



Fotografía 53.- *Pinus uncinata* con sotobosque de *Rhododendron ferrugineum*. Meranges (Girona)



Fotografía 55.- Parcela de *Cistus albidus*, 8 años. Villaviciosa de Córdoba (Córdoba)



Fotografía 56.- Parcela de *Cistus ladanifer*, 8 años.
Perales del Puerto (Cáceres)



Fotografía 58.- Parcela de *Erica arborea*, 8 años.
Verea (Ourense)



Fotografía 57.- Parcela de *Cytisus scoparius*, 8 años.
Verea (Ourense)



Fotografía 59.- Parcela de *Erica arborea*, 6 años.
Lobeira (Ourense)



Fotografía 60.- Parcela de *Genista scorpius*, 8 años.
Monteagudo de Salinas (Cuenca)



Fotografía 62.- Parcela de *Rosmarinus officinalis*, 8 años.
Cardenete (Cuenca)



Fotografía 61.- Parcela de *Quercus coccifera*, 8 años.
Narboneta (Cuenca)



Fotografía 63.- Parcela de *Rhododendron ferrugineum*.
Meranges (Girona)



Fotografía 64.- Parcela de *Rhododendron ferrugineum*. Pesado de biomasa. Meranges (Girona)



Fotografía 66.- Parcela en mezcla de Ericas en el Parque de los Alcornocales. Macizo del Algibe (Cádiz)



Fotografía 65.- Parcela de *Ulex europaeus*, 8 años. Bande (Ourense)



Fotografía 67.- *Pinus pinea* con sotobosque de *Halimium halimifolium*, *Rosmarinus officinalis* y *Ulex australis*. Palos de la Frontera (Huelva)



Fotografía 68.- *Pistacea lentiscus*
Cala d'Or (Mallorca)



Fotografía 70.- Primer plano de *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacea lentiscus*,
Cistus monspeliensis y *Cistus albidus*. S^a del Levante (Mallorca)



Fotografía 69.- Primer plano de *Pistacea lentiscus*.
Cala d'Or (Mallorca)



Fotografía 71.- *Quercus fruticosa* con *Erica* spp. en S^a del Algibe.
Alcalá de los Gazules (Málaga)



Fotografía 72.- Rodal de *Quercus coccifera*.
Motilla del Palancar (Cuenca)



Fotografía 74.- Sabinar con carrasca y *Abies pinsapo*.
S^a de las Nieves. Ronda (Málaga)



Fotografía 73.- *Rubus ulmifolius* como sotobosque de *Quercus pyrenaica*.
Montes de Tras la Sierra (Cáceres)



Fotografía 75.- Sotobosque de *Cistus ladanifer* y *Rosmarinus officinalis*.
Quintos de Mora (Toledo)



Fotografía 76.- Sotobosque de *Quercus coccifera* en *Pinus halepensis*.
Casas de Ves (Albacete)



Fotografía 78.- *Ulex parviflorus*. S^a Palmitera.
Igualeja (Málaga)



Fotografía 77.- Sotobosque de *Rubus ulmifolius* en *Quercus pyrenaica*.
Romanejo (Cáceres)



Fotografía 79.- Zonas de ribera y arroyos con *Atriplex halimus*.
Valle del Ebro (Zaragoza)



Fotografía 80.- Arbustado de *Quercus ilex* con mezcla arbórea y arbustiva. Esplegares (Guadalajara)



Fotografía 82.- Matorral de *Genista scorpius* y *Amelanchier ovalis*. Saelices de la Sal (Guadalajara)



Fotografía 81.- Desbroce y poda en pies de encina. Comparación con monte sin intervención. Canredondo (Guadalajara)



Fotografía 83.- Mancha de *Amelanchier ovalis* salpicada por matas de encina, pies de *Juniperus thurifera* y *Genista scorpius*. Saelices de la Sal (Guadalajara)



Fotografía 84.-Matorral de *Genista scorpius* y cultivo de cereal en las hondonadas Saelices de la Sal (Guadalajara)



Fotografía 86.- Arbustado de *Quercus ilex* en mezcla de *Juniperus thurifera*. Saelices de la Sal(Guadalajara)



Fotografía 85.- Matorral predominante de *Genista scorpius* y labiadas. Esplegares (Guadalajara)



Fotografía 87.- Tomillar de *Thymus vulgaris*. Selas(Guadalajara)



Fotografía 88.- Típico arbustado de *Quercus ilex* en zona caliza. Saelices de la Sal (Guadalajara)



Fotografía 90.-Matas de *Quercus ilex*, sabinas y *Amelanchier ovalis* en las proximidades de arroyo de Cifuentes (Guadalajara)



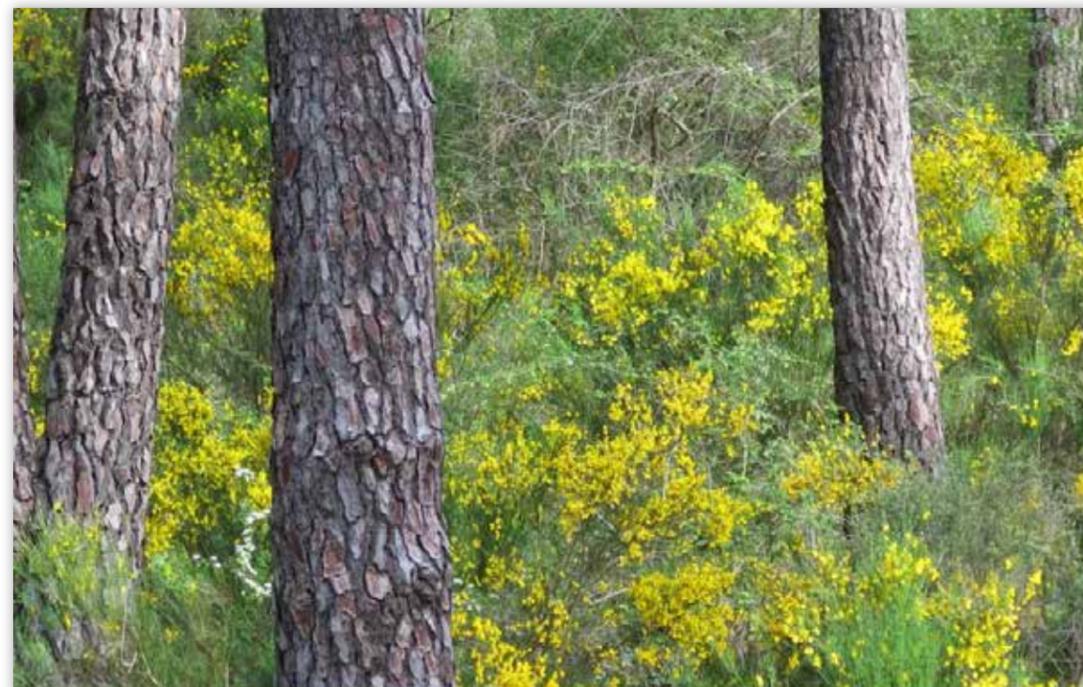
Fotografía 89.- Matorral de *Genista scorpius*, matas de encina, escobas y tomillos. Pantano de Buendía (Cuenca)



Fotografía 91.- Floración de *Pistacia lentiscus* S^a del Levante (Mallorca)



Fotografía 92.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Juniperus communis*.
Monte Las Encantaciones. S^a del Cuquillo (Jaén)



Fotografía 94.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Cytisus scoparius*.
Sierra de Segura. Siles (Jaén)



Fotografía 93.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Crataegus monogyna*,
Cytisus scoparius, *Rubus* spp. S^a de Segura. Siles (Jaén)



Fotografía 95.- Ejemplar de *Crataegus monogyna* bajo *Pinus pinaster*.
S^a del Cuquillo. Siles (Jaén)



Fotografía 96.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Rubus ulmiifolius*.
S^a del Cuquillo. Monte de las Demarcaciones. Siles (Jaén)



Fotografía 98.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Cistus clusii*, *Cistus albidus*,
Rosmarinus officinalis. Sierra de Segura (Jaén)



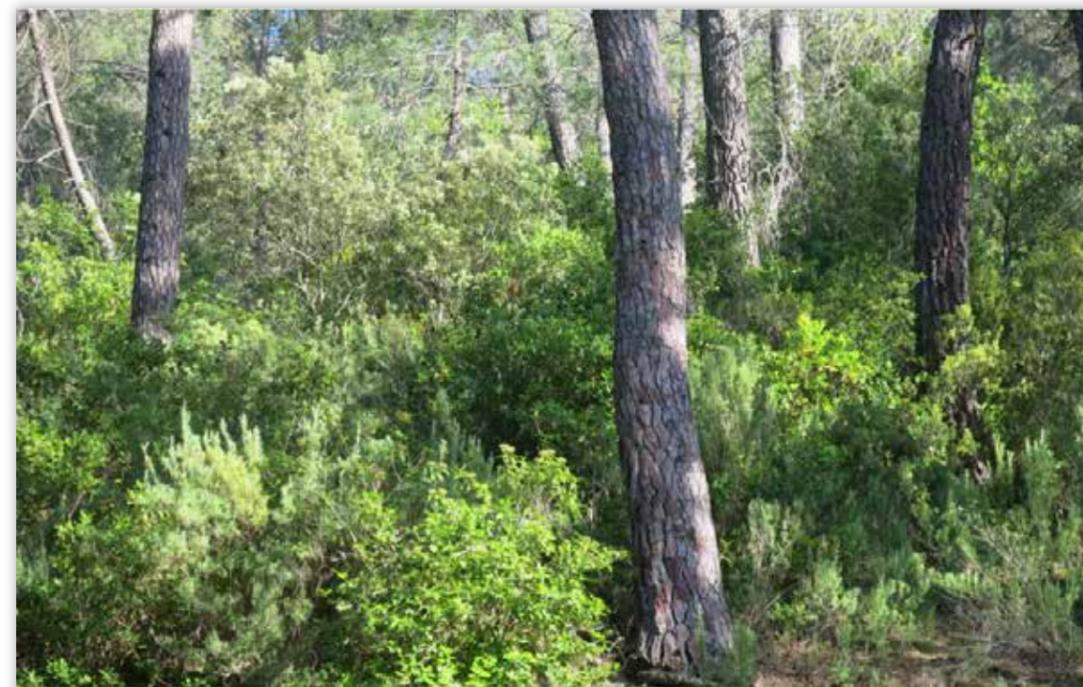
Fotografía 97.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Dorycnium pentaphyllum*.
Linarejos. Sierra de Segura (Jaén)



Fotografía 99.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Juniperus oxycedrus*, *Rosmarinus officinalis*,
Atriplex halimus. Frenedilla. Sierra de Segura (Jaén)



Fotografía 100.- *Pinus nigra* con *Thymus zygis*, *Thymus vulgaris* y *Teucrium fruticans*.
Río Madera. Sierra del Segura (Jaén)



Fotografía 102.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Viburnum tinus*, *Rosmarinus officinalis*, *Quercus ilex* y *Juniperus oxycedrus*. Siles (Jaén)



Fotografía 101.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Viburnum tinus*.
Siles (Jaén)



Fotografía 103.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Cistus ladanifer*.
Campillo (Albacete)



Fotografía 104.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Cistus populifolius*
Campillo. (Albacete)



Fotografía 106.- *Pinus pinaster* con sotobosque salpicado de *Daphne gnidium* y
Rosmarinus officinalis. Campillo (Albacete)



Fotografía 105.- *Pinus pinaster* con sotobosque de *Pteridium aquilinum*
Campillo (Albacete)



Fotografía 107.- Bosquetes de *Tamarix gallica*.
Río Guadalmena. Límite provincial Ciudad Real-Jaén.



Fotografía 108.- Cantuesar. *Lavandula stoechas*.
Riberos del Río Guadalmena. Jaén



Fotografía 110.- Espinar.
Sierra del Torcal. Antequera (Málaga)



Fotografía 109.- Mancha mediterránea.
Puerto de Despeñaperros (Jaén)



Fotografía 111.- *Pistacia terebinthus*.
Sierra Morena (Córdoba)



Fotografía 112.- Matorral de *Retama monosperma*, *Spartium junceum*, *Rubus* spp. y espinos. Bajada del Puerto de las Pedrizas. Antequera (Málaga)



Fotografía 114.- Rodal de *Tamarix gallica*. Laguna Fuente de Piedra (Málaga)



Fotografía 113.- *Retama sphaerocarpa* y *Spartium junceum* en floración. Puerto de las Pedrizas. Antequera (Málaga)



Fotografía 115.- Matorral de *Pistacia lentiscus* y *Quercus ilex*. Fuente de la Piedra (Málaga)



Fotografía 116.- Adelfa. *Nerium oleander*
Río Guadalmedina. Casabermeja (Málaga)



Fotografía 118.- Abrojal de *Astragalus granatensis*
La Moraña (Ávila)



Fotografía 117.- *Halimium lasianthum*.
Páramo de León



Fotografía 119.- Biercolar de *Calluna vulgaris*
Sierra de la Demanda



Fotografía 120.- Brezal bajo de *Erica cinerea*
Sierra de la Demanda Burgalesa



Fotografía 122.- Brezal mixto de *Erica australis* con *Pterospartum tridentatum*
La Maragatería (León)



Fotografía 121.- Brezal mixto y Matorral retamoideo
Sierra de la Cabrera (León)



Fotografía 123.- Bujedo - *Buxus sempervirens*
Montes Obarenes (La Rioja)



Fotografía 124.- Cambronal de *Genista hystrix*
Tierra del Vino (Zamora)



Fotografía 126.- Escobillar mixto de *Dorycnium pentaphyllum*
Valle central del Duero



Fotografía 125.- Escaramujal -*Rosa* spp.- abierto sobre pastizal estacional en la
paramera de Ávila



Fotografía 127.- Esplegar -*Lavandula latifolia*.
Comarcas centrales de Burgos



Fotografía 128.- Gayubar- *Arctostaphylos uva-ursi*
Páramo de Masa (Burgos)



Fotografía 130.- Matorral de *Genista obtusiramea*
Vertiente Sur de la Cordillera Cantábrica-Palencia



Fotografía 129.- Matorral de *Genista cinerascens*
Valle de Amblés (Ávila)



Fotografía 131.-Mosaico de piornal de *Cytisus oromediterraneus*, brezales de *Erica umbellata*, *Genista sanabrensis* y *E. ibericum*- Montes de León



Fotografía 132.- Piornal de *Genista florida*
Montañas de León-Zamora



Fotografía 134.- Salvio-esplegar mixto (*Salvia lavandulifolia*-*Lavandula latifolia*)
Comarcas centrales de Burgos



Fotografía 133.- Retamonal de *Genista cinerascens*.
Gredos (Avila)



Fotografía 135.- Piornal de *Genista florida*.
Provincia de León



Fotografía 136.- Olaguinar de *Genista hispanica occidentalis*
Vertiente sur de la Cordillera Cantábrica



Fotografía 138.- Pinar de *Pinus pinea* con sotobosque de *Cistus ladanifer*.
Valverde del Camino (Huelva)



Fotografía 137.- *Genista sanabrensis* y *Cytisus oromediterraneus*
Maragatería-El Bierzo (León)



Fotografía 139.- Pinar de *Pinus sylvestris* con sotobosque de *Buxus sempervirens*.
Puertos de Beceite (Tarragona)



Fotografía 140.- Masa de *Pinus halepensis* con sotobosque de *Stipa tenacissima*. Calasparra (Murcia)



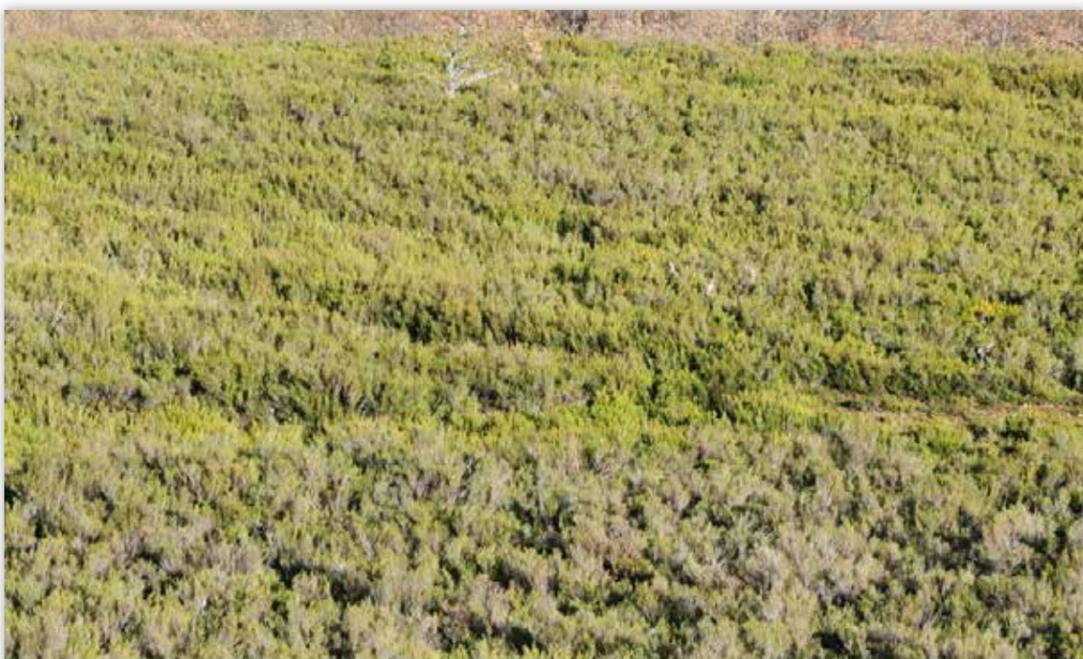
Fotografía 142.-Replantaciones de *Pinus sylvestris* en Brezales respetando los rodales de *Q. pyrenaica* (Montes de Leon)



Fotografía 141.- Cantuesar en dehesa extremeña Tejada de Tietar (Caceres)



Fotografía 143.-Replantaciones de *Pinus sylvestris* en Brezales Puerto del Manzanar (Montes de Leon)



Fotografía 144.-Matorral de ericaceas Foncebadon (León)



Fotografía 146.-Monte de encina y rebollo mezclado con matorral. Cuenca alta del río Carracedo. Acebo (León)



Fotografía 145.-Matorral de carquesa (*Genista tridentata*) Acebo (León)



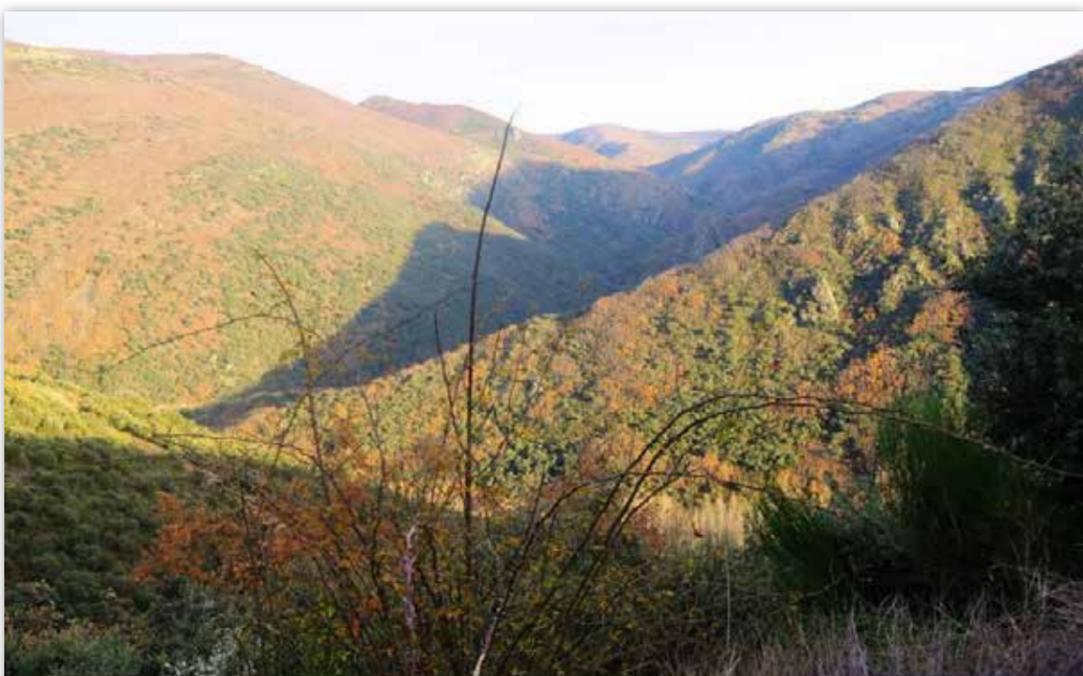
Fotografía 147.-Monte de rebollo y encina. Cuenca del río Compludo (León)



Fotografía 148.-Matorral de brezo y genistas con matas de rebollo y encina. Cuenca del río Carracedo (León)



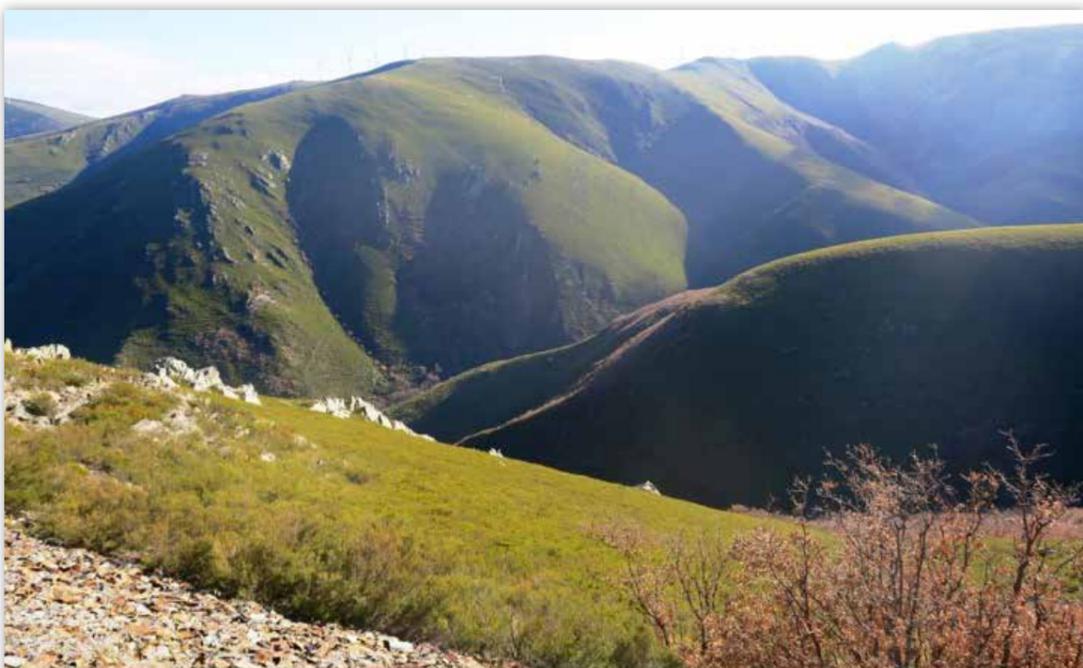
Fotografía 150.-Extensas áreas de brezales en el Valle del Silencio. Al fondo Peña Guiana. Montes Aquilanos .(León)



Fotografía 149.-Matorral con matas de rebollo y encina. Cuenca alta del río Carracedo. Prada de la Sierra (León)



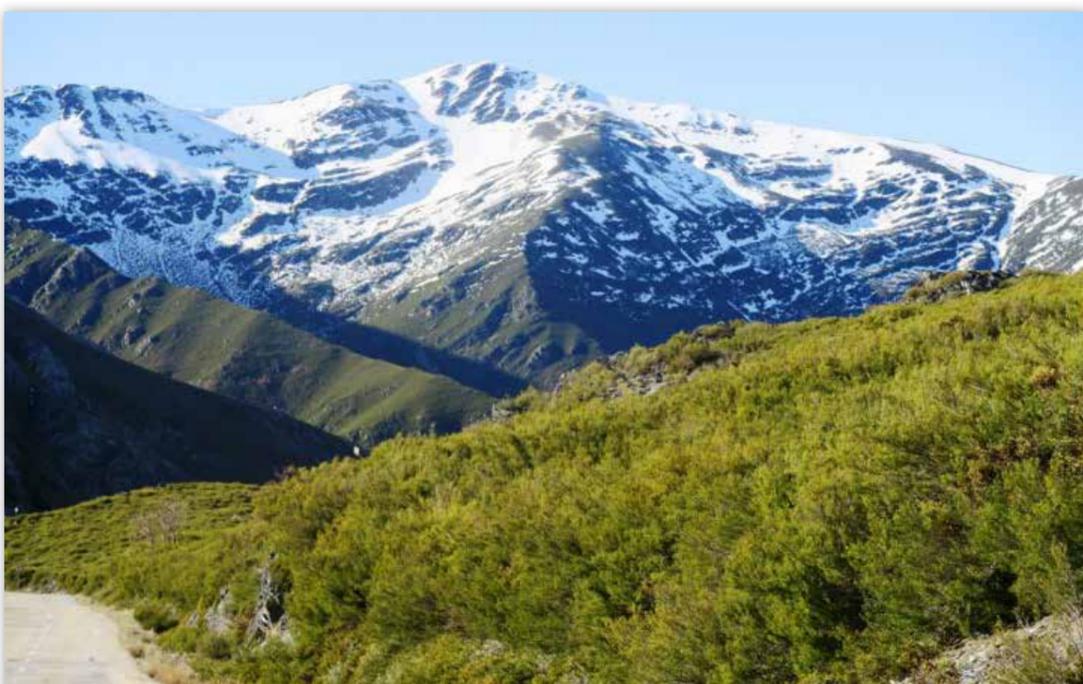
Fotografía 151.-Extensas áreas de brezales en el Valle del Silencio. Montes Aquilanos .(León)



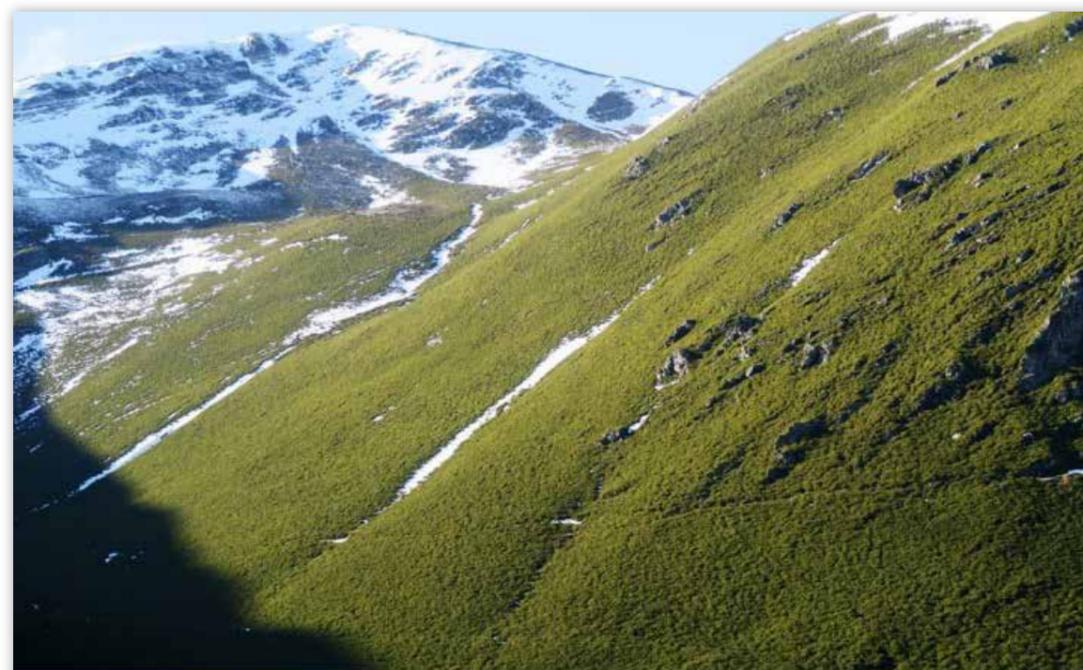
Fotografía 152.-Brezales de fuego y pastoreo. Cuenca alta dl rio Compludo (León)



Fotografía 154.-Extensos brezales en la parte alta del Valle del Silencio. Peñalba de Santiago (León)



Fotografía 153.-Brezales en las laderas del pico Peña de la Yegua. Montes de León (León)



Fotografía 155.-Brezales casi puros. Falda del pico Cabeza de la Yegua. Montes de Leon



Fotografía 157.-Alcornocales invadidos por matorral mixto con predominio de cistaceas. Sierra de Miravetes. (Cáceres)

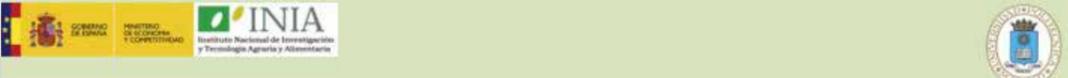


Fotografía 159.-Alcornocal invadido por Cistus ladanifer. Sierra de Miravetes. (Cáceres)

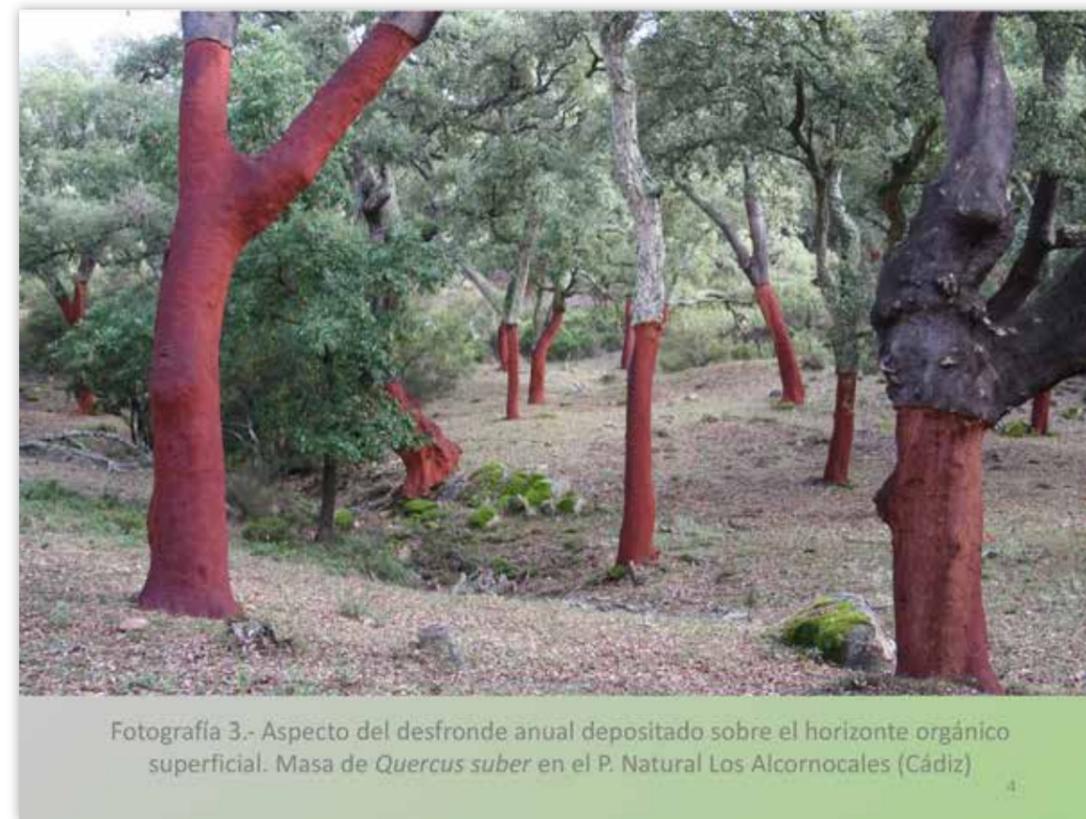
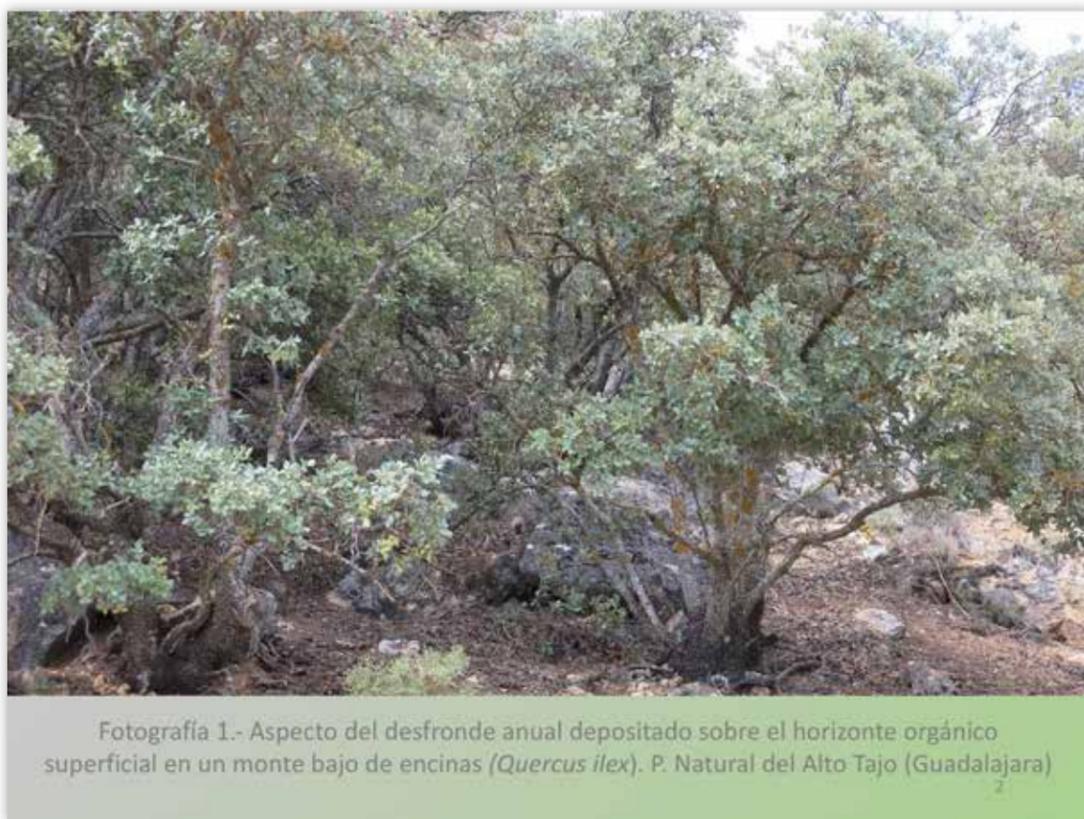


Fotografía 158.-Alcornocales invadidos por matorral. El Quercus suber se refugia en los pequeños arroyos Sierra de Miravetes. (Cáceres)





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





Fotografía 4.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial después del desbroce. Alcornocal joven y aclarado con sotobosque de brezos y *Ulex spp.* P. Natural Los Alcornocales (Málaga).



Fotografía 8.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial de un eucaliptal de Huelva.



Fotografía 5.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial en una zona de Acebuchar (*Olea europaea*). Parque Nat. Los Alcornocales (Málaga)



Fotografía 6.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial de un eucaliptal. Huelva.



Fotografía 7.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial de un de *Pinus pinea*. Baix Empordà, Girona.



Fotografía 9.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial de un monte bajo de *Quercus pyrenaica*. Avila.



Fotografía 10.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial de un monte bajo de *Quercus pyrenaica*. Burgos

9



Fotografía 12.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial de un raso de pinar con *Cistus crispus*. Sierra Bermeja (Málaga).

11



Fotografía 11.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial de un raso de pinar con *Cistus crispus*. Sierra Bermeja (Málaga).

10



Fotografía 13.-Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial en un jaral de *Cistus albidus*. Murcia.

12



Fotografía 14.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial en un rodal de espino (*Crataegus monogyna*) y matas de encina (*Quercus ilex*).
El Espinar (Jaén) 13



Fotografía 16.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus pinaster* en la sierra de Segura (Jaén) 15



Fotografía 15.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus pinaster* en la sierra de Segura (Jaén). 14



Fotografía 17.-Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un escobonal de *Cytisus scoparius*. Sierra de Sanabria (Zamora) 16



Fotografía 19.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de una dehesa de encina (*Quercus ilex*) con sotobosque de *Cistus salviifolius*. Sierra de Huelva.

18



Fotografía 21.- Aspecto del desfronde y caída de árboles muertos por competencia. Rodal de *Pinus pinaster*. Sierra de Fuencaliente (Ciudad Real)

20



Fotografía 20.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en una masa de *Pinus pinaster*. Sierra de Fuencaliente (Ciudad Real)

19



Fotografía 22.- Aspecto del desfronde que se incorpora en una masa de *Quercus suber* cubierta mayoritariamente por helechos (*Pteridium aquilinum*).

21



Fotografía 23.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en una masa de *Pinus uncinata* con sotobosque de *Rhododendrom ferrugineum*. Pirineos (Lleida)

22



Fotografía 25.- Detalle de la foto anterior. *Quercus faginea*. Barriopedro (Guadalajara).

24



Fotografía 24.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de una masa de *Quercus faginea*, en monte bajo. Barriopedro (Guadalajara).

23



Fotografía 26.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en una zona de romeral degradado (*Rosmarinus officinalis*). Guadalajara

25



Fotografía 27.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de una repoblación de *Pinus sylvestris* en la sierra de Madrid.

26



Fotografía 31.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de un jaral de *Cistus ladanifer* envejecido. Castillo de las Guardas. Sevilla.

28



Fotografía 28.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus nigra*. Peñalén (Guadalajara)

Fotografía 29.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus pinea* con sotobosque de *Cistus ladanifer*. Sierra Morena (Huelva)

Fotografía 30.- Aspecto del desfronde depositado sobre el horizonte orgánico superficial de un eucaliptal en terrazas y de tercer recepe. S^a Morena. (Huelva)

27



Fotografía 32.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de un piornal (*Cytisus oromediterraneus*). Pirineo Catalán - Girona.

29



Fotografía 33.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de un escobonal de *Cytisus striatus*. Montes de León.

30



Fotografía 35.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de un coscojal (*Quercus coccifera*) en la serranía de Cuenca.

32



Fotografía 34.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de un brezal de *Erica arborea*. Sierra de Gata (Cáceres)

31



Fotografía 36.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial de un jaral de *Cistus ladanifer* en Sierra Morena (Córdoba)

33



Fotografía 37.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial (básicamente debajo de *Cytisus sp.*) Puerto de Tornavacas (Ávila)

34



Fotografía 39.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial después de un aprovechamiento de claras en *Pinus nigra*. Sierra de Baza (Jaén)

36



Fotografía 38.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un rodal de *Pinus uncinata* con sotobosque de *Rhododendrom ferrugineum*. Pirineo Catalán. (Girona)

35



Fotografía 40.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus sylvestris* con sotobosque de *Buxus sempervirens*. Puertos de Beceite. (Tarragona)

37



Fotografía 41.-Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en una repoblación de *Pinus pinea* invadida por *Cistus ladanifer*. Sierra de Huelva.

38



Fotografía 43.-Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus pinaster* con sotobosque de *Rosmarinus officinalis*. Sierra del Segura (Jaén)

40



Fotografía 42.-Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en una repoblación de *Pinus pinaster*. Montes de Toledo

39



Fotografía 44.-Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus pinaster* con sotobosque de *Rosmarinus officinalis*. Sierra del Segura (Jaén)

41



Fotografía 45.-Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un espartizal (*Stipa tenacissima*) en Hornico (Murcia)

42



Fotografía 47.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus sylvestris* en Macizo Urbion (Soria)

44



Fotografía 46.- Perfil vertical del bosque mostrando los diferentes reservorios de carbono: Vegetación aérea (arborea y matorral) horizonte orgánico superficial y sistemas radicales

43



Fotografía 48.- Aspecto del desfronde que cubre el horizonte orgánico superficial en un pinar de *Pinus sylvestris* muy denso en el monte de Quintanar de la Orden(Burgos)

45

