

MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL Y SU CONTENIDO EN CARBONO



GREGORIO MONTERO

motero@inia.es

CIFOR-INIA Ctra. A Coruña km7,5 28040



**MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD**



INIA

Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria



GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE

Instituto de Investigación

Universidad de Valladolid-INIA

Grupo de Investigación: CIFOR-INIA- Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible (UVa-INIA)

G. Montero, M. del Río, R. Ruiz-Peinado, A. Bravo-Oviedo, M. Pasalodos, E. López, F. Bravo.

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



OBJETIVOS

- Cuantificar la biomasa acumulada por las principales formaciones de matorral.
- Cuantificar la cantidad total de carbono y CO₂ acumulados en las mismas.
- Comparar la cantidad total de carbono y de CO₂ fijado por los matorrales con los fijados por las especies forestales arbóreas.
- Comparar la biomasa de los matorrales que crecen como sotobosque de matas arboladas en función de la Fcc del arbolado, con la biomasa de los matorrales que crecen sin cobertura arbórea.



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA(I)

- ***Tipo de muestreo:*** Sistemático de malla variable de 50-300m
- ***Áreas muestreadas:***
 - Andalucía → 991 parcelas

Provincia	Nº de parcelas	Nº de Municipios
Almería	1	1
Cádiz	123	4
Córdoba	233	8
Granada	92	4
Huelva	232	4
Jaén	190	3
Málaga	88	3
Sevilla	32	3

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA(II)

- **Castilla La Mancha** → **120 parcelas**

Provincia	Nº de parcelas	Nº de municipios
Cuenca	120	7

- **Extremadura** → **120 parcelas**

Provincia	Nº de parcelas	Nº de municipios
Cáceres	120	8

- **Cataluña** → **170 parcelas**

Provincia	Nº de parcelas	Nº de municipios
Girona		3
Lleida		6

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA(III)

- **Cataluña** → **170 parcelas**

Provincia	Nº de parcelas	Nº de municipios
Girona		3
LLeida		6

- **Galicia** → **145 parcelas**

Provincia	Nº de parcelas	Nº de municipios
A Coruña	35	5
Lugo	20	7
Ourense	70	4
Pontevedra	20	1

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA(IV)

- Detalle de toma de datos en campo (Secuencia de la operación)
 - *Rhododendron ferrugineum* (Gerona)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (V)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VI)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Buxus sempervirens* (Lérida)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Erica arborea* (Cáceres)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Ulex europaeus* (Coruña)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Cytisus scoparius* (Orense)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Cistus ladanifer* (Cáceres)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Cistus albidus* (Córdoba)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Rosmarinus officinalis* (Cuenca)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Ulex parviflorus* y *Genista scorpius* (Cuenca)



ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE LOS MATORRALES ESPAÑOLES



METODOLOGÍA (VII)

- *Quercus coccifera* (Cuenca)



CONTENIDO DE CARBONO EN LA BIOMASA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE MATORRAL



Contenido de Carbono en la biomasa de las principales especies de matorral y arbustados de España (II)

- 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.
- Las muestras se queman en oxígeno puro y en los gases de combustión se determina el carbono mediante una célula de infrarrojos.
- Los resultados obtenidos se presentarán agrupados por especies, géneros y formaciones según el Mapa Forestal Español 1:25.000 (MFE25).

Contenido de carbono total 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 DC.</i>		52,37	1,77	31	<i>Lithospermum L.</i>		48,87	0,44
2	<i>Amelanchier Medik.</i>		49,24	0,21	32	<i>Lonicera L.</i>		48,42	0,19
3	<i>Asphodelus L.</i>		47,41	0,56	33	<i>Myrtus L.</i>		48,84	0,80
4	<i>Arbutus L.</i>		49,83	1,38	34	<i>Nerium L.</i>		48,45	1,40
5	<i>Arctostaphylos Adans.</i>		49,65	0,65	35	<i>Olea L.</i>		50,79	0,00
6	<i>Asparagus L.</i>		49,38	0,72	36	<i>Osyris L.</i>		49,83	0,91
7	<i>Berberis L.</i>		49,63	0,10	37	<i>Phillyrea L.</i>		51,28	1,53
8	<i>Buxus L.</i>		50,46	0,23	38	<i>Phlomis L.</i>		50,18	0,93
9	<i>Calicotome Link.</i>		50,21	0,41	39	<i>Pistacea L.</i>		49,67	1,30
10	<i>Calluna Salisb.</i>		50,55	0,49	40	<i>Prunus L.</i>		49,17	0,25
11	<i>Chamaerops L.</i>		47,59	0,72	41	<i>Pteridium Gled. ex Scop.</i>		49,18	0,09
12	<i>Cistus L.</i>		49,49	0,90	42	<i>Pyrus L.</i>		49,91	1,41
13	<i>Cornus L.</i>		50,15	0,94	43	<i>Quercus L.</i>		48,48	2,41
14	<i>Crataegus L.</i>		48,55	0,54	44	<i>Retama (Rafin) Boiss.</i>		50,41	1,19
15	<i>Cytisus L.</i>		50,20	0,88	45	<i>Rhamnus L.</i>		48,58	1,01
16	<i>Daphne L.</i>		50,87	1,34	46	<i>Rhododendron L.</i>		50,90	3,07
17	<i>Dorycnium Vill.</i>		53,46	1,31	47	<i>Rosa L.</i>		49,69	0,56
18	<i>Echinopartum Fourr.</i>		49,82	1,15	48	<i>Rosmarinum L.</i>		52,35	0,42
19	<i>Erica L.</i>		50,46	1,40	49	<i>Rubus L.</i>		49,16	0,00
20	<i>Erinacea Adans.</i>		52,71	-	50	<i>Salix L.</i>		49,56	0,84
21	<i>Flueggea Willd.</i>		51,14	0,08	51	<i>Sambucus L.</i>		49,50	0,27
22	<i>Genista L.</i>		50,59	1,36	52	<i>Spartium L.</i>		51,35	0,34
23	<i>Halimium sp (Dunal) Spach</i>		49,91	1,18	53	<i>Stauracanthus Link.</i>		50,69	0,00
24	<i>Helianthemum Miller</i>		48,84	0,26	54	<i>Stipa L.</i>		47,41	0,18
25	<i>Helichrysum Mill.</i>		50,08	0,00	55	<i>Tamarix L.</i>		48,58	0,33
26	<i>Ilex L.</i>		51,08	0,53	56	<i>Teucrium L.</i>		50,40	1,14
27	<i>Jasminum L.</i>		50,07	0,34	57	<i>Thymus L.</i>		51,31	0,95
28	<i>Juniperus L.</i>		50,11	1,67	58	<i>Tymbra L.</i>		50,77	0,00
29	<i>Lavandula L.</i>		53,09	0,18	59	<i>Ulex L.</i>		49,32	1,37
30	<i>Ligustrum L.</i>		47,64	0,11	60	<i>Viburnum L.</i>		50,82	0,79
TOTAL								49,97	0,77

PARCELAS CLASIFICADAS POR Fcc DEL ARBOLADO Y DEL MATORRAL

RESULTADOS (I)

Especie dominante	Nº de Parcela_P	Promedio de Fcc arboreo	Promedio de Fcc_matorral
Arbolada	771	43	43,50
Eucalipto	19	30	79,47
<i>Olea europaea</i>	38	46	34,68
Otros	19	33	41,11
<i>Pinus halepensis</i>	68	44	43,44
<i>Pinus nigra</i>	101	55	23,09
<i>P. nigra</i> y <i>Pinus pinaster</i>	4	44	60,00
<i>P. nigra</i> y <i>Pinus sylvestris</i>	5	48	75,00
<i>P. pinaster</i>	86	40	39,24
<i>Pinus pinea</i>	102	32	45,44
<i>P. sylvestris</i>	46	62	80,22
<i>Pinus uncinata</i>	49	69	75,11
<i>P. uncinata</i> y <i>P. sylvestris</i>	1	90	50,00
<i>Quercus canariensis</i>	25	57	41,48
<i>Quercus ilex</i>	138	28	33,90
<i>Quercus pyrenaica</i>	2	53	10,00
<i>Quercus suber</i>	68	44	42,35

PARCELAS CLASIFICADAS POR Fcc DEL ARBOLADO Y DEL MATORRAL



RESULTADOS (II)

Especie dominante	N° de Parcela_P	Promedio de Fcc arboreo	Promedio de Fcc matorral
Arbolado ralo	27	5	64,54
Otros	1	5	70,00
<i>P. pinaster</i>	1	5	40,00
<i>P. sylvestris</i>	11	5	86,64
<i>Q. ilex</i>	14	5	47,31
Matorral	733	1	80,33
Desarbolado	733	1	80,33
Total general	1531	23	61,04

MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (I)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA SECA POR HECTÁREA

- se ha optado por elegir la **FCC (%)** y la **H_m (dm)** del matorral como variables independientes por contar con esta información en la base de datos del IFN-3 e IFN-4 para toda España, lo que facilitará la aplicación de los resultados de este trabajo a otros territorios de características y tipologías de matorral similares.
- estimación por **formaciones de matorral** representadas en el MFE25

MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (II)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA SECA POR HECTÁREA

Elección de modelos

- **Biomasa Total Acumulada** (T/ha MS)

$$\ln(W) = -2,560 + 1,006 \cdot \ln(H_m) + 0,672 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 63,5%

SEE= 0,74162

W cantidad de biomasa (Tn MS.ha⁻¹)

H_m la altura media del matorral expresada en decímetros (dm)

FCC_m la fracción de cabida cubierta del matorral expresada en %.

MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (III)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA SECA POR HECTÁREA

Elección de modelos

- **Crecimiento o tasa de acumulación anual (T/ha MS)**

$$\ln(Y) = -4,771 + 0,814 \cdot \ln(H_m) + 0,676 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 60,1%

SEE= 0,72657

Y crecimiento medio de biomasa (Tn MS.ha⁻¹.año⁻¹)

H_m la altura media del matorral expresada en decímetros (dm)

FCC_m la fracción de cabida cubierta del matorral expresada en %

Contenido de carbono total y desviación típica (%) para las principales formaciones de arbustados y de matorrales españoles según el MFE 25.



Formación	Promedio C	Desviación típica
1. ARBUSTEDOS Y AGRUPACIONES AFINES		
110. Sotos, orlas, salcedas, galinas arbustivas, etc.	49.31	0.22
120. Bujedos	50.46	0.28
140. Mancha	50.20	1.59
150. Cornicabrales	49.67	1.57
160. Garrigas	49.55	2.01
170. Coscojales	48.48	2.56
180. Lentiscales	49.51	1.68
1. MATORRALES Y CUBIERTAS MIXTAS DE LEÑOSAS Y HERBACEAS		
210. Brezales, matorrales de ericas y agrupaciones afines	50.47	1.62
220. Jarales y matorrales de cistáceas	49.64	1.04
230. Mezclas de matorrales de leguminosas retamoides	50.29	1.41
240. Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines	49.87	1.52
250. Mezclas de matorrales de labiadas y tomillares	51.22	1.52
260. Sabinares y enebrales rastreros	50.11	1.83
270. Otros matorrales de cubiertas mixtas no intrazonales	sin datos	
280. Matorrales de cubiertas hiperxerófilos/termófilos, gipsófilos, halófilos, psamófilos y otros intrazonales.	48.45	1.62
1. COMUNIDADES HERBACEAS Y PASTIZALES		
34. Espartizales	47.41	0.22

MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (IV)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

•Formación 1.- Arbustados y agrupaciones afines (I)

- Formación 110. Setos, orlas, bardas, salcedas, galerías arbustivas, etc.

$$\ln(W) = 0,494 \cdot \ln (FCC_m)$$

R² aj= 94,9%

SEE= 0,44194

Los datos de crecimiento existentes para estas parcelas resultaron no ser suficientes para realizar el ajuste de un modelo específico.



MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (V)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

•Formación 1.- Arbustados y agrupaciones afines (II)

•Formaciones 140, 150 y 160. Manchas, cornicabrales, garrigas

$$\ln(W) = -3,853 + 1,311 \cdot \ln(H_m) + 0,726 \cdot \ln(FCC_m)$$

R2 aj= 66,0%

SEE= 0,66222

$$\ln(Y) = -5,922 + 0,735 \cdot \ln(H_m) + 0,979 \cdot \ln(FCC_m)$$

R2 aj= 54,0%

SEE= 0,74896



MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (VI)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

•Formación 1.- Arbustados y agrupaciones afines (II)

•Formaciones 170 y 180. Coscojares más puros y lentiscales/charnecales

$$\ln(W) = -2,892 + 1,505 \cdot \ln(H_m) + 0,462 \cdot \ln(FCC_m) \quad R^2_{aj} = 73,4\% \\ SEE = 0,71467$$

$$\ln(Y) = -4,955 + 1,150 \cdot \ln(H_m) + 0,463 \cdot \ln(FCC_m) \quad R^2_{aj} = 65,7\% \\ SEE = 0,70738$$



MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (VII)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

- **Formación 2.- Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas**

- Formación 210. Brezales, matorrales de *Ericaceas* y agrupaciones afines

$$\ln(W) = -2,921 + 0,984 \cdot \ln(H_m) + 0,863 \cdot \ln(FCC_m) \quad R^2_{aj} = 81,9\% \\ SEE = 0,46137$$

$$\ln(Y) = -5,545 + 0,824 \cdot \ln(H_m) + 0,881 \cdot \ln(FCC_m) \quad R^2_{aj} = 78,2\% \\ SEE = 0,51177$$



MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (VIII)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

- **Formación 2.- Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas**
 - Formación 220. Jarales y matorrales de Cistaceae

$$\ln(W) = -2,596 + 0,957 \cdot \ln(H_m) + 0,747 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 63,7%

SEE= 0,68681

$$\ln(Y) = -4,505 + 0,588 \cdot \ln(H_m) + 0,793 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 61,8%

SEE= 0,64360



MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (IX)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

- **Formación 2.- Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas**
 - Formación 230. Mezcla de matorrales de leguminosas retamoideas

$$\ln(W) = -1,833 + 0,965 \cdot \ln(H_m) + 0,453 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 46,4%
SEE= 0,72748

$$\ln(Y) = -3,809 + 0,672 \cdot \ln(H_m) + 0,577 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 45,5%
SEE= 0,73368



MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (X)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

- **Formación 2.- Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas**
 - Formación 240. Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines

$$\ln(W) = -2,464 + 0,808 \cdot \ln(H_m) + 0,761 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 57,3%
SEE= 0,80498

$$\ln(Y) = -4,479 + 0,715 \cdot \ln(H_m) + 0,701 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 50,1%
SEE= 0,82444



MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (XI)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

- **Formación 2.- Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas**
 - Formación 250. Mezcla de matorrales de labiadas y tomillares

$$\ln(W) = -1,877 + 0,643 \cdot \ln(H_m) + 0,661 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 64,2%

SEE= 0,69326

$$\ln(Y) = -4,446 + 0,753 \cdot \ln(H_m) + 0,573 \cdot \ln(FCC_m)$$

R² aj= 50,1%

SEE= 0,82444



MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL



RESULTADOS (XII)

AJUSTES DE MODELOS DE ESTIMACIÓN Y CRECIMIENTO DE BIOMASA SECA POR HA

- **Formación 3.-** Comunidades herbáceas y pastizales
 - Formación 34. Espartizales

$$\ln(W) = 0,494 \cdot \ln (FCC_m)$$

R² aj= 94,9%

SEE= 0,44194





Muchas gracias por su atención



Patrocinadores:

