



**6º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL**

---

**6CFE01-139**

---

Montes: Servicios y desarrollo rural  
10-14 junio 2013  
Vitoria-Gasteiz



---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013  
ISBN: 978-84-937964-9-5  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Contenido de Carbono en la biomasa de las principales especies de matorral y arbustados de España

MONTERO, G.<sup>1,2</sup>; PASALODOS-TATO, M.<sup>a.1</sup>; MONTOTO, R.<sup>1</sup>; LOPEZ-SENESPLEDA, E.<sup>1,2</sup>; ONRUBIA, R.<sup>1</sup>; BRAVO-OVIEDO, A.<sup>1,2</sup>, RUIZ-PEINADO, R.<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación Forestal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

<sup>2</sup>Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible (UVa-INIA)

Ctra. A Coruña km. 7,5

28.040 MADRID

[montero@inia.es](mailto:montero@inia.es)

### Resumen

Se presentan los porcentajes de carbono total obtenidos por el método de combustión seca, utilizando un analizador total LECO mod. HCN-600, para 123 especies y 60 géneros botánicos, que integran las principales formaciones de arbustados y matorrales españoles. Los resultados ofrecen el contenido medio de carbono y su desviación típica, por especie y por género. En un intento de adaptar estos resultados a la información que ofrece el Mapa Forestal Español 1:25.000, se ha calculado el contenido medio de carbono total para las principales formaciones de matorral y arbustados existentes en España. Los valores obtenidos oscilan entre el 46,72 y 53,83 % de carbono, con una media de  $49,97 \pm 0,77$  %. Estos resultados se sitúan en el mismo rango que los obtenidos por la mayoría de los autores para formaciones de matorral y sotobosque en Australia, USA, México y otros países iberoamericanos, en los cuales, se ha trabajado mucho en este tema, con el objetivo de determinar el balance nacional para su negociación en el mercado internacional del carbono.

### 1. Introducción

Los arbustados y matorrales desempeñan un papel ecológico trascendente (SAN MIGUEL et al, 2008), ocupan una superficie de 18,2 millones de hectareas, repartidos en diversas formaciones; orlas y arbustados, brezales, jarales etc. 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 combustión 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 sus tallos, y como consecuencia, la cantidad de carbono acumulado en los mismos.

La concentración de carbono en la biomasa de la mayoría de las especies leñosas, arboles, arbustos y matas se estima, en general, en el 50 % (IPCC, 1996; BROWN, 1997; HUSH, 2001). 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; PERI et al, 2004; GAYOSO Y GUERRA, 2005; FIGUEROA et al, 2005; AVENDAÑO et al, 2009).

En España, se cuenta con información sobre algunas especies forestales arbóreas (IBÁÑEZ et al, 2002; MONTERO et al, 2005; RUIZ-PEINADO et al, 2011, 2012) pero se cuenta con muy poca información sobre las formaciones de arbustados y matorrales (BLANCO Y NAVARRO, 2003; CASTRO et al, 1996; NAVARRO, 2004; NAVARRO Y BLANCO, 2006; MENDOZA-PONCE Y GALICIA, 2010; ORDÓÑEZ et al, 2008; PATÓN et al, 1997; RUIZ-PEINADO et al, 2013), por lo que se considera necesario iniciar trabajos que aporten las herramientas necesarias para la estimación del carbono capturado por estas formaciones vegetales, buscando incluso una alternativa futura como generación de recursos económicos, dentro de una gestión sostenible derivada de la aplicación de técnicas adecuadas de fruticicultura (SAN MIGUEL et al, 2008).

A los efectos de este trabajo se consideran las definiciones que da el Diccionario Forestal de la SECF (2005), en lo que se refiere a las palabras Arbusto, Arbustado, Mata y Matorral. Estas definiciones se incluyen a continuación para comodidad del lector:

- Arbusto: Individuo vegetal leñoso que presenta diferenciación de tronco y copa y que alcanza tallas comprendidas entre 3 y 7 metros.
- Arbustado: Agrupación de arbustos en mayor o menor espesura.
- Mata: Planta plurianual, leñosa de talla inferior a 7 metros, con tallo ramificado desde su base, de forma que no hay distinción de tronco y copa.
- Matorral: Formación de plantas leñosas cuya parte aérea no llega a diferenciarse entre tronco y copa, presentándose, en general, muy ramificada y pudiendo llegar desde porte arbustivo hasta el achaparrado y rastrero.

## 2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es conocer el porcentaje de carbono contenido en la parte aérea de las principales especies de matorral y arbustados que pueblan nuestros montes.

## 3. Metodología

La toma de datos de campo se realizó mediante visitas a diferentes formaciones de matorral de las siguientes provincias: Almería, Cáceres, Cádiz, Ciudad Real, Córdoba, Granada, Guadalajara, Huelva, Jaén, León, Lleida, Lugo, Málaga, Sevilla, Teruel y Zamora. Se han recogido muestras tomadas de 123 especies entre las que figura la encina en su morfotipo de mata o carrasca considerada en ocasiones como matorral.

Como regla general, se tomaron tres muestras de tres matas diferentes, para tener una estimación de la variabilidad intraespecífica. En algunas ocasiones, por deterioro o pérdida de alguna muestra, sólo se ha podido contar con dos o con una muestra por especie. Siempre que fue posible se eligieron individuos de características y vigor medio dentro de su especie.

La muestra se tomó de tallos y ramas, no de hojas, y se procuró que entrasen en proporciones similares tallos gruesos y viejos, ramas de tamaño medio y ramillas jóvenes, pocas veces 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 CIFOR-INIA 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. Las muestras 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 se presentarán agrupados por especies, géneros y formaciones según el Mapa Forestal Español 1:25.000 (MFE25).

#### 4. Resultados

El contenido de carbono total expresado como porcentaje de la biomasa seca, para las 123 especies analizadas, se presenta en la tabla 1.

El promedio de carbono total oscila entre el 46,72 % de la especie *Quercus ilex* L. (morfotipo de matorral) y el 53,83 % de la *Genista hirsuta* Vahl, con un valor medio de 49,99 %.

Los resultados no muestran variaciones importantes entre las muestras de la misma especie ni entre especies del mismo género.

Lógicamente, sí se presentan diferencias significativas entre algunos de los 60 géneros analizados (Tabla 2). En este caso, el género en menor porcentaje de carbono es *Stipa* con un promedio de carbono de 47,41 % y el que mayor porcentaje contiene es *Dorycnium* con un 53,46 %. El promedio de los 60 géneros se sitúa en el 49,97 % ± 0.54%.

Tabla 1.- Contenido de carbono total y desviación típica (%) para las principales especies de arbustados y de 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>Heliantemum</i> sp	48,84	0,26
<i>Amelanchier ovalis</i> Medik	49,24	0,21	<i>Helichrysum stoechas</i> L.	50,08	-
<i>Asphodelus albus</i> Miller	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>Arctostaphilus 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 salvifolius</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>Pistacea lentiscus</i> L.	49,30	1,55
<i>Cornus</i> sp.	51,01	0,44	<i>Pistacea 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 balansae</i> Boiss. ( <i>Cytisus purgans</i> L.)	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.	53,46	1,31	<i>Rhamnus oleoides</i> L.	47,03	1,28
<i>Echinospartum</i> sp.	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> Loeffl. 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 anthylli</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 zigys</i> Loeffl.	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 atriplicifolius</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.) Gre.	49,75	0,07	<i>Viburnum tinus</i> L.	50,82	0,79
<i>Halimium ocymoides</i> Lam.	48,37	0,22	<b>MEDIA</b>	<b>49,99</b>	<b>0,54</b>

Tabla 2.- 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>Heliantemum 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
<b>TOTAL</b>						<b>49,97</b>	<b>0,77</b>

El MFE25 está incorporando una tipología de formaciones de arbustados y matorrales a nivel de todo el territorio nacional, en este sentido puede ser muy útil a la hora de la aplicación práctica de los resultados de este trabajo a los datos del IFN 4, el conocer con buena aproximación el porcentaje medio de carbono total del conjunto de las especies que constituyen cada una de esas formaciones.

Las denominaciones que el MFE25 y el número que en dicha clasificación asigna a cada una de ellas, junto con los valores promedios de carbono observado, son las siguientes (Tabla 3):

Tabla 3.- 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
<b>1. ARBUSTEDOS Y AGRUPACIONES AFINES</b>		
<b>110. Sotos, orlas, salcedas, galinas arbustivas, etc.</b>	49.31	0.22
<b>120. Bujedos</b>	50.46	0.28
<b>140. Mancha</b>	50.20	1.59
<b>150. Cornicabrales</b>	49.67	1.57
<b>160. Garrigas</b>	49.55	2.01
<b>170. Coscojales</b>	48.48	2.56
<b>180. Lentiscares</b>	49.51	1.68
<b>2. MATORRALES Y CUBIERTAS MIXTAS DE LEÑOSAS Y HERBACEAS</b>		
<b>210. Brezales, matorrales de ericas y agrupaciones afines</b>	50.47	1.62
<b>220. Jarales y matorrales de cistáceas</b>	49.64	1.04
<b>230. Mezclas de matorrales de leguminosas retamoides</b>	50.29	1.41
<b>240. Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines</b>	49.87	1.52
<b>250. Mezclas de matorrales de labiadas y tomillares</b>	51.22	1.52
<b>260. Sabinares y enebrales rastreros</b>	50.11	1.83
<b>270. Otros matorrales de cubiertas mixtas no intrazonales</b>	sin datos	
<b>280. Matorrales de cubiertas hiperxerófilos/termófilos, gipsófilos, halófilos, psamófilos y otros intrazonales.</b>	48.45	1.62
<b>3. COMUNIDADES HERBACEAS Y PASTIZALES</b>		
<b>34. Espartizales</b>	47.41	0.22

## 5. Discusión

La variabilidad en el contenido de carbono de especies arbóreas ha sido puesta de manifiesto por diferentes autores (CUBERO Y ROJAS, 1999; FRANCIS, 2000; y GIFFORD, 2000; GAYOSO Y GUERRA, 2005). Los trabajos más frecuentes hacen referencia a la variabilidad del contenido de carbono en las diferentes partes del árbol: fustes, ramas, corteza y raíces, y otros, ponen de manifiesto las diferencias entre diferentes géneros y especies dentro del mismo ecosistema o de ecosistemas diferentes (GAYOSO Y GUERRA, 2005). GAYOSO Y GUERRA (2005), encontraron variaciones entre especies, que iban del 34,86 al 48,31 % de carbono orgánico. En nuestro estudio la variación oscila entre el 46,72 % y el 53,83 %. Asimismo, (GAYOSO Y GUERRA, 2005) encontraron diferencias significativas entre las diferentes fracciones de biomasa de los árboles al 95 % de significación (fuste, ramas y cortezas). BIRDSEY (citado por MCNULTY, 2002), señala para la fracción de carbono, contenido por especies de ecosistemas forestales de USA, diferencias que oscilan entre el 50 y 53 %, dependiendo del tipo de bosque estudiado. KURVANOV (2000) señala un rango de 47 al 55 % para un conjunto de 19 especies leñosas australianas, lo que concuerda, básicamente, con nuestros resultados y FRANCIS (2000) en un estudio sobre 20 especies de bosques secundarios en estado de latizal en Puerto Rico, obtiene valores que oscilan entre el 45 y el 55,4 % de Carbono total.

Existen también algunos trabajos realizados, mayoritariamente en Iberoamérica, con el objetivo de determinar el balance nacional de carbono, la construcción de indicadores nacionales y la fijación de la “línea base” para futuros proyectos negociables en el mercado del Carbono, que han llevado a cabo mediciones del contenido de éste en matorrales específicos (FIGUEROA-NAVARRO, 2001; BRAASCH, 2011a y 2011b; YERENA-YAMALLEL, 2011a y 2011b).

FIGUEROA-NAVARRO (2001) encontraron valores comprendidos entre el 47,3 y 51,3 % para sus especies leñosas de la tierra de Oaxaca, México. Otros autores citan valores similares a los encontrados en nuestro estudio: LIN et al (2002) obtiene valores comprendidos entre el 45,7 y 51,8% para 47 especies leñosas de la provincia de Jilin en el NE de China. Algunos autores, YERENA-YAMALLEL et al (2011a), no encontraron diferencias en la concentración media de carbono en 10 especies, en un estudio en el que el porcentaje de carbono oscilaba entre el 44,3 y 47,1 %.

En este trabajo, los contenidos de carbono de las diferentes especies, se refieren a carbono total que incluye el carbono orgánico, el cual, suele suponer más de un 94-95 % del carbono total, siendo el resto, la parte atribuida a la fracción inorgánica. Esta fracción no es valorada cuando el contenido de carbono se obtiene por el conocido método de WALKEY & BLACK, que consiste en la oxidación de la muestra con una solución de dicromato potásico en un medio sulfúrico. GAYOSO Y GUERRA (2005) presentan las diferencias entre carbono orgánico y carbono total para 44 muestras de diferentes partes del árbol, cuyos valores oscilan entre el 4,5 y 5,5 %, que sería el porcentaje atribuido a la fracción inorgánica. Este resultado permite estimar el contenido total de carbono cuando se dispone del carbono orgánico de la planta, en principio para cualquier especie, sumando al carbono orgánico una media del 5,0 %.

La falta de precisión en la definición del método de análisis, dificulta la comparación entre resultado de diferentes estudios y justifica la abundancia de resultados, en los cuales, se obtienen porcentajes iguales o menores al 35-36 % de carbono.

## 6. Conclusiones

Existe variabilidad en el contenido de carbono de diferentes especies de matorral, aunque en conjunto, la media para un número elevado de taxas se aproxima al valor medio ofrecido por KOLLMAN (1959) y aceptado por el IPCC en 50 %.

Si se trata de determinar el carbono acumulado en una formación determinada como jarales, brezales, coscojales etc., es mejor aplicar el contenido medio de carbono calculado para esas asociaciones. Cuando el área de estudio coincida con un jaral de *Cistus ladanifer*, un jaguarzar de *Cistus salviifolius*, *Cistus crispus* etc., o un romeral más o menos puro, lo más indicado es aplicar el porcentaje de carbono de la especie principal.

La variación en el porcentaje de carbono entre especies del mismo género no varía significativamente, lo que indica que aunque puedan aparecer especies que no han sido estudiadas en este trabajo, se les puede aplicar el contenido de carbono del género al que pertenezcan sin cometer errores significativos.

## 7. Agradecimientos

A Milagros Serrano y a la Dra. Isabel González, del laboratorio de Ecología del CIFOR-INIA por el cuidado y rigor en la determinación del carbono de las 123 especies.

## 8. Bibliografía

AVENDAÑO, D.; ACOSTA, M.; CARRILLO, F.; ETCHEVERS, J.; 2009. Estimación de biomasa y carbono en un bosque de *Abies religiosa*. *Fitotecnia Mexicana* 32(3): 233-238.

BIRDSEY, R.; 1992. Carbon storage and Accumulation in the United States Forest Ecosystems. USDA, Forest Service. General Technical Report WO-59 Washington, DC, 51 p.

BLANCO, P.; NAVARRO, R.M.; 2003. Aboveground phytomass models for main species in shrub ecosystems of western Andalucía. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 12(3): 47-55.

BRAASCH, M.; 2011. El sumidero de carbono en los ecosistemas de México. *Objetivos, métodos y resultados entre 2001 y 2011.*

BROWN, S.; 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer UN FAO Forestry Paper 134, Rome, pp 55.

CASTRO, I.; CASADO, M.A.; RAMIREZ-SANZ, L.; DE MIGUEL, J.M.; COSTA, M.; DIAZ, F.; 1996. Funciones de estimación de fitomasa aérea en varias especies de matorral mediterráneo del centro de la Península Ibérica. *Orsis* 11: 107-116.

CUBERO, J.; ROJAS, S.; 1999. Fijación de carbono en plantaciones de *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata* en los cantones de Hojanca y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Heredia (Costa Rica): Tes. Lic. Cs. Forestales Universidad Nacional, 93 p.

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.

FIGUEROA-NAVARRO, L.; 2001. Comparación de la concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación en la sierra norte de Oaxaca. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

FRANCIS, J.; 2000. Estimating biomass and carbon content of sapling in Puerto Rican Secondary forest. *Caribbean Journal of Science* 36(3-4): 346-350.

GAYOSO, J.; GUERRA, J.; 2005. Contenido de carbono en biomasa aérea de bosque nativo en Chile. *Bosque* 26(2): 33-38.

GIFFORD, R.; 2000. Carbon contents of above-ground tissues of forest and woodland trees. Canberra: Australian Greenhouse Office, National Carbon Accounting System, Technical Report No 22. 17 p.

HUSH, B.; 2001. Estimación del contenido de carbono de los bosques. Simposio internacional. Medición y monitoreo de la Captura de carbono en Ecosistemas forestales. Valdivia.

IBAÑEZ J.J; VAYREDA, J.; GRACIA, C.; 2002. Metodología complementaria al Inventario Forestal Nacional en Catalunya. En: Bravo, F; del Río M.; del Peso, C. (eds.) El inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la gestión forestal sostenible. Fundación General de la Universidad de Valladolid, p 67-77.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE; 1996. Chapter 5: Land Use Change & Forestry. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Revised Version. London, vol. 3, 57 p.

KOLLMANN, F.; 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo I. Ministerio de Agricultura. IFIE. 1959. 675 pp.

KURBANOV, E.; 2000. Carbon Pine Forest Ecosystems of Middle Zavolgie, Sussian European Forest Institute International Report nº 2. 68 p.

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(3): 291-299.

McNULTY, S.; 2002. Hurricane impacts on U.S. Forest carbon sequestration. *Environmental Pollution* 116, Suppl 1 17-24.

MENDOZA-PONCE, A.; GALICIA, L.; 2010. Aboveground and belowground biomass and carbon pools in Highland temperate forest landscape in Central Mexico. *Forestry* 83: 497-506

MONTERO, G.; RUIZ-PEINADO, R.; MUÑOZ M.; 2005. Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles. Monografías INIA. Serie forestal nº 13. 270 p. Madrid.

NAVARRO, R.; 2004. Fitomasa aérea en los ecosistemas de matorral en el monte Can Vilallonga (T.M. de Cassà de la Selva-Girona). *Ecología* 8: 99-112.

NAVARRO, R.M.; BLANCO, P.; 2006. Estimation of above-ground biomass in shrubland ecosystems of southern Spain. *Invest. Agrari. Sist. Recur. For.* 15(2): 197-207.

ORDOÑEZ, J.A.B.; JONG, B.H.J.; GARCÍA-OLIVA, F.; AVIÑA, F.L.; PEREZ, J.V.; GUERRERO, G.; MARTINEZ, R.; MASERA, O.; 2008. Carbon content in vegetation, litter, and soil under 10 different land-use and land-cover classes in the Central Highlands of Michoacan, Mexico. *For. Eco. Manag.* 255: 2074-2084.

PATON, D.; OSORIO, R.; AZCONA, P.; BOTE, D.; ROJO, H.; MATAS, A.; TOVAR, J.; 1997. Estimación de fitomasa forrajera de especies arbustivas típicas del clima mediterráneo árido chileno mediante análisis multicriterio. *Arch. Zootec.* 46: 225-237.

PERI, P.; VIOLA, M.; MARTÍNEZ, G. 2004; 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.*

RUIZ-PEINADO, R.; RIO, M.; MONTERO, G.; 2011. New models for estimating the carbon sink capacity of Spanish softwood species. *Forest Systems* 20(1): 176-188.

RUIZ-PEINADO, R.; MONTERO, G.; RIO, M.; 2012. Biomass models to estimate carbon stock for hardwood tree species. *Forest Systems* 21(1): 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.

SAN MIGUEL, A.; ROIG, S.; CAÑELLAS, I.; 2008. Fruticultura. Gestión de arbustados y matorrales en SERRADA R., MONTERO G., REQUE J. (Eds.). *Compendio de Silvicultura aplicada en España. INIA y FUCOVASA- Madrid p. 877-907.*

YERENA-YAMELLEL, J.I.; JIMENEZ-PEREZ, J.; AGUIRRE-CALDERON, O.A.; TREVIÑO-GARZA, E.J.; 2011a. Concentración de carbono en biomasa aérea del matorral espinoso tamanlipeco. *Revista Chapingo Serie Ciencias forestales y del ambiente* 17(2) 283-291.

YERENA-YAMELLEL, J.I.; JIMENEZ-PEREZ, J.; ALANIS-RODRIGUEZ, E.; AGUIRRE-CALDERON, O.A.; TREVIÑO-GARZA, S.; 2011b. Contenido de carbono en la biomasa aérea de diferentes sistemas de uso de suelo en el matorral espinoso tamanlipeco. *Revista latinoamericana de Recursos Naturales* 7(2): 71-77.