

## EL PROCESO DE CONTABILIZACIÓN DE LOS SUMIDEROS DE CARBONO EN LOS SISTEMAS FORESTALES ESPAÑOLES (BIOMASA)

G. SÁNCHEZ PEÑA

SPCAN – DGB – Ministerio de Medio Ambiente. –Ríos Rosas, 24, 28003 Madrid.  
e-m: gsanchez@mma.es

**Abstract.** It is presented an introduction of definitions and concepts accepted to international level to carry out of the Kyoto Protocol in agreement with the articles in relation with the forestry systems like carbon sinks (art. 3.3. and 3.4 of the Protocol). It is explained the methodology used in the first national communication (year 2000) to calculate the carbon sequestered in the Spanish forestry systems and the first estimations of the future capacity of the forest and similar systems like sinks short-term, the paper of the forest poses like mitigate of the process of the climate change, and the repercussions the modifications of the actual forestry area means. It is going to be done a revision to the Galician dates in relation with the Third National Forestry Inventory

**Resumen.** Se presenta una introducción de definiciones y conceptos aceptados a nivel internacional para el cumplimiento del Protocolo de Kioto en cuanto a los artículos referidos a los sistemas forestales como sumideros de Carbono (art. 3.3 y 3.4 del Protocolo). Se explica la metodología usada en la primera comunicación nacional (año 2000) para el cálculo del Carbono secuestrado en los sistemas forestales españoles, y las primeras estimaciones de la capacidad futura del bosque y sistemas afines como sumideros a corto plazo, planteándose el papel del bosque como atenuador del proceso de Cambio Climático, y las repercusiones que las modificaciones del actual área forestal suponen. Se procede a una revisión de los datos de Galicia, actualizándolos en función del Tercer Inventario Forestal Nacional.

### INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Informe Especial del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) referido al uso de la tierra, sus cambios y la silvicultura *los seres humanos están alterando la tasa natural de intercambio de carbono entre la atmósfera y la biosfera terrenal mediante el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y las actividades silvícolas* (IPCC, 2000). Este acto, recogido principalmente en los artículos 3.3, 3.4 y 3.7 del Protocolo de Kioto, es considerado fundamental para la evolución del clima a escala global a medio plazo, en dos aspectos:

- el posible efecto atenuador (sumidero)

que los bosques y sistemas afines pueden tener, al secuestrar los excedentes de los gases de efecto invernadero, de un modo temporal (biomasa) y permanentemente (suelo);

- las consecuencias que se derivan de la modificación de las condiciones climáticas sobre la salud, estructura y biodiversidad de un sistema forestal, incidiendo lógicamente en el primer aspecto.

El Protocolo de Kioto plantea como base de medición el año 1990, debiéndose registrar a partir de ese momento *las variaciones netas de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero que se deben a la actividad humana directamente relacionada*

*con el cambio del uso de la tierra y la silvicultura, limitada a la forestación, reforestación y deforestación (...) calculadas como variaciones verificables del carbono almacenado...* (CONVENCIÓN, 1997).

Dos aspectos limitantes resultan importantes en este enunciado: por un lado el ceñir los procesos de contabilización a hechos directamente relacionados con la actividad humana y, por otro, limitar estos procesos a las actividades de forestación, reforestación y deforestación.

Independientemente de la polémica desatada al tratar de definir términos tan sencillos aparentemente, con enunciados disímiles y casi contradictorios entre fuentes como FAO (documento TBRA 2000) y el propio IPCC, o las usadas por cada país; un primer proceso de contabilización esta siendo realizado por los países involucrados en el Protocolo. A continuación se describe someramente el método del mismo, y sus posibles implicaciones.

#### **METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE CARBONO SECUESTRADO EN LA COMUNICACIÓN NACIONAL (AÑO 2000)**

La documentación de base para la estimación del dato de referencia (año 1990) y de su evolución, son los resultados aportados por los dos Inventarios Forestales Nacionales actualmente completos (en adelante IFN), cuyos valores producto de 10 años de mediciones se han convertido a una estimación media, coincidente con el año central de cada IFN, en este caso los años 1970 y 1990. Este último año coincide con el

año base establecido por el Protocolo de Kioto. El proceso de conversión se debe a la duración del proceso de Inventario a escala nacional (10 años), habiendo de extrapolarse los datos obtenidos al periodo central del mismo.

#### **Datos de partida**

Para calcular el dato del Stock de Carbono a fecha de 1990 (año de partida del Protocolo), se aprovecha la coincidencia con el año central del IFN2, al cual se reducen los datos del resto del periodo del Inventario. El dato de partida utilizado es el del volumen de la biomasa principal (Volumen Maderable con Corteza) ofrecido por este Inventario: 594.186.329 m<sup>3</sup> (DGCN, 1998).

Para pasar de biomasa principal a biomasa total (ramas y hojas) se aplica el factor de expansión 1,4:

$$594.186.329 \times 1,4 = 950.698.126,4 \text{ m}^3$$

y posteriormente se reduce a materia seca y a Carbono:

$$950.698.126,4 \times 0,5 \times 0,5 = 237.674.532 \text{ toneladas de Carbono}$$

Este dato constituye una primera aproximación a la cifra estimada de Carbono secuestrado en forma de biomasa.

#### **Reforestación**

La comparación de los Inventarios existentes en la DGCN aporta las cifras de diferencias entre áreas de los diferentes Inventarios (ICONA, 1980), (DGCN, 1998):

	IFN1	IFN2	IFN2-IFN1	IFN2:IFN1
Área (ha)				
España	11,785,598.00	13,904,659.58	2,119,061.58	1.18
Biomasa principal (VCCenm <sup>3</sup> )				
Todas las especies	456,721,035.00	594,186,329.00	137,465,294.00	1.30

La diferencia de área entre Inventarios es del orden de 2.119.062 de hectáreas; al ser la diferencia estimada entre inventarios de 20 años, realizando el cociente entre la diferencia de Inventarios (IFN2-IFN1) y los años transcurridos quedará la estimación anual del incremento, que se considera constante a efectos de contabilización. Así:

$$(A) \text{ Diferencia de área entre inventarios} \\ [ \text{IFN2-IFN1} ] = 2,119,062$$

$$(B) \text{ Incremento anual} \\ [ (A)/20 ] = 105,953$$

$$(C) \text{ Incremento del área en 5 años} \\ [ (B) \times 5 ] = 529,765 \text{ ha}$$

El cálculo del incremento en periodos de 5 años se debe a los requerimientos del Protocolo de Kioto, que establece como primer periodo de compromiso el comprendido entre el 2008 y el 2012.

El cálculo del Carbono no permite la utilización directa de los datos de Biomasa Principal ya que esta contiene también el crecimiento normal del árbol y para el Protocolo sólo es cuantificable la plantación de nuevos árboles: *variaciones netas (...) que se deban a la actividad humana* (CONVENCIÓN, 1997).

Por tanto, en base a la diferencia de área entre Inventarios, se establece el supuesto de que dicha área ha sido ocupada por pies menores (se descartan posibles zonas forestales no cuantificadas por el IFN1). De este área existen los datos del IFN2, además de conocerse la estimación de cuanto volumen ocupa un pie menor y del factor de expansión a hojas y ramas según estimaciones del propio IFN (valores en la fórmula de obtención del dato (D) presentados en el cuadro siguiente, que se explican en el apartado de reforestación).

Calculada la biomasa total, se calcula el Carbono mediante el paso de biomasa a

materia seca y de ésta a Carbono multiplicando por los factores 0,5 y 0,5 (IPCC, 1992). El valor resultante es:

$$(D) \text{ Volumen biomasa cada 5 años} \\ [(C) \times 555.8 \times 0.00314 \times 1.4] = 1,294,374 \text{ m}^3$$

$$\text{Carbono asimilado cada 5 años (en tons.)} \\ [ (D) \times 0,5 \times 0,5 ] = \mathbf{323,594 \text{ t de C}}$$

### Forestación

El único elemento de referencia homogéneo a nivel nacional para proceder al cálculo de la forestación es el derivado de la aplicación del Decreto Ley 378/93, que origina el denominado Plan de Forestación de Tierras Agrarias. La fuente es, en este caso, la Subdirección General de Acciones de Desarrollo Rural del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Los documentos desde los cuales se recopilan los datos son:

- Doc A: Pago de certificaciones de los años 94/95/96 con el nº de hectáreas plantadas.
- Doc B: La superficie total forestada desde el origen hasta el 31/12/98

Para el cálculo de la forestación se considera que no ha habido repoblación forestal en estas tierras antes de 1990. Una de las mayores discrepancias entre la definición FAO y la definición IPCC respecto al término forestación es el periodo que la tierra no ha debido tener cobertura forestal para ser considerarla como forestada: mientras que en un caso se habla de terrenos *históricamente* no ocupados por bosques, en el otro se propone un mínimo de 50 años libres de foresta y con uso del suelo dedicado a otros menesteres para considerarlo dentro de esta categoría.

Como los datos se refieren en periodos quinquenales desde 1990, se ha de recurrir al siguiente artificio matemático:

1. Para hallar una media del área plantada cada año se calcula previamente el cociente entre el número de hectáreas totales (245.254 ha) y los años transcurridos en el pago de las certificaciones 94/95/96.

$$245.254 / 3 = 81.751 \text{ ha/año}$$

2. Del segundo documento, se obtiene el total de hectáreas plantadas hasta el 31/12/98 (400.893 ha).

3. Se elimina el área plantada los años 95/96/97/98:

$$81.751 \times 4 = 327.004$$

$$400.893 - 327.004 = 73.889 \text{ ha}$$

Por tanto, el área plantada hasta el 94 se estima en 73.889 hectáreas.

4. Hasta el año 1999 el área será:

$$\text{Área } 95/96/97/98 = 327.004 \text{ ha}$$

$$\text{Área } 99 = 81.751 \text{ ha}$$

$$\text{Total Área } 95-99 = 408.755 \text{ ha}$$

Asumiendo estabilidad en la forestación de tierras agrarias, se considera que cada cinco años el área forestada será la misma, es decir:

$$\text{Área } 2000-2004 = 408.755 \text{ ha}$$

$$\text{Área } 2005-2009 = 408.755 \text{ ha}$$

Una vez conocida el área forestada cada cinco años, se procede al cálculo del Carbono asimilado debido a esta actividad.

En el siguiente cuadro aparece como variable de partida el área forestada, la cual se supone, como ocurre con la reforestación, que se encuentra inicialmente en forma de plantaciones constituidas por pies menores. El IFN 2, en su tabla 301 del volumen correspondiente a España (DGCN, 1998), ofrece el dato de densidad estimada de pies menores por hectárea (552'80 unidades/ha), con lo cual el número total será:

$$\text{N}^\circ \text{ pies menores} = \text{área} \times 552,08$$

El volumen de biomasa se calcula como producto del número de pies menores estimado antes por el parámetro 0,00314, que es el volumen medio en metros cúbicos de un pié menor, y el parámetro 1,4; que permite expandir el volumen a la biomasa total (ramas y hojas se considera que incrementan por término medio un 40% la biomasa del tronco)

$$\text{Volumen} = \text{n}^\circ \text{ pies men} \times 0,00314 \times 1,4$$

Al igual que en el caso de la reforestación, se completa el paso a Carbono de este volumen de biomasa aplicando los factores de conversión a materia seca y posteriormente a Carbono:

$$\text{Carbono} = \text{volumen} \times 0,5 \times 0,5$$

El incremento de Carbono durante los periodos de contabilización se estima por tanto en:

Año	área (ha)	nº pies men	volumen (m <sup>3</sup> )	carbono (t de C)
1990-1994	<b>73,889</b>	40,845,839	179,558	<b>44,890</b>
1995-1999	<b>408,755</b>	225,959,764	993,319	<b>248,330</b>
2000-2004	<b>408,755</b>	225,959,764	993,319	<b>248,330</b>
2005-2009	<b>408,755</b>	225,959,764	993,319	<b>248,330</b>

**Deforestación**

Se considera que actualmente no existen cambios en el uso de tierras forestales a otro tipo de tierras, ya sea por incendios, desertificación, talas, etc. No hay datos para realizar la estimación de la deforestación a una escala cuantificable, ya que se parte del supuesto de una reconstitución a corto plazo de la vegetación (de forma natural o inducida por el hombre) tras un incendio o una corta, y no existe un proceso de conversión de tierras forestales en otros usos.

**CÓMPUTO DEL CARBONO EN GALICIA**

A modo de ensayo se ha procedido a la revisión y actualización de los datos correspondientes a Galicia. La base de esta revisión es la existencia de los datos finales al Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2006), que en la parte de la Comunidad Gallega ya ha sido completado y publicado (DGCN, 2002). Se sigue utilizando la metodología de la Tercera Comunicación Española en materia de contabilización de Carbono (sumideros)

antes explicada. En las siguientes tablas se comparan los datos obtenidos para España en función de la estimación previa del IFN-2, y los de Galicia actualizados, la metodología de cálculo es la explicada anteriormente.

**Aproximación al stock de Carbono (año base 1990)**

IFN2	VCC	Biomasa Total	Carbono (t C)
Galicia	90.397.510	144.636.016	<b>32.543.103</b>
Nacional	594.186.329	590.698.126	<b>213.907.078</b>

El total de toneladas de Carbono en stock de Galicia supone el **15'21%** del Nacional.

Biomasa total = VCC x 1,6

Carbono = Biomasa total x 0,5 x 0,45

En comparación con los anteriores cálculos se ha modificado uno de los factores de conversión, el usado para pasar de materia seca a toneladas de carbono, que en principio era 0,5 pasa a ser ahora 0,45, que parece ser un valor más ajustado.

ESTIMACION DE CARBONO EN GALICIA					
DATOS IFN2					
Superficies por uso					
Superficie (ha)	Pontevedra	Lugo	Orense	La Coruña	GALICIA
Forestal arbolado	134,388.08	285,967.17	198,249.10	344,163.28	<b>962,767.63</b>
Forestal arbolado ralo		82,609.11			<b>82,609.11</b>
Forestal desarbolado	150,310.89	302,070.82	329,237.65	141,314.53	<b>922,933.89</b>
No forestal	164,752.35	314,926.13	199,851.74	309,668.79	<b>989,199.01</b>
	449,451.32	985,573.23	727,338.49	795,146.60	<b>2,957,509.64</b>
					<b>1,045,376.74</b>
					Has
Volumen maderable con corteza					
VCC (m3)	Pontevedra	Lugo	Orense	La Coruña	GALICIA
	14,576,057.00	29,593,451.30	13,110,764.70	33,117,237.30	<b>90,397,510.30</b>
Punto inicial	VCC	Biomasa Total	Carbono		
	90,397,510.30	144,636,016.48	<b>32,543,103.71</b>	toneladas de C	

**Reforestación**

Las primeras tablas corresponden a una extrapolación anual. Se resalta en negrita el año al que corresponde el incremento de Carbono:

**GALICIA**

			m <sup>3</sup>	t de C	t de CO2
<b>1995-1994</b> =	8,980	ha	21,821	4,910	<b>18,003</b>
<b>2000-1999</b> =	9,359	ha	22,743	5,117	<b>18,763</b>
<b>2005-2004</b> =	9,754	ha	23,704	5,333	<b>19,556</b>
<b>2010-2009</b> =	10,166	ha	24,705	5,559	<b>20,382</b>

**NACIONAL**

			m <sup>3</sup>	t de C	t de CO2
<b>1995-1994</b> =	119,438	ha	290,246	65,305	<b>239,453</b>
<b>2000-1999</b> =	124,483	ha	302,508	68,064	<b>249,569</b>
<b>2005-2004</b> =	129,742	ha	315,288	70,940	<b>260,113</b>
<b>2010-2009</b> =	135,224	ha	328,608	73,937	<b>271,102</b>

En el caso de una contabilización acumulada de cinco años el resultado es:

**GALICIA**

			m <sup>3</sup>	t de C	t de CO2
<b>1995-1990</b> =	44,164	ha	107,322	24,148	<b>88,541</b>
<b>2000-1995</b> =	46,029	ha	111,856	25,168	<b>92,282</b>
<b>2005-2000</b> =	47,974	ha	116,582	26,231	<b>96,180</b>
<b>2010-2005</b> =	50,001	ha	121,507	27,339	<b>100,243</b>

**NACIONAL**

			m <sup>3</sup>	t de C	t de CO2
<b>1995-1990</b> =	587,425	ha	1,427,507	321,189	<b>1,177,693</b>
<b>2000-1995</b> =	612,242	ha	1,487,814	334,758	<b>1,227,447</b>
<b>2005-2000</b> =	638,107	ha	1,550,669	348,901	<b>1,279,302</b>
<b>2010-2005</b> =	665,065	ha	1,616,180	363,640	<b>1,333,348</b>

El incremento de Galicia supone el **7,52%** del Nacional

El método de cálculo usado para las cifras de partida es el siguiente:

Previsión por comparación entre el INF1 y el IFN2

Coefficiente de incremento en 20 años = 1.17980094

Coefficiente de incremento en 1 año = 1.00831006

1970		1989	1990
11,785,598		1,036,761	1,045,377

1991	1992	1993	1994	1995
1,054,064	1,062,823	1,071,655	1,080,561	1,089,540

1996	1997	1998	1999	2000
1,098,595	1,107,724	1,116,929	1,126,211	1,135,570

2001	2002	2003	2004	2005
1,145,006	1,154,522	1,164,116	1,173,790	1,183,544

2006	2007	2008	2009	2010
1,193,379	1,203,296	1,213,296	1,223,378	1,233,545
				1,233,336

2011	2012
1,243,795	1,254,131

			m <sup>3</sup>	t de C	t de CO2
<b>Hasta 1995 =</b>	1,089,540	ha	2,647,702	595,733	<b>2,184,354</b>
<b>Hasta 2000 =</b>	1,135,570	ha	2,759,558	620,901	<b>2,276,635</b>
<b>Hasta 2005 =</b>	1,183,544	ha	2,876,140	647,132	<b>2,372,816</b>
<b>Hasta 2010 =</b>	1,233,545	ha	2,997,647	674,471	<b>2,473,059</b>

Volumen de biomasa total = Area x 552,8 x 0,00314 x 1,4

El número de pies menores se obtiene a partir del area y la densidad de masa de pies menores por hectarea (552.80)

Nº pies menores = area x  
552.8

Fuente: IFN2 - tabla 301

El volumen de biomasa se calcula con el nº de pines menores por el parametro 0.00314 que es el volumen en m3 de un pie menor y el parametro 1.4 que permite expandir a volumen de biomasa total (40% de ramas y hojas)

Volumen = nº pies men x 0.00314 x 1.4

### Forestación

Los datos están recogidos a partir de la información suministrada por el MAPA (Superficie forestada desde el origen al 31-12-2000 y previsión final FEOGA 2001 de fecha 15-10-2001).

#### FORESTACIÓN GALICIA 2000

	Total certificado desde origen a final ejercicio FEOGA 1999	Total certificado ejercicio FEOGA 2000	Total ejercicio FEOGA 2001	Total certificado desde origen a final ejercicio FEOGA 2001
<b>Galicia</b>	33,749	<b>12,384</b>	11,631	57,764

Volumen de biomasa total 2000 = 30,094 m<sup>3</sup>  
 Toneladas de Carbono 2000 = **6,771** t.C.

#### FORESTACIÓN NACIONAL 2000

Volumen de biomasa total 2000 = 147,318 m<sup>3</sup>  
 Toneladas de Carbono 2000 = **33,147** t.C.

En el año 2000, Galicia supone un **20,43%** del total Nacional.

#### FORESTACIÓN DE GALICIA PARA CADA AÑO A PARTIR DE 2002

	Total certificado desde origen a final ejercicio FEOGA 1999	Total certificado ejercicio FEOGA 2000	Total ejercicio FEOGA 2001	Total certificado desde origen a final ejercicio FEOGA 2001	
<b>Galicia</b>	33,749	12,384	11,631	<b>57,764</b>	: 12 años = <b>4,814</b> ha/año

Volumen de biomasa total para cada año = 11,698 m<sup>3</sup>  
 Toneladas de Carbono para cada año = 2,632 t.C.

#### FORESTACIÓN NACIONAL A PARTIR DE 2002

Volumen de biomasa para cada año = 109,935 m<sup>3</sup>  
 Toneladas de Carbono para cada año = 24,735 t.C.

El resto de los años desde el 2002 supone un **10,64%**



Cálculo forestación nacional año 2000:

1. Superficie forestada desde el origen al 31-12-2000 y previsión final FEOGA 2001 (15-10-2001)

	Total certificado desde origen a final ejercicio FEOGA 1999	Total certificado ejercicio FEOGA 2000	Total ejercicio FEOGA 2001	Total certificado desde origen a final ejercicio FEOGA 2001
Andalucía	135,430	12,215	21,717	169,362
Aragón	4,796	432	30	5,258
Asturias	7,737	2,099	1,746	11,582
Baleares	960	46	45	1,051
Canarias	-	51	84	135
Cantabria	538	329	241	1,108
Cast. Mancha	74,878	11,713	4,406	90,997
Cast. León	94,412	8,595	7,245	110,252
Cataluña	1,766	95	-	1,861
Extremadura	52,221	11,525	3,627	67,373
Galicia	33,749	12,384	11,631	57,764
Madrid	7,000	471	1,025	8,496
Murcia	8,512	-	-	8,512
La Rioja	1,487	667	325	2,479
C. Valenciana	6,637	-	-	6,637
<b>TOTAL</b>	<b>430,123</b>	<b>60,622</b>	<b>52,122</b>	<b>542,867</b>

Volumen de biomasa total 2000 = 147,318 m<sup>3</sup>

Toneladas de Carbono 2000 = 33,147 t.C.

Volumen de biomasa total = Area x 552,8 x 0,00314 x 1,4

El número de pies menores se obtiene a partir del área y la densidad de masa de pies menores por hectarea (552.80)

Fuente: IFN2 - tabla 301

Nº pies menores = area x 552.8

El volumen de biomasa se calcula con el nº de pies menores por el parametro 0.00314 que es el volumen en m<sup>3</sup> de un pie menor y el parametro 1.4 que permite expandir a volumen de biomasa total (40% de ramas y hojas)

Volumen = nº pies men x 0.00314 x 1.4

Cálculo forestación nacional resto años desde 2002:

	Total certificado desde origen a final ejercicio FEOGA 1999	Total certificado ejercicio FEOGA 2000	Total ejercicio FEOGA 2001	Total certificado desde origen a final ejercicio FEOGA 2001
Andalucia	135,430	12,215	21,717	169,362
Aragon	4,796	432	30	5,258
Asturias	7,737	2,099	1,746	11,582
Baleares	960	46	45	1,051
Canarias	-	51	84	135
Cantabria	538	329	241	1,108
Cast. Mancha	74,878	11,713	4,406	90,997
Cast. Leon	94,412	8,595	7,245	110,252
Cataluña	1,766	95	-	1,861
Extremadura	52,221	11,525	3,627	67,373
Galicia	33,749	12,384	11,631	57,764
Madrid	7,000	471	1,025	8,496
Murcia	8,512	-	-	8,512
La Rioja	1,487	667	325	2,479
C. Valenciana	6,637	-	-	6,637
<b>TOTAL</b>	<b>430,123</b>	<b>60,622</b>	<b>52,122</b>	<b>542,867</b>

/ 12 años =  
**45,239 ha/año**

Volumen de biomasa total desde 2002= 109,935 m<sup>3</sup>  
Toneladas de Carbono desde 2002 = 24,735 t C

Volumen de biomasa total = Area x 552,8 x 0,00314 x 1,4

El número de pies menores se obtiene a partir del area y la densidad de masa de pies menores por hectarea (552.80)

Fuente: IFN2 - tabla 301

Nº pies menores = area x 552.8

El volumen de biomasa se calcula con el nº de piues menores por el parametro 0.00314 que es el volumen en m3

De un pie menor y el parametro 1.4 que permite expandir a volumen de biomasa total (40% de ramas y hojas)

Volumen = nº pies men x 0.00314 x 1.4

Por ultimo debe reseñarse que para la deforestación se sigue la norma expresada en el cálculo previo nacional.

## CONCLUSIONES

El proceso de contabilización está aún en su fase previa. Al contrario que en otros países desarrollados, no existe aquí una tradición de compilación homogénea y manejo estadístico de datos. Curiosamente, sin embargo, los datos ofrecidos por los dos Inventarios Forestales Nacionales son muy completos y permiten un primer acercamiento, al menos en cuanto al cálculo de volúmenes y consecuentemente de Carbono secuestrado en forma de biomasa.

Es asimismo llamativo el incremento espectacular de superficie forestal detectado entre el 2º y 3º Inventario Forestal Nacional. Este último se haya en proceso de realización pero a la vista de los datos obtenidos para Galicia parece que los datos correspondientes a biomasa forestal arbórea van a sufrir una profunda modificación y un gran aumento.

En los aspectos puramente metodológicos se detectan vacíos y vaguedades en la información referida a forestación y deforestación. En el primer caso parece necesario un esfuerzo unificador entre las administraciones autonómicas y central para aclarar el incremento de superficie forestal tanto en los aspectos de forestación como, secundariamente, de reforestación. El apartado de deforestación es desgraciadamente aún una "página en blanco"; aunque se supone que este proceso no tiene un peso específico en nuestro país, deben encontrarse mecanismos para fundar o rechazar dicha afirmación.

El Protocolo de Kioto deja además abiertos grandes campos a la investigación forestal española. Junto a los aspectos parcialmente resueltos de cálculo del Carbono que queda secuestrado de un modo efectivo (o sea, vía suelo), o de los flujos de este elemento (en parcelas de investigación sobre situaciones locales muy específicas), se están abriendo perspectivas en terrenos aún vírgenes en nuestro país, y cuyos datos serán

requeridos en un futuro muy próximo. A modo de ejemplo:

- estimar para diferentes sistemas forestales-tipo (y paisajes afines), la biomasa total existente y su ritmo de crecimiento,
- medir el proceso de crecimiento radicular, y de fijación de Carbono efectivo,
- medir los flujos secuestro-emisión para sistemas forestales tipo, para edades determinadas y para manejos silvícolas específicos, con especial referencia a la respiración del suelo,
- calcular el posible incremento de Carbono secuestrado obtenido mediante forestación, en plazos de tiempo y especies,
- diseñar una base de datos homogénea sobre flujos de Carbono y sus parámetros de variación

Por otro lado existe un componente en el proceso de Cambio Climático no directamente relacionado con el Protocolo de Kioto, que sin embargo desde el punto de vista forestal es de suma importancia a medio plazo. Cuestiones como:

- el cambio en la composición de las especies de un bosque,
  - mecanismos de simplificación del ecosistema o de sustitución,
  - el manejo silvícola ante bosques en regresión o en mutación,
- han de empezar a ser medidas y contempladas en la estrategia forestal para el futuro.

La redacción actual de dos nuevos documentos de referencia internacional:

- IPCC Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (revisión radical de la guía internacional de 1996)
- Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human Induced Degradation of Forests and Devegetation of other vegetation

Van a suponer a corto plazo (uno o dos años) una nueva conceptualización del concepto de sumidero de Carbono en la vegetación, y de su valor y permanencia; con la lógica repercusión en el resultado de los cálculos hasta ahora obtenidos.

Adenda final: desde la preparación original de esta comunicación se ha avanzado en el cálculo de la contabilización de los sumideros forestales en España, en especial en la definición de las superficies de partida mediante el uso de imagen satelital homologable a escala europea (la base es el Corine Land Use, y las actualizaciones se han ajustado mediante el Mapa Forestal Español), y en el uso de factores de expansión de biomasa validados a escala europea (factores desarrollados por el CREAM en el contexto de la Acción COST E-21 y uso de los Inventarios Forestales Nacionales en el marco de la Acción COST E-43). La próxima implantación de Programas Nacionales de seguimiento como el SIOSE y el desarrollo de tecnologías para la detección del cambio de uso del terreno de alta resolución, así como el cálculo de emisiones por incendios forestales, constituyen valores añadidos que hacen que los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, y en particular los atribuidos al sector forestal sean anualmente renovados con cada vez mayor exactitud. Sin embargo la filosofía básica del trabajo permanece y en este contexto la validez del presente documento permanece, sin menoscabo del cambio y ajuste en las cifras que se produce año tras año. La última actualización de los datos, así como todos los elementos de referencia pueden consultarse en la siguiente

página web del Ministerio de Medio Ambiente:

[http://www.mma.es/secciones/calidad\\_contaminacion/atmosfera/emisiones/inventario.htm](http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/atmosfera/emisiones/inventario.htm)

La parte correspondiente a bosques es el apartado 5 (uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura).

## REFERENCIAS

- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO. (1997). Protocolo de Kioto. NNUU.
- DGCN. (1998). Segundo Inventario Forestal nacional 1986-1996 España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- DGCN. (2002). Tercer Inventario Forestal nacional 1997-2006. Galicia: Pontevedra, Ourense, A Coruña, Lugo. 4 Volúmenes. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- ICONA. (1980). Las coníferas / Las frondosas en el primer inventario forestal nacional (2 cuadernos). Ministerio de Agricultura. Madrid.
- IPCC. (1992). Cambio Climático, Informe del IPCC 1990 (Tomo III). Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid.
- IPCC. (2000). Informe especial del IPCC, Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura: resumen para responsables de políticas. OMM-PNUMA. Ginebra, 17 pp. + anexos.
- [http://www.mma.es/secciones/calidad\\_contaminacion/atmosfera/emisiones/inventario.htm](http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/atmosfera/emisiones/inventario.htm)

### **Instrucciones a los autores para la presentación de manuscritos**

La Revista de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo publica trabajos originales, revisión de artículos y notas cortas relacionadas con cualquiera de las diferentes Secciones de la Ciencia del Suelo.

Los manuscritos deberán estar escritos en español, inglés o bien otras lenguas latinas.

De cada manuscrito (texto y figuras) se enviará **original y dos copias** a la dirección del editor principal. Las dos copias serán revisadas por especialistas elegidos por el Comité Editorial, y sólo se publicarán los manuscritos que hayan sido informados favorablemente. Tras la aceptación definitiva se solicitará a los autores una copia de los archivos.

Cada manuscrito deberá estar preparado según las siguientes normas. Si no se cumplen será devuelto a los autores.

### **TRABAJOS ORIGINALES Y REVISIÓN DE ARTÍCULOS**

1. Estructura y objeto del trabajo
2. Título
3. Título abreviado
4. Nombre(s) de autor(es) y nombre(s) y dirección(es) de las(s) institución(s)
5. Resumen-Abstract
6. Palabras Clave-Key Words
7. Texto
8. Referencias
9. Tablas
10. Figuras
11. Leyenda de tablas y leyenda de figuras

#### **1. Estructura y objeto del trabajo**

El plan indica el orden de los diferentes apartados del manuscrito. No será publicado.

#### **2. Título**

Deberá ser conciso, preciso y con palabras que reflejen el contenido del trabajo.

#### **3. Título abreviado**

No contendrá más de 60 caracteres, con objeto de poderlo imprimir en la parte superior de cada página impar de la revista.

#### **4. Nombre(s) de autor(es)**

Deberá incluirse las iniciales del nombre y los apellidos de cada autor, así como la dirección(es) completa(s) del centro de trabajo de cada uno. Cualquier correspondencia se dirigirá al primer autor si no existen indicaciones en contra.

#### **5. Resumen-Abstract**

Ambos deberán presentar los resultados principales del trabajo, con datos cuantitativos. Extensión máxima de 150 palabras.

## 6. Palabras Clave-Key Words

A continuación del Resumen y del Abstract se añadirán ocho palabras como máximo, que caractericen el contenido del trabajo.

## 7. Texto

Deberá ser claro y conciso. Como norma general, los trabajos no deben exceder 10 páginas mecanografiadas a doble espacio en tamaño DIN A4 con letra Courier 10, incluyendo, resúmenes, referencias, tablas y figuras.

Las referencias en el texto deberán aparecer como sigue:

(Roquero, 1984; Guerra y Benayas, 1984).

o:

según Roquero (1984) y Guerra y Benayas (1984)

o, si son más de dos autores:

(Velasco *et al.*, 1988)

Si en la lista de referencias hay varias para un mismo autor con el mismo año de publicación, deberán distinguirse entre sí añadiéndole una letra, tal como se indica:

(Fernández, 1987a; Brindley y Robison, 1947a y b)

Las figuras (independientemente de que sean gráficos o fotos) y las tablas se numerarán separadamente, usando números arábigos, así: (Fig. 3) (Tabla 2)

## 8. Referencias

Las referencias deberán presentarse en un listado final ordenado alfabéticamente, tal como sigue:

Referencias:

Bliss, N.W. y MacLean, S.H. (1975): The paragenesis of zoned chromite from central Manitoba. *Geochim. Cosmochim. Acta* 39, 973-990.

Frenzel, G., Ottermann, J., Kurtze, W. (1973): Über Cu-haltigen Bleinglanz und Pb-haltigen Covellin von Boarezzo (Varese) und Sulfidparagenese. *Schweizer. Mineral. Petrog. Mitt.* 53, 217-229.

Guinier, A. (1956): *Théorie et technique de la radiocristallographie*. Dunod de., Paris, 736 p.

Mc Laren, A.C. (1974): Transmission electron microscopy of the feldspars. En: *The Feldspars*, W.S. MacKenzie and J. Zussman (Ed). Manchester University Press, 379-423.

Spry, P.G. (1978): The geochemistry of garnet-rich lithologies associated with the Broken Hill Orebody, N.S.W., Australia, M.S. thesis, Univ. Adelaide, Adelaide, Australia.

\_\_\_\_\_, Scott, S.D. (1986a): The stability of zinc spinels in sulfide systems and their potential as exploration guides for metamorphosed massive sulfide deposits. *Econ. geol.* 81, 1446-1463.

## 9. Tablas

Todas las tablas se reproducirán reduciendo un 50% y por tanto deberán estar escritas con especial cuidado y nitidez.

Se sugiere un espaciado de uno y medio y un número limitado de líneas horizontales o verticales.

La anchura de las tablas será de 13,5 cm (para reducir a una columna) o de 28 cm (para reducir a dos columnas).

### **10. Figuras**

El tamaño máximo de los originales será de 21x29,7 cm. En ellos deberá figurar, escrito a lápiz en la parte posterior, el nombre del autor y el número de orden.

Dibujos y gráficos han de ser originales, preferiblemente delineados sobre papel blanco o vegetal, con grosor de líneas y tamaño de letras adecuados para ser legibles una vez reducidos; así, en una figura de 13,5 cm de ancho (para reducir a una columna) las letras deberán ser de 5 mm.

Fotografías: 4 como máximo, preferiblemente como diapositiva. Deberán tener un buen contraste y la escala irá incluida en cada una de ellas. Si las fotos están agrupadas en una lámina, se enviará también un duplicado de las fotos separadas.

### **11. Leyendas**

Todas las figuras y tablas llevarán una leyenda suficientemente explicativa. Dichas leyendas se escribirán en una hoja aparte.

## **II. NOTAS CORTAS**

La revista de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo podrá publicar también los resultados más importantes de un trabajo en forma condensada; la totalidad de los resultados podrán ser presentados posteriormente en un trabajo más extenso.

Los artículos para su publicación pueden ser enviados al editor principal: Felipe Macías, a la siguiente dirección: Dpto. de Edafología. e Química Agrícola, Facultad de Biología, Campus Sur, 15782-Santiago de Compostela.

Los manuscritos originales y las ilustraciones se destruirán dos meses después de su publicación.