

Estimación del volumen de Gases de Efecto Invernadero liberados por Incendios Forestales en España (1.990-2.005)

Gerardo Sánchez¹, Julio Martínez de Saavedra², Susana Pérez³

Resumen

En el marco actual de ratificación de la Convención Marco de Cambio Climático y del Protocolo de Kyoto, España ha de informar con periodicidad anual los depósitos y variaciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) fijados en el ámbito forestal. Esta labor es responsabilidad de la Dirección General para la Biodiversidad. La contabilidad nacional se basa en diversas formas de aproximación al problema. Se analizan dos enfoques teniendo como base la estadística anual española de incendios forestales, un enfoque aplica unos valores estimados a través de CORINE-AIRE la superficie forestal arbolada incendiada y el otro enfoque realiza las estimaciones mediante el tratamiento de los datos estadísticos de incendios en combinación con las existencias dadas por el 2º Inventario Forestal Nacional en todos los compartimentos de biomasa, y a ambos se le aplican los coeficientes de combustión extraídos de la bibliografía mundial de referencia. La aplicación de diferentes niveles de aproximación ofrece varios resultados en función de la existencia y calidad de la información de base: un método más ajustado no necesariamente mejora los resultados si la información existente no es exhaustiva, no se adecua a los marcos fijados por la Convención y el Protocolo, o no es comparable. Se muestra una primera aproximación al proceso de cálculo e indicadores de posibles tendencias y resultados.

Introducción

Aunque la quema de combustibles fósiles es el mayor responsable del incremento de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la atmósfera, las emisiones debidas a la quema de biomasa (tanto bosque como tierras agrícolas y otros), suponen también un elemento a tener en cuenta en este proceso. A modo de ejemplo, las emisiones directas por incendios pueden llegar a suponer hasta el 18 por ciento de las emisiones actuales de CO₂ del Sector Energético en países desarrollados como Canadá (Amiro y otros, 2.001), donde se han desarrollado sistemas de contabilización ajustados a la magnitud del problema (CSF, 2.007).

En España se han realizado aproximaciones globales a este compartimento de emisiones (Rodríguez Murillo, 2004), siguiendo las recomendaciones internacionales (McCarthy y otros, 2.001). Los impactos asociados al cambio climático han sido tratados en detalle recientemente (Moreno, 2.005), lo que permite aventurar un escenario plausible del creciente papel que los incendios forestales van a representar en el futuro próximo de emisiones de GEI en España. Este problema también ha sido

¹ SPCAN – Dirección General para la Biodiversidad. gsanchez@mma.es

² SILCO, S.L.

³ TECMENA, S.L.

resaltado en el escenario futuro del cambio climático y de la negociación internacional sobre el tema (Schulze y otros, 2.006).

Aquí se expone un primer enfoque a una parte del proceso de contabilización, así como una propuesta de mejoras de información que debe tenerse en cuenta en el futuro, cuando se evalúe toda la magnitud de los incendios forestales.

En la Séptima Conferencia de las Partes (COP7) de la Convención Marco de Cambio Climático, que se celebró en Marrakech en noviembre de 2.001, la Conferencia de las Partes solicitó al *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (IPCC) que elaborara métodos para estimar, medir, vigilar y notificar las variaciones del carbono almacenado y de las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero por las fuentes, así como la absorción antropógena por los sumideros, debidas a las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura previstas en los párrafos 3 y 4 del artículo 3 y en los artículos 6 y 12 del Protocolo de Kyoto, sobre la base de las *Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, versión revisada en 1.996.

Respondiendo a este mandato, el IPCC adoptó, en noviembre de 2.003, la *Guía de Buenas Prácticas para actividades de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura*. Estas directrices se deben utilizar como base para la presentación de la información requerida por la Convención Marco y el Protocolo de Kyoto (IPCC, 2003).

Información sobre sumideros a presentar bajo la CMCC.

Durante la COP9 (UNFCCC, 2.007) se adoptaron las tablas de información de formato común que deben utilizar las Partes de la convención para informar sobre actividades del *Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura*.

También se adoptaron las modificaciones al *Informe del Inventario Nacional* para la mejor presentación de la información sobre estas actividades.

Para completar las tablas y la parte correspondiente del informe nacional (es decir, como se han obtenido las estimaciones) se deben seguir las recomendaciones del Capítulo 3 de la *Guía de Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura*, donde se especifican las directrices para presentar una información completa y veraz, incluyendo opciones que permiten adaptarse a las circunstancias nacionales en cuanto a la disponibilidad de información.

Las categorías sobre las que hay que informar la emisión/captación de carbono son las siguientes: Forestal (5.A), Agrícola (5.B), Pastizal (5.C), Humedal (5.D), Artificial (5.E) y Otras tierras (5.F).

Se adoptó una tabla para informar de los cambios en los depósitos de carbono en cada categoría.

Además se adoptaron tablas para informar por separado sobre las emisiones de CO₂, CO, CH₄, N₂O y NO_x:

- Emisiones de N₂O resultantes de la fertilización con compuestos de nitrógeno.
- Emisiones de N₂O resultantes del drenaje de suelos.
- Emisiones de N₂O resultantes de la conversión a cultivos agrícolas.

- Emisiones de CO₂ resultantes de las enmiendas calizas.
- Emisiones de CO₂, CO, CH₄, N₂O y NO_x resultantes de la quema de biomasa.

Información sobre sumideros a presentar bajo el PK.

Durante la décima Conferencia de las Partes (UNFCCC, 2.007) se adoptaron las tablas de información de formato común que deberían utilizar las Partes del Protocolo de Kyoto para completar la información suplementaria requerida sobre actividades de *Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura*. Esta información será la que se utilizará para verificar los créditos de carbono que los países emitan durante el primer periodo de compromiso (2.008-2.012).

También se adoptó la información adicional que debe presentarse en el NIR sobre estas actividades. En virtud de lo dispuesto en el Protocolo de Kyoto, las Partes deben comunicar las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de CO₂ y otros gases de efecto invernadero que se deban a las actividades a tenor del párrafo 3 del artículo 3, a saber la forestación (F), la reforestación (R) y la deforestación (D) desde 1990.

También deberán informar sobre toda actividad con intervención humana elegida a tenor del párrafo 4 del artículo 3, que pueden ser: la gestión de bosques, el restablecimiento de la vegetación, la gestión de tierras agrícolas y la gestión de praderas.

Diferentes enfoques de cálculo. Cuestiones metodológicas comunes.

A continuación se exponen una serie de pautas que establece la *Guía de Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura* (IPCC, 2.003).

El impacto de las perturbaciones sobre un ecosistema forestal varía en función del tipo y de la gravedad de la alteración, de las condiciones en que se produce (por ejemplo, el tiempo) y de las características del ecosistema. Las pérdidas de carbono en tierras forestales gestionadas están causadas por perturbaciones tales como vendavales, plagas, enfermedades o incendios.

Es una *buen práctica* informar de todas las áreas afectadas por estas perturbaciones que se produzcan en las tierras forestales gestionadas, con independencia de que sean o no consecuencia de actividades humanas. No se incluirán las perturbaciones naturales que se produzcan en bosques no gestionados y que no sean consecuencia de un cambio de uso de la tierra.

En términos generales, los incendios pueden clasificarse en prescritos (o controlados) y espontáneos. Los incendios asociados al desbroce y a las actividades de gestión de ecosistemas, tales como suelen ser incendios controlados y la finalidad de estas quemas suele ser la eliminación de biomasa indeseada. La temperatura promedio del fuego está controlada, las condiciones de la quema son más uniformes, y los factores de emisión son menos variables. En cambio, las características de los incendios espontáneos son muy variables: la temperatura del fuego, la cantidad de biomasa disponible, el grado de combustión, y el impacto sobre la población forestal pueden ser muy diversos.

Cuando se quema una tierra gestionada, deberían notificarse las emisiones resultantes tanto de los incendios prescritos como de los espontáneos, de modo que puedan tomarse en cuenta las pérdidas de carbono en tierras gestionadas.

Como no se aplican métodos que recojan las absorciones por rebrote después de una alteración natural, no es necesario informar de las emisiones de CO₂ asociadas a perturbaciones naturales.

La metodología que se describe a continuación permite estimar las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, CO y NO_x procedentes de la quema de biomasa en tierras forestales gestionadas.

Definiciones

Se establecen las siguientes definiciones en relación a los incendios forestales (Vélez, 2.000).

Incendio forestal o incendio de monte: es el fuego que se extiende sin control sobre terreno forestal, afectando a vegetación que no estaba destinada a arder. Se deduce de esta definición que el incendio forestal es un fuego de vegetación no agrícola y que no incluye la quema de rastrojos, salvo que pase a un monte.

Es esencial la falta de control para que un fuego sea considerado incendio. Por ello, no se consideran incendios las quemas de pastos o de matorral o el empleo de fuego para eliminación de residuos forestales, que no hayan causado daños a juicio del Servicio encargado de la prevención y no se hayan extendido más allá de la zona a la que sería prudente aplicar la operación citada.

Clasificación de las superficies forestales incendiadas (datos de actividad):

Superficie arbolada: Incluye las superficies recorridas por el fuego y cubiertas de árboles productores de madera, leña, resina, corcho o frutos forestales. Para que estas superficies sean consideradas arboladas el coeficiente de superficie cubierta debe ser superior al 20 por ciento.

Superficie no arbolada: Si el fuego afecta solamente a matorrales o pastos situados entre los árboles sin dañar éstos, aunque las copas puedan perder hojas o algunas ramas, se considera la superficie como no arbolada y se distribuyen en las clases siguientes:

- Leñoso: Dehesa o monte abierto (los árboles cubren menos del 20 por ciento de la superficie) y matorral y monte bajo (vegetación leñosa de porte arbustivo).
- Herbáceo: dehesas, pastizales y zonas húmedas.

Tampoco se incluye la vegetación de carácter forestal en explotaciones agrarias, tales como los cortavientos o los linderos.

La estimación se realizará sólo para las áreas de monte arbolado afectadas por los incendios.

Datos de base

La información estadística de base se ha tomado de la publicación “Los incendios forestales en España” que edita el Área de Defensa contra Incendios Forestales de la Dirección General para la Biodiversidad, desde 1990 a 2005, que puede consultarse en la página Web del Ministerio de Medio Ambiente (www.mma.es).

En concreto, para el enfoque CORINE (CORINE, 2.000), además de las superficies tanto en áreas sin aprovechamiento comercial como en áreas con aprovechamiento comercial se utiliza también el dato que aportan los volúmenes maderables estimados en ésta última zona, tanto para coníferas como para frondosas. Se complementa con información de investigadores.

Para el enfoque SPCAN, el dato de base es la superficie por especies, complementado con datos del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2, 1.998), y del CREAM (CREAF, 2.002). Así mismo también se incorpora información de investigadores.

Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema de biomasa

La quema de biomasa está asociada a numerosos tipos de uso de la tierra causantes de emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, CO y NO_x. Esta metodología examina dos tipos generales de quema de biomasa: la quema en bosques gestionados, y la quema durante una conversión de uso de la tierra. La metodología básica para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema de biomasa es siempre la misma, con independencia del tipo de uso de la tierra y ofrece una *orientación sobre buenas prácticas* para estimar las emisiones procedentes de la quema de biomasa en:

- Tierras forestales que siguen siendo tierras forestales;
- Tierras convertidas en tierras forestales;
- Tierras convertidas en tierras agrícolas; y
- Tierras convertidas en praderas.

En nuestro caso y aunque solo aplicamos los cálculos al caso de tierras forestales que siguen siéndolo, la metodología es aplicable al resto de los casos expuestos.

Fracción de biomasa efectivamente quemada y del carbono emitido como CO₂ en los incendios

Se supone aquí, de acuerdo con Seiler y Crutzen (1.980), que un 20 por ciento del carbono que forma parte de la biomasa aérea se libera durante el incendio (emisión inmediata) esencialmente en forma de CO₂.

En cuanto a la biomasa de residuos, se estima el porcentaje de esta emisión en un 60 por ciento (CORINE-AIRE, 2.000).

Estos coeficientes de fracción de biomasa efectivamente quemada se asumen como iguales para las dos clases de superficie arbolada (explotada y no explotada comercialmente).

Aplicando las fracciones anteriores sobre las cantidades de biomasa arbolada existente previa al incendio se obtienen los factores de emisión de carbono originado en los incendios. Para convertir carbono en CO₂, se multiplica el valor por 44/12.

Las emisiones de gases distintos del CO₂ pueden estimarse sobre la base del carbono total liberado, mediante la *Ecuación 3.2.19* de la *Guía de buenas Prácticas IPCC*

2.003, que se basan en investigaciones realizadas sobre el tema (Crutzen y Andreae, 1.990; Andreae y Merlet, 2.002).

Estimación de las emisiones de gases distintos del CO₂ a partir del C liberado:

$$\text{Emisiones de CH}_4 = (\text{carbono liberado}) \times (\text{relación de emisión}) \times 16/12$$

$$\text{Emisiones de CO} = (\text{carbono liberado}) \times (\text{relación de emisión}) \times 28/12$$

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = (\text{carbono liberado}) \times (\text{relación de N/C}) \times (\text{relación de emisión}) \times 44/28$$

$$\text{Emisiones de NO}_x = (\text{carbono liberado}) \times (\text{relación de N/C}) \times (\text{relación de emisión}) \times 46/14$$

Los cálculos se efectúan por separado para cada gas de efecto invernadero, utilizando el factor de emisión apropiado.

Al utilizar la ecuación 3.2.19 se necesita una relación de emisión y una relación N/C. El Cuadro 3A.1.15 de la *Guía de buenas Prácticas IPCC 2003* dispone los coeficientes de emisión para la quema a cielo abierto de bosques talados que se pueden aplicar a los datos obtenidos.

Compuesto	Coefficientes de emisión
CH ₄	0,012
CO	0,06
N ₂ O	0,007
NO _x	0,121

En el caso de combustible quemado, la relación N/C es aproximadamente igual a 0,01 (Crutzen y Andreae, 1990).

Los enfoques que se comentan a continuación tienen como objetivo la evaluación de las *Emisiones Inmediatas de Carbono y otros Gases de Efecto Invernadero*.

ENFOQUE CORINE

Elección del método.

Se utilizarán datos y métodos específicos del país desarrollados mediante experimentos *in situ*. En este caso se va a aplicar la metodología establecida por CORINE (CORINE-AIRE, 2000).

Elección de los factores.

Biomasa previa existente

Se tratan por separado las superficies arboladas explotadas comercialmente y las no explotadas comercialmente.

En las superficies arboladas (con o sin aprovechamiento comercial) pueden distinguirse, en principio, los siguientes componentes de biomasa susceptibles de ser afectados por el fuego:

- Biomasa Aérea: fracción comercial, **M**, formada por los troncos de tamaño comercial, y resto de biomasa aérea, **B**, formada por las ramas, hojas y partes no comerciales del tronco.

- Biomasa subterránea, **U**, formada por las raíces.
- Biomasa de residuos en el suelo, **PL**, formada por los residuos de la biomasa aérea caídos al suelo.

La biomasa total se expresará como:

$$T = M + B + U + PL$$

T se hallará a partir de la información disponible, dividida entre superficies explotadas comercialmente y no explotada comercialmente.

Superficie arbolada explotada comercialmente

En las superficies con aprovechamiento comercial se dispone de la información del volumen maderable que, multiplicada por la densidad de carbono en la especie, 0,227 t/m³ para las coníferas y 0,316 t/m³ para las frondosas (Rodríguez Murillo, 1994), permite obtener la masa de carbono presente en el volumen maderable.

Superficie arbolada no explotada comercialmente

El dato de partida será la superficie afectada por los incendios, que se multiplican por los coeficientes de biomasa por hectárea para los correspondientes grupos de especies, 43 m³/ha para coníferas y 73 m³/ha para frondosas (Rodríguez Murillo, 1994), obteniendo los volúmenes de biomasa total afectados por los incendios.

Estos volúmenes multiplicados por los factores de densidad de carbono en el volumen de la biomasa afectada, dan como resultado la masa de carbono contenida en la superficie arbolada no comercial afectada por los incendios.

Por tanto, la estimación del carbono correspondiente a la fracción comercial (M) antes del incendio será:

$$M = (M_c * d_c + M_f * d_f) + (S_c * i_c * d_c + S_f * i_f * d_f)$$

donde,

M	Fracción comercial
M _c	Fracción comercial coníferas en área explotada comercialmente
M _f	Fracción comercial frondosas en área explotada comercialmente
S _c	Superficie arbolada de coníferas no explotada comercialmente
S _f	Superficie arbolada de frondosas no explotada comercialmente
i _c	Índice biomasa coníferas
i _f	Índice biomasa frondosas
d _c	Densidad de Carbono en coníferas

Las relaciones (Rodríguez Murillo, 1994) entre las diferentes componentes de la biomasa total (T) tomando como referencia la variable fracción comercial (M) aportada por la estadística de incendios, son las siguientes:

Coefficiente de expansión de fracción comercial (M) a biomasa total (T):

$$T = 2,7 M$$

Estimación de la biomasa subterránea en un 25% de la biomasa aérea:

$$U = 0,25 (M+B)$$

Estimación de residuos sobre suelo en un 10% de la biomasa de la planta:

$$PL = 0,1 (M+B+U)$$

Por tanto, la masa de carbono total (T) se calcula como:

$$T = M + B + U + PL$$

donde,

T	Biomasa Total
M	Fracción comercial
B	Resto de biomasa aérea
U	Raíces
PL	Hojarasca/deshechos

ENFOQUE SPCAN

Elección del método

El método genérico propuesto, que se ilustra en la siguiente ecuación, se basa en la *ecuación 3.2.9 Otras pérdidas anuales de Carbono* de la *Guía de buenas Prácticas IPCC 2.003*.

$$I = S \times B \times (1 - F) \times FC$$

donde,

I	Pérdidas anuales de Carbono (Toneladas de C x año ⁻¹)
S	Superficie afectada por el incendio (Ha)
B	Valor estimado de las reservas de biomasa (m ³ x Ha ⁻¹)
F	Fracción de biomasa que queda y se descompone
FC	Fracción de Carbono de la materia seca (Toneladas de C x ton m.s. ⁻¹)

Elección de los factores

Suponemos que todo el carbono de la biomasa sobre el suelo se pierde con la alteración, así pues, F es igual a cero.

Para la estimación del volumen de materia viva que corresponde a las reservas en áreas forestales utilizamos:

- Por un lado, los metros cúbicos por hectárea del volumen maderable con corteza (VCC) de coníferas (26,15 m³/ha) y frondosas (16,58 m³/ha) obtenidos de la Tabla T.301 del Segundo Inventario Forestal Nacional, correspondiente al volumen España (IFN2, 1.998).
- Por otro tomamos una serie de valores por especie desarrollados por el CREAM (CREAF, 2.002), que nos permiten, aplicando unos factores de expansión (BEF) obtener el resto de la biomasa aérea (ramas, hojas, etc.). Para las especies que no tienen este factor se les asigna el de una especie semejante.
- Para obtener la cantidad de biomasa correspondiente a las raíces (R), aplicamos los valores que aporta el IPCC, tanto para coníferas (0,337), como para frondosas (0,326) (IPCC, 2.003).

- Para el volumen de hojarasca y desechos (HD) en suelo, se aplica el mismo método que en el otro enfoque, es decir, será el 10 por ciento de la suma de los otros almacenes de la biomasa viva: volumen maderable con corteza, resto de biomasa aérea y raíces.

$$B = VCC \times BEF \times R \times HD$$

Una vez obtenido el volumen de biomasa viva, aplicamos el factor de conversión a materia seca. Por defecto se utiliza el valor 0,5 (toneladas de m.s x m⁻³)

En la siguiente tabla se encuentran los datos que corresponden al VCC y BEF indicado, según las especies recogidas por las estadísticas de incendios y separadas por coníferas y frondosas.

FRONDOSAS	BEF	FRONDOSAS	BEF	CONIFERAS	BEF
<i>Quercus robur</i>	1,68	Desconocida	1,6	<i>Pinus sylvestris</i>	1,24
<i>Quercus petraea</i>	1,68	<i>Erica arborea</i>	1,6	<i>Pinus uncinata</i>	1,22
<i>Quercus pyrenaica</i>	2,22	<i>Eucalyptus nittens</i>	1,62	<i>Pinus pinea</i>	1,46
<i>Quercus faginea</i>	2,22	<i>Olea europaea</i>	0,56	<i>Pinus halepensis</i>	1,48
<i>Quercus ilex</i>	2,56	Otros eucaliptos	1,62	<i>Pinus nigra</i>	1,28
<i>Quercus suber</i>	2,56	<i>Fagus sylvatica</i>	1,62	<i>Pinus pinaster</i>	1,1
<i>Quercus rubra</i>	1,6	<i>Castanea sativa</i>	1,5	<i>Pinus canariensis</i>	1,1
Otros <i>Quercus</i>	1,6	<i>Betula</i> sp.	1,46	<i>Pinus radiata</i>	0,88
<i>Populus canariensis</i>	1,24	<i>Corylus avellana</i>	1,6	<i>Abies alba</i>	1,22
<i>Populus alba</i>	1,24	<i>Juglans regia</i>	1,6	<i>Abies pinsapo</i>	1,22
<i>Populus tremula</i>	1,24	<i>Acer</i> sp.	1,8	<i>Pinus excelsa</i>	0,88
<i>Populus nigra</i>	1,24	<i>Tilia</i> sp.	1,8	<i>Pseudotsuga sexsiensi</i>	0,88
<i>Alnus glutinosa</i>	1,24	<i>Sorbus</i> sp.	1,6	<i>Larix europaea</i>	1,28
<i>Fraxinus</i> sp.	1,66	Otras frondosas	1,6	<i>Cupressus</i> sp.	1,1
<i>Ulmus</i> sp.	1,8	<i>Phoenix dactylifera</i>	1,6	<i>Juniperus oxycedrus</i>	1,6
<i>Salix</i> sp.	1,6	Fayal-Brezal canario	1,6	<i>Juniperus sabina</i>	1,6
Otros <i>populus</i>	1,24	<i>Robinia pseudoacacia</i>	1,6	Otras coníferas	1,28
Otros árboles de ribera	1,24	<i>Eucalyptus camadulensis</i>	1,62	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0,88
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,62				

RESULTADO DE LOS DOS ENFOQUES

ENFOQUE CORINE

GAS	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Carbono	412.860	590.454	219.452	187.882	1.268.929	347.403
CO₂	1.513.819	2.164.997	804.658	688.901	4.652.741	1.273.810
CH₄	6.606	9.447	3.511	3.006	20.303	5.558
N₂O	45	65	24	21	140	38
NO_x	1.641	2.347	872	747	5.045	1.381
CO	57.800	82.664	30.723	26.303	177.650	48.636

GAS	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Carbono	101.377	303.787	296.262	186.256	384.250	157.069
CO₂	371.715	1.113.887	1.086.294	682.939	1.408.918	575.921
CH₄	1.622	4.861	4.740	2.980	6.148	2.513
N₂O	11	33	33	20	42	17
NO_x	403	1.208	1.178	741	1.528	624
CO	14.193	42.530	41.477	26.076	53.795	21.990

GAS	2002	2003	2004	2005	Unidades
Carbono	247.539	341.451	274.593	571.057	Toneladas
CO₂	907.642	1.251.989	1.006.840	2.093.875	Toneladas
CH₄	3.961	5.463	4.393	9.137	Toneladas
N₂O	27	38	30	63	Toneladas
NO_x	984	1.358	1.092	2.270	Toneladas
CO	34.655	47.803	38.443	79.948	Toneladas

ENFOQUE SPCAN

GAS	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Carbono	604.716	986.219	336.478	292.374	2.275.005	341.112
CO₂	2.217.291	3.616.136	1.233.754	1.072.038	8.341.686	1.250.743
CH₄	9.675	15.780	5.384	4.678	36.400	5.458
N₂O	67	108	37	32	250	38
NO_x	2.404	3.921	1.338	1.162	9.045	1.356
CO	84.660	138.071	47.107	40.932	318.501	47.756

GAS	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Carbono	80.619	159.934	340.797	197.755	374.185	158.108
CO₂	295.603	586.424	1.249.590	725.100	1.372.011	579.728
CH₄	1.290	2.559	5.453	3.164	5.987	2.530
N₂O	9	18	37	22	41	17
NO_x	321	636	1.355	786	1.488	629
CO	11.287	22.391	47.712	27.686	52.386	22.135

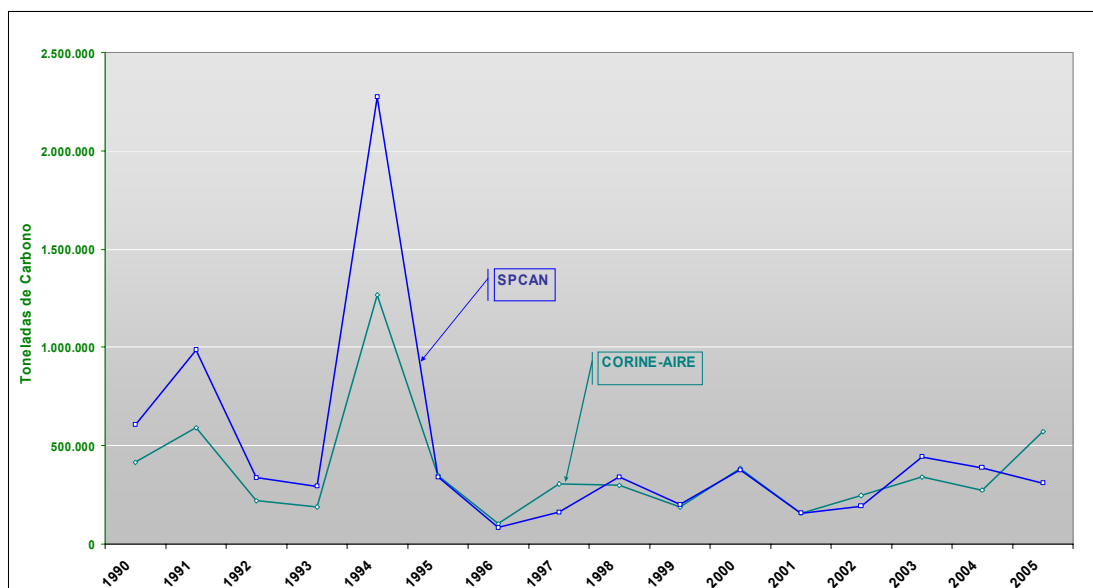
GAS	2002	2003	2004	2005	Unidades
Carbono	193.196	442.171	385.828	308.051	Toneladas
CO₂	708.387	1.621.295	1.414.701	1.129.521	Toneladas
CH₄	3.091	7.075	6.173	4.929	Toneladas
N₂O	21	49	42	34	Toneladas
NO_x	768	1.758	1.534	1.225	Toneladas
CO	27.047	61.904	54.016	43.127	Toneladas

Según muestran los resultados y la gráfica, los dos enfoques no presentan grandes diferencias, salvo en los años iniciales y especialmente en el año 1.994, aspecto que se está estudiando.

En la siguiente tabla se encuentra la evolución en algunos años de las emisiones de CO2 equivalente en los diferentes tipos de gases de todas los sectores implicados, excepción hecha de las que corresponden al sector *Uso de la tierra y cambios de uso de la tierra y silvicultura*, correspondiente al *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España, años 1.990-2.004*, publicado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente en mayo de 2.006. Las emisiones se encuentran en valores absolutos (Gg CO₂-eq).

CO2	1990	1995	2001	2002	2003	2004
Inventario GEI	228.561	255.724	311.552	330.550	333.836	354.562
Enfoque CORINE	1.514	1.274	576	908	1.252	1.007
Enfoque SPCAN	2.217	1.251	580	708	1.621	1.415

Los porcentajes que representan las emisiones de CO₂-equivalente de los incendios forestales respecto al resto de los sectores implicados en estas emisiones, rondan entre un 0,18 y un 0,66 por ciento respecto al enfoque de CORINE y entre un 0,19 y 0,97 por ciento en el enfoque SPCAN.



CONCLUSIONES

Como se puede comprobar, salvo algunas discrepancias iniciales que deben estudiarse, en concreto las diferencias encontradas en un año poco común como fue el de 1.994, las cantidades asignadas de emisiones de carbono, y por tanto de CO₂ y demás gases de efecto invernadero calculados a partir del CO₂ equivalente, son bastante similares. Pueden considerarse los siguientes aspectos:

1.- Podría utilizarse sólo la superficie del incendio para estimar las cantidades emitidas de gases de efecto invernadero, ya que los volúmenes que aparecen en los partes de incendios son estimados subjetivamente después del incendio.

2.- El utilizar sólo la superficie agiliza y simplifica la elaboración de los diferentes inventarios de emisiones de los incendios forestales.

3.- Las emisiones correspondientes a los incendios forestales en monte arbolado son menos de un 1 por ciento de las emisiones correspondientes al resto de los sectores implicados.

Entre los inconvenientes podemos citar que los datos del Segundo Inventario Forestal Nacional podrán variar en gran medida para el Tercer Inventario, en cuyo caso habría que investigar en cuanto y de que manera afecta a los diferentes métodos de cálculo.

También habría que acometer los cálculos de los almacenes de carbono diferentes al del monte arbolado, como son los correspondientes a zonas de matorral o pasto, etc., dentro del terreno forestal. Una vez obtenidos, el porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a otros sectores se verá incrementado, aunque seguramente en una cuantía despreciable respecto a esas emisiones.

Otra situación a tener en cuenta es que deben contabilizarse únicamente los incendios provocados por el hombre. En los informes de los Inventarios de Emisiones se tendrán en cuenta las causas de los incendios provocadas por el hombre.

Referencias bibliográficas

- Amiro, D.B. y otros (2.001). Direct carbon emissions from Canadian Forest fires, 1.959 to 1.999. *Canadian Forests Research*, 31: págs 512-525.
- Andreae, M.O. & Merlet, P. (2.002). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*, 15 (4): págs. 955 a 966.
- CORINE-AIRE (2.000): Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera CORINE-AIRE 1994,1995,1996 e Inventarios Complementarios. Vol 2: Análisis por Actividades Emisoras del Grupo 11 “Naturaleza” de la Nomenclatura SNAP-97.
- CREAF (2.002). Above ground biomass expansion factors and biomass equations of forests. In WG1-COSTE21 Action: Contribution of forest and forestry to mitigate greenhouse effects. Besalú.
- Crutzen, P.J. & Andreae, M.O. (1.990). Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, 4988: págs. 471 a 426.
- CSF (2.007). Fire Research carbon fluxes. www.fluxnet-canada.ca
- IFN2 (1.998). Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996, España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente.
- IPCC (2.003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003. IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change. (www.ipcc.ch)
- McCarthy, J. y otros (2.001). Climate change, 2.001: Impacts, adaptation and vulnerability. WgII-3th assessment report IPCC. Cambridge.
- Moreno, J.M (2.005). Riesgo de incendios forestales. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. MMA-UCLM.
- Rodríguez Murillo, J.C. (1.994): The carbon budget of the Spanish Forests. *Biogeochemistry* 25: págs. 197-217.

Sesión Temática 1—GEI por Incendios Forestales—Sánchez, Martínez de Saavedra y Pérez

- Schulze, E.D. y otros (2.006). Kyoto protocol: analysis of options for further development of commitments for the Second Commitments Period. MPI-BGC/ÜKo-Institut/ECOFYS. Alemania.
- Seiler, W. & Crutzen, P.J. (1.980). Estimates of gross and net flux of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. *Climatic Change 2*: págs. 207.
- UNFCCC (2.007). United Nations Framework Convention on Climate Change. www.unfccc.int.
- Vélez (Coord) (2.000). La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias, Ed. McGraw-Hill, Madrid