

Aproximación a las pérdidas económicas ocasionadas a corto plazo por los incendios forestales en Galicia en 2006

Melina Barrio^a, Maria Loureiro^b y Maria Luisa Chas^c

RESUMEN: Este estudio cuantifica parte de las pérdidas económicas a corto plazo o inmediatas (excluyendo las de uso pasivo) ocasionadas por los incendios forestales de Galicia ocurridos en el 2006. El modelo de análisis se basa en la estimación económica de los servicios ecosistémicos perdidos debido a los incendios ocurridos. Los resultados obtenidos demuestran que los daños a corto plazo (desde agosto-diciembre 2006) reflejados en las partidas cuantificadas se aproximan a los 300 millones de euros (dependiendo del escenario de análisis).

PALABRAS CLAVE: Incendios forestales, pérdidas económicas, servicios ecosistémicos.

Clasificación JEL: N50, Q23.

An approximation to the short term economic losses caused by the wildfires in Galicia during 2006

SUMMARY: This study quantifies part of the short-term or immediate economic losses (excluding the non-use or passive losses) caused by the wildfires in Galicia during 2006. The background of the empirical work is based on the ecosystem service approach that values the services not provided due to the existence of wildfires. The obtained results show that the immediate losses are about 300 millions euros (depending on the scenario of analysis) for the period August-December 2006.

KEYWORDS: Wildfires, economic losses, ecosystem services.

JEL classification: N50, Q23.

^a IDEGA-Universidade de Santiago.

^b Departamento de Fundamentos da Análise Económica e IDEGA-Universidade de Santiago de Compostela.

^c Departamento de Economía Cuantitativa, Universidade de Santiago de Compostela.

Agradecimientos: Las autoras agradecen los comentarios de dos evaluadores anónimos y del editor que sin duda mejoraron sustancialmente la versión final de este trabajo. Esta investigación ha sido financiada por la Fundación Caixa-Galicia y la Consellería de Innovación e Industria- Xunta de Galicia (proyecto PGIDIT06PXIB242181PR). Melina Barrio agradece la beca concedida por la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia para estudios de Tercer Ciclo.

Dirigir correspondencia a: Maria Loureiro. E-mail: maria.loureiro@usc.es

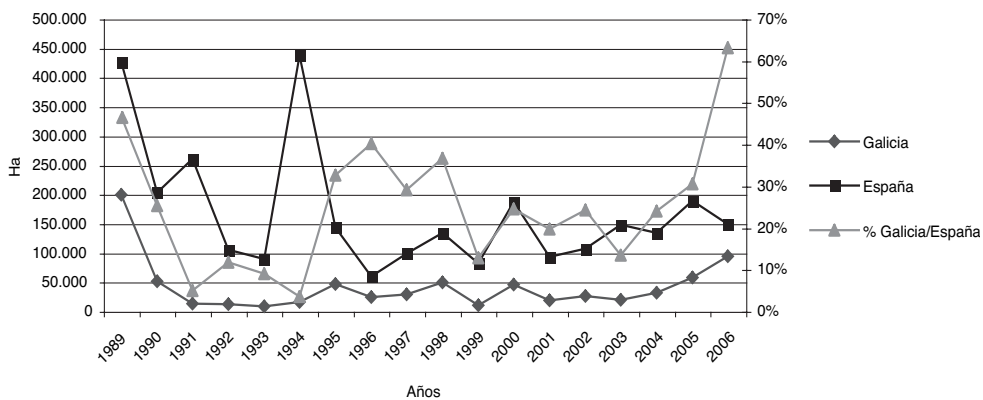
Recibido en agosto 2007. Aceptado en noviembre 2007.

1. Introducción

En el año 2006, los ecosistemas forestales gallegos fueron gravemente dañados por los incendios con la consecuente pérdida de bienes y servicios. Más de 93.000 ha de terreno fueron pasto de las llamas, de las cuales 54.000 ha eran de superficie arbolada. Lo ocurrido en el año 2006 es un claro ejemplo de cómo los incendios pueden alcanzar magnitudes de catástrofe. En ese año se produjo la mayor oleada de incendios de los últimos tiempos en Galicia, con más de 70.000 ha quemadas entre el 4 y 14 del mes de agosto, representando el 63% de la superficie quemada ese año en el estado español. Desde 1989, año en que el número de hectáreas quemadas, 198.998 ha, fue muy superior, en Galicia no se había repetido una situación similar (Gráfico 1).

GRÁFICO 1

Número de hectáreas quemadas en Galicia y España y porcentaje de hectáreas quemadas en Galicia con relación a España (1989-2006)



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2007a), Consellería de Medio Rural (2007) y Consello Económico e Social de Galicia (2005).

Los incendios forestales constituyen un gran problema en Galicia con múltiples consecuencias difíciles de cuantificar. No sólo generan unos gastos en extinción muy elevados, sino que también causan daños personales, patrimoniales y pérdidas de bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas forestales. Aunque parte de estas pérdidas pueden ser cuantificadas monetariamente a través del mercado, hay otro tipo de pérdidas que tienen una cuantificación económica más difícil, como es el caso de los efectos sobre la atmósfera, la vegetación, la fauna, la erosión, el ciclo hidrológico, el suelo y las pérdidas derivadas del disfrute de los bosques, entre otras.

Nuestro objetivo en este estudio es realizar una estimación de las pérdidas económicas de mercado a corto plazo, derivadas de los incendios forestales, centrándonos

en las que tuvieron lugar en el año 2006 en Galicia. Por pérdidas económicas o de mercado (valores de uso) entendemos aquellas ocasionadas por los incendios que podemos cuantificar en términos económicos, calculadas éstas en base a la información disponible y utilizable en los mercados. Entre las pérdidas de mercado que vamos a estimar, podemos destacar: las pérdidas de madera quemada, las pérdidas en la propiedad patrimonial y las pérdidas en el sector turístico, entre otras⁴.

Son muy pocos los estudios existentes que analicen el valor económico perdido en los incendios ocurridos en Galicia, a pesar de su gran importancia. Únicamente existe un primer borrador de un trabajo no publicado de Picos (2006) en el que se estiman las pérdidas a medio-largo plazo derivadas de los incendios de 2006 en más de 582 millones de euros, lo que supone una media de 6.343 €/ha quemada. El presente estudio aborda la estimación de daños con una metodología diferente, un período temporal más corto y sólo computa las pérdidas de mercado más relevantes.

La estructura de este artículo comienza en primer lugar con el marco y fundamentos teóricos del modelo a emplear. A continuación, se presenta el enfoque principal, explicando de forma más concreta la metodología empleada. En tercer lugar, se computan las diferentes pérdidas de mercado donde se incluyen tanto los daños económicos derivados de la pérdida de bienes y servicios de los ecosistemas forestales (turismo, madera, secuestro de carbono y biomasa), como costes extraordinarios, algunas de las externalidades negativas cuantificables y otros daños ocasionados por la oleada de incendios. Finalmente, presentamos las principales conclusiones e implicaciones derivadas de nuestros resultados.

2. Marco teórico

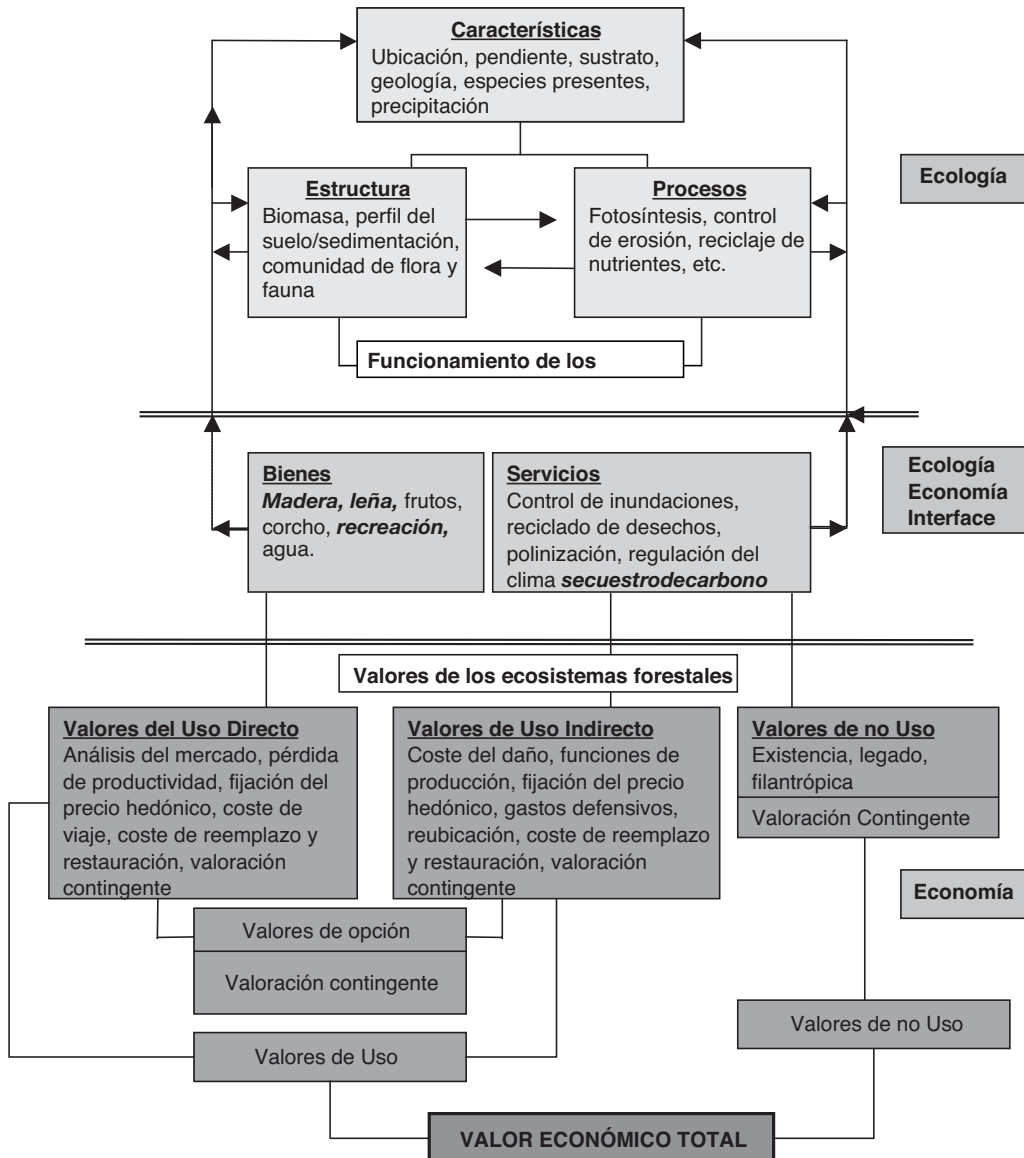
Los beneficios que el hombre obtiene de la naturaleza, y en especial de los ecosistemas forestales, son indiscutibles. Según Max-Neef (1991) los servicios de los ecosistemas satisfacen la mayoría de las necesidades que tienen los humanos, incluyendo la subsistencia, la protección, el entendimiento, el ocio, la recreación, la identidad y la libertad. Sin embargo, a pesar del gran valor que los bienes y servicios aportan a la humanidad, muchos de ellos no son valorados en términos monetarios y, como consecuencia, no son tenidos en cuenta en la mayoría de las decisiones políticas.

Adaptando una definición de Daily (1997), los servicios de los ecosistemas forestales se pueden definir como las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas forestales y las especies que viven en ellos, sostienen y satisfacen la vida humana. Existen muchas maneras de clasificar los beneficios que ofrecen los bosques y otros ecosistemas forestales. Bishop y Landell-Mills (2002) distinguen los beneficios en función de si contribuyen directa o indirectamente al bienestar humano y si involucran o no el consumo de recursos naturales. En este marco de referencia, podemos distinguir cinco tipos de valores: de uso directo, de uso indirecto, de opción, de legado y de existencia (Gráfico 2).

⁴ Por otra parte, aunque no se incluyen en este artículo, debido a limitaciones de espacio, también han sido estimadas las pérdidas ambientales sin precios asociados, que se conocen como los valores de no uso.

GRÁFICO 2

Relaciones entre las funciones, usos y valores de los bosques y respectivos métodos de valoración económica



Nota: Retroalimentación del sistema.
Vínculos económicos y ecológicos.

En negrita y cursiva los cuatro bienes y servicios, madera, recreación, leña (como parte de la biomasa) y secuestro de carbono, que sufrieron daños como consecuencia de los incendios y cuyas pérdidas hemos estimado en este artículo.

Fuente: Adaptado de Turner *et al.* (2000).

Entre los valores de uso directo, podemos diferenciar aquellos que tienen un uso consuntivo como la madera, las frutas, el corcho y la leña, entre otros, y los que no tienen un uso consuntivo como, por ejemplo, las actividades recreativas. Dentro de los valores de uso indirecto destacamos la protección de cuencas hidrográficas, el reciclaje de nutrientes, la regulación del clima, el almacenamiento de carbono y los valores estéticos, culturales y espirituales. Por otra parte, los valores de no uso de los bosques, pueden dividirse en valores de legado, en los que se engloban todos los valores intrínsecos del bosque como legado a futuras generaciones (paisaje, recreo, energía, etc.) y valores de existencia. En estos últimos se incluyen los valores relacionados con la satisfacción que otorga a los individuos el conocimiento de que determinados hábitats existan, aunque no sean utilizados nunca. Por último, recogemos el valor de opción, en el que se incluye la posibilidad de disfrute de los servicios mencionados anteriormente como los recreativos, de control del clima o de obtención de plantas medicinales en un futuro.

En el Gráfico 2, podemos ver las complejas relaciones que existen entre los aspectos ecológicos de un bosque y la economía. En este sentido, el enfoque «*ecosystem services*» (o servicios ecosistémicos) integra la ecología y la economía para tratar de explicar los efectos de las políticas humanas en las funciones de los ecosistemas y el bienestar humano (Costanza *et al.*, 1997), de ahí que sea la metodología empleada en este trabajo.

3. Metodología

Cuando un ecosistema es alterado o dañado, muchos de los bienes y servicios que proveen se ven afectados. En el caso de los ecosistemas forestales, los incendios se sitúan entre los principales causantes de pérdidas. La metodología a utilizar se deriva principalmente del cómputo de los servicios ecosistémicos perdidos que proporcionan los ecosistemas forestales ardados (*ecosystem services approach*). Sin embargo, los incendios no sólo provocan pérdidas de servicios de los ecosistemas dañados sino otra serie de daños y externalidades. En este sentido, diversos estudios han estimado algunas de las pérdidas en valores de uso derivadas de los incendios (Cuadro 1). Los estudios contenidos en dicho cuadro sirven para revisar los diferentes daños estimados así como para ilustrar sus magnitudes, comparándolos en base al daño total por ha quemada (€/ha). Por otro lado, hay que mencionar la existencia de otros muchos estudios que estiman los daños de uso pasivo, o daños ambientales sin precios asignados. Dado que el objetivo de nuestro estudio se limita a la estimación de pérdidas de valores de uso, esta literatura no se revisa en el presente trabajo⁵.

⁵ Entre los estudios previos podemos destacar a Loomis y González-Cabán (1998) que usaron el método de valoración contingente para estimar la disposición al pago por implementar un plan de administración de incendios para reducir la superficie ardiada de los bosques centenarios en California y Oregón. Por otro lado, Hessel *et al.* (2003) examinaron el efecto del fuego en los valores recreativos usando el método del coste de viaje. Sus resultados confirmaron que los incendios de copa originan reducciones en la demanda anual de aspectos recreativos de un 69,3% en Colorado y de un 86,7% en Montana.

CUADRO 1
Estimación de pérdidas actualizadas de diversos incendios

Bien o servicio	Valor del daño (€ 07) ¹	N.º ha quemadas (ha)	Valor del daño (€/ha)	Incendio (lugar y año)	Autor
Madera	298M-509M	202.343	1.473-2.517	EE.UU. (Florida), 1998	Butry <i>et al.</i> (2000)
Madera	187M-236M	187.213	997-1.262	EE.UU. (Arizona, Rodeo-Chediski), 2002	Morton <i>et al.</i> (2003)
Madera	438M	5.000.000	88	Indonesia, 1997	EEPSEA (1998)
Turismo	59M	202.343	291	EE.UU. (Florida), 1998	Butry <i>et al.</i> (2000)
Turismo	66.000	9.803	7	EE.UU. (Virginia, Shenandoah Complex), 2000	Morton <i>et al.</i> (2003)
Emisión carbono	242M	5.000.000	48	Indonesia, 1997	EEPSEA (1998)
Pérdidas patrimoniales ²	8M-10M	202.343	42-50	EE.UU. (Florida), 1998	Butry <i>et al.</i> (2000)
Costes de extinción	84M	202.343	416	EE.UU. (Florida), 1998	Butry <i>et al.</i> (2000)
Costes de extinción	4M	9.803	386	EE.UU. (Virginia, Shenandoah Complex), 2000	Morton <i>et al.</i> (2003)
Costes de extinción	32M	187.213	170	EE.UU. (Arizona, Rodeo-Chediski), 2002	Morton <i>et al.</i> (2003)
Costes de extinción	31M	55.893	551	EE.UU. (Colorado), 2002	Kent <i>et al.</i> (2003)
Acciones de rehabilitación de emergencia	19M	55.893	338	EE.UU. (Colorado), 2002	Kent <i>et al.</i> (2003)
Valor económico perdido en los grandes incendios			3.769 (CAA) ³ 4.729 (CVA) ⁴	Comunidad Valenciana y Andalucía (2001 y 2000, respectivamente)	Castellano <i>et al.</i> (2004)

Notas: ¹ Tipo de cambio a 24 de septiembre de 2007 = 1,4179 \$/€, ² Pérdidas patrimoniales: casas, coches y negocios.

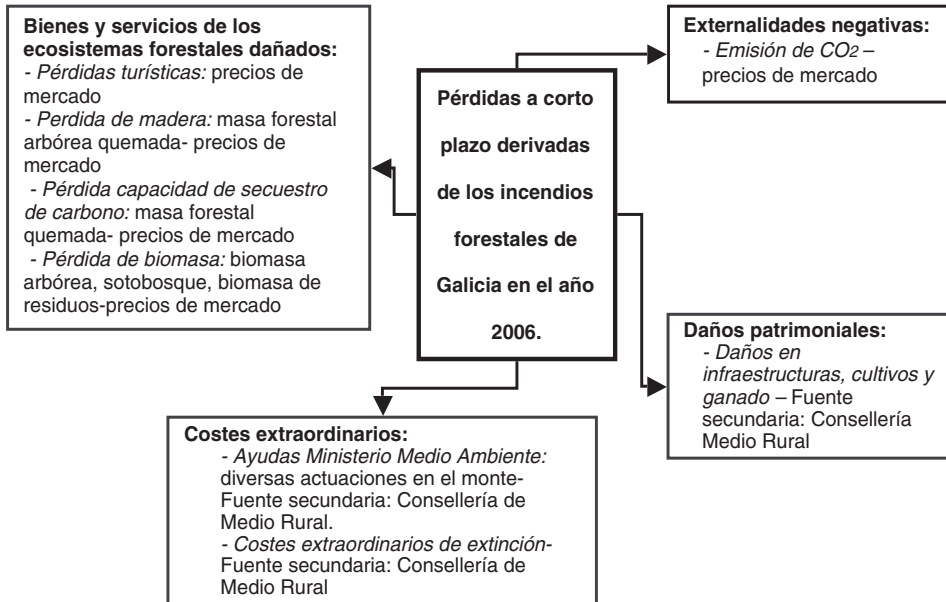
³ Comunidad Autónoma Andaluza, ⁴ Comunidad Valenciana.

Fuente: Elaboración propia.

La valoración de daños a corto plazo presentada en este trabajo contiene, además de otros gastos extraordinarios en los que se incurrió para extinguir estos incendios (Gráfico 3). Esto es debido a la necesidad de considerar el coste de oportunidad del presupuesto público dedicado a estos gastos en lugar de a otros fines alternativos.

Para la cuantificación de estas pérdidas hemos acudido a diversas fuentes como por ejemplo, la Consellería de Medio Rural, el Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto Nacional de Estadística. Así, por ejemplo, a través del análisis de series temporales de precios de la madera, hemos estudiado las pérdidas en la masa forestal arbolada quemada con aprovechamiento comercial. Análisis semejantes de las estadís-

GRÁFICO 3

Pérdidas derivadas de los incendios que se van a estimar y metodología a emplear

Fuente: Elaboración propia.

Las pérdidas turísticas nos han permitido estimar las pérdidas en este sector. Dentro de la categoría de pérdida de bienes y servicios de los ecosistemas forestales, se valoran los daños ocasionados por la pérdida de la capacidad futura de fijación de CO₂ de los ecosistemas forestales (a corto plazo), principalmente de la masa forestal arbolada. En este sentido, se estima de forma aproximada, la cantidad de carbono que se hubiera fijado durante el 2006 de no haberse producido dichos incendios. La pérdida de fijación se valora en términos monetarios a través del precio en el mercado de permisos de emisión de CO₂. Además, utilizando estos mismos precios, se estima el coste de emisión de gases de efecto invernadero, en concreto CO₂, como consecuencia de los incendios ocurridos.

Reconocemos que las estimaciones aquí presentadas son conservadoras ya que por una parte, no se dispone de datos de todos los bienes afectados (castañas, setas y otras producciones derivadas del bosque), y por otra, la referencia temporal de nuestro estudio corresponde sólo a 2006.

4. Cómputo de pérdidas

Las pérdidas económicas o de mercado se han calculado sumando todas las pérdidas de servicios de los ecosistemas que han influido en los sectores productivos más afectados, madera y turismo, añadiendo a éstos los gastos de extinción, los daños en

el patrimonio personal, la pérdida de la capacidad de fijación de carbono, de biomasa, o los derivados de la emisión de CO₂. A la hora de realizar el cómputo de estas pérdidas nos hemos visto en la necesidad de establecer una serie de supuestos debido a la ausencia o limitación de los datos públicos. Por ello, y para mostrar una estimación más detallada, presentamos en algún caso dos valores aproximados, escenario uno⁶ y escenario dos⁷, bajo cada uno de los supuestos empleados.

El primero de los daños cuantificados es el relacionado con el **sector turístico**. En nuestro estudio hemos analizado los datos de diferentes encuestas de ocupación turística (*Encuesta de ocupación en alojamientos de turismo rural*, *Encuesta de ocupación hotelera*, y la *Encuesta de Ocupación en Acampamentos Turísticos*, entre otras) para tres tipos de establecimientos: turismo rural, hoteleros y campings, elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Instituto Galego de Estatística (IGE). Para realizar nuestro análisis partimos del supuesto de que los incendios forestales fueron el único elemento extraordinario que hizo variar la afluencia turística en Galicia con relación al 2005⁸ (Supuesto A: escenario uno) y con relación al crecimiento esperado, analizando la tendencia de años anteriores (Supuesto B: escenario dos). Este supuesto, similar al planteado en estudios previos (Riera y Farreras, 2004), considera la catástrofe ambiental como el único elemento a considerar en los posibles cambios turísticos. Por otro lado, se han estudiado los últimos 5 meses de 2006, ya que hasta el mes de agosto sólo se había quemado el 15% de la superficie total afectada en 2006, siendo este mes en el que se quemó la mayor parte de la superficie anual. Hay que destacar que bajo los dos supuestos considerados los resultados obtenidos son, en cualquier caso, muy conservadores ya que no se está teniendo en consideración, por falta de información, el turismo no reglado.

Supuesto A (escenario uno): El número de viajeros en 2006 debería haber sido como mínimo igual al de 2005. En el Cuadro 2 recogemos el número de visitantes del año 2005 y del 2006 que se alojaron en establecimientos hoteleros (EH), establecimientos de turismo rural (ER) y campings. En función de la diferencia en el número de visitantes, de la estancia media en cada uno de los meses, del tipo de establecimiento y del gasto medio diario se obtuvo una pérdida de 10.657.654 €.

Supuesto B (escenario dos): El número de viajeros de 2006 debería haber sido igual a la variación esperada para el 2006 en base a la variación media interanual durante el período 1999-2005. El número de visitantes que, según nuestros cálculos, se esperaba para 2006 es inferior al número que realmente se ha observado (Cuadro 3). Al igual que en el anterior supuesto, en función de esta diferencia, de la estancia media, del tipo de establecimiento y del gasto medio diario obtenemos una pérdida económica bajo este supuesto de 23.865.409 €.

⁶ Bajo supuestos conservadores.

⁷ Bajo supuestos menos restrictivos, pero que no se pueden considerar máximos.

⁸ Para reforzar este supuesto hemos analizado la variación entre los años 2005 y 2006 del número de viajeros en Asturias para los cinco últimos meses del año (agosto-diciembre). En términos medios, el incremento del número de viajeros de establecimientos hoteleros en los cinco meses de análisis para Asturias fue de un 16,75% mensual, mientras que para Galicia fue de un -1,78% con respecto al año 2005. Para los establecimientos de turismo rural la media mensual alcanzó en Asturias un incremento de un 26,7%, mientras que en Galicia fue de un 2,59%.

CUADRO 2

Datos para los meses agosto-diciembre 2006. Establecimientos hoteleros (EH), establecimientos de turismo rural (ER) y camping. Supuesto A-Galicia

	Viajeros en EH 2005	Viajeros en EH 2006	Variación 2006- 2005. EH	Estancia media en EH 2006	Gasto medio diario en EH 2006
Total 5 meses	1.662.815	1.616.291	-46.524		
Agosto	562.299	528.740	-33.559	2,56	79,49
Septiembre	372.192	367.531	-4.661	2,14	79,49
Octubre	301.284	308.570	7.286	2,1	79,49
Noviembre	231.499	217.423	-14.076	2,01	79,49
Diciembre	195.541	194.027	-1.514	2,01	79,49
	Viajeros en ER 2005	Viajeros en ER 2006	Variación 2006- 2005. ER	Estancia media en ER 2006	Gasto medio diario en ER 2006
Total 5 meses	76.132	76.453	321		
Agosto	31.881	32.452	571	3,22	75
Septiembre	15.744	15.041	-703	2	75
Octubre	11.682	11.166	-516	1,98	75
Noviembre	7.776	7.248	-528	1,67	75
Diciembre	9.049	10.546	1.497	2,03	75
	Viajeros en Camping 2005	Viajeros en Camping 2006	Variación 2006-2005. Camping	Estancia media en Camping 2006	Gasto medio diario en Camping 2006 ¹
Total 5 meses	144.463	125.358	-19.105		
Agosto	129.352	111.009	-18.343	3,66	26,50
Septiembre	13.967	12.625	-1.342	3,66	26,50
Octubre	660	812	152	2,28	26,50
Noviembre	268	496	228	1,69	26,50
Diciembre	216	416	200	2,11	26,50

Nota: (1) Suponemos: 1/3 gasto medio diario en todo tipo de establecimiento. Este supuesto es conservador dado que la media en todo tipo de establecimientos (incluyendo los campings) es de 79,49 (Turgalicia, 2007b).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2007a, 2007b, 2007c), IGE (2007a, 2007b) y Turgalicia (2007a, 2007b).

A continuación, se estimaron las pérdidas en la masa forestal arbolada quemada con aprovechamiento comercial (45.678 ha). Dada la falta de información pública y estadísticas recientes sobre precios de madera, para obtener una aproximación del diferencial de precios entre madera verde y quemada, realizamos una búsqueda de las subastas publicadas en el Diario Oficial de Galicia (DOG) entre los años 2004 y 2007. Recogiendo los precios de partida de diferentes especies forestales de las subastas de madera quemada y verde, obtuvimos precios mínimos de venta, ya que el precio final no ha sido publicado. Partiendo de los diferenciales en el precio de venta de la madera verde y quemada por especie (Cuadro 4) y de la superficie y volumen quemado por especie (Cuadro 5), obtuvimos que las pérdidas en el sector maderero asciende a 80.408.162 €. Dicha pérdida también es conservadora, pues el supuesto de cálculo utilizado implica que los precios finales han coincidido con los precios de reserva de cada una de las subastas analizadas.

CUADRO 3

Datos para los meses agosto-diciembre 2006. Establecimientos hoteleros (EH), establecimientos de turismo rural (ER) y camping. Supuesto B-Galicia

	Viajeros en EH 2005	Viajeros en EH 2006	Variación 2006-2005. EH	Estancia media en EH 2006	Gasto medio diario en EH 2006
Total 5 meses	1.616.291	1.723.233	-106.942		
Agosto	528.740	586.453	-57.713	2,56	79,49
Septiembre	367.531	378.209	-10.678	2,14	79,49
Octubre	308.570	309.731	-1.161	2,1	79,49
Noviembre	217.423	245.282	-27.859	2,01	79,49
Diciembre	194.027	203.558	-9.531	2,01	79,49
	Viajeros en ER. 2006	Viajeros esperados en ER. 2006*	Variación viajeros en ER 2006-2006*	Estancia media en ER. 2006	Gasto medio diario en ER 2006
Total 5 meses	76.453	84.181	-7.728		
Agosto	32.452	35.029	-2.577	3,22	75
Septiembre	15.041	17.496	-2.455	2	75
Octubre	11.166	13.369	-2.203	1,98	75
Noviembre	7.248	8.165	-917	1,67	75
Diciembre	10.546	10.122	424	2,03	75
	Viajeros en Camping 2006	Viajeros en Camping 2006*	Variación 2006-2006* en Camping	Estancia media en Camping 2006	Gasto medio diario en Camping 2006 ¹
Total 5 meses	125.358	154.010,19	-28.652		
Agosto	111.009	137.079,05	-26.070	3,66	26,50
Septiembre	12.625	14.946,35	-2.321	3,66	26,50
Octubre	812	688,07	124	2,28	26,50
Noviembre	496	351,24	145	1,69	26,50
Diciembre	416	945,48	-529	2,11	26,50

Nota: (1) Suponemos: 1/3 gasto medio diario en todo tipo de establecimiento. Este supuesto es conservador dado que la media en todo tipo de establecimientos (incluyendo los campings) es de 79,49 (Turgalicia, 2007b).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2007a, 2007b, 2007c), IGE (2007a, 2007b), TurGalicia (2007a y 2007b).

CUADRO 4

Precios estimados de la madera por tipo (€/m³)

Especie	Precios		Diferencial de precios
	Madera cortada por turno	Madera cortada por incendio	
<i>Eucaliptos globulus</i>	22,92	15,07	7,85
<i>Pinus pinaster</i>	25,63	13,12	12,51
<i>Pinus radiata</i>	26,54	15,07	11,47

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recogidos en el Diario Oficial de Galicia (DOG) publicados por la Consellería de Medio Ambiente y Consellería de Medio Rural, entre los años 2004-2007⁹.

⁹ Por limitaciones de espacio no hemos podido incluir todas las referencias a los DOG utilizados. Dichos datos están disponibles en red en la siguiente página web: www.xunta.es/dog.

CUADRO 5
Superficie quemada, volumen por especie y volumen total quemado por especie

Especie	Superficie quemada (ha)	Volumen medio estimado (m ³ /ha)	Volumen total estimado (m ³)
<i>Eucaliptos globulus</i>	22.302,90	120	2.676.348,00
<i>Pinus pinaster</i>	18.732,26	240	4.495.742,40
<i>Pinus radiata</i>	1.140,43	240	273.703,20
Volumen total			7.445.793,60

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Consellería de Medio Rural (2006).

También hemos valorado las pérdidas derivadas del servicio de capacidad de fijación de CO₂ de las hectáreas quemadas, pues aunque es un servicio ambiental, en el nuevo contexto europeo, existen mercados de permisos de emisiones y como consecuencia, precios de permisos. De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente (2002) uno de los principales servicios de los ecosistemas forestales es su capacidad de almacenamiento de carbono, contribuyendo a amortiguar los efectos del cambio climático. Como consecuencia de los incendios forestales, esta capacidad se ha visto reducida con la consecuente pérdida de fijación por la quema de biomasa viva (copa, tronco y raíces), hojarasca y materia orgánica del suelo forestal (Dans y Molina, 2005). En este artículo presentamos un supuesto de estimaciones mínimas ya que únicamente se ha considerado la biomasa viva (masa arbolada) por no disponer de un modelo adecuado que nos permita valorar los restantes tipos de biomasa. Por otro lado, hay que destacar que esta pérdida se mantendrá en el tiempo ya que la recuperación de la capacidad de almacenamiento existente antes de los incendios requerirá años de espera, dependiendo en gran medida de la capacidad de crecimiento de las masas forestales. Partimos de la idea de que de no haber habido incendios la masa forestal quemada, habría fijado en el período posterior a los incendios (agosto-diciembre 2006) una cierta cantidad de CO₂. Considerando que la superficie arbolada afectada en 2006 fue de 54.022 ha y asumiendo que la capacidad de fijación de carbono en biomasa viva se estima en 3,17 Mg/ha/año para el conjunto de frondosas y coníferas en Galicia (Dans y Molina, 2005), la pérdida de capacidad de fijación de carbono durante los últimos 5 meses¹⁰ de 2006 se estima en 71.354 t (lo que equivale a 261.632t de CO₂). Por lo tanto, utilizando un precio medio de 16,75 €/t de CO₂ para el año 2006 obtenido en SENDECO2 (Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono), computamos una pérdida que alcanzaría los 4.382.333 €.

Otra pérdida es la relacionada con los costes de emisión de dióxido de carbono (CO₂) generado por los incendios. Esta externalidad negativa es particularmente relevante. Para obtener una aproximación a dicha pérdida, el primer paso será estimar el

¹⁰ El número de hectáreas quemadas se corresponde con el dato anual, pero debido a que más del 80% se quemó en los últimos cinco meses del año, principalmente en agosto, obtenemos una estimación conservadora de la pérdida de este servicio para este período temporal (agosto-diciembre 2006).

volumen de CO₂ emitido a través de dos aproximaciones. En la primera aproximación, que es la más elevada, nos basamos en la metodología empleada por Valero *et al.* (2007) para estimar las emisiones tanto de la superficie rasa como arbolada quemada en los incendios de 2006. En la segunda aproximación, menor que la anterior, calculamos las pérdidas derivadas de la emisión por la quema de superficies arboladas a través de la metodología empleada por el Ministerio de Medio Ambiente (2007b) en el «Informe Inventarios Gases de Efecto Invernadero: 1999-2005». Sin embargo, debido a que a partir de esta metodología no es posible estimar las emisiones de la superficie rasa quemada, hemos usado ese dato importado de la primera aproximación, es decir, de la estimación realizada para este tipo de superficie basándonos en el estudio de Valero *et al.* (2007).

Comenzando por la primera aproximación y siguiendo la metodología de Valero *et al.* (2007), calculamos las emisiones totales de CO₂. La expresión utilizada en el cómputo es la siguiente:

$$L_{\text{fuego}} = A \cdot MB \cdot G_f \cdot G_{ef} \cdot 10^{-3} \quad [1]$$

donde:

L_{fuego} : cantidad de emisiones de gas (toneladas de CO₂).

A : área quemada (ha).

MB : masa de combustible disponible para la combustión (tonelada por ha de materia seca). Se incluyen todas las fracciones incluyendo biomasa, residuos o madera muerta.

G_f : factor de combustión (adimensional).

G_{ef} : factor de emisión, en g/kg de materia seca quemada.

Tal y como podemos observar en la Cuadro 6, tras aplicar la expresión [1], las emisiones totales de CO₂¹¹ ascienden hasta las 4.084.687 t, lo que supone un coste total de 68.418.514 € (escenario dos).

CUADRO 6
Cálculo de emisiones de CO₂ a partir del estudio de Valero *et al.* (2007)

	A (ha)	MB(Tn ms/ha)	Gf	G _{ef} (g/kg)	L _{fuego} (Tn) (k = j · a)
<i>Eucalyptus Globulus</i>	22.302,90	119,12	0,45	1.569	1.875.778,18
<i>Pinus Pinaster</i>	18.732,26	93,95	0,45	1.569	1.242.574,45
<i>Pinus Radiata</i>	1.140,43	93,95	0,45	1.569	75.648,60
Superficie desarbolada	39.865	22,25	0,64	1.569	890.686,15
Total					4.084.687,38

Fuente: Elaboración propia a partir del estudio de Valero *et al.* (2007).

¹¹ 890.686 t de CO₂ emitidas por la quema de superficie rasa.

En la segunda aproximación, aplicando la metodología empleada por MMA (2007b), se han calculado las toneladas de carbono en la biomasa de las superficies arboladas quemadas. A la vista de [2], partimos del carbono existente en la biomasa previa total (T), diferenciando entre superficies explotadas comercialmente y no explotadas comercialmente:

$$T = M + B + U + PL = 2,7 M \quad [2]^{12}$$

donde:

M: Biomasa aérea con fracción comercial.

B: Resto de biomasa aérea.

U: Biomasa subterránea (raíces)¹³.

PL: Biomasa de residuos del suelo (hojarasca/deshechos)¹⁴.

Por lo tanto, calculando en la siguiente ecuación [3] podremos estimar el carbono existente antes de los incendios en la biomasa aérea con fracción comercial:

$$M = (Mc \cdot dc + Mf \cdot df) + (Sc \cdot ic \cdot dc + Sf \cdot if \cdot df) \quad [3]$$

donde:

Mc: fracción comercial coníferas en área explotada comercialmente.

dc: densidad de carbono en coníferas (0,227 t/m³).

Mf: fracción comercial frondosas en área explotada comercialmente.

df: densidad de carbono en frondosas (0,316 t/m³).

Sc: superficie arbolada de coníferas no explotada comercialmente.

ic: índice biomasa coníferas (43 m³/ha).

Sf: superficie arbolada de frondosas no explotada comercialmente.

if: índice biomasa frondosas (73 m³/ha).

Los datos que tenemos sobre coníferas dedicados a explotación comercial están expresados en hectáreas, por lo tanto, para obtener su volumen tenemos que utilizar un índice de biomasa. Para ello vamos a utilizar el índice de biomasa que emplea el MMA para realizar el cálculo de la superficie arbolada en explotación no comercial (43 m³/ha-coníferas; 73 m³/ha = frondosas). Partiendo de los valores obtenidos de M y consecuentemente de B, U y PL acerca del carbono existente en la biomasa previa, obtenemos a partir de [4] el volumen de emisiones de CO₂, que viene dado por:

$$CO_2 = [0,2 \cdot (B + U) + 0,6 \cdot PL] \cdot 44/12 \quad [4]^{15}$$

¹² Coeficiente de expansión de fracción comercial (M) a biomasa total (T) (Rodríguez Murillo, 1994).

¹³ Estimación de la biomasa subterránea (U) en un 25% de la biomasa aérea (M,B); U = 0,25 (M + B) (Rodríguez Murillo, 1994).

¹⁴ Estimación de residuos sobre suelo (PL) en un 10% de la biomasa de la planta (M, B, U); PL = 0,1 (M + B + U) (Rodríguez Murillo, 1994).

¹⁵ De acuerdo con Seiler y Crutzen (1980), un 20% del carbono que forma parte de la biomasa aérea se libera durante el incendio. En cuanto a la biomasa de residuos, según el informe «Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2004» que edita el Ministerio de Medio Ambiente, se estima el porcentaje de emisión en un 60%.

Como resultado de estas estimaciones obtenemos que las emisiones de CO₂ por la quema de superficie arbolada alcanzan 1.460.012 t.

Por otro lado, como hemos comentado anteriormente, para obtener los datos de emisiones de superficie rasa, hemos utilizado los cálculos de emisiones derivados de la primera aproximación para este tipo de superficie. Aplicando la metodología empleada por Valero *et al.* (2007), obtenemos que las emisiones generadas por la quema de superficie rasa ascienden a 890.686 t de CO₂. Esto supone un total de 2.350.698 t de CO₂ emitidas, que de acuerdo a los precios de derechos de emisión anteriormente utilizados ascienden a un valor de 39.374.196 € (escenario uno).

Otra pérdida que se ha de considerar es la derivada de la **quema de biomasa**. Cada vez más se habla del aprovechamiento de la biomasa en general, y la forestal en particular, como productora de energía. Para el cálculo de la biomasa existente en las hectáreas quemadas nos hemos basado en Valero *et al.* (2007) obteniendo un total de 1.650.479 t de materia seca (Cuadro 7).

CUADRO 7
Estimación de la biomasa quemada. Galicia 2006

	SA 2006 (a)	ST. (b)	B. L. (c)	MC (Biomasa) (d = b + c)	T Biomasa Total (e = a · d)
<i>Eucaliptus globulus</i>	22.302,90	4	19,54	23,54	525.010,27
<i>Pinus pinaster</i>	18.732,26	2	10	12	224.787,12
<i>Pinus radiata</i>	1.140,43	2	10	12	13.685,16
Superficie rasa	39.865	10	12,25	22,25	886.996,25
Total					1.650.478,80

Nota: SA: Superficie afectada (ha); S.T.: Sotobosque (t de materia seca/ha); B.L.: Biomasa residual (t de materia seca/ha); MC: masa combustible (t materia seca/ha); T. Biomasa Total (t de materia seca).

Fuente: Elaboración propia a partir de Valero *et al.* (2007).

Aplicando un factor de conversión de 0,17 tep/t (Núñez *et al.*, 2004), calculamos que el poder energético de la biomasa total asciende a 280.581 tep. Esta es una aproximación que se podría considerar máxima, porque realmente no toda la biomasa podría haber sido extraída para su uso energético. Según Carrasco (2002), debido a limitaciones medioambientales sólo podría extraerse entre un 45 y 50% de los residuos. Por lo tanto, aplicando este supuesto (50%) a las toneladas totales de biomasa, obtenemos que las toneladas perdidas de biomasa ascienden a 825.239 t que suponen un poder energético de 140.291 tep. De acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía (AIE), un barril de petróleo equivale a 0,13878 tep. Haciendo las conversiones oportunas, obtenemos que el poder calorífico perdido asciende a 2.021.771 y 1.010.888 barriles de petróleo en ambos supuestos analizados. Por lo tanto, con un precio de 43,08 € (61,08 dólares el barril¹⁶), obtenemos que la pérdida

¹⁶ Media anual de 2006, OPEC (2007).

de biomasa en el primer escenario alcanza los 43.549.044 € y los 87.097.900 € en el segundo¹⁷.

En quinto lugar recogemos los costes de ciertas actuaciones inmediatas que se llevaron a cabo como consecuencia directa de los incendios de 2006 en Galicia (Cuadro 8) y que alcanzan 22.500.001 €.

CUADRO 8
Actuaciones inmediatas tras los incendios forestales de Galicia de 2006

Ayudas del MMA para las siguientes actividades	€
Tratamientos selvícolas, mejora red pistas forestales, puntos de agua	11.366.178
Ordenación montes públicos gestión biomasa residual, control de plagas	1.593.568
Limpieza cauces e hidrotecnias, tratamientos selvícolas en vegetación de riberas	6.500.001
Recuperación y regeneración ambiental de los efectos producidos por los incendios forestales en los espacios de la Red Natura 2000	3.040.254
Total	22.500.001

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2007c).

Los costes extraordinarios de extinción (horas extraordinarias de vuelo por los medios aéreos propios y foráneos y gastos de combustible en medios aéreos foráneos) en los que se incurrieron entre los días 4 y 15 de agosto de 2006 ascienden a los 3.941.938 € (Consellería de Medio Rural, 2006).

Por último, recogemos las pérdidas de tipo patrimonial que alcanzan 6.296.459 € (Consellería de Medio Rural, 2006). En el Cuadro 9 aparecen desglosadas en actuaciones inmediatas relacionadas con el ganado (recogida de cadáveres y tratamiento y alimentación de animales en el monte), daños en infraestructuras (señalización vertical, deterioro de firmes asfálticos por las altas temperaturas, rotura de obras de fábrica y deterioro de capa de rodadura de vías agrícolas y forestales por el tránsito de maquinaria pesada en las labores de extinción y deterioro de viandas, barandillas y cierres) y costes en empresas, englobando los daños en explotaciones agroganaderas (cultivos de viñedos, forrajeros y frutales, animales e instalaciones). Es necesario destacar que a pesar de no haber realizado una valoración monetaria de las pérdidas en el patrimonio cultural (petroglifos, dólmenes, hórreos, *cruceiros*, etc.) los daños también han sido considerables.

Como conclusión, en la Cuadro 10 aparecen recogidas todas las pérdidas en términos monetarios anteriormente mencionadas. Los costes totales estimados oscilan entre 211 millones de euros y 296 millones de euros. Una de las pérdidas más importantes en nuestro estudio está relacionada con la madera perdida, que asciende al 38% del daño total. Hay que indicar que esta es una estimación muy a corto plazo, ya que en el futuro se esperan otras consecuencias en el sector maderero gallego por los

¹⁷ En Esteban (2005) aparece recogido un coste de la biomasa a pie de planta de 55,76 € por tonelada de materia seca, que podríamos tomar como precio de referencia para la biomasa quemada. Utilizando este dato obtenemos unas pérdidas que varían entre los 42 y 92 millones de euros, similares a nuestros resultados.

CUADRO 9
Daños patrimoniales causados por los incendios de Galicia de 2006

Daños patrimoniales	€
Actuaciones inmediatas relacionadas con el ganado	396.459
Daños en infraestructuras	3.900.000
Costes en empresas, englobando los daños en explotaciones agroganaderas	2.000.000
Total	6.296.459

Fuente: Consellería de Medio Rural (2006).

efectos derivados de la escasez de determinados tipos de madera. Las pérdidas de biomasa que asciende a un 20% sobre el total, y de emisión de CO₂, 18%, resultan también significativas (supuestos de los escenarios más conservadores vinculados al escenario 1).

Si analizamos las pérdidas por hectárea, éstas varían entre 2.249€ y 3.162€, cantidades superiores a la estimada por la Xunta de Galicia ante la UE con el fin de reclamar una compensación del fondo de catástrofes, que ascendía a 2.077€/ha (Consellería de Medio Rural, 2006). En general, hay que mencionar que nuestro resultado no es comparable con el anteriormente citado de Picos (2006), que resulta en una pérdida de 6.343€/ha, por varios motivos. El primero de ellos es la temporalidad, pues nuestro trabajo se realizó para el corto plazo y el de Picos para un medio-largo plazo. El segundo elemento que los diferencia es la metodología empleada; mientras que Picos se basa en las estimaciones y fórmulas proporcionadas por Martínez Ruíz (2000) sobre la valoración de montes, nosotros estimamos las pérdidas a través de los datos comerciales de diferentes fuentes. Finalmente, el tercer elemento que los diferencia son las partidas cuantificadas.

Por ello, es necesario destacar que las estimaciones obtenidas sólo recogen las pérdidas en el corto plazo, por lo que si se realizara un análisis en un período de tiempo más largo, dicha cantidad se incrementaría de forma muy considerable. Además, existen otros daños que no hemos estimado como por ejemplo, los derivados de la erosión, la pérdida paisajística, los daños en la salud y la pérdida de otros productos forestales como castañas, setas, y otros.

5. Conclusiones

En este artículo hemos obtenido una aproximación a las pérdidas sufridas por los bienes y servicios de los ecosistemas forestales ocasionadas por los incendios registrados en Galicia en el año 2006. Hemos realizado un análisis en el corto plazo, incluyendo sólo los daños económicos directos cuantificables en ese año. Nuestros resultados indican que las pérdidas económicas derivadas de los incendios ascienden en tan sólo cinco meses de 2006 a un mínimo de 211 millones de euros (0,53% del PIB gallego) dentro de nuestro escenario más conservador. La consideración de todas las

CUADRO 10

Pérdidas monetarias de sectores afectados y otras ayudas prestadas. Galicia- 2006

		Escenario 1	Escenario 2	€/ha (mín.)	€/ha (sup.)
<i>Bienes y servicios perdidos</i>	Pérdidas de turismo	10.657.654	23.865.409	113,52	254,19
	Pérdidas de madera	80.408.162		856,43	
	Valor sumidero CO ₂ perdido	4.382.333		46,68	
<i>Externalidades negativas</i>	Pérdidas derivadas de biomasa quemada	43.549.044	87.097.900	463,84	927,68
	Pérdidas derivadas de la emisión de CO ₂	39.374.196	68.418.514	419,38	728,73
<i>Daños patrimoniales</i>	Daños patrimoniales	6.296.459		67,06	
	Ayudas del MMA	22.500.001		239,65	
<i>Costes extraordinarios</i>	Costes extraordinarios de extinción	3.941.938		41,99	
	Total Pérdidas	211.109.787	296.910.716	2.248,54	3.162,40

Fuente: Elaboración propia.

pérdidas (muchas de ellas no documentadas) y de una referencia temporal mayor no haría más que aumentar nuestras estimaciones. Así por ejemplo, si cuantificásemos los daños derivados de las pérdidas de fijación de CO₂ durante los tres años siguientes a la catástrofe, la pérdida de 4 millones de euros estimada superaría los 29 millones de euros.

Reconocemos que existen otras pérdidas que no han sido incluidas en este análisis como, por ejemplo, las consecuencias económicas de las inundaciones en muchas villas costeras sucedidas durante el otoño del 2006 y que muchos expertos consideran que se derivan de la erosión causada en el terreno y de la consecuente escasa capacidad de absorción de las lluvias otoñales por los montes. Tampoco se han computado las pérdidas en el sector marisquero debido al arrastre de residuos y cenizas a las rías donde infinidad de cultivos fueron arrasados por las aguas. Por otra parte, no podemos olvidar los daños a la salud, que en absoluto fueron despreciables, con un total de 4 muertos, 14 ingresos hospitalarios, 137 atenciones de emergencia y 514 atenciones en ambulatorios.

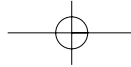
La referencia temporal también es crucial en los resultados ya que existen impactos derivados de los incendios que serán más evidentes a medio plazo. En este sentido, se observan claros efectos de los incendios en el sector forestal. Así, la sobreoferta de madera quemada ha tenido un efecto negativo en la evolución de los precios de la madera y la enorme pérdida de masa forestal de calidad y de elevado valor económico podría dañar la competitividad del sector más a un medio plazo. Por otra parte, el desánimo generado por los incendios en los propietarios de montes podría provocar un estado mayor de abandono y un consecuente incremento del riesgo de incendio (Picos, 2006). Además de los efectos en el sector forestal, sería de mucho interés analizar la influencia que los incendios pueden haber tenido en los restantes sectores de la economía gallega a través de un análisis input-output.

En estudios futuros, nuestro objetivo será realizar una aproximación más detallada a través de micro encuestas dirigidas a los agentes afectados, en particular, al sector hotelero y de turismo rural, lo cual nos permitirá obtener una valoración más exacta de las pérdidas turísticas. Además, también sería recomendable incluir mejores estimaciones sobre el turismo no reglado como, por ejemplo, el alquiler de casas particulares. Por otro lado, con el objetivo de mejorar las estimaciones realizada en este artículo, analizamos la posibilidad de articular un sistema de información geográfico (SIG) que nos permita afrontar la valoración de daños con datos más precisos. A su vez, también se computará el resto de daños medioambientales, de los que no disponemos de precios de mercado. Ya para finalizar, queremos destacar que la obtención de una buena estimación del valor económico total perdido debería ser una prioridad para cualquier gestor y decisor con el fin de guiar mejor futuras intervenciones y políticas forestales contra incendios.

Bibliografía

- Bishop, J. y Landells-Mills, N. (2002). «Forest environmental services: an overview». En: Pagiola, S., Bishop, J. y Landell-Mills, N. (Eds): *Selling Forest Economic Services*.
- Butry, D., Mercer, D., Prestemon, J., Holmes, T. y Pye, E. (2000). «The economic effects of the 1998 Florida wildfires». (2000). En Final Report. Topic 8 of the Research Grant: Ecological and economic consequences of the 1998 Florida wildfires: *Economic effects of catastrophic wildfires: assessing the effectiveness of fuel reduction programs for reducing the economic impacts of catastrophic forest fires events*.
- Castellano, E., Alum, C. y Rodríguez, C. (2004). «Approach to reaching an optimum budget for forest fire prevention, and its application to the forest areas of Mediterranean Spain». Comunicación presentada en el 2nd *Symposium on Fire Economics, Planning and Policy: A Global View*. Córdoba.
- Carrasco, J. (2002). «Estado actual de la biomasa como fuente de energía», CIEMAT, curso: *Situación actual y futuro de la biomasa como recurso energético*, Madrid.
- Consellería de Medio Rural (2006). *Informe con los Datos Solicitados por la Comisión Europea en Relación con los Incendios Forestales Ocurridos del 4 al 15 de agosto del 2006 en la Comunidad Autónoma de Galicia*.
- Consellería de Medio Rural (2007). *Balance dos lumes 2006*, http://mediorural.xunta.es/forestal/Datos_incendios/index.php
- Consello Económico e Social de Galicia. (2005). *Incendios Forestais. Análise da Evolución e a súa Causalidade*, <http://www.ces-galicia.org/pdf/informes/2005/2/04-incendios-3.pdf>.
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Naeem, S., Sutton, P. y Van Den, M. (1997). «The value of the world's ecosystem services and natural capital». *Nature*, 387(6230):253-261.
- Daily, G. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington (DC): Island Press.
- Dans, F. y Molina, B. (Coord.) (2005). *O monte galego segundo criterios de xestión forestal sostíbel. Diagnóstico*. Ed. Asociación Forestal de Galicia.
- Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA) and the World Wide Fund for Nature (WWF) (2003). «The Indonesian Fires and Haze of 1997: The Economic Toll». Research Reports, EEPSEA.

- Esteban, L. (2005). «Metodología de evaluación de biomasa forestal». CEDER-CIEMAT, http://www.bio-south.com/pdf/recursos_cener.pdf
- Hesseln, H., Loomis, J. y González-Caban, A. (2003). «The effects of fire on hiking demand: A travel cost study of Colorado and Montana». En: Omi, P.N. y Joyce, L.A. (Eds.): *Fire, fuel treatments, and ecological restoration: conference proceedings*.
- IGE (2007a). *Enquisa Continua de Ocupación Hoteleira*, años 2005 y 2006. Instituto Galego de Estatística, Santiago de Compostela. http://www.ige.eu/es/economicas/turismo/ocupacion_hoteleira/index.htm
- IGE (2007b). *Enquisa de Ocupación no Turismo rural*, años 2005 y 2006. Instituto Galego de Estatística, Santiago de Compostela. http://www.ige.eu/ga/economicas/turismo/ocupacion_rural/index.htm
- INE (2007a). *Encuesta de Ocupación en Alojamientos Turísticos. Establecimientos hoteleros*, años 1999 a 2006. Instituto Nacional de Estadística, Madrid. <http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft11%2Fe162eoac&O=inebase&N=&L=>
- INE (2007b). *Encuesta de Ocupación en Alojamientos Turísticos. Establecimientos de Turismo Rural*, años 2001 a 2006. Instituto Nacional de Estadística, Madrid. <http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft11%2Fe162eotr&O=inebase&N=&L=>
- INE (2007c). *Encuesta de Ocupación en Acampamientos Turísticos*, años 1999 a 2006. Instituto Nacional de Estadística, Madrid. <http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft11%2Fe162eoac&O=inebase&N=&L=>
- Kent, B., Gebert, K., McCaffrey, S., Martin, W., Calkin, D., Schuster, E., Martin, I., Wise, H., Alward, G., Kumagai, Y., Cohn, P.J., Carroll, M., Williams, D. y Ekarius, C. (2003). «Social and Economic Issues of the Hayman Fire». USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-114.
- Martínez Ruiz, E. (2000). *Manual de valoración de montes y aprovechamientos forestales*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Max-Neef, M. (1991). *Human scale development: conception, application, and further relations*. The Apex Press, New York.
- MMA (2002). *Plan Forestal Español*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estrategia_monte/pdf/pfe.pdf
- MMA (2006). *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2004*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MMA (2007a). *Estadísticas de Incendios Forestales*, años 1989 a 2006. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/defensa_incendios/estadisticas_incendios/index.htm#1
- MMA (2007b). *Informe Inventarios GEI 1999-2005. Comunicación a la Comisión Europea*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MMA (2007c). *Actuaciones de emergencia en Galicia-Incendios forestales 2006*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Morton, D., Roessing, M., Camp, A. y Tyrrell, M. (2003). «Assessing the Environmental, Social, and Economic Impacts of Wildfire». *GISF Research Paper* 001. Forest Health Initiative. Yale University.
- Nuñez, L., Proupín, J. y Rodríguez, A. (2004). «Energy valuation of forest residues originated from shrub species in Galicia». *Bioresource Technology*, 91:215-221.
- Loomis, J. y González-Cabán, A. (1998). «A willingness to pay for protecting acres of spotted owl habitat from fire». *Ecological Economics*, 25:315-322.



- OPEC (2007). *Yearly Average Price* (US Dollar). Organization of the Petroleum Exporting Countries, <http://www.opec.org/home/basket.aspx>
- Picos, J. (2006). «Consecuencias económico-sociales de los incendios. El caso de Galicia 2006». Jornada de Técnicas de Defensa y Restauración del Monte ante Incendios Forestales, Santiago de Compostela.
- Riera, P. y Farreras, V. (2004): «El método del coste de viaje en la valoración de daños ambientales. Una aproximación para el País Vasco para el accidente del Prestige». *Ekonomiaz*, 57:68-85.
- Rodríguez Murillo, J.C. (1994). «The carbon budget of the Spanish Forest». *Biogeochemistry*, 25:197-217.
- Seiler, W. y Crutzen, P.J. (1980). «Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and atmosphere from biomass burning». *Climatic Change*, 2:207-247.
- SENDECO2 (2006). *Market Report*. Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono. <http://www.sendeco2.com/>
- Turgalicia (2007a). «Encuesta de Turismo Rural 2005-2006: en busca del reposo», <http://www.turgalicia.es/turnoticias/leenoticia.asp?COD=198&idioma=ESP>
- Turgalicia (2007b). «Enquisa Estival: crece o gasto turístico», <http://www.turgalicia.es/turnoticias/leenoticia.asp?COD=161&idioma=GAL>
- Turner, R., Van den Bergh, J., Söderqvist, T., Barendregt, A., Straaten, J., Maltby, E. y Van Ierland, E.C. (2000). «Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy». *Ecological Economics*, 35:7-23.
- Valero, E., Picos, J. y Herrera, M. (2007). «Cálculo de las emisiones de CO₂ por los incendios de 2006 en la provincia de Pontevedra (Galicia)». Comunicación presentada en el *4th International Wildland Fire Conference*, Sevilla.

