



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-677

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Incentivos para una gestión forestal sostenible y refuerzo del papel de los bosques como sumideros de CO₂

MURUA, J.R.¹, J. ALBIAC, J.², AZPITARTE, J.³ y MANDIOLA, E.³

¹ Dpto. Economía Aplicada V. Facultad de CC.EE. y Empresariales (UPV-EHU).

² Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

³ Confederación de Forestalistas de Euskadi.

Resumen

A pesar de los compromisos del Protocolo de Kyoto y los buenos propósitos declarados en diversos programas sobre “producir y consumir utilizando menos carbono y energías más limpias o gestión de los sumideros”, lo cierto es que las emisiones de CO₂ siguen su ritmo ascendente. El papel que desempeñan los bosques como sumideros de carbono está reconocido y documentado, pero sin embargo están menos estudiados los efectos beneficiosos y los mecanismos de implantación de una gestión forestal más avanzada que permita reforzar el papel de las masas forestales como sumideros de carbono.

Algunos Planes de Lucha contra el Cambio Climático persiguen aumentar la capacidad de remoción de los sumideros de carbono hasta el uno por ciento de las emisiones del año base, actuando sobre todo en el ámbito de la gestión forestal y contemplan paralelamente el establecimiento de “Bolsas de Proyectos de Fijación de CO₂” susceptibles de contribuir a financiar mejoras en la gestión de las masas forestales que simultáneamente contribuyan a los objetivos de mitigación del cambio climático que persiguen los citados Planes.

En el País Vasco la superficie forestal bajo planes de gestión y acogida a certificación forestal PEFC, que contempla entre sus criterios la contribución de los recursos forestales a los ciclos globales del carbono, ha crecido hasta el 13%. Sin embargo, todavía supone un 5% de los montes privados, a pesar de los 460 planes de gestión realizados, de modo que el incentivo aún resulta suficiente para el esfuerzo requerido.

Con el propósito de avanzar en corresponsabilidad por la gestión forestal sostenible se valoran distintas formulaciones ligadas al compromiso de una gestión forestal más avanzada tales como contratos territoriales vinculados a objetivos y prácticas forestales definidas y controladas, así como incentivos fiscales y desgravaciones ambientales sujetas a dichas prácticas forestales.

El éxito de los planes requiere la complicidad y colaboración de los propietarios forestales que estarán dispuestos a mejorar la gestión de las masas forestales y su capacidad como fijadores de carbono en el caso de que sean compensados los costes adicionales para lograrlo. El propietario puede recibir una ayuda que compense eventuales costes adicionales y la reducción de beneficios netos debido a una gestión forestal que incorpore directrices de carácter más conservador.

Este tipo de análisis es de gran utilidad para diseñar y especificar políticas forestales que incentiven a los propietarios a fijar carbono.

Palabras Clave

Gestión Forestal Sostenible, sumideros de carbono, Contratos Territoriales y compensaciones.

1. Introducción

Aunque el planeta es habitable gracias al efecto invernadero, sin embargo existe la certeza de que a consecuencia de la actividad humana se ha intensificado dicho efecto invernadero y con ello ha crecido el potencial de calentamiento del planeta. Las causas naturales explican sólo una parte pequeña del calentamiento de la tierra y salvo que se adopten medidas radicales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) más importantes, al ritmo de aumento actual y de acuerdo a las estimaciones existentes en un plazo relativamente corto se duplicará la concentración de GEI (BALAIRÓN, 2000).

Los ritmos de absorción de los sumideros naturales, distintos de la atmósfera, no son capaces de compensar las emisiones.

La deforestación tropical se encuentra (junto con los combustibles fósiles y el cemento) entre los principales responsables de la emisión de GEI, se estima que aporta un 20-30% de las emisiones. Pero al mismo tiempo los bosques tienen un potencial de absorción de una décima parte de las emisiones de carbono previstas (FAO, 2006). Es por ello que el sector forestal está llamado a desempeñar un importante papel en la lucha contra el cambio climático y por tanto en la consecución de los objetivos del Protocolo de Kyoto.

Según señala la Agencia Europea del Medio Ambiente en el informe *EEA Signals 2004* durante la década de los 90 la incidencia de desastres naturales asociados al clima se ha duplicado respecto a la década de los 80 y el coste asociado a dichos desastres se ha estimado en más de 10.000 millones de euros anuales.

A pesar de tener un origen local los GEI comportan problemas de naturaleza global. Por ello, se aconseja la adopción acuerdos internacionales y la coordinación de políticas que se vayan a aplicar en el ámbito local y regional.

El escenario internacional de las políticas relativas al cambio climático de la última década gira alrededor del Protocolo de Kyoto (PK) aprobado en 1997. Los países firmantes de acuerdo al Protocolo se comprometen a reducir durante el período 2008-2012 sus emisiones un 5% por debajo del nivel de 1990.

La UE aprobó en el año 2000 el Programa Europeo para el Cambio Climático y para el año 2002 la UE-15 había disminuido sus emisiones cerca del 3%. No obstante, en el seno de la UE hay importantes diferencias entre unos países y otros, mientras las emisiones de Alemania se situaban en 2006 un 18% por debajo del año base de referencia, las emisiones de España en 2007 habían aumentado hasta un 52%.

En relación a España, el Plan Nacional de Asignaciones estima una acumulación media de C máxima de un 2% durante el período de compromiso (asociada los artículos 3.3 y 3.4) y si a ello se añade el valor tope de emisiones GEI asignado para España (+15%) más los créditos que puedan conseguirse en el mercado internacional (+7%), resulta que el máximo de emisiones permitido a España tras considerar los sumideros asociados a actividades forestales es de un 24% por encima del valor correspondiente al año base.

En el año 2001 las emisiones producidas en España alcanzaban un 133% del valor correspondiente al año base; en el caso de la Comunidad Autónoma Vasca (CAV), según el Inventario de Emisiones GEI CAV 1990-2007 (IHOBE, 2008), las emisiones de CO₂ de la CAV en 2007 habían aumentado un 1% respecto a 2006 y el 30% respecto a 1990 año base de referencia.

A pesar de los compromisos del PK y los buenos propósitos declarados en diversos programas sobre “producir y consumir utilizando menos carbono y energías más limpias o gestión de los sumideros”, aunque con diferencias entre países, las emisiones de CO₂ siguen su ritmo ascendente.

El PK establece un conjunto de políticas y medidas que permiten limitar y/o reducir las emisiones de GEI entre ellas considerando, por su interés en nuestro caso, las de promoción



de prácticas sostenibles de gestión forestal. Algunos Planes buscan aumentar la capacidad de remoción de los sumideros de C hasta 1 % de las emisiones del año base mediante la gestión forestal y contemplan paralelamente el establecimiento de “Bolsas de Proyectos de Fijación de CO₂” susceptibles de apoyar mejoras en la gestión de las masas forestales y que contribuyan simultáneamente a los objetivos de mitigación del cambio climático.

La coyuntura económica y de mercado de la selvicultura comercial va a condicionar la viabilidad de las medidas a plantear, ya que el propietario forestal será más remiso a este tipo de iniciativas salvo que se planteen de forma atractiva. Precisamente por ello son las instancias públicas las que deben ahora con más razón plantear este tipo de programas para incentivar a los agentes de este sector para desarrollar una gestión forestal más efectiva frente al cambio climático y la conservación de bosques.

El trabajo que aquí se presenta es resultado de una investigación en curso en la que se aborda entre otras cosas el estudio e implementación de programas de nuevo tipo (contratos territoriales o contratos programa) orientados a promover en complicidad con los agentes forestales una gestión forestal sostenible y refuerzo del papel de los boques como sumideros de CO₂. Pretende explorar con carácter de programa piloto un plan que contemple una gestión más avanzada susceptible de inducir de forma sostenible un secuestro adicional de C. Simultáneamente este tipo de planes incorpora otro tipo de efectos beneficiosos como son la gestión de una parte importante del territorio haciendo posible la mejora del medio rural y natural.

Aunque parte de los datos hacen referencia al País Vasco, ello es meramente circunstancial ya que la propuesta y el análisis pueden ser válidos total o parcialmente para cualquier ámbito cuyo sector forestal tuviera características similares.

2. El papel de los bosques como sumideros de CO₂

Los bosques juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono ya que almacenan grandes cantidades de carbono en su biomasa y en el suelo, función que se ve reforzada cuando se favorece su crecimiento y desarrollo. Pero al mismo tiempo, los bosques se convierten en fuente de emisión de C cuando son perturbados bien sea por causas naturales o por la acción del hombre.

Como se ha indicado ya el propio PK contempla el uso y los cambios en el uso del suelo y la forestación como vías de intensificar la fijación de carbono. Con ello se abre un amplio campo donde la gestión forestal debiera tener un importante protagonismo. Sin embargo están menos estudiadas las fórmulas concretas y los mecanismos de implantación de una gestión forestal más avanzada orientada a reforzar el papel de las masas forestales como sumideros de carbono y evitar posibles fuentes de emisiones y pérdidas como incendios, etc.

El PK reconoce el papel de la biomasa y de los suelos como sumideros de C y además permite a los firmantes descontar de sus emisiones de GEI la fijación inducida por las actividades forestales (forestación, reforestación, deforestación y gestión forestal) contempladas principalmente en los Artículos 3.3 y 3.4. Por ello, en el marco del ciclo forestal y de la gestión forestal algunas de las actuaciones susceptibles de ponerse en práctica a fin de aumentar la capacidad de fijación y almacenamiento de carbono podrían ser el aumento de la superficie arbolada y una gestión forestal más avanzada.

De los principales sumideros de C orgánico existente en los ecosistemas terrestres la materia orgánica del suelo representa el stock de C más estable, con un tiempo de residencia mayor que el de la biomasa si bien la acumulación en esta última es más importante debido a la rapidez con que se produce y la posibilidad de ampliar el tiempo de residencia en productos de madera.



El aumento de la superficie arbolada a través de la forestación de superficies desarboladas supone incrementar la capacidad de fijación de carbono; el propio Programa Marco Ambiental 2002-06 tenía entre sus objetivos mantener y/o aumentar la superficie forestal de la CAV, sin embargo, es preciso señalar que la superficie forestal de la CAV se acerca al 60 % del total, de modo que el margen de ampliación es limitado ya que además la superficie desarbolada no va más allá del 15 %. Pero además, conviene señalar que en la actual coyuntura económica de hundimiento de los mercados de la madera, un aumento sustancial de la superficie arbolada de carácter privado parece un objetivo hartamente difícil por cuanto que se trata de una inversión incierta y poco atractiva dada su baja rentabilidad.

El último inventario forestal (IFN3) revela que la superficie forestal total aumentado poco significativamente y la de pino radiata en particular retrocede, sin embargo aumentan de forma notoria las existencias de madera (pino radiata) en el bosque debido a que los bajos precios desaniman las cortas a la espera de una situación de mercado más favorable. Así, el análisis comparativo de los dos últimos inventarios forestales (IFN 2 e IFN 3) revela un claro aumento de las existencias, de 41.59 millones de m³ en 1996 se pasa a 54.82 millones de m³ en el 2005 (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DEL GOBIERNO VASCO).

De acuerdo a las estimaciones proporcionadas por NEIKER, traducidos estos valores a biomasa total a través de factores de expansión se han estimado los valores que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Biomasa aérea total en la CAV según el Inventario Forestal Nacional 2005.

	Biomasa total (Mg C)	Proporción relativa en CAV
Pino radiata	11,979,569.0	48.0%
Todas las coníferas	15,672,424.5	62.8%
Haya	3,766,591.5	15.1%
Eucalipto globulus	597,654.3	2.4%
Eucalipto nitens	60,096.9	0.2%
Todas las Frondosas	9,269,085.7	37.2%
Todas las Especies	24,941,510.2	100.0%

La mayor concentración de C tanto en biomasa aérea como subterránea la presenta el pino radiata debido a su extensa superficie ocupada y su alto crecimiento anual (16.7 m³ ha⁻¹ año⁻¹ promedio de la CAV). Un 48 % del C total fijado se debe al cultivo de esta especie, siendo también la familia de las coníferas las que mayor cantidad de C concentran, 62.8 % del total.

Según esas estimaciones, la cantidad de C fijada en las masas forestales del País Vasco, empleando estos mismos factores de expansión, es de 6.02 millones de Mg de C.

Igualmente, se han examinado los datos de los inventarios anuales de GEI del sector Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF) obtenidos por NEIKER para el periodo 2005-2007. En ellos se contabilizan los incrementos en biomasa producidos por los crecimientos de las masas a los que se descuentan las pérdidas por incendios y tratamientos selvícolas resultando un balance neto de la incorporación de biomasa estimada en los bosques. En su evolución se observa una tendencia al alza en la fijación de C de las masas forestales sin que ello suponga un aumento apreciable en la superficie ocupada. Ello es debido a varias razones, alguna ya apuntada: i) en el último decenio se ha reducido considerablemente el volumen de madera extraído de las plantaciones forestales debido a la significativa caída de precios de la madera y el incremento de costes, ii) se ha apreciado un aumento de superficie forestal (en forma de bosque mixto atlántico) precedido por el abandono de zonas de pastoreo extensivo; iii) se observa un cambio de uso de pastos a plantaciones de pino radiata cuantificado en 8.800 ha.

Por lo que respecta a una gestión forestal más exigente y orientada a favorecer mayores niveles de fijación de carbono y evitar o prevenir sus posibles pérdidas, todas aquellas



acciones selvícolas que supongan aumento del vigor vegetativo de la masa arbórea se traducirán en un incremento del carbono fijado en biomasa.

Algunos estudios estiman que la mejora genética junto con la fertilización de los suelos puede posibilitar aumentos de hasta un 40% en la productividad de las plantaciones forestales (CAMPS y col., 2005). Igualmente, el IPCC (2000) valorando el potencial de almacenamiento neto de carbono en actividades adicionales bajo el Artículo 3.4 del PK estima que una gestión de bosques que contemple regeneración del bosque, fertilización, elección de especies y técnicas que supongan una menor degradación de los bosques pueden permitir un tasa de ganancia de $0,53 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (FAO, 2002).

Al abordar labores de reforestación es esencial utilizar tecnologías adecuadas en las labores de preparación del terreno a fin de evitar pérdidas del carbono previamente fijado en los suelos a reforestar.

2.1. Stock de C del suelo

La contribución de los suelos como sumideros de C de los bosques es imprescindible para la mitigación del Cambio Climático. A pesar de que el secuestro de C en biomasa aérea es superior al C fijado en el suelo, la estabilidad del C fijado en los sumideros del suelo permite almacenarlo durante periodos prolongados (décadas a siglos).

La concentración de C del suelo respecto de la biomasa es variable aunque se considera entre un cuarto y un tercio del C total albergado en los bosques europeos en 1990. Esta proporción equivale al 3 % del total de emisiones antropogénicas generadas. La cantidad de C fijado en los sumideros forestales puede alcanzar 9-12 % de las emisiones antropogénicas (UNFCCC, 2000).

De acuerdo a estimaciones de Neiker (2005), el stock de C presente en la biomasa forestal total de los bosques arbolados de la CAV es 18.43 Tg C. El stock de C orgánico para los 30 primeros cm de suelo forestal arbolado asciende a 29.83 Tg C. Se deduce que las reservas de C en la biomasa forestal son menores que en los suelos y que en relación a las estimaciones europeas (se trata de valores medios para el conjunto), los bosques vascos, al igual que los del norte y centroeuropa, presentan una mayor potencialidad como sumideros de carbono.

Sin embargo, la gestión forestal que se lleva a cabo en plantaciones forestales presenta en ocasiones un régimen de actuación muy intensivo con tratamientos mecanizados que pueden llegar a alterar la estructura y la calidad del suelo. La escasez de mano de obra y la reducción de costes que conllevan favorecen el uso de técnicas mecanizadas (PERRY, 1998).

La implementación de tecnologías menos agresivas con el medio o de un mayor uso de trabajo manual en detrimento de intensas labores de mecanización supondrán costes adicionales que probablemente no puedan ser asumidos por los propietarios particulares salvo que se prime su aplicación.

Diversos estudios sostienen que los bosques explotados intensivamente pueden acabar siendo fuente de importantes emisiones de C tras una corta a hecho y las siguientes operaciones de preparación del terreno (HYVÖNEN et al., 2006); se estima que las pérdidas pueden alcanzar hasta un 50 % en el stock de C orgánico del suelo dentro de los primeros 20 años tras la corta final y la preparación del suelo (BOUWMAN, 1990; JOHNSON, 1992; DAVIDSON & ACKERMAN, 1993). Esta pérdida de C orgánico del suelo procede de la remoción de una importante cantidad de *input* de MO del suelo y de la habilitación de procesos erosivos y de mineralización de la MO restante.

2.2. Preparación del suelo y manejo forestal

En las labores forestales de especies de crecimiento rápido como el pino radiata o el eucalipto en ocasiones se utiliza maquinaria forestal pesada para la ejecución de trabajos



como la apertura de pistas, eliminación de restos y preparación del terreno. Si el apilado de restos de corta se combina con la apertura de zanjas en línea de máxima pendiente, el uso incorrecto de cierto tipo de maquinaria puede conllevar el arrastre del horizonte orgánico y parte del horizonte A.

Este tipo de prácticas perjudiciales puede afectar seriamente la estructura del suelo al eliminar casi la totalidad de la materia orgánica del suelo, producir compactación del suelo y exponer la superficie a acelerados procesos erosivos como las precipitaciones y el viento con la consecuente pérdida de nutrientes. Por ello es recomendable el uso de técnicas menos impactantes orientadas a la conservación del stock de C orgánico y al mantenimiento de la estructura física del suelo.

Diversos estudios desarrollados sobre masas de pino radiata han analizado los efectos de la preparación del terreno, su relación con la erosión y la pérdida de nutrientes (MERINO & EDESO, 1999; OLARIETA et al., 1999; MERINO et al., 2004). Tomando como referencia los datos de MERINO et al. (2004) relativos a la MO presente en los suelos tras la mecanización del terreno se obtienen los siguientes resultados de pérdidas de C del suelo, sin considerar aquella cantidad de MO desplazada por el decapado u otras actuaciones previas.

Tabla 2: Stock de C dependiendo del tratamiento de preparación del suelo.

Primeros 15 cm de suelo	MO %	Densidad ap. g cm ⁻³	C t ha ⁻¹	Pérdida C t ha ⁻¹
Sin mecanizar	5.3	1.2	55.47	0.00*
Decapado	4.1	1.17	41.83	13.63
Decapado+Ripper	2.6	1.34	30.38	25.08

Los valores estimados para las pérdidas de C pretenden ser orientativos y destacar la relevancia e impacto del tipo de prácticas en los suelos como sumidero de C.

Estas pérdidas de C no pueden considerarse emisiones directas de C pero suponen una desaparición de sumideros de C cuyo destino posiblemente sea la atmósfera.

La distribución de los promedios de C orgánico del suelo bajo coníferas en los 30 primeros cm de suelo asciende a 78.6 t C ha⁻¹ representando un 35% del total de los stocks de C orgánico del suelo de la CAV para los diferentes usos del suelo presente (NEIKER, 2005). Considerando este valor representativo de las plantaciones forestales de pino, las actuaciones de mecanización intensiva en la preparación del terreno podrían crear pérdidas del 17-32 % del stock de C orgánico del suelo.

Según otro estudio (MANDIOLA, 2008) realizado en suelos de pino radiata de 0, 7, 20 y 40 años de edad con mecanización intensiva en la preparación del terreno en las 3 primeras edades, los suelos con pinares jóvenes de 0 y 7 años presentaban pérdidas de 18.4 y 11.6 t C ha⁻¹ respecto de los pinares adultos cuyo suelo contenía un valor medio de 90 t C ha⁻¹.

El balance del C del suelo a largo plazo depende de la perturbación a la que se expone el suelo (JANDL et al., 2007).

2.3. Pérdidas por incendios

En el marco de la gestión forestal y ligada a ella pueden considerarse las acciones de prevención de incendios como un aumento del efecto sumidero de C, ya que reducen el riesgo de que por combustión sea devuelta a la atmósfera buena parte del carbono fijado (además de las pérdidas económicas por la pérdida del producto, etc.).

Desde finales de la pasada década se asiste a un cierto retroceso de la actividad forestal en una coyuntura impregnada de grandes incertidumbres y en la que, a la postre, puede haber riesgo de absentismo y abandono de la actividad por una parte de productores forestales (MURUA y col., 2006).

El abandono del bosque ha sido considerado en ocasiones como una oportunidad para recuperar ecosistemas forestales ahogados por largos períodos de sobreexplotación forestal. Sin embargo, el abandono introduce desequilibrios importantes, sobre todo tras siglos de



intervención humana sobre los bosques, siendo la contrapartida más verosímil de esa recuperación por abandono el aumento de incendios que han assolado amplias zonas boscosas. De acuerdo a algunos estudios, el incremento de los grandes incendios forestales se debe, en parte a la mayor cantidad de combustible provocada por el abandono rural unido a periodos de intensa sequía (PLANA y PIQUÉ, 2000).

Los incendios forestales provocan todos los años elevados daños económicos y ecológicos, si bien el País Vasco no es una zona especialmente afectada por ellos (con la excepción del año 1989) debido, probablemente a su climatología, así como a su estructura forestal y forma de hábitat; MARTÍNEZ y col. (2009) señalan junto a las transformaciones socioeconómicas en el medio rural, el tipo de hábitat y la política forestal como principales variables explicativas de los incendios. No obstante, las pérdidas provocadas son importantes y un progresivo abandono del bosque aumentará sensiblemente el riesgo de incendios y con ello, de pérdidas económicas y ambientales. En este entorno se requieren 30 o más años para regenerar un bosque afectado por el fuego. Junto a las pérdidas económicas y ambientales están las emisiones de CO₂ provocadas. El abandono de la gestión hace peligrar la eficacia en la fijación de CO₂.

Por lo general, las superficies afectadas son comparativamente bastante reducidas salvo el año 1985 y sobre todo 1989; este último año se destruyó cerca del 20 % de la superficie arbolada de Bizkaia y un 7 % de la de la CAV. Durante la década de los 90, en comparación con la década anterior, se reduce notablemente la incidencia de los incendios forestales y a lo largo de estos últimos años, la superficie arbolada afectada por incendios se mantiene en torno a las 400 ha año⁻¹.

Un estudio llevado a cabo por la Unión de Selvicultores del Sur de Europa (1992) concluyó que en el País Vasco aunque los incendios estaban muy ligados a la climatología, en su origen 2/3 eran intencionados y los menores niveles de riesgo se daban en zonas con cuidados selvícolas y sin conflictos con otros usos del territorio.

La valoración de pérdidas por incendios (Tabla 3) habidos en la CAV en el período 1995-2004 muestra unas pérdidas monetarias por valor de 3,003.24 €ha⁻¹ arbolada quemada considerando únicamente su valor maderable. Aunque el valor monetario de las pérdidas producidas es importante, sin embargo en este caso estamos más interesados en valorar las consecuencias en términos de emisión de CO₂.

Tabla 3: Valoración de pérdidas de existencias maderables de incendios forestales 1995-2004 y valoración económica de pérdidas de C por incendios forestales durante 1996-2005.

Principales especies afectadas	1995-2004	1996-2005 (ha)	Biomasa quemada (t)	Emisiones C estimadas (t)	Valoración C entre 1996-2005
Superficie arbolada ha	4,582.2				
Valoración total pérdidas	13,761,529.4				
Valor pérdidas por ha quemada (€)	3,003.24				
<i>Pinus radiata</i>		1,743.5	233,758.2	116,879.1	1,753,186.1
<i>Eucalyptus globulus</i>		285.6	27,388.2	13,694.1	205,411.2
Otras especies		1,898.6	98,186.4	49,093.2	736,398.3
Total		3,927.7	359,332.8	179,666.4	2,694,995.7
Valor emisiones C (€ha⁻¹)					686.15

La cuantificación de las emisiones de C a la atmósfera como consecuencia de los incendios forestales se ha estimado a través de los módulos para el uso de la tierra y selvicultura del IPCC, con datos del Ministerio de Medio Ambiente en materia de incendios apoyados en los datos obtenidos del IFN3 de la CAV.

Durante el periodo de 1996-2005 se quemaron 3,927.7 ha arboladas y las emisiones totales de C ascendieron a 179,666 t de las cuales el 65,05 % procedían de plantaciones de pino radiata y 7,62 % de plantaciones de eucalipto.

La información de precios de mercados de Carbono permite una aproximación a la valoración económica de unidades de carbono, si bien se trata de una simple aproximación que por razones obvias debe considerarse con cautela. Para asignar un valor monetario al carbono emitido por incendios forestales durante este periodo se han considerado precios de mercado (15 €t⁻¹ de C).

Bajo esas premisas se han valorado las emisiones de C provocadas por incendios (Tabla 3). Obviamente las pérdidas provocadas por los incendios forestales van más allá que el valor comercial de la madera y la pérdida de C fijado en biomasa, ya que los impactos ambientales producidos son muy diversos.

Una segunda metodología para la valoración por pérdidas de C fijado, a modo comparativo, se apoya en el estudio Valoración Económica del Estado Forestal de la CAV (2005); este estudio valora la fijación de C en términos de coste de reforestación evitado para producir una fijación equivalente a la que produce la biomasa existente. Para ello considera que la fijación permanente de una tonelada métrica de CO₂ mediante repoblación forestal equivale a 8,50 \$US t⁻¹ (cambio actual 0,745 \$ €¹).

Sobre datos de biomasa fijada de la anterior metodología se ha estimado un valor medio por ha del C fijado en biomasa aérea (Tabla 4).

Tabla 4: Valoración de pérdidas de C fijado en términos de coste de reforestación evitado

	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Fronosas de crecimiento lento
Valor CO ₂ (\$ t ⁻¹)	8.50		
Valor total por C emitido (€)	2,713,772.48	317,998.55	1,139,921.74
Valor por C emitido durante 1996-2005	Total (€)	4,171,692.77	
	Medio (€ha ⁻¹)	1,062.12	

La importancia de la fijación de C en especie de crecimiento rápido destaca en el uso de este sistema de cálculo, y también se observa que el coste producido por las emisiones en plantaciones forestales de crecimiento rápido es muy superior al de las frondosas.

Tabla 5: Comparación de valoraciones por pérdidas por incendios

Método	Superf. total quemada (ha)	Valor de C superf. quemada 1996-2005 (€)	Valor medio de C emitido (€ha ⁻¹)	Pérdida valor de la madera (€ha ⁻¹)	Valor total medio (€ha ⁻¹)
Valoración por precios de Mercado de C	3,927.7	2,694,995.7	686.15	3,003.24	3,689.39
Valoración por coste de reforestación evitado		4,171,692.8	1,062.12		4,065.36

De manera que cada vez que se produce un incendio en la CAV, valorando los productos maderables y las remociones de C perdidas, se pueden estimar pérdidas económicas mínimas comprendidas en un rango de 3,690 €y 4,065 €por ha (Tabla 5).

El declive continuado del sector primario está resultando en el abandono de pastos con la consecuente colonización por matorral de sustitución junto con bosquetes de frondosas generando el denominado bosque mixto atlántico. Este proceso viene acentuado por el despoblamiento y envejecimiento de la población rural y el consiguiente abandono de los montes. Todo ello hace que se acentúe el riesgo de incendios forestales con consecuencias ya conocidas. MARTÍNEZ y col. (2009) señalan que en opinión de técnicos de los servicios contra incendios la prevención de incendios es menos costosa que las labores de extinción, además de causar menos daños humanos, materiales y medioambientales.

3. Contratos territoriales y gestión forestal sostenible

Una gran parte de los bosques son de titularidad privada y libre disposición y aunque una proporción reducida de propietarios controla una parte importante de la superficie forestal, en general se observa una importante fragmentación y atomización de las explotaciones forestales comerciales. Sin embargo, pesar de esa atomización el sector forestal ha conseguido un nivel de estructuración notable y cuenta con asociaciones provinciales y una confederación bastante consolidadas, lo cual le confiere una notable influencia y capacidad de liderazgo e interlocución. Fruto de todo ello es que ciertas iniciativas aunque todavía algo incipientes están teniendo una considerable aceptación; así por ejemplo la superficie forestal bajo planes de gestión y acogida a certificación forestal PEFC ha crecido hasta el 13%; aunque la superficie acogida se ha duplicado desde 2004, debe señalarse que sólo un 5% de los montes privados se han acogido a dicha certificación (aunque ascienden a 460 los planes de gestión realizados, el incentivo aún resulta insuficiente para el esfuerzo requerido) que contempla entre sus criterios la contribución de los recursos forestales a los ciclos globales del carbono.

Actualmente en el seno de estas asociaciones se reflexiona acerca de otro tipo de iniciativas con el propósito de buscar cauces y fórmulas que permitan compensar al propietario forestal por las externalidades positivas que aporta el bosque, compensaciones que al mismo tiempo pueden constituir un cierto respaldo a esta actividad en una coyuntura difícil como la actual. Alguna iniciativa de esa naturaleza orientada al sector agropecuario y forestal ha sido esbozada con anterioridad (MURUA y col. 2006).

Otro tipo de fórmulas de naturaleza fiscal pensadas para compensar fiscalmente las externalidades positivas encuentran en primera instancia el *handicap* de la baja fiscalidad de la actividad forestal.

En los países anglosajones y del norte y centro de Europa principalmente pueden encontrarse fórmulas muy variadas con fines conservacionistas generalmente, desde cooperativas de conservación de la naturaleza en Holanda hasta fórmulas contractuales muy diversas entre propietarios forestales y las administraciones para la protección incentivada (compensación-pagos) de la biodiversidad en los bosques finlandeses o la naturaleza en otros casos.

Más al sur de Europa, Francia también ha ensayado sus propias fórmulas adaptadas a sus condiciones y a los objetivos perseguidos. Los Contratos Territoriales (CTE) franceses constituyen un instrumento sino totalmente novedoso sí distinto y que originalmente fue introducido en el sector agropecuario hace ahora una década. El CTE es concebido como una fórmula a través de la cual se ofrece al agricultor-ganadero (propietario forestal en nuestro caso), la oportunidad de integrar voluntariamente su explotación en una estrategia territorial de desarrollo forestal, de tal modo que ambas partes, administración y propietario forestal, quedan obligadas por los términos del contrato suscrito.

Según señalan VELASCO y MOYANO (2005), el verdadero significado de los CTE estriba en que establece un nuevo contrato social entre los agricultores y ganaderos (propietarios forestales) y la sociedad, de modo que esta última reconoce la realización por aquéllos de unos servicios útiles al conjunto de la sociedad y por los cuales acepta remunerarlos. En ese sentido el CTE insertaría la Política Forestal en las políticas públicas con la concepción de que el sector forestal es algo que concierne al conjunto de la sociedad.

La Comunidad Foral Navarra tiene establecido cierto tipo de CTE orientado hacia objetivos agroambientales y de desarrollo rural. En referencia al mismo ELORRIETA (2004) subraya lo siguiente: a) Los objetivos de gestión fijados entre propietarios y administración deben de ser claros, concretos y cuantificables o mensurables; b) Las ayudas o subvenciones deben estar especificadas para cada uno de los ejes de actuación.



Añade Elorrieta que el CTE tiene como finalidad incentivar la integración de las funciones productivas, medioambientales y sociales de la agricultura considerando las características territoriales de cada región.

El objetivo del CTE en nuestro caso consistirá, enunciado de modo genérico, en promover de forma incentivada y voluntaria una gestión forestal sostenible que permita reforzar el papel de los bosques como sumideros de CO₂. Para ello deberán especificarse los ámbitos de actuación forestal y especificar los términos del programa y los particulares del contrato, así como fijar niveles mínimos de compensación o cuando menos un rango, junto con los criterios de valoración de las compensaciones a establecer.

Los CTE tienen la virtud de integrar a las explotaciones implicadas de forma voluntaria en una estrategia territorial que persigue de forma ordenada los objetivos fijados; frente a otro tipo de enfoques de políticas carácter horizontal tiene la ventaja de la concreción ya que deberán de conocerse con precisión cuáles son los compromisos adquiridos y quienes son los contratantes.

En tanto que política pública tiene la ventaja, frente a otro tipo de políticas horizontales, de posibilitar un aprovechamiento más eficiente de los recursos públicos utilizados y por ello de alcanzar los objetivos propuestos con un menor coste. Igualmente desde el lado del propietario forestal tiene la ventaja de trabajar en ámbitos ya definidos para alcanzar unos objetivos conocidos y cuantificables. En ese sentido, la interacción entre los distintos agentes afectados podrá traducirse en un mayor grado de complicidad puesto que la flexibilidad del programa permitirá integrar las aportaciones de los propietarios forestales.

El carácter voluntario del programa unido a su flexibilidad son aspectos interesantes que pueden favorecer la adhesión al programa de un mayor número de propietarios forestales con lo que ganará en eficacia e incluso previsiblemente ayudaría a reducir el coste medio de las unidades de absorción adicionales.

Tal como se ha señalado el CTE es un compromiso voluntario que persigue combinar el desarrollo de la actividad forestal generando unos servicios ambientales que hasta la fecha son justamente reconocidos pero en absoluto remunerados. El seguimiento de su cumplimiento requiere el establecimiento de indicadores que informen verazmente acerca de la consecución de los objetivos propuestos y de la creación de una agencia u organismo que vele por el cumplimiento del contrato y asesore a los titulares de los CTE en materia de cumplimiento de los compromisos asumidos, impulsando de ese modo una gestión forestal más avanzada.

Por tanto el CTE presenta al menos 3 componentes:

- Económico: prima la participación en el programa incentivando el cumplimiento de los objetivos al tiempo que ayuda a reforzar la gestión forestal.
- Ambiental: prima la consecución de objetivos ambientales adaptados a ámbitos concretos (gestión forestal sostenible para reforzar el papel de sumidero de CO₂ del bosque).
- Sectorial: apoyo al sector y a la actividad forestal que dado su carácter multifuncional refuerza y amplifica.

El ámbito de actuación en el marco del CTE en el que se circunscriben las actuaciones, fundamentalmente es la gestión sostenible dado que por las razones ya expuestas, al menos en el corto plazo, no parece realista confiar en una expansión significativa de la superficie forestal. Con propósito exploratorio se adelantan algunos ámbitos de actuación y a modo tentativo se plantean ciertas referencias que pueden ser útiles para ir determinando el nivel de las compensaciones a establecer.

3.1. Reducción del riesgo de incendios y conservación de sumideros de C

Se trata de actuaciones preventivas puesto que a causa de los incendios el CO₂ previamente capturado puede volver a la atmósfera.

La limitación del uso del fuego para la eliminación de restos de corta será condición obligada para la aplicación del CTE, además se contemplarán podas bajas y clareos por una doble razón, evitar riesgos de incendios forestales y para favorecer la incorporación de MO a los sumideros de C del suelo.

Estas actuaciones dirigidas a las fases tempranas de la explotación se consideran actuaciones claves frente a los incendios forestales ya que inciden de forma pasiva dificultando la dispersión de los incendios mediante la ruptura de la continuidad estructural.

Este tipo de actuaciones contribuye además a mejorar la calidad de la madera producida y la calidad de la madera está directamente relacionada con su destino. La madera de calidad (estructural o para ebanistería) suele transformarse en productos de mayor permanencia o longevidad, lo cual supone retrasar su incorporación a la fase volátil del ciclo del C, prolongando su eficacia como sumidero de CO₂.

El éxito de las acciones preventivas no elimina completamente el riesgo de incendios pero facilitan las actuaciones de extinción llegado el momento; no obstante, la probabilidad de incendios persiste aunque muy atenuada, estando relacionada con factores humanos y el uso del fuego como herramienta de manejo, así como con el estado de conservación del bosque y la existencia de cortafuegos, pistas, etc. y de vigilancia. Aunque algunas de estas medidas pueden ser costosas, si bien la prevención de incendios es menos costosa que las labores de extinción.

La estimación de las pérdidas por ha quemada en términos de C oscila entre 686 y 1,019 € de modo que la compensación por una gestión orientada a minimizar el riesgo de incendios podría considerar dichas estimaciones (adicionadas a las subvenciones existentes para las actuaciones selvícolas), siempre teniendo en cuenta que la probabilidad real de que se produzcan incendios será ahora bastante menor.

3.2. Técnicas de manejo del suelo, desembosque, fertilización y mejora genética

Uso de técnicas de mínimo impacto orientadas a evitar al máximo pérdidas de C del suelo. Resulta complicado contabilizar con precisión y validez general la pérdida de C producida por los diferentes métodos de desembosque y preparación del terreno (según tipo de suelo y orografía) para valorar las emisiones relativas producidas. No obstante, se reconoce la importancia de la conservación del suelo y su MO como sumidero de C y como medio de sustento para la creación y perpetuación de los bosques.

En materia de preparación de suelos, las pérdidas (ganancias) de C estimadas por mineralización y/o erosión podrían oscilar en un rango de 400- 600 €ha⁻¹.

El desarrollo de masas vigorosas y rápido crecimiento, así como el empleo de material genético de calidad, favorecen la captura de CO₂. Tal como se ha señalado ya, se estima que mediante una gestión de bosques que incluya fertilización, elección de especies, y utilización de prácticas que reduzcan la degradación de los bosques, los flujos de acumulación de C en el suelo pueden ser del orden de 0.53 t C ha⁻¹ año⁻¹.

Las compensaciones a establecer deberán de considerar la valoración de las pérdidas (costes) y ganancias estimadas en términos de fijación de C. En el caso de la fertilización y mejora genética las ganancias de productividad compensarán parcialmente los costes adicionales en los que se haya incurrido.

4. Conclusiones

En relación al Cambio Climático y en el contexto de la situación de recesión económica mundial se plantea un *nuevo acuerdo* de cooperación no solo entre países, sino entre los distintos colectivos y grupos de interés dentro de cada país.

Es en ese marco donde debe contemplarse la gestión forestal orientada a reforzar el papel de los bosques como sumideros de CO₂. No obstante, es obvio que aún existen importantes zonas oscuras relativas al potencial de los bosques y de su gestión orientada a reforzar su papel de sumideros de CO₂ que requieren profundizar en su conocimiento.

Los CTE constituyen una fórmula novedosa en cierto modo y que tiene la virtud de potenciar un tipo de gestión más adecuada que permite reforzar el papel de los bosques como sumideros; el premio a esa gestión más avanzada es la compensación económica establecida, que al mismo tiempo puede tener la virtud de servir de apoyo a la actividad en una coyuntura particularmente difícil para los bosques.

De ese modo la figura del CTE cumple una doble función al promover la implantación de una mejor gestión forestal y servir de apoyo económico al mantenimiento de las actividades forestales que evita la degradación de los bosques.

Por otra parte, los instrumentos orientados a gestionar ese potencial tienen una importancia de primer orden, por cuanto han de contribuir al doble objetivo de reforzar el papel de sumideros de carbono de los bosques, y además ayudar a consolidar su gestión evitando el abandono.

La agencia encargada de velar por el cumplimiento de los compromisos asumidos en el marco de los Contratos Territoriales tendrá la función no sólo de controlar sino también de asesorar en el cumplimiento de los términos del contrato, y de ese modo contribuirá a implantar una gestión forestal más avanzada.

Finalmente, es pertinente señalar el grave error en el que se podría incurrir si por motivo de las presiones y urgencias derivadas de la situación de recesión se postergaran estas políticas a un futuro indeterminado. De ese modo se dejaría de cumplir con las exigencias derivadas de los Planes de Lucha contra el Cambio Climático que persiguen aumentar la capacidad de remoción de los sumideros de carbono actuando sobre todo en el ámbito de la gestión forestal.

El apoyo por parte de la sociedad a una gestión forestal avanzada es una opción cada vez más firme por el consenso cada vez mayor sobre la importancia del uso de la tierra para mitigar el cambio climático y adaptarse a él.

5. Agradecimientos

M. Pinto y A. Artetxe de NEIKER por la aportación datos y el documento inédito citado. Cualquier posible error es responsabilidad de los autores.

6. Bibliografía

BALAIRON, L., 2000. Las causas del Cambio Climático. El Campo. Servicio de Estudios del BBVA. Nº 137. 530 pp. Madrid.

BOUWMAN, A.F., 1990. Land use related sources of greenhouse gases: Present emissions and possible future trends. *Land Use Policy* 7, 154-164.

DAVIDSON, E.A., ACKERMAN, I.L., 1993. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously amended soils. *Biogeochem.*, 20, 161-193.

DEPART. AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, GOBIERNO VASCO (2007). Estadísticas de incendios forestales en la CAV.

ELORRIETA, J.I. y REY, C., 2004. Mecanismos de Internalización de los Beneficios Ambientales del Monte: Aplicación a la Protección contra Incendios Forestales. Memorias del 2º Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una Visión Global.

- FAO (2002). Captura de Carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informes sobre los recursos mundiales de suelos 96. Roma.
- FEDERACIÓN DE CAJAS DE AHORROS VASCO NAVARRAS, Enero 2009. Boletín de Mercado de Carbono.
- HYVÖNEN-OLSSON et al., 2007. The likely impact of elevated CO₂, nitrogen deposition, increased temperature and management on carbon sequestration in temperate and boreal forest ecosystems: literature review. *New Phytologist* 173, 463-480.
- INVENTARIO FORESTAL NACIONAL 2 y 3 – País Vasco (1996 y 2005).
- IPCC, 2000. Land use, land-use change and forestry (LULUCF). Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press. Cambridge, UK.
- JANDL et al., 2007. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma*. 137, 253-268.
- JOHNSON, D.W., 1992. Effects of forest management on soil carbon storage. *Water, Aire & Soil Pollution*, 64, 83-120.
- MANDIOLA, E., OLARIETA, J.R., GARTZIA, N., 2008. Mecanismos de estabilización de reservorios de C orgánico en agregados de suelos forestales. Proyecto Final de Carrera. Univ. Lleida.
- MARTINEZ, J.; VEGA-GARCIA, C.; CHUVIECO, E.; 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of Envi. Manage.* 90, 1241-1252.
- MERINO, A. y EDESO, J.M., 1999. Soil fertility rehabilitation in young *Pinus radiata* D. Don plantations from northern Spain after intensive site preparation. *For. Ecol. Manage.* 116, 83-91.
- MERINO, A., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, A., SOLLA-GULLÓN, F., EDESO, J.M., 2004. Soil changes and tree growth in intensively managed *Pinus radiata* in northern Spain. *For. Ecol. Manage.* 196, 393-404.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. Gobierno Español. Estadísticas de Incendios forestales.
- MURUA et al., 2006. Coste de la no agricultura en el País Vasco. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. 284 pp. Vitoria-Gasteiz.
- NEIKER-TECNALIA S.A. 2005 (inédito). Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAV como sumideros de carbono. Cap. 2. Autores: Camps, M., del Hierro, O., Martínez de Arano, I., Artetxe, A., Pinto, M. Cap. 4. Autores: Camps, M., Martínez de Arano, I., Mendarte, S., Aizpurua, A., Pinto, M.
- OLARIETA, J.R. et al., 1999. Sediment enrichment ratios after mechanical site preparation for *Pinus radiata* plantations in the Basque Country. *Geoderma* 93, 255-267.
- PERRY, D. A., 1998. The Scientific Basis of Forestry. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 29,35-6.
- PLANA, E. y PIQUE, M., 2000. Casuística y posibles soluciones a los grandes incendios forestales de la cuenca mediterránea. El caso de Catalunya. Seminario de Política y Sociología Rural, E.T.S.I. de Montes, Madrid.
- SERVICIO DE INVENTARIO FORESTAL, 2005. Valoración económica del espacio forestal de la Comunidad Autónoma de Euskadi. Ministerio de Medio Ambiente.
- UNFCCC, 2000. National communications from parties included in Annex I to the convention: greenhouse gas inventory data from 1990 to 1998. FCCC/SBI/2000/11.
- VELASCO, A. y MOYANO, E., 2005. Los contratos territoriales de explotación en Francia. Hacia un nuevo pacto social en la agricultura. IESA Working Paper Series. 1406. CSIC.

