

# PROPUESTA DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA PROMOVER LA FIJACIÓN DE CO<sub>2</sub> POR LOS BOSQUES

Eduardo Rojas Briales, Dr. Ingeniero de Montes, SILVAMED S. L.  
Pl. J. M. Orense 7, pta. 30, E- 46022 Valencia, e-mail: [erojas@forestal.net](mailto:erojas@forestal.net)

## RESUMEN

Uno de los elementos de mayor relevancia a la hora de determinar los balances de CO<sub>2</sub> atmosférico, principal causante del efecto invernadero, es la biomasa acumulada en los bosques. Las políticas de reducción de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se limitan hasta la fecha a la reducción de las emisiones, entre otras causas debido a la polémica suscitada en el tratamiento adecuado de los sumideros de carbono (agricultura, reforestaciones, uso de la madera, etc.). En estos supuestos su efecto será más bien a largo plazo (reforestación sobre tierras no arboladas previamente en un medio plazo) o neutro a largo plazo. Por el contrario, la expansión de las masas forestales en extensión y existencias en todo el continente europeo es el caso más evidente y seguro de fijación de CO<sub>2</sub>. Por ello y ante la implantación de modelos de mercado (derechos negociables de emisión) o fiscales (impuesto sobre la emisión de CO<sub>2</sub>) o mixtos, se propone la implantación paralelamente de instrumentos que permitan su reversión como incentivo para los bosques que demuestren una mayor fijación de CO<sub>2</sub> desde el momento de referencia. Los instrumentos propuestos se basarán en inventarios forestales y ordenación de montes y tendrán en todo caso en cuenta la acumulación tanto aérea como subterránea.

**PALABRAS CLAVE:** CO<sub>2</sub> y bosques, cambio climático, sumideros naturales, incentivos forestales, economía ambiental.

## ABSTRACT

One of the major factor in the CO<sub>2</sub> balance of the atmosphere as the main factor for climate change, is the biomas accumulated in the forests. The policies for reducing CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere are limited by now to the reduction of the emissions, mainly due to the polemic concerning the adequate treatment of the main sequestration sources (agriculture, afforestations, use of forest products, etc.). In this cases, the effect would be either on long term (afforestations of previously not forested land) or neutral on the long run. On the contrary, the expansion of forests in growing stock and area along the European continent is he most evident and sure case of CO<sub>2</sub> sequestration. As economic instruments brake through either as market instruments or as fiscal ones, the parallel implementation of reversion instruments as an incentive for those forests the demonstrate significant CO<sub>2</sub> sequestration is proposed. The proposed instrument would be based on forest inventories and forest management plans and should consider not only the air biomas but also the soil biomas.

**KEYWORDS:** CO<sub>2</sub> and forests, climatic change, carbon sequestration, environmental economics, forest incentives.

## 1 Introducción: Los recursos forestales y el CO<sub>2</sub>

Entre los gases responsables del efecto invernadero causante del cambio climático, destaca por su importancia el anhídrico carbónico. Desde que a mediados del siglo XVIII

las emisiones de CO<sub>2</sub> adquirieron relevancia por la revolución industrial, la concentración de este gas decisivo aunque muy minoritario en la composición química de la atmósfera ha pasado de 0,0270% a 0,036%<sup>[1]</sup> lo que supone un aumento de un tercio al que se achaca el aumento paralelo de las temperaturas en una media de 1 grado. Frente a unas emisiones totales de unas 4.100 millones t de C, los bosques boreales y templados del planeta fijan hoy unas 9000, lo que supone una reducción efectiva del 30%. En proporción esta reducción en España se sitúa sobre e 2 millones t. El carbono acumulado en los bosques europeos supone unos 20.0000 millones t C acumulándose unos 130 millones t C anualmente<sup>[2]</sup>.

Mediante el convenio mundial de Kyoto (1997) se pretende invertir la tendencia al aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel planetario descorrelándolas del necesario aumento del nivel de vida que se prevé a lo largo del siglo XXI para vastas áreas del planeta. Especial atención han merecido en este proceso los sumideros naturales de CO<sub>2</sub> que son básicamente los bosques y los mares. En muchos casos los bosques contribuyen a almacenamiento de CO<sub>2</sub> y en otros son causas destacadas de sus emisiones netas, mientras que en otras su efecto es estrictamente neutro. Si va imponiéndose la idea de la utilización de instrumentos económicos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel planetario, los bosques como únicos sumideros controlables por el hombre deberán ser considerados.

¿Cuáles son los posibles efectos de los bosques sobre los balances de CO<sub>2</sub>?

a) neutrales

- bosques estables y capitalizados, se encuentren en estado virgen o gestionados
- el uso de madera y otros productos y residuos forestales como fuente de combustible
- a largo plazo cualquier otro uso de madera y productos forestales

b) positivos

- primeras repoblaciones
- aumento del volumen de biomasa almacenado en los bosques
- a corto plazo, el uso industrial de la madera y de otros productos forestales (sumidero temporal)

c) negativos

- deforestación
- incendios forestales

El estudio de los flujos diarios de CO<sub>2</sub> puede ser de interés para la investigación<sup>[3]</sup>, especialmente fisiológica, como instrumento para políticas de alcance planetario son poco recomendables requiriéndose métodos más simples y viables. Dado que los flujos son cientos de veces más elevados que los cambios de estocaje, cualquier pequeño error podría ser más grave que el empleo de la variable más simple: el balance de biomasa acumulada que incluye todas las variables de interés.

## 2 La fijación temporal de CO<sub>2</sub>

En principio, la fijación temporal de CO<sub>2</sub> no debería ser incluida en los instrumentos económicos ya que:

- Resulta harto complicado establecer una cadena de responsabilidades (¿quién sería responsable de las emisiones cuando al final de la vida útil de un producto – p.e. un mueble – este se queme o pudra?)
- La vida media de los productos industriales es muy difícil de estimar
- Únicamente sería aceptable si se considerasen las emisiones al final de la fijación temporal, ya que en caso contrario se produciría una doble contabilidad.

La demanda por parte de los lobbies agrarios y de la industria de la madera de considerar los sumideros temporales supondría una subvención engañosa siempre y cuando no se implantasen sistemas de contabilidad extremadamente complicados. Como al final del proceso su balance será siempre neutral, es mucho más recomendable dejar de lado los sumideros temporales como p.e. el uso energético de madera u otros residuos forestales. No obstante, su competitividad está asegurada en el caso de establecimiento de instrumentos económicos en los balances de CO<sub>2</sub>, ya que los productos competitivos no renovables tendrán que sufragar en todo caso sus emisiones de CO<sub>2</sub>, incrementándose así su precio.

Ejemplo:

$$CP = E \times (P + T \text{ CO}_2) + OC$$

CP: Costes de producción E: Energía P: Precio unitario T CO<sub>2</sub>: Tasa sobre emisiones de CO<sub>2</sub> OC: otros costes

Productos forestales o agrícolas:

$$\begin{array}{l} \text{Actualmente:} \quad 1 \times 1 + 11 = 12 \\ \text{Propuesta:} \quad 1 \times (1 + 1) + 10^* = 12 \end{array}$$

\*) por reducción de los costes laborales

Productos competitivos:

$$\begin{array}{l} \text{Actualmente:} \quad 5 \times 1 + 7 = 12 \\ \text{Propuesta:} \quad 5 (1 + 1) + 7 = 17 \end{array}$$

Aunque la utilización de fuentes externas de energía en la agricultura y gestión forestal comporte en el caso de establecimiento de una imposición sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> un aumento de los costes, éstos al ser mucho menores que en los productos competitivos ganarán en competitividad frente a éstos.

No debe olvidarse que el aumento de la fiscalidad sobre combustibles en el marco de la reforma ambiental del la fiscalidad debe llevar pareja una reducción de otras figuras impositivas, especialmente aquéllas que gravan el factor trabajo y ahorro, para mantener el efecto neutro final, con lo que sectores intensivos de mano de obra como el forestal mejoraría su posición competitiva<sup>[4]</sup>.

### 3 Contabilidad de CO<sub>2</sub> en los bosques

Como ya se ha comentado, la forma más operativa para medir los balances de CO<sub>2</sub> en los bosques es el estocaje final de biomasa. Éste puede obtenerse fácilmente en el marco de inventarios forestales. En muchos países la información existente se refiere a biomasa leñosa aérea, pero sin una gran complejidad es posible buscar correlaciones aceptables para cada tipo de bosques basadas en la biomasa leñosa aérea y que incluyan tanto la

biomasa aérea como la subterránea (raíces)<sup>[5]</sup>.

Ejemplo:

Superficie del rodal (ha)	Existencias o biomasa leñosa aérea (m <sup>3</sup> /ha)	Existencias o biomasa leñosa aérea total (m <sup>3</sup> )	Tipo de bosque	Factor de correlación	Biomasa total (t secas)
10	100	1.000	Pino (denso, > 50 años)	1,5	1.500
20	30	600	Encina (hueco, > 100 años)	2,5	1.500
<b>Total:</b>					<b>3.000</b>

Este sistema es mucho más certero y fiable que contabilizando repoblaciones como pretende el protocolo de Kyoto, ya que:

- Las repoblaciones no fijan por sí mismas CO<sub>2</sub>, aunque puedan hacerlo en el futuro si se llegan a desarrollar y no son destruidas (los inventarios forestales permiten un seguimiento muy preciso de las existencias, algo que no es tan fácil para las repoblaciones)
- La eficiencia económica en la fijación de CO<sub>2</sub> es mucho más elevada en el aumento de existencias en bosques infracapitalizados que en repoblaciones
- Las repoblaciones necesitan al menos 20 años para aportar una fijación de CO<sub>2</sub> perceptible (curva de sinus).

En general, el enfoque basado en la evolución de las superficies es muy inseguro y discutible debido a las dificultades en determinar de forma certera y consecuente en el tiempo el límite entre los bosques y otras formaciones, especialmente en países donde existen importantes formaciones abiertas (dehesas, sabanas, bosques incendiados, bosques en proceso de expansión natural de la masa forestal, etc.), como es precisamente el caso de España.

#### **4 Propuesta de instrumento económico sobre las emisiones y sumideros de CO<sub>2</sub>**

##### **a) a nivel comunitario**

A todas las emisiones que no sean neutras a medio plazo (agricultura, uso energético de biomasa forestal, industria de la madera, etc.) se les aplicaría una tasa igual en toda la UE. Las actividades fijadoras de CO<sub>2</sub> como la forestal en el caso de bosques con incremento de existencias serán perceptoras del importe neto de esta tasa. Debe recordarse que hoy entre un 5-10% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la UE son compensadas

por el aumento de biomasa de los bosques comunitarios<sup>[6]</sup>. El importe neto de los ingresos por esta tasa se podría destinar en parte a fomentar la reducción de emisiones (avances tecnológicos), pero en su mayor parte para reducir la fiscalidad sobre el factor trabajo y ahorro, aumentando así la eficiencia de la economía en su conjunto.

A través del mecanismo de implementación compartida (joint implementation) se asegura que la fijación de CO<sub>2</sub> se incentiva allí donde es más viable y eficiente, con toda probabilidad en las áreas periféricas de la UE, contribuyendo al reequilibrio territorial y compensando las tendencias económicas a la concentración geográfica de la actividad económica y la población.

## b) a escala de finca

Se monitorizará la variación de existencia de biomasa de las fincas forestales cuyos titulares de forma voluntaria se sometan al régimen de incentivación de la función sumidero de los bosques. Sobre la base de inventarios forestales en el marco de planes técnicos de gestión u ordenación de montes se controlará la evolución de la biomasa leñosa - y siempre que sea posible de la total - utilizando factores de correlación autorizados. Se revertirá el importe exacto de la tasa sobre emisiones de CO<sub>2</sub> a aquellos bosques que demuestren un incremento de biomasa desde el anterior inventario, nunca anterior a 1990, fecha de referencia del convenio de Kyoto. Si por alguna causa se produjera una reducción de biomasa, el derecho a incentivo para la fijación de CO<sub>2</sub> únicamente se reactivaría cuando se recuperase el nivel máximo anterior.

Ejemplo:

Finca forestal: 10 ha

Año	Biomasa total	Derechos de fijación (t biomasa)
1990	1.000 t	-
2000	1.200 t	200
2010	1.100 t	-
2020	1.300 t	100

Año 2000:

200 t biomasa total x 0,732 t CO<sub>2</sub>/t<sup>[7]</sup> = 146 t CO<sub>2</sub> x 33 EUROS/t CO<sub>2</sub> = 4.831 EUROS.

Esto equivaldría a un incentivo anual de 48,31 Euros/ha/a (8.038 Pts./ha/a).

## 5 Posibles instrumentos de mercado

El modelo propuesto es igualmente aplicable en el caso de la utilización de mecanismos de mercado alternativamente a instrumentos impositivos. Aquellos bosques que demuestren una fijación de CO<sub>2</sub> recibirían derechos de emisión cotizados en bolsa.

## 6 Déficit de investigación identificados

Para implementar este modelo se requerirá la siguiente información:

- Factores de correlación para cada tipo de bosque basados en éste y en las existencias de biomasa leñosa
- Factores de cálculo fiables entre biomasa forestal (especie) y equivalencia de CO<sub>2</sub>.

## 7 Conclusiones

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, no solo suponen un riesgo para nuestros bosques (incremento de temperaturas, aumento del facto sequía, incendios<sup>[8]</sup>, etc.), sino también una oportunidad, al carecerse en la actualidad de instrumentos incentivadores de la acumulación de existencia en muchos montes insuficientemente capitalizados. La utilización de instrumentos de economía ambiental permite a la vez contribuir a una mayor eficacia de la economía en la reducción de las emisiones y del mantenimiento del patrimonio natural y su

gestión sostenible y multifuncional a la vez que se contribuye a la cohesión territorial y social.

## Bibliografía

- Campos, P. & García, C. (1998): Valoración económica de la contribución de las repoblaciones con pino silvestre a la fijación del CO<sub>2</sub> en la Comunidad de Madrid. Actas del III Forum de Política Forestal. CTFC Vol. 6, Solsona: 177-194.
- El Mundo (ed). (2000): Propuesta de fiscalidad sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. 8.3.
- Indufor (1999): Estudio sobre la fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques europeos. Helsinki.
- Karjalainen, T., et al. (2000): Carbon sequestration in forests. EFI News 1, Vol. 8: 5-7.
- Kellomäki, S. et al. (2000): Expert assessment of the likely impacts of climate change on forests and forestry in Europe. EFI Proceedings nº 34.
- Monrós, A. (1993): La protección de la atmósfera: la regulación internacional. Tesis doctoral. Facultad de Derecho, Universitat de València. 350 pag. y anexos.
- Rojas, E. (1995): Una política forestal para el Estado de las Autonomías. AEDOS/Mundi Prensa, Madrid-Barcelona-México. ISBN: 84-7003-343-3. 342 pp.
- Rojas, E. (1997): Los retos de la política forestal española en el umbral del siglo XXI. Actas del II Congreso Forestal Español, Pamplona, 23.-27.6. ISBN: 84-235-1595-8. 81-86.
- Terradas, J. et al. (1996): Ecología del Foc. Proa, Barcelona. 270 pg.
- UN (1997): Protocolo sobre el cambio climático. Kyoto.

---

[1] ) La insignificancia proporcional respecto a la concentración de O<sub>2</sub> (aprox. Un 20%) explica el porqué la función de producción de O<sub>2</sub> en la atmósfera carezca de relevancia como tal.

[2] ) V. Karjalainen et a. (2000), Kellomäki et al. (2000).

[3] ) V. Campos & García (1998).

[4] ) V. Rojas (1997)

[5] ) La media europea para este factor es del 2,5 (Karjalainen et al. (2000)..

[6] ) En 1993 en España el 17% de las emisiones de CO<sub>2</sub> eran compensadas por el aumento de existencias sólo de madera sin considerar la restante biomasa forestal (Rojas, 1995).

[7] ) Este factor procede del estudio Indufor (1999). La tasa sobre emisiones de CO<sub>2</sub> procede de una propuesta comunitaria (El Mundo 2000).

[8] ) Se ha descrito el aumento de 1 grado durante el siglo XX como la causa de la duplicación de los días de riesgo extremo de incendios forestales (Terradas, 1996).