



POSIBILIDAD DE AUMENTAR LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE CO₂ DE LOS SISTEMAS FORESTALES MEDIANTE LA GESTIÓN FORESTAL

Autor: Sergio de la Cruz (FBCC)¹

Coautores: Rafael Calama (CIFOR-INIA)², Gregorio Montero (CIFOR-INIA)², Agustín Rubio (ETSI MFMN)³

¹ Director técnico. Foro de Bosques y Cambio Climático.

² Centro de Investigación Forestal del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (CIFOR-INIA).

³ Dpto. Sistemas y Recursos Naturales. E.T.S.I. de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica. Ciudad Universitaria, s/n. Madrid.

Resumen

Tras la firma del Acuerdo de París en diciembre de 2015, y su prevista entrada en vigor en noviembre de 2016, se abre un nuevo escenario para la consideración de los bosques y su función mitigadora ante el cambio climático.

El reconocimiento del papel que ejercen los bosques en la absorción de CO₂ queda explícitamente recogido en el acuerdo internacional en su artículo 5, por el cual las partes deberán promover actuaciones para conservar y mejorar sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero, entre los que se incluyen los bosques. Así mismo también se anima a las partes a promover acciones para implementar y apoyar el marco para impulsar políticas e incentivos para actividades relacionadas con la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los ecosistemas forestales y la gestión forestal sostenible.

Aunque el Protocolo de Kyoto ya recogió la función de absorción de CO₂ de los bosques, lo hizo de una manera limitada ya que imponía un techo a las absorciones que podían contabilizarse. El nuevo sistema de contabilización que surja del Acuerdo de París debería corregir estas deficiencias, y no infravalorar el potencial de los bosques como principal sumidero de carbono gestionable por la humanidad.

Se señala que la capacidad de acumulación de biomasa en los sistemas forestales no depende exclusivamente del aumento de la superficie forestal mediante plantación y cambios de uso del suelo. Las prácticas asociadas a la gestión forestal que se proponen en este documento también pueden contribuir de manera significativa a la fijación de carbono tanto en la vegetación como en el suelo.



1. La absorción de CO₂ por los bosques en el marco internacional

La consideración de las funciones de absorción de CO₂ de los bosques en los acuerdos internacionales sobre cambio climático, se inició con el **Protocolo de Kyoto** (COP3, 1997). En el artículo 3.3 se establecen las actividades de forestación y reforestación posteriores al 31 de diciembre de 1989, como las únicas opciones para la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que podían ser consideradas para el primer período de compromiso (2008-2012). Asimismo, el artículo 3.4 presenta la posibilidad de que las variaciones de las emisiones y absorciones de GEI debidas a actividades en suelos agrícolas y de cambio del uso de la tierra y silvicultura (LULUCF por sus siglas en inglés), puedan ser incluidas o no por los países en las negociaciones del segundo período de compromiso y posteriores.

En relación a esta posibilidad España optó por contabilizar también las absorciones debidas a la gestión forestal y a la gestión de tierras agrícolas, entendiendo como tales:

- Gestión forestal: prácticas para la administración y uso de tierras forestales con objeto de permitir que el bosque cumpla sus funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible.
- Gestión de tierras agrícolas: prácticas en tierras dedicadas a cultivos agrícolas y en tierras mantenidas en reserva o no utilizadas temporalmente para la producción agrícola.

Tras la aprobación del Protocolo de Kyoto se fueron estableciendo en las sucesivas reuniones de las Partes las normas para la contabilización de las emisiones y absorciones de CO₂ en los diferentes sectores. Las relacionadas con las actividades LULUCF no se abordaron definitivamente hasta la Conferencia de las Partes celebrada en Marrakech (COP7, 2001), en la que se aprobaron los conocidos como **Acuerdos de Marrakech**. En estos acuerdos se fijaron las definiciones, modalidades, normas y directrices relativas a las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura recogidos en el artículo 3 del Protocolo de Kyoto.

En el Anexo de la Resolución¹ de los acuerdos se estableció que las absorciones derivadas de la gestión de los bosques, no pueden superar un valor máximo que para el caso de España se fijó en **0,67 MtC/año (2,456 MtCO₂eq/año)**, tal y como se recogió posteriormente en el Plan Nacional de Asignación 2008-2012. Esta restricción supone un techo a la contabilidad de absorciones debidas a la gestión de los bosques en contraste con el resto de actividades que no presentan limitaciones.

¹ Anexo de la Resolución FCCC/CP/2001/13/Add.1



Por otra parte el potencial total de absorción por sumideros (forestación, reforestación, gestión forestal y gestión de tierras agrícolas) estimado por España, siguiendo los criterios establecidos por el Protocolo de Kioto de “carbono absorbido contabilizable” para cumplir lo comprometido, es un 2% de sus emisiones del año base (**5,718 MtCO₂eq**), lo que supone una pequeña parte del potencial total.

Suponiendo el caso de que no se produjeran absorciones por la gestión de tierras agrícolas, solo podrían contabilizarse **3,262 MtCO₂eq** (5,718-2,456) debidas a actividades de forestación y reforestación.

Estas cifras distan mucho de las presentadas por España en 2016², junto con el resto de las Partes del Anexo B del PK, sobre las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes al año 2014. En el informe remitido al secretariado de la CMNUCC se indica que los bosques españoles absorbieron cerca de **34,3 MtCO₂eq** ese año, de los que **24,8 MtCO₂eq** se debieron a montes bajo gestión.

Si estas cantidades se pudiesen vender en el mercado, y teniendo en cuenta el valor medio del CO₂ en 2014 de casi 6 € por tonelada, se podría haber obtenido un valor total de 206 millones de euros en ese año. Cifra que podría ser mayor si consideramos que el valor medio de la tonelada de los últimos ocho años ha sido superior a 10 €.

Estos datos son aún más llamativos si los comparamos con los estudios realizados por el Centro de Investigación Forestal del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (CIFOR-INIA), que estima la fijación neta anual realizada en terreno forestal en España en **120 MtCO₂eq**, de los cuales 94 MtCO₂eq serían debidos a superficie forestal arbolada y 26 MtCO₂eq a formaciones de arbustos y matorrales de talla media-alta.

Se considera por tanto ineludible la revisión del sistema de contabilización de absorciones por los bosques, y en concreto las relacionadas con las siguientes carencias:

- Existencia de un techo en la contabilización de absorciones debidas a la gestión forestal.
- La no contabilización de absorciones debidas a masas forestales originadas por regeneración natural.
- La no consideración de las superficies forestales no arboladas.
- La no consideración de la fijación debida a la materia orgánica y en los suelos.

Un cierto reconocimiento en este sentido ha venido de la mano del nuevo paquete de medidas anunciado por la Comisión Europea en julio de 2016, en el que las actividades LULUCF cobrarían una mayor relevancia³. Con estas medidas se pretende alcanzar los

² Comunicación al secretariado de la Convención Marco de NN.UU. sobre cambio climático. Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 1990 – 2014. Edición 2016.

³ Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the inclusion of greenhouse gas emissions and removals from land use, land use change and forestry into the 2030 climate and energy framework and amending Regulation No 525/2013 of the European Parliament and the Council on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and other information relevant to climate change.



objetivos planteados para 2030 en la transición hacia un desarrollo bajo en carbono, así como para dar cumplimiento al Acuerdo de la Cumbre de París.

Es paradójico que aunque la Unión Europea considera el sector del uso de la tierra, del cambio de uso de la tierra y de la silvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés) un sumidero neto que absorbe de la atmósfera una proporción significativa del total de emisiones de CO₂ equivalente, y valorara positivamente el creciente uso sostenible de productos de madera aprovechada para favorecer las absorciones, no contabilizara estas absorciones en el objetivo de reducción del 20% fijado para 2020⁴.

Se entiende que el sistema de contabilización que surja del reciente Acuerdo de París, debería corregir estas deficiencias, y no infravalorar el potencial de los bosques como principal sumidero de carbono gestionable por la humanidad.

2. La gestión forestal y el aumento de la capacidad de absorción de CO₂

Aparte del aumento de la superficie forestal mediante plantación y cambios de uso del suelo, es posible aumentar la capacidad de acumulación de biomasa de los sistemas forestales ya establecidos mediante la aplicación de distintas propuestas de gestión (Gracia et al. 2005; Bravo et al. 2007, Carroll et al. 2012). En los epígrafes próximos se presenta una recopilación de algunas de las evidencias científicas sobre incremento de la capacidad de absorción asociada a las prácticas de gestión forestal. Es importante indicar que estas prácticas no son únicas para todas las especies, estructuras y estaciones, siendo necesario definir el modelo de gestión que para cada situación optimiza la fijación de carbono y computar la ganancia asociada en cada caso.

Claras

Las claras, entendidas como la reducción de la densidad de individuos de una misma especie, son la intervención selvícola intermedia fundamental en la gestión de los sistemas forestales. Entre sus objetivos deben mencionarse la reducción de la competencia, la mejora del vigor individual de los árboles, regular la composición específica, anticipar y maximizar la producción a final del turno, y aumentar el valor y dimensiones de los productos. Desde el punto de vista de la fijación de CO₂ existen numerosas evidencias científicas de que aunque la clara supone una reducción del arbolado existente en el bosque, la aplicación de determinados esquemas de claras puede incrementar el total del CO₂ absorbido por el bosque a lo largo del ciclo productivo. Como ejemplos de trabajos científicos a nivel nacional:

- Ruiz-Peinado et al. (2013) demuestran que en una plantación de *P. pinaster* de 60 años de edad en Fuencaliente (C. Real), la aplicación de un régimen de claras fuerte (en el que a lo largo de tres intervenciones a los 30, 40 y 55 años se ha reducido

⁴ Decisión nº 406/2009CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad Europea y Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.



entre un 20-30% del área basimétrica) supone un incremento del carbono total absorbido (computando carbono en pie y extracciones) del 20% respecto de un régimen de gestión en el que no se aplican claras. En términos globales, el C total absorbido durante los 60 años por una hectárea de pinar aclarado asciende a 379,5 toneladas, por 317 toneladas de una hectárea de pinar sin intervenir.

- Resultados similares obtienen (i) Del Río et al. (2008) para *P. pinaster* en el Sistema Central, demostrando que un régimen fuerte de claras supone un aumento de 1 ton/ha en el CO₂ absorbido cada año en comparación con una gestión sin intervenciones (ii) Montero et al. (2003), para pinares de *P. sylvestris* sometidos a claras fuertes respecto a tratamientos sin claras, (iii) Balboa-Murias et al. (2006) para plantaciones de *P. radiata* y *P. pinaster* en Galicia, donde detectan las mayores tasas de absorción de carbono con la aplicación de claras moderadas.

La respuesta no tiene por qué ser la misma para todas las especies y estaciones, dependiendo en cada caso de los umbrales máximos y mínimos de intensidad de clara que provoca pérdidas en la biomasa total a lo largo del ciclo. Sin embargo, lo anterior demuestra que un esquema determinado de claras sí que puede aumentar – al menos en algunas especies y estaciones - la capacidad fijadora de los sistemas forestales.

Estructura y composición de los sistemas forestales

No todas las especies forestales ni todas las estructuras de masa son igualmente eficientes en la absorción del CO₂. En el caso de la composición específica, las coníferas fijan más carbono por unidad de biomasa que las frondosas (Ibañez et al. 2002). Asimismo, existen evidencias de efectos facilitadores, complementariedad de nicho y de reducción de competencia en masas mixtas (Pretzch y Schutze, 2009), lo que hace que aumenta su capacidad de fijación de carbono. Como ejemplos, se ha identificado una mayor fijación de biomasa en masas mixtas *P. sylvestris* – *Q. pyrenaica* que en masas puras de *Q. pyrenaica* (Bogino et al. 2006; Cañellas et al. 2008), o una mayor eficiencia de las masas mixtas de *P. sylvestris* – *F. sylvatica* frente a las masas puras en términos de productividad y fijación (Condes et al., 2013). En referencia a la estructura se ha identificado una mayor capacidad de absorción por parte de masas regulares frente a masas irregulares en pinares de *P. pinea* en la Meseta Norte (del Río et al. 2008).

De acuerdo a todo lo anterior, cualquier práctica selvícola (claras, fomento de una especie, densificación, diversificación de repoblaciones mono-específicas, cambios en estructuras, plantaciones complementarias, etc) tendente a obtener una composición o estructura más eficiente de la masa en cuanto a la absorción de CO₂ podría considerarse una práctica de interés.

Turno

La fijación de un turno de corta más o menos extendido puede tener efectos sobre el carbono absorbido por el sistema forestal (Bravo et al. 2008a). Al igual que en la producción maderable, existe un turno de máxima renta en biomasa para cada especie, que define la rotación óptima en términos de biomasa y fijación de CO₂. Fijar turnos por debajo de este turno de máxima renta en especie puede conducir a reducciones en la capacidad de absorción, mientras que al alargarlo debe estudiarse la compensación entre la posible pérdida de biomasa fijada y la ganancia derivada de obtener productos de



mayor vida útil. Como ejemplos citar la definición de turno y número de rotaciones óptimos para *Eucalyptus globulus* en Galicia (Díaz-Balteiro y Rodríguez, 2008) o para pinares de *P. sylvestris* y *P. pinaster* en el Sistema Ibérico (Bravo et al. 2008b).

El carbono presente en el suelo

Conocer y cuantificar cómo afectarán los cambios de vegetación consecuencia del cambio climático a los reservorios de carbono (C) y nitrógeno (N) del suelo es crucial para saber si los ecosistemas forestales españoles se comportarán como sumidero o como fuente de estos elementos en un contexto futuro de cambio global (McKinley & Blair, 2008). La respuesta global del suelo al clima es relevante habida cuenta de que puede dar al traste con los esfuerzos por aminorar el efecto invernadero mediante otro tipo de estrategias mitigadoras como las reforestaciones masivas de suelos previamente no forestados (Montagnini & Porras, 1998; Wen-Jie et al., 2011). La reforestación implica secuestro de carbono en la parte aérea de la vegetación pero a corto plazo no siempre se traduce en un aumento del contenido de materia orgánica del suelo (Pérez Cruzado et al., 2007; García et al., 2011), lo cual induce al escepticismo respecto a la utilidad de la reforestación para aumentar el stock de carbono edáfico. Dado que los suelos forestales son ricos en carbono, este escepticismo realmente no es justificable, pero es cierto que está ilustrando la lentitud de la dinámica del carbono edáfico, de manera que los efectos positivos de las actuaciones selvícolas sobre el carbono edáfico pueden necesitar décadas para ser detectables.

Decisiones de gestión como la elección de la especie a utilizar, en ámbitos en los que se pueda optar por más de una especie como especie principal como son las áreas ecotonales, implican significativos cambios en los stocks de C y N del suelo, así como en las emisiones de CO₂. Díaz Pinés et al. (2010) han comprobado que los suelos de los pinares de *Pinus sylvestris* almacenan prácticamente el doble de C (unos 57 Mg C ha⁻¹ en los primeros centímetros del suelo mineral) que los suelos de los vecinos rebollares. Valores de los stocks de C de los suelos de estos pinares que se hallan en consonancia con los valores medios de los suelos de coníferas de toda España (56 ±1 Mg ha⁻¹; Chiti et al., 2012). Sin embargo, de cara a la toma de decisiones considerar únicamente los valores de los stocks es un procedimiento incompleto. Del mismo modo que en la gestión selvícola puede ser relevante discurrir sobre la vida útil de los productos forestales, desde el punto de vista del C presente en los suelos es muy relevante considerar la estabilidad física de la materia orgánica del suelo. Así, a pesar del anteriormente citado mayor stock de C en los suelos de los pinares, la estabilidad de la materia orgánica es claramente inferior a la de los suelos de los rebollares (Díaz-Pinés et al., 2011). Una gestión que favorezca al pinar frente al rebollar podría contribuir a aumentar la capacidad de secuestro de los suelos, pero bajo formas de materia orgánica que podrían no ser almacenadas durante mucho tiempo.

Contabilización del ciclo de vida útil de los productos forestales

Un aspecto independiente a considerar es el efecto que la gestión puede tener sobre el ciclo de vida de los productos forestales. Al aplicar una clara se obtienen productos finales de mayores dimensiones, a los que se les espera una vida útil más larga, y por tanto, un mayor tiempo de retención y fijación del carbono. En ese sentido, para productos como madera estructural se fijan periodos medios de vida de 50 años, madera para chapa o ebanistería se fijan periodos medios de vida de 40 años, para muebles de



cocina y hogar entre 15 y 25 años, para palets y embalajes 6 años, pastas celulósicas 2,8 años y uso energético 1,7 años (Lizarralde et al. 2008; Fortin, 2012). Esto implica que cualquier medida de gestión orientada a obtener y utilizar productos madereros de mayor calidad es responsable de un aumento de la absorción y fijación de CO₂. Un demostración científica a largo plazo del efecto positivo de la gestión forestal sobre el carbono absorbido en el bosque y los productos, aplicado al monte “Pinar Grande” puede encontrarse en Lizarralde et al. (2008).

Otras prácticas

Otras prácticas que pueden estar asociadas al aumento de la capacidad de absorción de CO₂ por los sistemas forestales pueden ser el control de enfermedades y plagas, la mejora del estado nutricional de los sistemas forestales (fertilización), la selección y uso de genotipos y variedades más eficientes en la captación de CO₂ y la correcta gestión de los restos de corta (Gracia et al. 2005). Asimismo, cualquier práctica orientada a la perpetuación del sistema forestal mediante la regeneración natural del mismo transcurrido su ciclo vital (cortas de regeneración) debiera también ser considerada.

Bibliografía citada

- Balboa-Murias, M.A., Rodríguez-Soalleiro, R., Merino, A. Álvarez-González, J.G. 2006. Temporal variations and distribution of carbon stocks in aboveground biomass of radiata pine and maritime pine pure stands under different silvicultural regimes. *Forest Ecology and Management* 237:29-38.
- Bogino S, Bravo F, Herrero C. 2006. Carbon dioxide accumulation by pure and mixed woodlands of *Pinus sylvestris* L. and *Quercus pyrenaica* Willd in Central Mountain Range (Spain). *Proceedings of the IUFRO Div. 4 International Meeting «Managing Forest Ecosystems: the challenges of Climate Change»*. Ed. Cuatroelementos, Valladolid, Spain.
- Bravo, F., Peso, C., Bravo-Oviedo, A., Osorio, L.F. et al. 2007. Impacto de la gestión forestal sobre el efecto sumidero de los sistemas forestales. En: Bravo, F. (Ed.) *El papel de los bosques en la mitigación del cambio climático*. Fundación Gas Natural. Pp: 113-141
- Bravo, F., del Río M., Bravo-Oviedo A., Peso C., Montero, G. 2008a. Forest Management Strategies and Carbon Sequestration. En: F. Bravo et al. (eds.), *Managing Forest Ecosystems: the challenge of Climate Change*. Springer. Pp: 179-194
- Bravo, F., Bravo-Oviedo, A., Díaz-Balteiro, L. 2008b. Carbon sequestration in Spanish Mediterranean forests under two management alternatives: a modeling approach. *European Journal of Forest Research* 127(3): 225–234
- Cañellas, I., Sánchez-González, M., Bogino, S.M., Adame, P., Herrero, C., Roig, S., Tomé, M., Paulo, J.A., Bravo, F. 2008. *Silviculture and Carbon Sequestration in Mediterranean Oak Forests*. En F. BRAVO et al. (ed.), *Managing Forest Ecosystems: the challenge of Climate Change*. Kluwer Academic Publishers. Pp: 317-338
- Carroll M. et al. 2012. *Managing Carbon Sequestration and Storage in Temperate and Boreal Forests*. En: M.S. Ashton et al. (eds.), *Managing Forest Carbon in a Changing*



- Climate, Springer Science+Business Media B.V. Pp: 205-226. DOI 10.1007/978-94-007-2232-3_10.
- Chiti, T., Díaz-Pinés, E., Rubio, A. 2012. Soil organic carbon stock in forests of Peninsular Spain. *Biol Fertil Soils* 48: 817–826
 - Condés S., Río M., Sterba H., 2013. Mixing effect on volume growth of *Fagus sylvatica* and *Pinus sylvestris* is modulated by stand density. *Forest Ecology and Management* 292, 86–95.
 - Del Río M., Barbeito I., Bravo-Oviedo A., Calama R., Cañellas I., Herrero C., Bravo F. 2008. Carbon sequestration in mediterranean pine forests. En: F. BRAVO et al. (ed.), *Managing Forest Ecosystems: the challenge of Climate Change*. Kluwer Academic Publishers. Pp: 215-241
 - Diaz-Balteiro, L. Rodríguez L.C.E. 2008. Influence of Carbon Sequestration in an Optimal Set of Coppice Rotations for *Eucalyptus* Plantations Use of Forests and Wood Products to Mitigate Climate Change En: F. Bravo et al. (ed.), *Managing Forest Ecosystems: the challenge of Climate Change*. Springer. Pp: 119-137
 - Díaz-Pinés, E., Schindlbacher, A., Pfeffer, M., Jandl, R., Zechmeister-Boltenstern, S., Rubio, A. 2010. Root trenching – a useful tool to estimate autotrophic soil respiration? A case study in an Austrian mountain forest. *European Journal of Forest Research* 129: 101-109
 - Díaz-Pinés, Rubio, A., Van Miegroet, H., Benito, M., Montes, F. 2011. Does tree species composition control soil organic carbon pools in Mediterranean mountain forests? *Forest Ecology and Management* 262 (10): 1895–1904
 - Fortin, M., Ningre, F. 2012. Reduire les emissions de gaz a effet de serre et produire du bois d'oeuvre de chêne sessile en 100 ans en futaie réguliere: deux objectifs conciliables ? *Revue Forestiere Française* 44(3): 351-362
 - García M.A., Bachmeier O.A., Rollán A. 2011. Impacto del reemplazo de pastizales por plantaciones de *Eucalyptus grandis* en el carbono orgánico edáfico en vertisoles de Argentina. En: Turrión Nieves M.B., García-Oliva F., Díaz-Trujillo G.C., Madejón-Rodríguez E. (eds.), *Materia orgánica edáfica y captura de carbono en sistemas iberoamericanos*. Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental, Salamanca. Pp: 103-116.
 - Gracia, C., Gil, L. Montero, G. 2005. Impactos sobre el sector forestal. En: Moreno, JM (ed.) *Evaluación Preliminar de los Impactos en España del Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente.
 - Ibañez, J.J., Vayreda, J., Gracia, C. 2002. Metodología complementaria al IFN en Catalunya. En: Bravo, F., del Río, M., Peso, C (eds): *El IFN. Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible*. Universidad Valladolid
 - Lizarralde I., Broto M., Rodríguez F., Bravo F. 2008. Taper Equations and Wood Products: Assessing the Carbon Flow of the Forest Through Its Products. En: Bravo F. et al. (eds.), *Managing Forest Ecosystems: the challenge of Climate Change*. Springer. Pp.: 165-178
 - Montagnini F., Porras C. 1998. Evaluating the role of plantations as carbon sinks: an example of an integrative approach from the humid tropics. *Environmental Management* 22: 459-470.
 - Montero, G., Río, M., Cañellas, I., et al. 2003. Including CO₂ fixation in the evaluation of silvicultural alternatives in Scots pine stands in Spain. In: *Proceedings of Decision Support for Multiple purpose forestry*. Vienna, April 23-25.



- Montero, G., Ruiz-Peinado, R., Muñoz, M. 2005. Producción de biomasa y fijación CO₂ por los bosques españoles. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Educación y Ciencia. 265 pp. Madrid.
- Naciones Unidas, 1998. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
- Naciones Unidas, 2002. Informe de la conferencia de las partes sobre su séptimo período de sesiones, celebrado en Marrakech del 29 de octubre al 10 de noviembre de 2001. CMNUCC. (FCCC/CP/2001/13/Add.1)
- Pérez Cruzado C., Mansilla Salineiro P., Rodríguez Soalleiro R., Merino A. 2007. Captura de C en terrenos agrícolas reforestados con *Pinus radiata* en el norte de España. En: Gallardo Lancho, J.F. (ed.), La captura de carbono en ecosistemas terrestres iberoamericanos. SIFyQA, Salamanca. Pp: 195-212
- Pretzsch, H., Shtuz, G. 2009. Transgressive overyielding in mixed compared with pure stands of Norway spruce and European beech in Central Europe: evidence on stand level and explanation on individual tree level. *European Journal of Forest Research* 128: 183–204
- Ruiz Peinado, R., Bravo-Oviedo, A., López-Senespleda, E., Montero, G. Río, M. 2013. Do thinnings influence biomass and soil carbon stocks in Mediterranean maritime pinewoods. *European Journal of Forest Research* 132(2): 253-262
- Wen-Jie, W., Ling, Q., Yuan-Gang, Z., Dong-Xue, S., Jing, A., Hong-Yan, W., Guan-Yu, Z., Wei, S., Xi-Quan, C. 2011. Changes in soil organic carbon, nitrogen, pH and bulk density with the development of larch (*Larix gmelinii*) plantations in China. *Global Change Biology* 17: 2657-2676