

OPORTUNIDADES PARA PROYECTOS DE SECUESTRO DE CARBONO EN ECUADOR

Dra. Magdalena López Ulloa¹

INTRODUCCION

Las actividades humanas producen un exceso de Gases Efecto Invernadero -GEI (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) que están potencialmente calentando la tierra al impedir el escape de energía hacia el espacio. Dentro de ellos, el dióxido de carbono es de interés especial por ser el gas más abundante y que más contribuye al calentamiento global (Cielsa, 1996). Las dos principales causas del incremento de CO₂ a la atmósfera son la quema de combustibles fósiles y los cambios en el uso de la tierra, como la destrucción de los bosques (Scurlock y Hall, 1991).

En el Ecuador el 70% de las emisiones de GEI se deben a la deforestación y cambio del uso del suelo y el 30% a la quema de combustibles fósiles de los cuales el 50% corresponde a transporte (Inventario Nacional de GEI, años 90 y 94). Para revertir esta situación existen mecanismos para mitigar las emisiones de CO₂ a la atmósfera, como el desarrollo de metodologías limpias en el sector: industrial, automotriz, de generación de energía, manejo de desechos, etc., y actividades de forestación y reforestación. En este documento me referiré únicamente a la remoción del C atmosférico por el almacenaje de carbono por la biosfera terrestre (secuestro de C) como una de las opciones para compensar las emisiones de CO₂.

La comunidad científica y política mundial en el contexto del protocolo de Kyoto y bajo la modalidad de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), provee oportunidades a los países en vías de desarrollo (Ecuador), para atraer e incrementar la inversión extranjera en proyectos de mitigación de carbono. Una de las áreas de interés del MDL, corresponde a la capacidad de captación y de retención de carbono por parte de los bosques, en proyectos de forestación y reforestación. Esto se debe a que los bosques desempeñan un papel primordial en el ciclo global del C, almacenando grandes cantidades de este elemento en biomasa y suelo, además de su intercambio con la atmósfera a través de los procesos de fotosíntesis y respiración. El Protocolo de Kyoto también ha puesto énfasis en la urgencia que existe por entender el ciclo biosférico del carbono y como esto afectará nuestra capacidad de evitar peligrosos cambios climáticos, que afectaran la actividad humana y los recursos naturales.

Algunas de las principales causas de la degradación natural de los recursos naturales en el Ecuador tiene su origen básicamente en las modalidades de uso del territorio por parte del hombre en actividades económicamente extractivas y de baja productividad, y el cambio climático que se origina en consecuencia. En el primer caso el avance de la frontera agrícola y urbana además del crecimiento no planificado; en el segundo la emisión sin control de gases de efecto invernadero y destrucción de bosques (En el Ecuador se estima que aproximadamente 140.000 ha anuales de bosques son talados y que corresponde a una tasa de deforestación de 1.2%, la mas alta de Sudamérica -FAO, 2001-) y humedales son los responsables directos de las catástrofes ambientales. Bajo la modalidad del MDL podemos

¹ Ph.D. GTZ-Proyecto CO₂. Quito – Ecuador. Correo electrónico: maggielopez62@hotmail.com

mitigar estos problemas e identificar zonas para la ejecución de proyectos de secuestro de C considerando factores sociales y económicos que nos guíen a una mejor planificación territorial, prevención de deforestación, manejo sustentable de los recursos naturales y la generación de ingresos económicos por proyectos de secuestro de C al proporcionar ofertas de reducción de emisiones a los países desarrollados.

MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL)

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es un mecanismo orientado a compensar emisiones de GEI que realizan empresas de países desarrollados, responsables del 80% de las emisiones de estos gases, por la vía de la asociación o arreglos comerciales con empresas de otros países, denominado el país receptor, de forma que las reducciones o capturas logradas puedan ser acreditadas en su totalidad o en parte al país emisor. La inclusión de sumideros de carbono dentro del MDL definido en el protocolo de Kyoto 1997 y las subsecuentes Conferencias de las partes (COPs) da un nuevo potencial de ingresos para proyectos forestales. En donde, países industrializados pueden invertir en secuestro de C en proyectos de forestación y reforestación en países en vías de desarrollo y compensar parte de sus emisiones domésticas de GEI en orden de cumplir los compromisos adquiridos en el protocolo de Kyoto.

La forestación y la reforestación son las actividades forestales mencionadas explícitamente en el MDL como aquellas que permiten mejorar y ampliar los sumideros de GEI. Las tierras elegibles son aquellas que no han tenido bosque antes del 31 de diciembre de 1989 (se considera bosque al área de 0.05 a 1 ha con una cobertura de copa de 10-30% y la altura mínima de los árboles 2-5 m a la madurez in situ).

Los proyectos MDL de forestación y reforestación deben cumplir con los siguientes objetivos:

- Contribuir a la mitigación del cambio climático (reducir la concentración de CO₂);
- Contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de los países en desarrollo (aliviar la pobreza rural, mejorar las condiciones de vida de la pequeña propiedad familiar campesina, evitar la migración, la formación de corredores biológicos, incrementar la biodiversidad, conservación de suelos y aguas).

Y para participar en el MDL, existen tres condiciones fundamentales que los países deben cumplir:

- La participación en el MDL debe ser voluntaria;
- El establecimiento de una Autoridad Nacional designada para el MDL; y
- La ratificación del Protocolo de Kyoto.

Un proyecto MDL es básicamente un proyecto de secuestro de carbono o de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Los proyectos MDL deben producir beneficios reales y mensurables contra el cambio climático y deben ser adicionales a cualquier proyecto que ocurriría en ausencia de la actividad del proyecto MDL. Para establecer adicionalidad, las emisiones del proyecto deben ser comparadas con las emisiones de un caso de referencia, identificado como “línea base”. Las “líneas bases” se establecerán sobre unos principios

específicos del proyecto y por los participantes del proyecto obedeciendo a metodologías válidas.

Para que un proyecto de secuestro de C pueda ser registrado bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio y, por lo tanto, generar reducciones que puedan ser certificadas internacionalmente (CERs - Certificados de Reducción de Emisiones), debe someterse a una serie de procesos de formulación, revisión y evaluación. Este conjunto de etapas y procedimientos se conoce comúnmente como el ciclo de un proyecto MDL y está compuesto por las siguientes fases:

Las fases de un proyecto MDL

FASE	FUNCION	RESPONSABLE
Diseño del proyecto (documento del diseño del proyecto-DDP)	Formular el proyecto y preparar el documento de diseño del proyecto (PDD)	Proponente del proyecto
Aprobación Nacional	Evaluar el PDD presentado por el proponente y emitir la carta de aprobación	Autoridad Nacional para el MDL. (Para Ecuador Ministerio del Ambiente, AN-MDL-CORDELIN)
Validación	Comprobar la concordancia del PDD con los procedimientos establecidos y los criterios del país anfitrión y el país financista (sponsor)	Entidad Operacional designada (EOD). Certificadoras internacionales.
Registro	Aceptar oficialmente a un proyecto como actividad de proyecto MDL	Junta Ejecutiva del MDL
Implementación del proyecto	Desarrollo de actividades establecidas en el PDD y monitoreo de las mismas.	Proponente del proyecto y actores involucrados.
Verificación/certificación	Examinar, verificación y emitir un certificado escrito de que durante un tiempo o periodo de tiempo específico, la actividad del proyecto alcanzo las reducciones de emisiones según lo verificado.	Entidad Operacional designada (EOD). Certificadoras internacionales.
Emisión del CERs (certificados de reducción de emisiones)	Expedir los CERs	Junta Ejecutiva del MDL

Nota: CORDELIM recomienda que el primer paso a seguir es desarrollar la Idea Nota de Proyecto (PIN, máximo 5 paginas), completarla con toda la información posible y enviarla a

sus oficinas para una revisión y posibles comentarios antes de continuar con la preparación del “Documento de Diseño de Proyecto” (PDD) a fin de facilitar la aprobación y registro del proyecto como MDL por un Comité Ejecutivo (EB).

Dentro de las *fases de un proyecto MDL* debe haber el análisis de riesgos del proyecto, análisis de los aspectos legales del proyecto, tramitación para acreditación como actividad MDL, formulario de la bases de referencia y sistema de verificación del proyecto, sistema de monitoreo del impacto social del proyecto, evaluación financiera del proyecto, horizonte del proyecto, ingresos por producción de madera, ingreso por secuestro de C, identificación de otros beneficios no maderables del proyecto, análisis de sensibilidad, flujo financiero del proyecto, etc.

Conceptos usados bajo el MDL:

Adicionalidad: diferencia entre el contenido de Carbono del ecosistema *sin proyecto (Línea de Base)* y la concentración de Carbono *con proyecto*.

Para el cálculo de **Línea de Base:** se determina la concentración de carbono existente en los distintos componentes del ecosistema (biomasa aérea y subterránea, suelo y material muerto).

Secuestro de Carbono: es el carbono adicional capturado en cada uno de los componentes del ecosistema, con las diferentes prácticas de manejo del Proyecto MDL.

Carbono fijado: se refiere al carbono que una unidad de área cubierta por vegetación tiene la capacidad de fijar en un período determinado (Segura, 1997). El carbono fijado es una forma temporal de almacenamiento. El carbono fijado se expresa en $t\ C\ ha^{-1}\ año^{-1}$

Los aspectos críticos en los proyectos de forestación/reforestación en el MDL

- NO PERMANENCIA (revisión del proceso de captura)
- ADICIONALIDAD (el proyecto debe demostrar que la mitigación es resultado directo del proyecto)
- FUGAS (perdidas o emisiones de CO₂ fuera del área del proyecto como resultado del mismo proyecto)
- INCERTIDUMBRES (formas de medición del CO₂ acumulado y los sistemas de monitoreo)
- IMPACTOS SOCIO-ECONOMICOS
- COSTOS DE CERTIFICACION EN PROYECTOS A PEQUEÑA ESCALA (estos pueden disminuirse al crear fideicomisos entre pequeños agricultores o proponentes)

CRITERIOS USADOS PARA LA SELECCION DE PROYECTOS Y SITIOS PARA PROYECTOS DE CARBONO BAJO EL MECANISMO MDL

Los criterios usados para la selección de proyectos de manera general son en orden de importancia Adicionalidad, sostenibilidad y costo-eficiencia.

Los criterios para la selección de sitios para la elaboración de proyectos de fijación de C bajo el MDL, deben considerar:

- Condiciones topográficas
- Uso de la tierra
- Cobertura vegetal
- Condiciones socioeconómica
- Ubicación e identificación beneficiarios potenciales del proyecto MDL
- Condiciones climáticas

Iniciativas de selección de sitios para proyectos bajo MDL en Ecuador

El proyecto CO₂ – GTZ – Ecuador, para la identificación de zonas con factibilidad para proyectos de secuestro de carbono realizo un análisis económico, en la cual se determino cuanto dinero exigiría un propietario con tierra de pastizales, para que el uso forestal (incluyendo la producción de madera) sea competitivo con el uso alternativo: la ganadería. Esta compensación refleja los costos de oportunidad del cambio del uso del suelo y esta expresada como el precio mínimo por tonelada de CO₂ fijado (Benítez et al., 2001). Estos costos de oportunidad dependen de la condición geográfica dentro de cada zona. En el área de estudio del proyecto (Esmeraldas y al Noroccidente de Pichincha) los sitios de mas bajos costo de oportunidad y mas aptos económicamente para desarrollar proyectos de secuestro de C, se encuentran en los cantones San Lorenzo, Eloy Alfaro (excepto la Tola), Muisne, Atacames, Río Verde y Esmeraldas. Adicionalmente, en el proyecto no se encontró diferencias entre las compensaciones para bosques secundarios y plantaciones, lo que permite que pequeños y medianos propietarios que no tienen recursos para altas inversiones, puedan participar en proyectos de fijación de carbono si se superan los problemas de escala y se llegan a acuerdos entre los participantes al constituir un fidecomiso.

FACE-PROFAFOR por ejemplo utiliza los siguientes criterios biofísicos de exclusión para la selección de sitios para proyectos bajo el MDL. Áreas con baja precipitación (< 500 mm/a), áreas urbanas, humedales (pantanos y manglares), parques nacionales, reservas naturales y áreas protegidas, áreas por encima de los 3500 m.s.n.m, áreas con pendientes superiores al 45%, áreas cubiertas con nieve perpetua y áreas con cobertura vegetal mayor al 5%. Bajo estos criterios este programa de reforestación ha seleccionado dos regiones para el desarrollo de proyectos MDL. En la región Sierra, en la provincia de Chimborazo el Cantón Guamote, con reforestación mixta en áreas degradadas (3000 ha), y otro en la región costa Provincia de Manabí el cantón Pedernales, reforestación mixta con especies locales a escala comercial (5000 ha).

OPORTUNIDADES DE PROYECTOS MDL EN ECUADOR

Las oportunidades para desarrollar proyectos MDL en Ecuador están abiertas, porque dentro de las prioridades nacionales frente al cambio climático el país cumple con los 3 requerimientos básicos anteriormente expuestos, así:

- El Ecuador se ratificó en la CMNUCC (97) y en el PK (99). Plataforma multisectorial para la formulación de políticas y medidas relacionadas al CC: Comité Nacional del Clima.

- Existe una autoridad nacional para el MDL (AN-MDL, Ministerio Ambiente-CORDELIN)
- Participación voluntaria para proyectos MDL de las partes, por la convergencia entre el objetivo global de mitigación del cambio climático y los objetivos locales de desarrollo sostenible/ de mejora de calidad de vida.

Al crear la autoridad nacional de MDL el estado Ecuatoriano creo las condiciones para establecer arreglos institucionales entre Junta de Ejecutivos del MDL y los proponentes de proyectos viabilizando y promoviendo la inserción de actores nacionales en el comercio global de emisiones. Además, el MDL forestal es una forma de preparar al sector forestal y a científicos del suelo en el desarrollo de conocimientos sobre el ciclo biosférico de C, manejo sustentable de sistemas forestales, conservación de suelos, estimaciones de biomasa y determinación de curvas de crecimiento para especies no maderables etc., y no solamente una oportunidad de negocios; y con proyectos bien elaborados podemos convencer a políticos sobre la mitigación y el cambio climático e incrementar la credibilidad de este sector.

Otra de las ventajas que posee el Ecuador al ser un país tropical, atravesado por la cordillera de los Andes es poseer diferentes tipos de suelos (suelos volcánicos –Andisoles- y sedimentarios –Inceptisoles, Vertisoles, etc-) y regiones bio-climáticas, que favorecen el crecimiento rápido de biomasa, la fijación de C del suelo en complejos humus-metal, humus-Alofana y la estabilización del C con las arcillas y la extensión territorial de 14´ de ha de tierras con aptitud para forestación/reforestación (según estimadores del CIAM/Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2000). Además, de contar con un marco político y jurídico, que favorece el desarrollo planificado de plantaciones, que son ya un uso legítimo de la tierra, reduciendo la presión sobre los bosques naturales. Actualmente, también el MAE esta activamente promoviendo un programa de reforestación de 150.000 ha anuales a nivel nacional, para revertir las tendencias de deforestación que nos están conduciendo a pérdidas de fuentes de agua y a la desertificación.

Las áreas elegibles bajo el MDL son

- Sistemas agroforestales
- Sistemas silvopastoriles
- Plantaciones forestales

Áreas no elegibles

- Manejo bosque secundario
- Conservación de bosques primarios

Las alternativas más viables de ampliación de sumideros de GEI son: la conformación de corredores biológicos para unir las áreas protegidas (parques nacionales, reservas ecológicas, centros de rescate), la forestación de áreas degradadas y las tierras aptas para uso forestal. Las variables a considerar para elevar al máximo la fijación de carbono incluyen las especies de árboles a plantar, las tasas de crecimiento y la longevidad de las mismas, las características del sitio a forestar, los períodos de rotación y la duración y uso de los productos forestales a extraer (Beaumont, 1999).

En Ecuador hay 24 proyectos forestales e instituciones u organismos independientes que apoyan las iniciativas bajo el MDL y son:

- CAF: Programa Latinoamericano de Carbono/PLAC (2002-03)
 - Apoyo a implementación de oficina y a desarrollo de capacidades
- PNUMA–Centro Risoe (2003-05)
 - CD4CDM: Programa para fortalecimiento institucional y desarrollo de capacidades para el MDL
- Otros indirectos: GTZ-CO₂, FACE-Unión Europea, Banco Mundial/PCF, etc.
- Acuerdos Bilaterales, para promover identificación y desarrollo de proyectos MDL:
 - Países Bajos y Canadá
- Las actuales fuentes de financiamiento:
 - Fondos del Banco Mundial (PCF, NCF, ICF),
 - Fondos Privados de Inversión
 - Banco Interamericano de Desarrollo (BID),
 - Corporación Financiera Internacional (Banco Mundial),
 - Agencias de Cooperación Internacional (JICA, CIDA),
 - Corporaciones Privadas
 - Gobiernos o estados de Países Desarrollados

Existen además otras actividades dentro de los proyectos MDL que no han sido completadas y que representan oportunidades de subproyectos a ser ejecutados tales como:

- Desarrollar un marco para la planificación y evaluación de proyectos MDL
- Diseñar una secuencia lógica de recolección de datos, definición de la línea base y evaluación de adicionalidad, balance de carbono, evaluación de impactos ambientales y socio-económicos.
- Análisis financiero que combine cálculos de C, con modelos económicos aplicables a condiciones locales.
- Elaboración de mapas de aptitud forestal (análisis biofísico) y mapas que identifiquen zonas donde es aplicable los proyectos MDL (mediante el uso del mapa de aptitud e imágenes satelitales anteriores a 1989 y actuales)
- Probar y validar estas herramientas en sitios representativos de Ecuador.
- Mapa de adaptabilidad de la especie(s).
- Trabajo metodológico para viabilizar y promover el acceso de proyectos de pequeña escala a la “vía rápida” del MDL (“fast-track”)

Por lo anteriormente expuesto podemos concluir que en general las condiciones para la formulación de **Proyectos MDL en Ecuador** son favorables dado que existe:

- voluntad política de las partes interesadas
- disponibilidad de recursos naturales
- condiciones institucionales a nivel país
- abundantes fuentes de financiamiento

- viabilidad técnica para generar CREs
- y la posibilidad de liderar en proyectos de Cambio Climático

El MDL forestal es complejo pero es posible. El MDL constituye un esquema innovador para introducir instrumentos económicos para apoyar la gestión ambiental y la responsabilidad social. Reducción de CO₂ para gente y ambiente CREANDO OPORTUNIDADES !!!.

OTRAS OPORTUNIDADES DE PROYECTOS DE SECUESTRO DE C EN ECUADOR QUE NO ESTAN INCLUIDOS DENTRO DEL MDL

De acuerdo a los estudios realizados por DOE (1999) de categorización de bioma y su potencial en secuestro de Carbono (Tabla 1). Podemos observar que existen varias posibilidades de proyectos de secuestro de C que son aplicables en el Ecuador.

Por ejemplo, el cambio de manejo de tierras agrícolas con labranza mecánica a agricultura de conservación con labranza cero o reducida e incorporación de residuos, incrementa los contenidos de C en el suelo – secuestro de C (Bengtsson and Ahnström, 2005). El uso adecuado de fertilizantes y el manejo integrado de plagas incrementan la producción de biomasa y el ingreso de hojarasca al suelo, y por lo tanto el contenido de C en el sistema agrícola.

La manipulación de la biomasa de tierras cultivadas, por la incorporación de residuos verdes al suelo, la formación de composteras, la supresión de las quemadas de residuos y rastrojales, combinado con condiciones edafológicas y climáticas favorables para la fijación de C en el suelo, son otra opción para el almacenamiento de C en el suelo.

Estudios de fijación de C en el suelo bajo sistemas pastoriles y bosques (naturales, secundarios y plantaciones forestales) han dado resultados contradictorios, así pastos bien manejados y jóvenes fijan más C en el suelo que los bosques (Fearnside and Barbosa, 1998), mientras que pastizales viejos mayores a 20 años contiene en promedio menos de 15 t C ha⁻¹ que el suelo de los bosques (de Koning et al., 2003), por lo tanto al realizar estas comparaciones entre pasto y bosque debemos tener en cuenta el manejo y la edad del uso de la tierra. Mientras, que el cambio de uso de pasto a sistema agrícola ocasiona pérdidas de C en el suelo como lo demostró Rhoades et al. (2000) en el Noroccidente de Pichincha.

El manejo sustentable de granjas crea posibilidades para fijación de C, por ejemplo al diseñar áreas dentro de la finca con bosques, implementar sistemas silvopastoriles, sistemas agroforestales, rotación de cultivos, creación de barreras vivas, sistemas rompevientos, uso de residuos orgánicos de animales y plantas en composteras o generadores de bio-gas, etc. Especialmente, la introducción de sistemas agroforestales y silvopastoriles muestran evidencias del incremento de C al obtener varios estratos de vegetación que aumentan la biomasa en forma de árboles y productos maderables.

La conservación de bosques naturales y bosques secundarios a pesar de no estar incluidos en el MDL son una gran alternativa de secuestrar C al no permitir las emisiones por la deforestación, y mantener los actuales depósitos de los gases invernadero, tanto en los bosques naturales y secundarios de áreas privadas como los de áreas protegidas. El potencial de los bosques secundarios para fijar carbono es dependiente del tipo de vegetación a

desarrollarse y de su tasa de producción de biomasa. En el proyecto GTZ-CO₂ en Ecuador se determinó que los bosques secundarios pueden acumular alrededor de 100 toneladas de C por hectárea después de 30 años después del abandono de pasto (López et al., 2002).

Tabla 1

Bioma	Método par incrementar SC ^a	Potencial SC (Pg C/a)
Tierras agrícola	MANEJO (a)	0.85-0.90
Biomasa de tierra cultivadas	Manipulación (A)	0.50-0.80
Pastos	Manejo (M)	0.50
Granjas	Manejo(M)	1.20
Bosques	Manejo (M)	1-3
Bosque urbanos	Creación y conservación	no dato
Desiertos y tierras degradadas	Manipulación (A)	0.80-1.030
Sedimentos terrestres	Protección (B)	0.70-1.70
Humedales	Protección (B)	0.10 a -0.70
Total		5.65-10.10

^a El método de fijar C es categorizado como alto (A), medio (M) y bajo (B) en relación a la intensidad de un manejo sustentable por un largo periodo de tiempo. El potencial de secuestrar C fue estimado sobre un periodo de 25-50 años.

Bosque urbanos esta modalidad no ha sido estudiada en Ecuador, pero en países con 4 estaciones, la incorporación de bosques urbanos, además de la fijación intrínseca de C ha reducido el uso de aire acondicionada en verano.

La rehabilitación de desiertos y tierras degradadas, con la introducción de arbustos y árboles, prácticas de conservación de suelos, riego, crean condiciones de adicionalidad que es un requisito en todo proyecto de secuestro de C.

Los sedimentos terrestres y humedales son otro sumidero de C, especialmente relacionados a la fijación de C en el suelo.

De estas últimas propuestas u oportunidades de proyectos de secuestro de C fuera del MDL, solamente los proyectos de protección y conservación de bosques naturales y secundarios tienen mayor factibilidad de obtener financiamiento por pago por servicios ambientales, por servicios de reducción de emisiones de CO₂ atmosférico.

BIBLIOGRAFIA

- Beaumont, R.E. 1999. El Protocolo de Kyoto y el mecanismo para un desarrollo en limpio: nuevas posibilidades para el sector forestal de América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 99 p.
- Benítez, P., Olscheswski, R., de Koning, F., López, M., 2001. Análisis costo-beneficio de usos del suelo y fijación de carbono en sistemas forestales de Ecuador Noroccidental. Report TWF-30s of the Tropical Ecology Support Programme (TOB) of the Deutsche gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Germany, 82pp
- Bengtsson, J. and Ahnström, P. (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance a meta analysis. *Journal of Applied Ecology* 42: 261-269.

- Ciesla, W.M. 1996. Cambio climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto. Estudio FAO Montes No 126. 147 p.
- de Koning, G.H.J., Veldkamp, E., Lopez-Ulloa, M. (2003): Quantification of carbon sequestration in soils following pasture to forest conversion in northwestern Ecuador, *Global Biogeochemical Cycles*, 17(4): 1056- 1067
- DOE, 1999. Carbon sequestration: State of the Science. US Department of Energy (DOE), Washington, DC.
- FAO, 2001. The global forest resources assessment 2000 summary report
- Fearnside, P.M., Barbosa, R.I., 1998. Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia, *Forest Ecology and Management* 198, 147-51
- López, M., de Koning, F., Veldkamp, E., 2002. Estimación de carbón en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales al Noroccidente del Ecuador. Report TWF-31s of the Tropical Ecology Support Programme (TOB) of the Deutsche gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Germany, 42pp (www.gtz.de/toeb)
- Scurlock, J., Hall,D., 1991. The carbon cycle. *New Scientist* 51: 1-4
- Segura, M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono en *Quercus costaricensis*, en un bosque de altura en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis Lic. Cs. For, Heredia, Costa Rica., UNA. 127 p.
- Rhoades, C.C., Eckert, G.E., Coleman, D.C., 2000. Soil carbon differences among forest, agriculture, and secondary vegetation in Montana forest Ecuador. *Ecological applications* 10(2), 497-505.