

Boletín informativo sobre Cambio Global del Centro de Investigación Carbono & Bosques  
[carbonoybosques@hotmail.com](mailto:carbonoybosques@hotmail.com)

## Editorial

**Catalina González**  
Carbono & Bosques

Los cambios en el uso de la tierra son tal vez el componente del cambio global más antiguo y más generalizado de todos los cambios inducidos por el hombre. Hoy en día, prácticamente ningún lugar del planeta se ha librado del impacto humano, bien sea directa o indirectamente. Según Vitousek *et al.*, cerca del 40% de la productividad neta del planeta depende de los diferentes usos que se le han dado a la tierra. Por mencionar algunos ejemplos, tenemos que desde 1950 se han construido casi 35.300 represas en el mundo, lo que ha originado procesos intensos de fragmentación en las cuencas de los principales ríos del mundo; de toda la cantidad de agua que se extrae en el mundo para la subsistencia humana, el 70% se utiliza para irrigación de cultivos; los cambios en el uso de la tierra, especialmente la deforestación, son responsables de un 33% del aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico desde 1850. Todos estos cambios resultan necesariamente en la alteración de los servicios ambientales de los ecosistemas a escala local y global, y son responsables de gran parte de la actual extinción en masa de la biodiversidad.

En nuestra edición de agosto de *Cambium*, quisimos tocar algunos temas relacionados con los cambios en el uso de la tierra. La construcción de represas y la ganadería extensiva son tipos de uso frecuente en nuestros países con implicaciones económicas y ambientales que no se pueden desatender. Ante estos usos particulares, ¿qué alternativas nos quedan? Es así como el Mecanismo de Desarrollo Limpio se convierte en una opción atractiva para implementar proyectos de uso menos perjudiciales en términos ambientales y económicamente viables. Si bien el MDL aun no es lo suficientemente claro en sus formas operacionales y logísticas, ya se vislumbran como una opción alentadora.

### Referencias

Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. & Melillo, J. M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277, 494-499.



Foto: www.caf.ornl.edu/pubs/carf/plantfor/images/chnzr/imgz.htm

## DE GANADERÍA EXTENSIVA A SISTEMAS SILVOPASTORILES: UNA OPCIÓN DE CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y DE PROYECTOS MDL

**William Giovanni Laguado**  
Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Colombia, email:laguado13@yahoo.es

La ganadería extensiva es el sistema agropecuario por excelencia en Colombia, que aunque ocupa casi 40 millones de hectáreas, enfrenta grandes contradicciones desde los puntos de vista ambiental y económico. En primer lugar, la ganadería extensiva tiene graves repercusiones sobre los recursos naturales, especialmente sobre el suelo, que en muchos casos es agotado definitivamente. Igualmente, la deforestación, destrucción y transformación de los ecosistemas naturales ha llevado a la conversión de grandes áreas boscosas en extensos pastizales homogéneos y de baja diversidad biológica.

Por otra parte, el aporte económico de la ganadería al país está en entredicho, pues su participación en el PIB Nacional fue de sólo el 4,59 % para el año 2000. Además, la ineficiencia de la actividad trae una escasa oferta de empleo, que impide el desarrollo del sector rural.

Así pues, el beneficio económico aportado por la ganadería extensiva en Colombia, no compensa los daños ambientales causados por décadas de explotación de los recursos naturales.

Como una práctica de la agrosilvicultura surgen entonces los sistemas silvopastoriles, una opción ambientalmente más sostenible. El silvopastoreo se diseña para manejar la producción de árboles conjuntamente con la crianza del ganado, es decir, un sistema integrado de madera y pastura. El silvopastoreo se caracteriza por generar beneficios económicos a corto plazo por medio de los cultivos y la ganadería, mientras se esperan los beneficios económicos derivados de los productos forestales de largo plazo. Este sistema puede generar múltiples productos en una misma extensión de tierra, permitiendo al propietario diversificar tanto su sistema de producción como sus estrategias económicas.

Además, el pastoreo controla la competencia del pasto y las malezas por humedad, nutrientes y luz solar, favoreciendo el crecimiento del componente arbóreo y reduciendo los costos de mantenimiento de las plantaciones. Entre los beneficios ambientales del silvopastoreo están el control de la erosión y la protección contra la contaminación del agua; también proporciona fibra de madera y energía, reduciendo así la presión sobre los bosques naturales por leña. Igualmente, la sombra de los árboles protege al ganado contra el sol, lo que permite un aumento en la actividad alimenticia. Además, contribuye al ciclo de nutrientes, permite el incremento de la biomasa vegetal y aumenta la diversidad de la fauna y la flora. Los sistemas silvopastoriles tienen un gran potencial para acceder a ingresos por el pago de servicios ambientales, ya que es posible almacenar cantidades apreciables de carbono (C).

Se estima en algunos casos que la cantidad de C por encima del suelo en los Sistemas Silvopastoriles (SSP) está cerca de la cantidad hallada en los bosques secundarios. Estudios realizados en Costa Rica en sistemas silvopastoriles con asociación de pastizales de brachiaria (*Brachiaria brizantha*) y *Acacia mangium*, reportaron un almacenamiento de C de 2,2 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Además, se reconocen las posibilidades que ofrecen los SSP para manejar y recuperar áreas degradadas por sobrepastoreo.

Es necesario analizar el posible pago por servicios ambientales

de estos sistemas, ya que pueden representar una alternativa para generar valor agregado a la producción. Se deben realizar estudios que permitan analizar la viabilidad tanto ambiental como financiera de los sistemas silvopastoriles como parte del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), ya que el potencial del país en caso de que estos sistemas cumplan con las exigencias de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) es apreciable, debido a la gran extensión de área que ocupa actualmente la actividad ganadera en Colombia, permitiendo así resarcir en cierta medida el daño ambiental ocasionado.

## REPRESAS Y CAMBIO GLOBAL: ¿ES LA HIDROENERGÍA UNA FUENTE ENERGÉTICA LIMPIA?

Carlos A. Sierra

Carbono & Bosques, e-mail: [casierra@colforest.com.co](mailto:casierra@colforest.com.co)

En las últimas décadas se presentó un notable aumento en la construcción de represas en todo el mundo, cambiando los balances hídricos de una forma sin precedentes. La construcción de represas ha incrementado la cantidad de agua almacenada en los cursos de los ríos en un 700% en los últimos 50 años. Se estima que la cantidad de represas en todo el mundo es alrededor de 450.000 y más de la mitad del agua dulce disponible en el planeta está siendo explotada por el hombre. El efecto sobre el ciclo hidrológico es muy importante ya que el agua juega un papel fundamental en el balance de energía del planeta. Por otra parte, los ingresos de nutrientes, materia orgánica y partículas minerales al océano por medio de los ríos se están modificando por medio de la creciente construcción de represas.

Las modificaciones en los flujos de agua cambian los flujos de energía, sedimentos y nutrientes en la cuenca del río. Como consecuencia, se modifican los ensambles bióticos y las características funcionales de los ecosistemas acuáticos, que a su vez modifican los bienes y servicios del ecosistema, así como la sostenibilidad y capacidad de adaptación de todo el sistema. La construcción de una represa y la subsiguiente inundación del área conlleva a la destrucción de las plantas y al desplazamiento de animales. Ya que muchas especies prefieren las partes bajas de los valles, los proyectos de gran escala pueden eliminar hábitats únicos para la flora y la fauna, y afectar así las poblaciones naturales.

La comisión mundial sobre represas (CMR) identifica los siguientes impactos sobre los ecosistemas: 1) impactos sobre los ecosistemas terrestres y la biodiversidad; 2) impactos debidos a los gases con efecto de invernadero (GEI); 3) impactos debidos a la alteración del caudal sobre los ecosistemas acuáticos y su biodiversidad; 4) impactos por la alteración de las inundaciones naturales; 5) impactos sobre los recursos pesqueros; 6) la creación de ecosistemas mediante la creación de un reservorio; 7) los impactos acumulativos de una serie de represas sobre un río.

Las emisiones de GEI en un embalse dependen de la fuente principal de emisiones, es decir, de si las emisiones provienen principalmente de la vegetación remanente en el sitio, de importes de materia orgánica a través del río o de las actividades de generación donde se involucran sedimentos orgánicos. Se pueden distinguir fuentes de corta, mediana y prolongada duración. En las fuentes de corta duración se encuentran las emisiones debidas a la fracción lábil de la biomasa aérea (hojas, ramas pequeñas, flores) que queda en el sitio inundado. El material leñoso de lenta descomposición que permanece en el sitio inundado es una fuente de GEI de mediana duración. Finalmente, el carbono orgánico remanente en el suelo es una fuente de larga duración.

Se estima que las emisiones mundiales de metano por causa de las represas superan las emisiones generadas por los cultivos de arroz, las quemadas de biomasa y los desechos urbanos. En promedio, una represa en el trópico emite 10,95 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y 1,17 t CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

A pesar de sus importantes emisiones de GEI a la atmósfera, la hidroenergía es considerada por muchos una fuente de energía limpia cuando se le compara con la electricidad producida por la quema de combustibles fósiles (carbón, gas, petróleo), que agravan el problema del calentamiento global. Sin embargo, no es fácil comparar el efecto climático de los proyectos hidroeléctricos con los termoeléctricos. Mientras que en las plantas de energía térmica la emisión de GEI se produce de manera constante durante toda la vida útil del proyecto, en las hidroeléctricas las emisiones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> se concentran en un período de tiempo y decaen antes de terminar la vida útil del embalse.

Philip Fearnside del Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas de Brasil (INPA) encontró que una gran cantidad de GEI se emite por la acción de las turbinas generadoras de energía y por la evacuación del túnel de descarga. Anualmente, las turbinas de la represa Tucuruí en Brasil emiten 786.000 t CH<sub>4</sub> y por la descarga de agua en el túnel 535.300 t CH<sub>4</sub>. Adicionalmente, durante el periodo de construcción de las represas se emiten cantidades importantes de GEI debido a la producción de cemento y la quema de combustibles en todas las operaciones que involucran motores.

En un estudio reciente realizado por Carbono & Bosques y la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, se estimó que una represa de tamaño mediano en zonas montañosas de Colombia puede emitir alrededor 117 Gg de C en un horizonte de 100 años. Las emisiones anuales de GEI dependerán del tipo de manejo que se haga de la vegetación antes de la inundación. Si la vegetación es retirada del sitio y se le da algún tipo de uso las emisiones anuales son alrededor de 1840 Gg de CO<sub>2</sub>e. Si la vegetación se quema las emisiones serán 1870 Gg de CO<sub>2</sub>e y si toda la vegetación se inunda se emitirían 2326 Gg de CO<sub>2</sub>e debido al mayor forzamiento radiactivo del metano.

Una forma de mitigar estas emisiones en proyectos hidroeléctricos es mediante el establecimiento de bosques para la captura del carbono emitido en el embalse. Para el ejemplo anterior, se estima que estableciendo entre 4000 y 9000 ha de bosque se podría mitigar el efecto de la construcción del embalse proyectado. El Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, podría aportar los recursos necesarios para el establecimiento de proyectos hidroenergéticos libres de emisión de gases.

# PERMANENCIA DEL CARBONO EN ACTIVIDADES DE AFORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN DENTRO DEL MARCO DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

*Víctor Hugo Gutiérrez V.*

*Carbono & Bosques, email: victorex 12@hotmail.com*

En 1997 el Protocolo de Kyoto (PK) marcó un importante precedente en los esfuerzos globales para la protección del ambiente. En él, varios gobiernos adquirieron compromisos para reducir de manera cuantificada sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), contenido en el artículo 12 del PK, permite a los países industrializados, implementar proyectos de reducción de emisiones en países en desarrollo y recibir créditos en la forma de Certificados de Reducción de Emisiones o CREs. El MDL procura promover un desarrollo sostenible en países en desarrollo y al mismo tiempo, ayudar a países desarrollados a cumplir sus metas de reducción de concentraciones de (GEI) en la atmósfera, principalmente de CO<sub>2</sub>.

En 2001 la séptima conferencia de las partes (COP7) en Marrakesh, incluyó las actividades de Aforestación y Reforestación (AR) dentro del MDL. Estas son actividades inducidas directamente por acciones antrópicas que incluyen revegetalización, manejo de bosques, manejo de cultivos y pastoreo. Lamentablemente las acciones de conservación fueron excluidas del MDL, al menos durante el primer período de compromiso.

Uno de los aspectos más debatidos acerca de la inclusión de los proyectos de AR dentro del MDL es el de la permanencia. El artículo 12 del PK establece que los CREs solo pueden otorgarse a proyectos que logren beneficios a largo plazo. Así, la reducción de emisiones de proyectos MDL debe certificarse en base a beneficios medibles y a largo plazo en la mitigación del cambio climático. Sin embargo, la fijación de carbono en las masas boscosas es un proceso reversible que puede suceder por la destrucción de la vegetación y los cambios en el uso de la tierra.

Recientemente ha surgido un nuevo tipo de propuesta de créditos temporales (TCREs), donde se asume que los proyectos forestales no son permanentes y por tanto el carbono solo puede almacenarse por un período mínimo de tiempo, después del cual puede liberarse nuevamente a la atmósfera. Esta parece ser la modalidad con mayor probabilidad de ser adoptada dentro del MDL forestal. Sin embargo, aún no existe consenso sobre cuál debe ser la duración de este tipo de proyectos. En el momento se encuentran en discusión períodos que van desde los 5 hasta incluso los 100 años.

Dentro de los proyectos de AR se encuentran las plantaciones comerciales, en las que el carbono es fijado y luego liberado a la atmósfera o transferido a los productos de madera finales. El tiempo de acreditación es un aspecto que podría tener una alta repercusión en el tipo de proyectos comerciales que podrían realizarse dentro del MDL pues estos tienen diferentes duraciones dependiendo de los objetivos de producción que se tengan.

La adopción de tiempos de acreditación cortos, muy probablemente estimularían proyectos con especies que acumulan grandes cantidades de biomasa en poco tiempo, pues esto les otorgaría una mayor cantidad de CREs comparado con otras especies de menores tasas de crecimiento. Sin embargo, estos proyectos son en general de turnos muy cortos, en los que la gran mayoría del CO<sub>2</sub> se liberaría nuevamente a la atmósfera poco después de concluido el período de acreditación. Por otra parte, en la mayoría de estos proyectos, la madera se destina básicamente a la producción de papel, donde la residencia del

Carbono es muy baja comparada con otros usos. Por tanto, se piensa que períodos de acreditación cortos repercutirían negativamente en la permanencia del carbono.

La adopción de tiempos de acreditación más largos, podría incentivar proyectos de especies de lento crecimiento. Estas especies pueden acumular en sus estructuras mayores cantidades de carbono que las de rápido crecimiento debido a una mayor densidad en su madera, aunque para lograrlo requieren mayor tiempo. Muchas especies tropicales tienen esta característica, cuya madera es bastante apetecida en el mercado internacional. Bajo este escenario se garantizaría no solo una mayor permanencia del carbono en la biomasa sino que permitiría una mayor acumulación de carbono en estructuras más estables en el suelo. Además, la mayoría de la madera proveniente de estas especies es usada para la mueblería y la construcción, en donde el carbono puede durar almacenado durante muchos años. Así, este tipo de proyectos garantizaría la permanencia incluso hasta mucho tiempo después de finalizar el período de acreditación.

Otro aspecto a considerar serían las fugas indirectas que podrían generarse por la implementación de períodos de acreditación cortos pues muy probablemente esto provocaría una inundación de maderas en el mercado en el corto plazo que desestimularía la implementación de proyectos de reforestación por fuera del MDL (sin embargo, algunas proyecciones sugieren que las fugas causadas por el mercado del carbono probablemente serían muy modestas). Por el contrario, bajo el escenario de períodos de acreditación largos, se podrían establecer plantaciones con especies que actualmente se extraen de bosques naturales. Así se podrían evitar no solo emisiones de CO<sub>2</sub> sino también la degradación de ecosistemas debida a las prácticas de extracción de alto impacto con las que generalmente se explotan nuestros bosques naturales tropicales.

Sin embargo, aún existe una sombra de malestar cuando se piensa que en los proyectos de reforestación comercial tarde o temprano el carbono será liberado nuevamente a la atmósfera. Los métodos propuestos actualmente para cuantificar los créditos recibidos por este tipo de proyectos se tornan confusos y esta puede ser una de las principales causas por las cuales aún no han podido implementarse.

Bajo esta perspectiva, los proyectos de restauración ecológica ofrecerían grandes ventajas comparados con los de reforestación comercial, pues garantizan una reducción casi permanente del CO<sub>2</sub> atmosférico. Estas actividades generalmente incluyen varias especies, lo que las hace menos vulnerables al ataque de plagas y enfermedades e incluso a incendios u otros fenómenos que arriesguen la permanencia del carbono fijado. Además, así se generan grandes beneficios ambientales como el soporte de una alta biodiversidad, el equilibrio de los nutrientes en el suelo, etc. Lamentablemente, estos proyectos son más costosos que los comerciales, pues devolverle la funcionalidad al ecosistema es un proceso más lento y complejo; además no se obtendría un retorno adicional de la inversión por la venta de madera. Así, para que esta actividad sea viable y competitiva dentro del MDL, debería otorgársele créditos adicionales o un valor agregado a los créditos, comparados con proyectos comerciales. Sin embargo, este es un tema que deberá tratarse más profundamente en una edición posterior.

# Notas de Interés

## VULNERABILIDAD ASOCIADA A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

Santo Domingo, República Dominicana  
Octubre 26- noviembre 8 de 2003

La Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo de la OEA, junto al Instituto Interamericano de Investigación sobre Cambio Global (IAI) ofrecen becas para el curso "Vulnerabilidad Asociada a la Variabilidad Climática y Cambio Climático en América Central y el Caribe. El objetivo primordial de este curso es fortalecer la capacidad local y regional para tratar la vulnerabilidad asociada a la variabilidad/cambio climático y los eventos extremos.

La OEA/AICD ofrece becas que constan del pasaje aéreo ida y vuelta. La IAI proporcionará los fondos para cubrir gastos de matrícula, inscripción, materiales de estudio y la logística del curso; así mismo, cubrirá los gastos de hospedaje, alimentación, seguros de salud y accidentes y transporte local. Estas becas pueden ser solicitadas al ICETEX antes del 8 de Agosto. La convocatoria está dirigida a profesionales con experiencia en los campos de agricultura, recursos hídricos, salud, turismo, desastres y/o climatología. Información adicional se puede Solicitar a [www.icetex.gov.co](http://www.icetex.gov.co) o a los organizadores [juan.mancebo@codetel.net.do](mailto:juan.mancebo@codetel.net.do), [iaibr@dir.iai.int](mailto:iaibr@dir.iai.int), o a la Dra. Marcella Ohira [marcella@dir.iai.int](mailto:marcella@dir.iai.int)

## CUARTA ESCUELA DE VERANO SOBRE BIOGEOQUÍMICA, PALEOCEANOGRAFÍA Y PALEOCLIMA

Chile, del 5 al 30 de enero de 2004

Este evento se llevará a cabo en la estación de Biología Marina del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción, en Dichato. Se invita a los profesionales en las áreas de ciencias marinas, geología y química a aplicar antes del 20 de agosto de 2003. La Fundación Andes, el FONDAP COPAS CENTER y el POGO, se encargarán de los gastos de transporte, acomodación y alimentación de los participantes seleccionados.

Información Adicional se encuentra en <http://www.udec.cl/udecwhoj>, o contactando a Danielle Barriga [asi@udec.cl](mailto:asi@udec.cl)

## BECAS DE DOCTORADO EN MODELACIÓN DE SISTEMAS TERRESTRES CON ENFASIS EN CAMBIO GLOBAL (2004)

Hamburgo, Alemania

La Instituto de Investigación Max Planck y la Fundación Ebelin ofrecen becas para estudios interdisciplinarios de Doctorado en Modelación de Sistemas Terrestres con énfasis en el Cambio Global y aplicaciones de modelación a escalas regional y global. Las becas ofrecidas constan de 950 Euros mensuales por tres años.

Las aplicaciones serán recibidas hasta el 12 de septiembre de 2003.

Información adicional se encuentra en [www.earthsystemschool.mpg.de](http://www.earthsystemschool.mpg.de), o se puede solicitar en [imprs@earthworks-jobs.com](mailto:imprs@earthworks-jobs.com)

## CAMBIO CLIMÁTICO Y ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Universidad de Plymouth (UK)  
Del 21 al 23 de julio de 2004

El objetivo de esta conferencia internacional es reunir científicos que trabajan en sistemas marinos y de agua dulce, especialmente en los impactos del cambio climático sobre los aspectos físico-químicos, biológicos y ecológicos de dichos sistemas. Algunos de los temas propuestos son: mecanismos que vinculan el clima y los sistemas acuáticos, las influencias del clima sobre los procesos ecológicos, evidencias de cambios en los rangos de distribución y fenología, ciclos climáticos (NOA, ENSO), cómo predecir el futuro.

Recepción de resúmenes: septiembre 2003 28 de febrero de 2004

Detalles del programa online: 31 de marzo de 2004

Información sobre costos de inscripción y acomodación se encuentran en la dirección electrónica:

[Http://www.biology.plymouth.ac.uk/climate/climate.htm](http://www.biology.plymouth.ac.uk/climate/climate.htm)

## USO DE LA TIERRA Y CAMBIOS DE COBERTURA EN LA REGIÓN AMAZÓNICA: Patrones, procesos y escenarios plausibles

Cachoeira Paulista, Brasil

Del 12 al 24 de octubre, 2003

El Instituto Interamericano para la investigación sobre Cambio Global (IAI) y el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) ofrecen este curso en conjunto con el Experimento a Gran Escala Biosfera-Atmósfera en la Amazonía (LBA). El objetivo del curso es afianzar las interacciones entre académicos y tomadores de decisiones de los países que comparten la Amazonía respecto a las teorías, modelos, métodos, políticas estatales e iniciativas locales para generar beneficios y mitigar los impactos negativos que tienen el uso de la tierra y los cambios en las coberturas.

El IAI ofrece becas que incluyen desplazamiento, el valor de la inscripción y gastos de manutención. Para más información: <http://www.iai.int/SI>

*Cambium* es publicado mensualmente por el Centro de Investigación en Bosques y Cambio Global Carbono & Bosques.

Comité Editorial: Carlos A. Sierra, Catalina González, María Fernanda Buitrago.

Diseño y diagramación: Catalina González

Solicite *Cambium* sin ningún costo al correo electrónico [cambiumonline@hotmail.com](mailto:cambiumonline@hotmail.com)