

EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO, APORTES A LA CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS Y DESARROLLO REGIONAL

The Clean Development Mechanism, Contributions to the Conservation of Ecosystems and Regional Development

MARÍA CRISTINA ORDOÑEZ¹

¹Universidad del Cauca

E-mail: mcordonez@unicauca.edu.co

Recibido: 3 de Junio de 2011

Aceptado: 19 de Enero de 2012

Resumen

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es uno de los acuerdos suscritos en el Protocolo de Kyoto, desarrollado para lograr los objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y ayudar a los países industrializados a alcanzar sus compromisos de mitigación de Gases Efecto Invernadero. El MDL involucra a países en desarrollo, contribuye con la mitigación del cambio climático, la inversión en diferentes sectores económicos, y la transferencia de tecnologías limpias, apoyando el desarrollo sostenible de las regiones. En este sentido, el artículo recoge temas relacionados con este mecanismo y su papel en la conservación de ecosistemas, su asociación con la sostenibilidad y su aplicación e implementación en Colombia.

Palabras claves: Cambio climático, Mecanismos de desarrollo limpio, Protocolo de Kyoto, Sumideros de carbono, Servicios ambientales.

Abstract

The Clean Development Mechanism (CDM) is one of the agreements in the Kyoto Protocol, developed to achieve the objectives of the Convention United Nations Framework on Climate Change (UNFCCC) and help industrialized countries meet their commitments to Mitigation of Greenhouse Gases. The CDM involves developing countries, contributes to the mitigation of climate change, the investment in different economic sectors, and the transfer of clean technologies, supporting sustainable development of regions. In this sense, the article takes issues related to this mechanism and its role in the conservation of ecosystems, their association with sustainability and their application and implementation in Colombia.

Keywords: Climate change, Clean development mechanisms, Kyoto Protocol, Carbon sinks, Ecosystem services.

INTRODUCCIÓN

El cambio global ambiental ha venido ocurriendo en la tierra desde hace unos 5000 millones de años. Este es el resultado de la continua redistribución de elementos químicos entre la litosfera y la atmósfera (Mannion 1998). Sin embargo, no hay duda de que la tasa de degradación ambiental inducida por el hombre es dominante y supera la tasa natural de los cambios producidos en la biosfera. La alteración de los ecosistemas es el resultado del crecimiento no controlado de la población y de las consecuencias directas que causa su continuo desarrollo. Problemas como el consumo descontrolado de bienes y servicios, un modelo de desarrollo basado en la energía de fuentes fósiles, la industria, las quemaduras, la deforestación y el inadecuado manejo de la agricultura traen consigo efectos sobre los diferentes componentes del sistema, modificando sustancialmente e incluso eliminando determinados servicios ambientales, al impactar funciones ecosistémicas, relacionadas con los flujos de carbono, agua y suelos.

Las políticas y protocolos para mitigar estos problemas representan los esfuerzos para gestionar de manera más sostenible los recursos y los procesos naturales de transformación de los mismos, haciéndose necesaria una gestión ambiental cada vez más centrada sobre los recursos naturales (Mannion 1998), vía ciclos biogeoquímicos e hidrológicos.

Es así, que el cambio climático registrado durante el siglo XX se relaciona con una serie de alteraciones en diversos factores climáticos, y en diferentes ciclos biogeoquímicos del planeta (González *et al.* 2003). El dióxido de carbono (CO₂) es un importante gas de efecto invernadero, precursor del calentamiento, el cual se ha incrementado, en parte, por el impacto de las actividades humanas, haciéndose necesario no solamente entender cuánto CO₂ es generado y almacenado por los ecosistemas, sino además comprender cómo se mueve desde un compartimento de la biosfera a otro (Clair & Ehrman 1996). Es por ello que los esfuerzos mundiales se han concentrado en entender mejor los presupuestos regionales de carbono (las estimaciones de las fuentes y los sumideros de CO₂), la contabilidad del carbono a escala local (conocimiento sobre el almacén y captura de carbono, aportación de elementos para una línea base), que permitan apoyar a la gestión del carbono en el futuro (Tschakert *et al.* 2008) y a formular estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático.

Atendiendo lo anterior, el mantenimiento de las reservas de carbono mediante los bosques se ha convertido en un servicio ambiental reconocido a escala global por la importancia en la mitigación del calentamiento global, el

que además puede tener un valor económico para países en vías de desarrollo (Ávila 2000).

De esta forma, tanto la reducción como el almacenamiento de dióxido de carbono durante largos periodos de tiempo en la biomasa vegetal (fotosíntesis) y en el suelo (acumulación de materia orgánica) permiten la mitigación de sus efectos (Ávila 2000), a partir de la forestación y reforestación, y la conservación de ecosistemas naturales estratégicos.

La firma del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kyoto, son el principio para el desarrollo de una serie de acuerdos destinados a reducir y equilibrar la concentración del grupo de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (Pineda *et al.* 2005). Este tratado estableció 3 mecanismos para facilitar el logro de los objetivos de la CMNUCC y ayudar a los países industrializados a alcanzar sus compromisos de mitigación de GEI. Entre ellos están 1) la implementación conjunta, 2) El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y 3) el intercambio de emisiones y créditos (Pineda *et al.* 2005).

El MDL, permite a las compañías de países industrializados financiar proyectos de disminución de emisiones en países en vías de desarrollo, a cambio de bonos de carbono. Este mecanismo es el único desarrollado para involucrar a países en desarrollo en los intentos por reducir las emisiones de GEI (The Katoomba Group 2007). El Protocolo de Kyoto hasta el momento está basado en proyectos de forestación y reforestación, pero se espera que en el futuro se amplíe al secuestro de carbono en suelos agrícolas (Perez *et al.* 2007), y en áreas con fines de conservación como los páramos.

Este artículo constituye una revisión de algunos temas relacionados con el Mecanismo de Desarrollo Limpio, su funcionamiento, su relación con el desarrollo regional, así como también su papel en la conservación de ecosistemas de importancia para países en desarrollo, y su implementación en Colombia.

EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es uno de los acuerdos suscritos en el Protocolo de Kyoto, que permite a los países desarrollados y a las empresas suscribir acuerdos para la reducción de gases de efecto invernadero, en al menos un 5.2% respecto al nivel de emisiones de 1990, para evaluar resultados durante el período 2008-2012 (Ortiz & Riascos 2006). Este es el único de los mecanismos del Protocolo de Kyoto al que pueden acceder países en desarrollo.

El MDL permite también la posibilidad de transferir tecnologías limpias a los países en desarrollo, al invertir los gobiernos o las empresas en estos proyectos MDL por los cuales reciben Certificados de Reducción de Emisiones (CER) (uno de los tres tipos de bonos de carbono) los cuales pueden adquirir a un menor costo que en sus mercados; a la vez permiten completar las metas de reducciones de GEI a las que se han comprometido (Sabogal & Hurtado 2009).

América Latina se ha convertido en la región más activa en este mercado emergente de Carbono (Eguren 2004), con alrededor de US\$210,6 millones en negociaciones en el marco del MDL, lo que puede significar una herramienta útil para promover el desarrollo sostenible de la zona.

La captura del carbono y el comercio como mecanismo para la conservación del ambiente y la mitigación de la pobreza en países en desarrollo ha tenido gran acogida por parte de estos, lo cual se ha reflejado en el incremento de proyectos, que podrían resultar en una mayor productividad, ingresos, conservación local de los recursos naturales y valoración de ecosistemas con relación a la captura y almacenamiento de carbono (Pérez *et al.* 2007).

De esta forma, el mercado de carbono se puede definir como el conjunto de transacciones donde se intercambian cantidades de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (Ortiz & Riascos 2006). Puede considerarse como el servicio ambiental con mayor probabilidad de establecerse en un mercado regular y globalizado, ya que se trata de un servicio ambiental de interés global, cuyas transacciones, en la mayoría de los casos, involucran a compradores e incluso intermediarios (brokers) internacionales. (Cordero *et al.* 2008).

El MDL permite promover la sostenibilidad de países en desarrollo, al mejorar procesos productivos, eficiencia en producción y transformación gradual de las economías existentes. Así, hasta el año 2008 se habían registrado más de 900 proyectos de MDL registrados en 49 países en desarrollo, los cuales han resultado en 117,349.796 expediciones de Certificados de Reducción de Emisiones (CER) (Voigt 2008).

Alcanzar el llamado desarrollo sostenible, según La Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (WCED, por sus siglas en inglés), depende en gran medida del abastecimiento de energía, de su uso eficiente, al igual que de la reducción del consumo de energía y, más aún, de la des-carbonización de las economías (Sabogal & Hurtado 2009). Alcanzar la sostenibilidad es un camino en construcción, para el cual deben existir cambios en el modelo económico, en el uso de combustibles, así como en

la modificación de prácticas relacionadas con el uso del territorio, que propendan hacia el desarrollo regional y que además estén dirigidas hacia la conservación de ecosistemas.

Existen algunos trabajos que identifican en los proyectos MDL la contribución al desarrollo sostenible de la región, al relacionarlos con la generación de empleo, crecimiento económico, mejoramiento en la calidad de aire, acceso a la energía y el bienestar humano (Sabogal & Hurtado 2009).

Es por ello, que la aceptación del Protocolo de Kyoto y del mecanismo de desarrollo limpio fue motivada en los países en desarrollo, principalmente por su contribución al desarrollo local, por la transferencia de tecnologías, por la inversión que realizarían los países industrializados para la reducción de emisiones GEI (Sabogal & Hurtado 2009).

De esta forma, muchos de los proyectos desarrollados en América Latina se han venido realizando con el apoyo del fondo del prototipo del Banco Mundial, fondos Holandeses y fondos mixtos de empresas como MGM Internacional y Ecoenergy Internacional, que participan activamente en el mercado del carbono (Eguren 2004).

Este mecanismo en el momento solo contempla actividades forestales, como son la forestación y reforestación; sin embargo, se espera la inclusión de otro tipos de proyectos, tales como la conservación de bosques que podrían aportar evidencia científica necesaria para negociar su inserción en futuros períodos de compromiso (Salgado 2004), además de otras áreas de conservación como son paramos, los cuales almacenan cantidades significativas de carbono, trascendentes para la mitigación del cambio climático y conservación del recurso hídrico.

Atendiendo lo anterior, el MDL y las posibilidades de financiación de proyectos forestales de forestación y reforestación, son opciones atractivas para los países en desarrollo, que no solo permiten apoyar la mitigación del calentamiento climático, sino que además promueven la inversión en diferentes sectores económicos de la región, así como la transferencia de tecnologías limpias dirigidas hacia la sostenibilidad. De esta forma, los proyectos forestales, bien diseñados, pueden proporcionar significativos beneficios ambientales y socioeconómicos a países y comunidades locales (Hernández & Salas 2002); por lo tanto, contribuyen positivamente con la reducción de la pobreza.

CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS EN PML

La deforestación y otras actividades de uso del suelo producen entre el 20% y el 25% de las emisiones anuales de CO₂ a la atmósfera (Portilla 2003), conduciendo a una intensificación de los eventos o procesos del ciclo hidrológico global, lo que puede tener grandes impactos sobre los recursos, y cambios en los patrones de precipitación, evaporación, escurrimiento, velocidad de los vientos, nubosidad y en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos (Houghton *et al.* 1990). En América Latina, la deforestación sigue siendo un fenómeno que crece aceleradamente en la mayoría de los países, y con grandes aportes en las emisiones atmosféricas.

Los cambios en la temperatura, precipitación y concentraciones de CO₂ pueden afectar las entradas de carbono al suelo, la descomposición y las transformaciones de nitrógeno (Lu & Cheng 2008), modificando la tasa de mineralización de la materia orgánica del suelo, la que depende sobre todo de la temperatura y de la disponibilidad de oxígeno, del uso de la tierra, de los sistemas y prácticas de cultivo y del manejo del suelo (Lal *et al.* 1995).

En este sentido, los cambios en las prácticas agrarias y los aportes de fertilizantes tienen una gran influencia en la cantidad de carbono que se almacena en los suelos o se libera, así como en la tasa con que se producen estos procesos (Ringius 1999), lo que puede afectar la oferta de servicios ambientales relacionados con el almacenamiento y captura de carbono, la calidad de suelos y agua. Los flujos de este elemento pueden ser positivos bajo la forma de captura o negativos como emisión de CO₂ (FAO 2002).

Por ello, evitar la deforestación y destrucción de los ecosistemas naturales permitiría mantener almacenado el carbono en la biomasa, los suelos, las raíces y la hojarasca, que de otra manera se liberaría al aire. Entonces, mantener el servicio ambiental de reducción de gases de efecto invernadero, permitirá contribuir a disminuir la velocidad del calentamiento global.

Debido a que el Protocolo de Kyoto acepta únicamente los proyectos de forestación y reforestación como único mecanismo para la reducción de GEI, se estaría excluyendo los ecosistemas de bajo contenido leñoso y alta acumulación de carbono en suelo y otros compartimentos como es el caso de los páramos, algunos pastizales, y suelos agrícolas, los cuales pueden almacenar significativas cantidades de carbono, 3 veces más que en la biomasa forestal (IPCC 2000) (Portilla 2003).

Lo anterior, muestra la necesidad de cambiarle el enfoque netamente forestal al MDL ampliando el secuestro de carbono a otras áreas, como uno de los puntos a negociar en los futuros compromisos del Protocolo de Kyoto.

De esta forma, la aplicación de proyectos MDL en la zona, dirigidos hacia diferentes actividades, puede incrementar el valor económico de los servicios ecológicos que proporcionan los bosques, las tierras de cultivo y pastoreo, especialmente lo relacionado con almacenamiento carbono y conservación de la biodiversidad. Por lo tanto, se estaría contribuyendo al desarrollo para reducir la pobreza rural, a través de pagos a los administradores de recursos, que adoptan tecnologías de secuestro de carbono entre otros, promoviendo el mecanismo de pago por servicios ambientales en áreas productivas o de conservación (Pérez *et al.* 2007).

Es así que la conservación de ecosistemas con alta capacidad de almacenamiento de carbono permitiría la permanencia perpetua de sumideros de carbono, a diferencia de las plantaciones; de allí la importancia de inclusión de estas zonas en las próximas negociaciones (Portilla 2003).

EL MERCADO DE CARBONO PARA COLOMBIA

Para Colombia, el Mecanismo de Desarrollo Limpio y los posibles beneficios de su implementación han cobrado gran trascendencia, no solo por la amenaza que representa el cambio climático para nuestros recursos, sino por las oportunidades de desarrollo que representa para el país, y las posibles alianzas con otros países e instituciones.

Si bien el país no tiene compromisos de reducción de emisiones GEI y participa marginalmente con alrededor de 0,37% de las emisiones globales, ha desarrollado e implementado diferentes políticas que promueven el desarrollo sostenible y el crecimiento económico asociado con bajas emisiones de GEI, reflejando así una evolución en materia de mitigación a nivel nacional (Barba *et al.* 2010).

Es así que Colombia, mediante la Ley 629 de 2000, aprobó el Protocolo de Kyoto, el cual se promulga posteriormente a través del Decreto 1546 del 16 de febrero de 2005. En dicho marco normativo y en respuesta a los compromisos adquiridos por el país, el Consejo Nacional Ambiental Colombiano, en junio de 2002, estableció los Lineamientos de Política de Cambio Climático y bajo el documento Conpes 3242 de agosto de 2003, determinó la Estrategia Institucional para la Venta de Servicios Ambientales de Mitigación de Cambio Climático (Barba *et al.* 2010).

Atendiendo las políticas y lineamientos, en el país se han formulado proyectos dentro del MDL. Durante el primer semestre del 2010, se registraron 22 proyectos en el marco del Protocolo de Kyoto, posicionando a Colombia en el puesto 12 en el escalafón mundial y cuarto en de América Latina en el registro de proyectos MDL. Proyectos que anualmente capturarían 37.783 toneladas de CO₂, de los cuales se obtendrán ingresos por 3.5 millones de dólares, beneficiando a las comunidades y fomentando el desarrollo sostenible de la región (MAVDT 2010).

Actualmente, el país goza de gran potencial frente al nuevo mercado internacional de Créditos de Reducción de Emisiones (CRE), donde la economía Colombiana podría reducir competitivamente hasta 22.9 millones anuales de toneladas de CO₂, generando divisas similares a los del sector exportador de banano y flores (Black 2000). La inversión internacional podría transferir tecnología moderna de producción más limpia y el know-how crítico para incrementar productividad y calidad en los sectores involucrados (Black 2000, Monroy & Aguirre 2003).

La venta de CRE por captura de CO₂ de la regeneración natural y reforestación en cuencas hidrográficas, podría cofinanciar la restauración de las fuentes de agua y conservarlas a largo plazo, controlando a la vez procesos críticos de erosión; promoviendo la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas Andinos y tropicales fuertemente amenazados (Black 2000).

En abril de 2010 se registró el proyecto forestal para la restauración de la cuenca del río Chinchiná, una alternativa ambiental y productiva para la ciudad de Manizales y la región, que consiste en la captura de CO₂ por medio de 4.538 hectáreas de plantaciones forestales, que se desarrollan mediante actividades silvopastoriles, agroforestales y plantaciones comerciales y protectoras, esperándose absorber 7.783 toneladas anuales de CO₂, de los que se espera obtener ingresos hasta por USD 3.5 millones de dólares durante los 20 años del periodo de acreditación. Estos recursos permiten cubrir parte de los gastos de las plantaciones forestales en funcionamiento, beneficiándose más de 200 familias que habitan la cuenca del río Chinchiná con el mejoramiento de la calidad del agua y el desarrollo local, además de proteger la fauna y flora de la región (MAVDT 2010).

El MDL en funcionamiento óptimo, permite obtener beneficios colaterales, tan importantes como los directos, tanto para el sector agro-forestal como para el energético; si el ingreso neto al productor de la venta de CRE es suficientemente alto, la captura de CO₂ en programas forestales, agro-forestales y silvo-pastoriles podría

incrementar los ingresos de los productores hasta niveles que compiten con el modelo actual de ganadería extensiva, explotación insostenible del bosque natural y cultivos de uso ilícito. Así, se podrán percibir beneficios al convertir procesos industriales y energéticos en tecnologías limpias y eficientes para la reducción de GEI (Black 2000). De esta forma, los sectores con mayor potencial para el desarrollo del MDL en Colombia son el energético, forestal, transporte e industrial, así como el sector productivo, para lograr la reducción significativa de GEI.

Es así que Colombia viene participando activamente en las negociaciones internacionales de la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto, con el apoyo del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial (Black 2000), que expidió las resoluciones 551 y 552 de 2009, las cuales establecieron los requisitos y procedimientos para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al MDL.

De los muchos de los proyectos registrados en MDL, se espera suplir las necesidades económicas básicas de la comunidad, fomentando la investigación, el manejo de biodiversidad y la conservación de ecosistemas; contribuyendo con el desarrollo ambiental y comunitario en la región, a partir del mejoramiento de la calidad de vida y la participación activa en programas de conservación, sostenibilidad, y valoración de servicios ambientales a nivel nacional e internacional.

CONCLUSIONES

La transformación de los sistemas agropecuarios insostenibles a sistemas silvopastoriles, agroforestales, forestales y de manejo de bosques naturales, permitirá la conservación de ecosistemas naturales estratégicos que contribuyan a la captura y el almacenamiento de carbono, disminuyendo la liberación de GEI, requisito de los proyectos MDL.

Es importante que sean incluidos en este mecanismo la conservación de ecosistemas estratégicos, para evitar la deforestación y destrucción de los ecosistemas naturales que permitiría mantener almacenado el carbono.

El almacenamiento de carbono es un servicio ambiental de interés global, el cual se puede reflejar en una mayor productividad, ingresos, conservación local y valoración de recursos, que apoya el desarrollo sostenible de la región

El MDL es una opción atractiva para los países en desarrollo, no solo por la contribución a la mitigación del

cambio climático, sino porque promueve la inversión en diferentes sectores económicos, la transferencia de tecnologías limpias y la contribución al desarrollo sostenible.

Es necesario abogar por la inclusión de proyectos de sumideros en todas sus dimensiones (reforestación, restauración, forestación, conservación y manejo sostenible de bosques naturales) dentro del MDL en las futuras negociaciones del Protocolo de Kyoto.

Si bien las emisiones de GEI per cápita de Colombia reflejan una gestión destacada frente a Latinoamérica y el mundo, se deben buscar mecanismos que incentiven y/o faciliten proyectar a largo plazo una producción carbono eficiente estratégicamente.

El desarrollo de proyectos enmarcados en el MDL para los futuros periodos de compromiso, depende de la capacidad negociadora de los países, y de la capacitación de expertos a nivel regional para negociar buenas condiciones.

Los mercados de servicios ambientales cada día son reconocidos como la forma más eficiente para alcanzar la conservación de recursos y biodiversidad, pero ¿son realmente estos mercados un instrumento eficiente para la conservación ambiental?

REFERENCIAS

ÁVILA, G. 2000. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas de café bajo sombra a pleno sol, sistemas silvopastoriles y pasturas a pleno sol, Turrialba, Costa Rica. 99 pp.

BARBA, D. GARAVITO, S., LÓPEZ, S. NIEVES, H. OLARTE, C. ORTEGA, S. C. & SANTOS, L. 2010. Capítulo 3. Mitigación. En: IDEAM (ed). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático: 155-192. Bogotá.

BLACK, T. 2000. Capítulo 3. El Mecanismo de Desarrollo Limpio: teoría, práctica y opciones de diseño regulatorio en el proceso de negociación internacional. En: Estudio de estrategia nacional para la implementación del MDL en Colombia: 21-36 Banco Mundial, Bogotá.

CLAIR, T. & EHRMAN, J. 1996. Variations in discharge a dissolved organic carbon and nitrogen export from terrestrial basins with changes in climate: A neural network approach. *Limnology and Oceanography* 41:921-927.

CORDERO, D. MORENO-DÍAZ, A. & KOSMUS, M. (eds). 2008. Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales, Quito, Ecuador. 111 pp.

EGUREN, L. 2004. El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas. En: P. d. I. N. Unidas (ed), Medio ambiente y desarrollo División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Santiago de Chile 83.

FAO. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra, Informes sobre recursos mundiales de suelos, Roma 96.

GONZÁLEZ, M. JURADO, E. GONZÁLEZ, S. AGUIRRE, O. JIMÉNEZ, J. & NAVAR J. 2003. Cambio climático mundial: origen y Consecuencias. *Ciencias UANL* 6:377-385.

HERNÁNDEZ, G. & SALAS, A. 2002. Estimación del potencial de las tierras del Corredor biológico mesoamericano en Centroamérica para el desarrollo de proyectos MDL, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Oficina Regional para Mesoamérica, Proyecto Bosques y Cambio Climático (PBCC) DE FAO-CCAD.

HOUGHTON, J. T. JENKINS, G. J. EPHRAUMS, J. J. 1990. Climate change: The IPCC scientific assessment. Cambridge University Press, Cambridge. 416 pp.

LAL, R. KIMBLE, I. LEVINE, E. & STEWART, B.A. (eds). 1995. Soils and global change. CRC & Lewis publishers, Boca Raton FL. 464 pp.

LU, X. CHENG, G. 2008. Climate change effects on soil carbon dynamics and greenhouse gas emissions in Abies fabri forest of subalpine, southwest China. *Soil Biology & Biochemistry* xxx: 1-7.

MANNION, A. M. 1998. Global Environmental Change: the Causes and Consequences of Disruption to Biogeochemical Cycles. *The Geographical Journal* 164:168-182.

MAVDT. 2010. Mecanismo de Desarrollo Limpio- Colombia registra ante la ONU el primer proyecto forestal MDL.

MONROY, N. & AGUIRRE, A. 2003. El protocolo de kyoto: ¿una oportunidad para la industria colombiana? *Revista de Ingeniería-Universidad de los Andes* 18.

ORTIZ, A. M. & RIASCOS, L. D. 2006. Almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal cacao *Theobroma cacao* l y laurel *Cordia alliodora* (ruiz & pavón) oken en la reserva indígena de Talamanca, Costa Rica Facultad de Ciencias Agrícolas.

PEREZ, C. RONCOLI, C. NEELY, C. & STEINER, J. L. 2007. Can carbon sequestration markets benefit low-income producers in semi-arid Africa? Potentials and challenges. *Agricultural Systems* 94:2-12.

PINEDA, L. ORTIZ, C. SANCHEZ, V. 2005. Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aun no valorado en Veracruz. *Madera y Bosques* 11:3-14.

PORTILLA, J. G. 2003. Análisis del potencial de emisión de dióxido de carbono del páramo de chingaza y lineamientos para su conservación en el contexto del mecanismo de desarrollo limpio. Facultad de estudios ambientales y rurales Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C.

RINGIUS, L. 1999. Soil carbon sequestration and the CDM: Opportunities and challenges for Africa, CICERO Report UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment (UCCEE), Centre for International Climate and Environmental research (CICERO), Oslo. 33 pp.

SABOGAL, J. & HURTADO, E. 2009. La historia se repite: una visión del desarrollo y del desarrollo sostenible. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión* 7:195 - 216.

SALGADO, L. 2004. El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestería (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana. En: P. d. I. N. Unidas (ed.). *Medio ambiente y desarrollo* División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Santiago de Chile 83.

The Katoomba Group. 2007. Fundamentos de la economía de conservación [http://www.katoombagroup.org/documents/publications/Fundamentos%20de%20la%20Economia%20de%20Conser vacion%20CEB%20Span%20Oct%2007.pdf](http://www.katoombagroup.org/documents/publications/Fundamentos%20de%20la%20Economia%20de%20Conser%20vacion%20CEB%20Span%20Oct%2007.pdf)

TSCHAKERT, P. HUBER-SANNWALD, E. DENNIS, S. OJIMA, D. S. RAUPACH, M. R. & SCHIENKEE, E. 2008. Holistic, adaptive management of the terrestrial carbon cycle at local and regional scales. *Global Environmental Change* 18:128-141.

VOIGT, C. 2008. Is the clean development mechanism sustainable? Some Critical Aspects. *Sustainable Development Law & Policy* 8(2): *Climate Law Reporter* 2008