



Gaceta Ecológica  
Instituto Nacional de Ecología  
gaceta@ine.gob.mx  
ISSN (Versión impresa): 1405-2849  
MÉXICO

2004  
Armando Yáñez Sandoval  
LA CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUES: ¿UNA HERRAMIENTA PARA LA  
GESTIÓN AMBIENTAL?  
*Gaceta Ecológica*, enero-marzo, número 070  
Instituto Nacional de Ecología  
Distrito Federal, México  
pp. 5-18

---

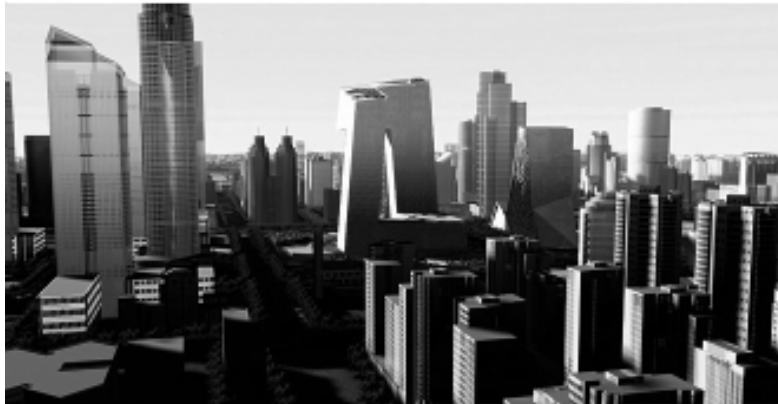
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Universidad Autónoma del Estado de México



# La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental?

ARACELI VARGAS-MENA AMESCUA Y  
ARMANDO YÁÑEZ SANDOVAL



## INTRODUCCIÓN

Conforme aumenta el deterioro ambiental, también crece la preocupación en grandes sectores de la población por encontrar herramientas para revertir estas tendencias negativas, tomando en cuenta los problemas sociales y económicos específicos de cada sociedad.

Los programas de captura de carbono en bosques son instrumentos con enorme potencial para contribuir a la transición hacia el desarrollo sustenta-

ble. El interés en ellos surge de la información cada vez más alarmante, y mejor documentada, sobre el proceso de calentamiento global, debido fundamentalmente a la emisión de gases causantes del llamado “efecto invernadero” por actividades humanas (IPCC 2001a).<sup>1</sup> La evidencia sobre este fenómeno es basta y contundente y aunque el “efecto invernadero” es un fenómeno natural, el incremento de los gases que lo producen, como resultado de las activi-

dades humanas, se traduce en un aumento de la temperatura y los problemas asociados a éste. Es importante considerar que “la respiración vegetal y la descomposición de materia orgánica del mundo libera más de 10 veces el CO<sub>2</sub> del que inducen las actividades humanas, pero estas emisiones han estado durante siglos en balance con el dióxido de carbono absorbido por la vegetación terrestre y por los océanos” (EPA 2003).

La industrialización ha roto este equilibrio natural. La utilización de combustibles fósiles es responsable de la mayor parte de las emisiones de dióxido de carbono en el mundo y de una importante fracción (alrededor del 20%) de las emisiones de metano y óxido nitroso. El aumento en la agricultura, la deforestación, los tiraderos a cielo abierto, la producción industrial y minería, contribuyen también de manera significativa con este tipo de emisiones.

En relación con la contribución diferencial de cada gas de efecto invernadero (GEI) al calentamiento global, existe el acuerdo que el más importante es el CO<sub>2</sub> (Houghton y Woodwell 1989, Schneider 1989, Goudie 1990, Dixon *et al.* 1994). El nivel de concentración actual medido en el Polo norte es el mayor de los últimos 130,000 años y, de acuerdo con el IPCC, para el año 2100 serán los más altos en la historia del planeta desde hace 30 millones de años.

### **¿COMO RESOLVER EL PROBLEMA?**

La primera solución que viene a la mente es deshacerse del exceso de gases invernadero que causan el calentamiento global. Aunque esto en principio sería una solución, la reducción en temperatura no sucedería de inmediato y el calentamiento global seguiría durante un tiempo considerable, al menos a un nivel constante. Además, no se puede simplemente reducir las emisiones dado que esto depende de múltiples factores naturales, socioeconómicos, tecnológicos y políticos.

Por ello las políticas de control/reducción de emisiones enfrentan un futuro desalentador, especialmente si son utilizadas como única herramienta. Por una parte, la estabilización de las emisiones de CO<sub>2</sub> se traducirá en un aumento en la concentración del gas y de temperatura; por la otra, la estabilización de concentraciones y temperatura a los niveles actuales podría llevar mucho tiempo, incluso con la reducción o eliminación total de emisiones.

En términos generales, las políticas de control de emisiones se enfocan a que el problema no empeore, pero no a reparar el daño causado al ambiente. Reparar dicho daño puede significar tener que reducir la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero a niveles preindustriales, para lo cual se necesitan políticas que utilicen mecanismos sostenibles que eviten la emisión de estos gases y que destruyan o “capturen” el exceso en almacenes naturales.

### **CAPTURA DE CARBONO**

La investigación en esquemas de captura de carbono (CC) por sistemas naturales se encuentra relacionada con el estudio del valor de las funciones ecológicas de los ecosistemas naturales. Aunque el concepto de ciclo de carbono en la naturaleza y la capacidad de absorción del suelo y los océanos ha sido conocido durante largo tiempo, no fue sino hasta 1976 que la idea de los bosques como “almacenadores” de las emisiones de combustibles fósiles fue propuesto por primera vez (WRI 2001). El renovado interés en esta función ecológica de los ecosistemas terrestres aparece cuando investigadores y administradores públicos empiezan a entender el valor total de la naturaleza (VTN) y se enfocan a desarrollar esquemas para conservar y restaurar dicho valor. El VTN se considera como la suma del valor de uso directo e indirecto, opción y existencia de la naturaleza (Department for Transport, Local Government and the Regions 2002).

Cuando hablamos de la CC nos referimos a uno de los muchos valores de uso indirecto del ecosistema, también conocidas como funciones ecológicas.

Los mecanismos para la CC que son viables actualmente<sup>2</sup> se enfocan sólo en un subproceso del ciclo de carbono en la naturaleza: la captura terrestre, y específicamente en la CC por parte de ecosistemas boscosos. El IPCC estimaba en su segundo informe de evaluación, que entre 60 y 87 GtC (gigatoneladas) podrían conservarse o captarse en los bosques para el año 2050, y que otras 23 a 44 GtC podrían obtenerse de suelos agrícolas. Actualmente se considera que las opciones de mitigación biológica son del orden de 100 GtC (acumuladas) para el año 2050, lo que representa entre el 10% y el 20% de las emisiones proyectadas de los combustibles de origen fósil durante ese período (IPCC 2001b).

Estos mecanismos también consideran a los bosques como ecosistemas y no como árboles aislados, reconociendo el hecho de que el suelo del bosque contiene alrededor de dos tercios del carbono en los ecosistemas forestales (Dixon *et al.* 1994).<sup>3</sup>

En resumen, los sumideros terrestres de carbono se refieren al carbono contenido en los ecosistemas forestales (vegetación viva, materia orgánica en descomposición y suelo) y sus productos (maderables y no maderables, combustibles fósiles no usados, etc.) De manera análoga, los flujos o emisiones de carbono se relacionan con la degradación tanto de los ecosistemas forestales como de sus productos.

## **¿QUE SON LOS PROGRAMAS DE CAPTURA DE CARBONO?**

Los programas de CC son instrumentos de política que fueron diseñados para aprovechar el mecanismo ecológico descrito anteriormente a favor de la protección ambiental y del combate a la contaminación y, por ende, al cambio climático. Hay dos ideas principales detrás del concepto de los programas de CC:

- Las actividades económicas que llevan al crecimiento de las sociedades, incluso siendo extremadamente eficientes, no se pueden realizar a un nivel cero de emisiones.
- Hay diferentes actividades que se pueden llevar a cabo para disminuir la concentración de carbono atmosférico.

La disminución en esta concentración atmosférica puede ser el resultado de evitar emisiones (bosques que no son talados) o la captura del carbono atmosférico (absorción por almacenes naturales).

De esta manera, las empresas emisoras de CO<sub>2</sub> pueden “compensar” el efecto negativo de las emisiones de sus actividades económicas mediante la inversión o compra de “créditos” en proyectos cuyo resultado sea la captura del carbono que se halla en la atmósfera.

La propuesta para considerar este tipo de proyectos de manera formal dentro de los esfuerzos internacionales para estabilizar o disminuir la concentración atmosférica de GEI, se establece en la Convención Marco sobre Cambio Climático de Naciones Unidas, donde se considera tanto el control de emisiones como la remoción por captura en sumideros. Como parte de esta Convención, en 1997 se llevó a cabo una reunión en Kioto, Japón, con la presencia de representantes de 160 países para negociar limitaciones vinculantes con la emisión de GEI. El resultado de esa reunión fue el Protocolo de Kioto mediante el cual los países desarrollados se comprometían a limitar sus emisiones a niveles de 1990. Dicho Protocolo entrará en vigor 90 días después de que 55 países lo hayan ratificado y una vez que lo ratifiquen los países pertenecientes al Anexo I de la Convención Marco sobre Cambio Climático de Naciones Unidas,<sup>4</sup> que suman el 55% del total de emisiones de CO<sub>2</sub> mundial.

Aunque este sistema de créditos no ha sido establecido oficialmente, la presión de los compromisos

voluntarios ha dado lugar a tres mecanismos con los que los países trabajarían conjuntamente para reducir su cuota de emisiones según lo establece el propio Protocolo: comercio internacional de emisiones, implementación conjunta y mecanismo de desarrollo limpio.

La única modalidad en la que México podría participar como país no perteneciente al Anexo I de la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas, es el llamado Mecanismo de desarrollo limpio (MDL), esquema ideado para que los países del Anexo I puedan acreditar hasta el 1% de sus emisiones de GEI mediante la adquisición de créditos por reducción de emisiones en proyectos de forestación/reforestación que se realicen en países no incluidos en el dicho Anexo. Se espera que su resultado sea la captura neta y almacenamiento de carbono atmosférico a corto, mediano y largo plazo. Lo atractivo de este mecanismo es que, además de contribuir a la mitigación de GEI, apoya a los países en desarrollo a avanzar hacia el desarrollo sustentable, y promueve la inversión de países desarrollados en proyectos de manejo sustentable de recursos naturales al tiempo que cumplen sus compromisos internacionales en materia de cambio climático.

Sin embargo, el pequeño porcentaje que los países desarrollados pueden acreditar en estos proyectos desaprovecha las ventajas ambientales que tienen los países tropicales, como son las altas tasas de crecimiento de la vegetación lo que se traduce en una captura de carbono más rápida.

#### REGLAS E INCENTIVOS

Pasar de la propuesta teórica a la aplicación de este tipo de programas no es un asunto sencillo. Lo primero que hay que considerar es que implicará necesariamente la interacción entre diferentes actores: los emisores de GEI, los que llevan a cabo los proyectos de captura, las autoridades nacionales y los organismos internacionales, entre otros. Para que esta

vinculación sea exitosa, los programas de captura de carbono requieren un marco legal e institucional adecuado, tanto nacional como internacional. Algunos países, entre ellos el nuestro, están en proceso de elaborar dichos requerimientos, mientras que en la arena internacional se siguen definiendo procedimientos y criterios para que se cumplan de la mejor manera los objetivos originales.

En cuanto a los criterios básicos que deben cubrir los países participantes en el MDL destacan el integrarse voluntariamente en el mecanismo, establecer una autoridad nacional designada (AND) en MDL<sup>5</sup> y ratificar el Protocolo de Kioto. Actualmente, el tipo de proyectos de sumideros de carbono que pueden ser seleccionados dentro del MDL incluyen únicamente las prácticas dirigidas a capturar carbono como la forestación y la reforestación, dejando fuera las actividades encaminadas a evitar emisiones, como son la conservación y el manejo sustentable de los bosques.

#### **¿SON LOS PROYECTOS DE CAPTURA DE CARBONO UNA BUENA IDEA PARA MÉXICO?**

Sin él afán de subestimar la importancia de los aspectos internacionales que se han mencionado con anterioridad, consideramos que la justificación para llevar a cabo programas de CC en el país debe estar basado también en un análisis de las oportunidades y limitaciones que estos proyectos tienen para su desarrollo en México, especialmente si tomamos en cuenta que, a pesar de la falta de éxito en el establecimiento de un mercado internacional abierto de créditos por emisiones, se han llevado a cabo numerosos esfuerzos relacionados con este tema.

Es bien conocido que, además de la gran biodiversidad que albergan los bosques y selvas de México, estos proveen diferentes servicios ambientales que van desde la conservación de suelo, productos maderables y no maderables, regulación climática y ac-



tividades recreativas, entre otros (Maserá 1997). Se han hecho muchos esfuerzos durante las últimas décadas para desarrollar diferentes mecanismos y políticas para proteger y usar de manera sustentable estos recursos. Sin embargo, diversas circunstancias han orillado a los productores rurales a usar, y en muchos casos deteriorar el suelo y los bosques, como resultado de sus prácticas productivas, ya sea de subsistencia o con fines comerciales.

De esta manera, cuando se analiza el limitado éxito que han tenido las políticas de conservación y protección ambiental en el país, los programas de captura de carbono parecen ofrecer una nueva oportunidad en el diseño e implementación de políticas ambientales. Para hacer esto, consideramos indispensable analizar las diversas oportunidades y obstáculos relacionados con el uso de este instrumento en el contexto mexicano.

Para su revisión los hemos agrupado en tres categorías: ambiental, socioeconómica e institucional (cuadro 1).

#### OPORTUNIDADES

*Ambientales.* Esta categoría puede dividirse en beneficios directos e indirectos. El beneficio directo, y el principal argumento para la implementación de estos proyectos, es el carbono capturado como consecuencia de las prácticas realizadas en los proyectos (principalmente reforestación, forestación, conservación y/o manejo sustentable del bosque), eso sin contar con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> debida a la prevención de la deforestación.

Los beneficios indirectos ligados a los programas de captura de carbono dependerán del tipo de prácticas realizadas y están relacionadas con los diferentes servicios ambientales generados por los bosques, como son: la protección del suelo, de las cuencas, la conservación de la biodiversidad y la captación de agua. Estos beneficios exceden con mucho el aporte directo de estos proyectos y constituyen por sí solos una buena razón para promoverlos. Desgraciadamente, evaluar sus beneficios no es fácil, y está sujeto a la disponibilidad de

CUADRO 1. OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES PARA PROYECTOS DE CAPTURA DE CARBONO FORESTAL EN MÉXICO

OPORTUNIDADES

<i>Ambiental</i>	<i>Socioeconómico</i>	<i>Institucional</i>
· Carbono capturado	· Mejores condiciones de vida y capacitación para la producción	· Cumplimiento con el AMCCNU
· Carbono no emitido	· Alternativas viables para la población local	· Buena imagen para negociaciones
· Conservación de la biodiversidad	· Promueve el conocimiento científico y la generación de datos	· Promueve enfoques de política integral
· Conservación del bosque	· Provee financiamiento adicional para las prioridades nacionales	· Fortalece vínculos entre actores
· Conservación de suelos		· Mejora la relación con el sector académico
· Protección de cuencas		· Fortalece a las ONG y a las organizaciones sociales

OBSTÁCULOS Y LIMITACIONES

<i>Ambiental</i>	<i>Socioeconómico</i>	<i>Institucional</i>
· Intenso debate sobre la medición de parámetros de captura y almacenamiento (línea base, adicionalidad y fugas)	· Dificultades para el financiamiento	· Coordinación ineficiente entre niveles de gobierno e instituciones
· Dificultades para evaluar todos los impactos ambientales (datos y metodologías)	· Dificultades para eliminar incentivos perversos	· Marco legal e institucional débil para la implementación de programas de CC
· Investigación <i>in situ</i> muy limitada y bajo presupuesto	· Historia de promesas y decepciones hacia los campesinos	· Riesgo por corrupción y actividades ilegales
	· Insuficiente o inadecuada organización campesina	
	· Desplazamiento potencial de emisiones (fugas)	

tecnología, información y recursos económicos. Un enfoque que puede ser útil para llevar a cabo esta tarea es estudiar la magnitud de los problemas que ayudan a reducir. Por ejemplo: en proyectos de conservación o de reforestación, sería necesario evaluar cuáles son las tendencias en el cambio de uso del suelo, y en función de éstas, cuál sería el costo de oportunidad de implementar proyectos de CC para evitar la deforestación en el primer caso o apoyar la restauración de zonas ya deforestadas en el segundo.

Sin embargo, identificar las tasas de deforestación y los cambios de uso del suelo en el país ha sido una tarea difícil, y prueba de ello es que los diferentes estudios y metodologías utilizados han producido resultados que van desde 370 mil hectáreas anuales hasta 1,500 en la década de 1980 a 1990 (Masera 1996).

Según el más reciente reporte del Instituto Nacional de Ecología, basado en el estudio del Instituto de Geografía de la UNAM (Velázquez, Mas y Palacio

2002), la tasa de deforestación anual identificada para el período 1976-2000 es de 545,000 hectáreas.

Esta cifra cobra vital importancia si consideramos que para 1995, el 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en el país se debieron a cambios de uso del suelo y aprovechamientos forestales (Ordóñez 1999). Debido a esta situación, la Comisión para la Cooperación Ambiental ha planteado que los bosques mexicanos puedan ser considerados actualmente más como fuente de emisiones netas de carbono a la atmósfera que como sumideros para su captura (CEC 2001).

Sin embargo, y a pesar de las altas tasas de deforestación, el país aún cuenta con extensas áreas forestales y con potencial forestal, que podrían ser consideradas para el establecimiento de estos proyectos y entrar así en el mercado de emisiones.

*Socioeconómicas.* La contribución social de los programas de captura de carbono en países como México puede ser considerada incluso más atractiva que sus beneficios ambientales. La búsqueda de mejores condiciones de vida para los agricultores mediante la capacitación y la oferta de formas de producción alternativas viables, es un objetivo que puede ser alcanzado en el contexto de estos proyectos. La experiencia adquirida durante el desarrollo de los programas puede permitir a los agricultores adquirir conocimientos técnicos que de otra manera no estarían a su alcance. Adicionalmente, el ingreso recibido directamente de la inversión en certificados de carbono o el derivado de la venta de sus productos, puede significar una gran diferencia en las condiciones de vida de los campesinos, evitando incluso su migración por razones económicas.

El establecimiento de programas de CC en países como México puede ser más barato y costo-efectivo para el combate del CO<sub>2</sub> que la realización de estos proyectos en países desarrollados o la utilización de otros mecanismos. Aun así, hay que considerar que la reglamentación internacional para este tipo de pro-

yectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, conlleva altos costos de transacción, principalmente por los estudios requeridos para el establecimiento, verificación y monitoreo de las áreas consideradas en tales proyectos. Esto puede aumentar el precio de los certificados de carbono y el reto será abatir costos con un diseño eficiente, donde los gastos administrativos puedan reducirse al máximo y la asesoría e información necesarias se adquieran de manera oportuna y económica.

Más allá de los beneficios inmediatos para la población local, debemos señalar que la sociedad en su conjunto se beneficia con la implementación de estos proyectos ya que su establecimiento promueve la investigación científica y la generación de información.

Finalmente, podemos agregar que en un país en desarrollo como México, con escasez de recursos económicos para enfrentar muchos de sus problemas, la inversión privada nacional o internacional en estos proyectos, puede apoyar de manera parcial el financiamiento necesario para la atención de su propia agenda.

*Institucionales.* Siendo México signatario tanto de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático como del Protocolo de Kioto, los proyectos de CC en el marco del MDL ofrecen una oportunidad para el cumplimiento de sus compromisos, a la vez que se demuestra su intención de jugar un papel activo en el mercado internacional de emisiones de carbono, lo cual se puede traducirse en mayor prestigio y una mejor posición para negociar en foros internacionales.

Sin embargo, debemos ser cuidadosos para no ligar el futuro de estos programas sólo a los mecanismos internacionales. Aunque los beneficios internacionales son ciertamente atractivos, hay suficientes ventajas a nivel nacional para separar su conveniencia de la dinámica internacional.

Otro aspecto positivo es que la necesaria colaboración e intercambio de información de los diferen-





tes actores involucrados contribuirá a que las organizaciones de campesinos así como las ONG participantes, puedan consolidar su estructura y funcionamiento como resultado del enfoque participativo requerido por estos proyectos.

Adicionalmente, la necesidad de información actualizada y de buena calidad para el diseño, implementación y monitoreo de los proyectos, permitirá apoyar nuevos grupos y campos de investigación, fortaleciendo las capacidades nacionales y creando sólidos vínculos entre instituciones de investigación nacionales y extranjeras con los diferentes niveles de gobierno y las ONG.

### **OBSTÁCULOS Y LIMITACIONES**

*Ambientales.* Algunas de las principales limitaciones en este aspecto están relacionadas con la disponibilidad de información ambiental y con el intenso debate

internacional sobre las metodologías para el diseño, verificación y monitoreo de los componentes ambientales, principalmente de los proyectos bajo el MDL.

Como punto de partida, la estimación de los contenidos de carbón y las tasas de captura enfrentan serias dificultades. Con el fin de construir un modelo adecuado para predecir la cantidad de carbón que será capturado por ecosistemas específicos, las tasas de crecimiento de la vegetación en esas condiciones ambientales deben ser conocidas para obtener su equivalencia en carbón. Además de esta medida directa, los cambios de uso del suelo, sus patrones y tendencias deben también establecerse para identificar el costo de oportunidad de cada proyecto. La dinámica de este proceso varía ampliamente de región en región y, desafortunadamente, en la mayoría de los casos, la información disponible no es suficiente en la escala adecuada para establecer la “línea base”<sup>6</sup> o para cuantificar la cantidad de carbono que podrá venderse en las diferentes etapas del proyecto. Este concepto es importante para el cálculo de la llamada “adicionalidad”, la cual establece que cualquier reducción de emisiones o secuestro que se pretenda acreditar, debe ser adicional al que se hubiera producido en ausencia del proyecto. Esto se contabiliza comparando los flujos de carbono y el almacenado como resultado de las actividades del proyecto, con aquellos que hubieran ocurrido sin él (Auckland *et al.* 2002).

Otro aspecto que reviste gran importancia durante el desarrollo de proyectos de CC bajo el MDL, son las llamadas “fugas”, esto es, el desplazamiento no planeado de emisiones de la zona comprendida dentro de los límites del proyecto, a zonas aledañas como resultado de las actividades del proyecto. Este fenómeno debe prevenirse y tener un detallado seguimiento ya que de presentarse, los créditos de carbono comprometidos serían anulados.

Por otra parte, México, como país megadiverso, debe considerar el impacto que las actividades de

mitigación al cambio climático pueden tener sobre su biodiversidad, ya sean positivas, neutras o negativas. En este sentido, las actividades actualmente seleccionables bajo el marco del MDL, forestación y reforestación, impactarán a la biodiversidad dependiendo del sistema de manejo elegido y la escala espacial y temporal del proyecto. Estas actividades deben poner especial atención en la selección de especies y el diseño de las prácticas que se desarrollen en los proyectos. La reforestación con especies exóticas y el establecimiento de plantaciones monoespecíficas tendrá, sin duda, efectos negativos sobre la biodiversidad.

Es necesaria la integración de estrategias encaminadas a la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad. Esto se lograría, en parte, a través de la inclusión de proyectos de conservación de ecosistemas boscosos dentro de los proyectos elegibles bajo el MDL, los cuales cumplirían la doble función de conservar la biodiversidad y prevenir la emisión de GEI (CBD 2003).

*Socioeconómicos.* Bajo el esquema actual, donde el mercado de emisiones opera de manera voluntaria, uno de los principales obstáculos ha sido encontrar la forma de financiamiento adecuada para estos proyectos; de hecho, varios de ellos se encuentran elaborados y autorizados para ser establecidos en México, pero no ha sido posible conseguir al socio inversionista.

A pesar de que en los países desarrollados existen instituciones y empresas privadas interesadas en esos proyectos, la principal razón para que no inviertan en ellos es la incertidumbre sobre el futuro de las negociaciones del Protocolo de Kioto y su entrada en vigor, así como el aún insuficiente marco legal e institucional que hay en el país para apoyar este tipo de iniciativas.

En relación con los productores locales, existen varios aspectos que podrían ser limitaciones para el adecuado desarrollo de los proyectos. Uno de ellos es la situación actual de propiedad de la tierra, en la

que existen numerosos conflictos por la falta de claridad en los límites y la identidad de los legítimos propietarios, factores que pueden generar incertidumbre a los socios inversionistas y que pongan en riesgo el cumplimiento de metas comprometidas.

Por otra parte, para que estos proyectos sean exitosos, es necesaria una sólida organización de productores que respalde los compromisos de largo plazo que se requieren. El nivel de convicción de los campesinos juega un papel clave en el cumplimiento de metas y en la prevención del desplazamiento de emisiones a las áreas circundantes (fugas).

*Institucionales.* Aunque se han hecho algunos esfuerzos en las instituciones nacionales para incrementar la participación nacional en el incipiente y voluntario mercado internacional de emisiones de carbono, dichos esfuerzos están concentrados en el caso del sector ambiental. Aunado a esto, el aún débil marco legal e institucional para la promoción e implementación de proyectos de CC se ha traducido en la falta de apoyo a las pocas iniciativas que han podido elaborar propuestas con altísimos costos de transacción.

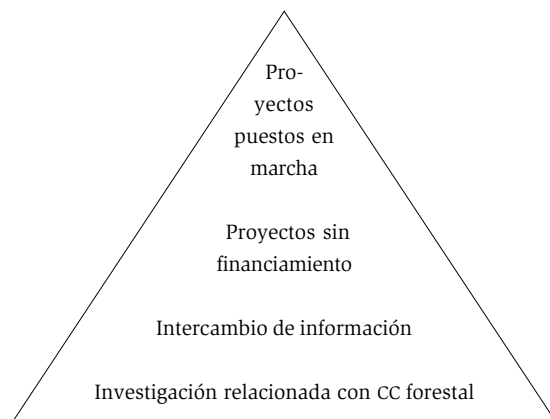
En cuanto a la AND para México, está en proceso de ser formalizado el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción y Captura de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero el cual será coordinado por la SEMARNAT y estará a cargo de desarrollar estas funciones en nuestro país. Aunque la conformación de esta instancia es un avance importante, su consolidación dependerá todavía de que entre en operación y logre un adecuado funcionamiento.

Otro aspecto importante que puede obstruir el desarrollo de los proyectos es la amenaza de la corrupción y las actividades ilegales. En zonas rurales, diferentes intereses políticos y económicos pueden jugar un papel pernicioso, obstaculizando iniciativas legítimas para desarrollar comunidades con alto grado de marginación, por lo que estos aspectos deben ser analizados durante el diseño de los proyectos.

## ESFUERZOS EN CAPTURA DE CARBONO FORESTAL EN MÉXICO

México es uno de los países en desarrollo que mostró gran interés en el concepto de proyectos de implementación conjunta entre países cuando esta opción fue planteada en la primera conferencia internacional sobre cambio climático. Desde entonces ha habido numerosos esfuerzos al respecto, tanto en lo que se refiere a investigación, como en el diseño e implementación de los proyectos. Esto puede ser esquematizado en forma piramidal, lo que representa la distribución de la cantidad de proyectos en cada categoría (figura 1).

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS RELACIONADOS CON LA CAPTURA DE CARBONO FORESTAL EN MÉXICO



Solamente existe un proyecto implementado (*Scolec Té*), el cual se desarrolla con financiamiento internacional para compensar emisiones de GEI de la Fédération Internationale de l'Automobile (FIA), agencia sin fines de lucro que alberga más de 150 asociaciones automovilísticas de todo el mundo y que está a cargo de la realización de las competencias automovilísticas de autos fórmula 1.

*SCOLEC Té* es un proyecto internacional de captura de carbono y forestería comunitaria, que forma parte de un mercado voluntario de compensación de emisiones y que funcionó como plan piloto de 1996 al 2001, entrando a una etapa comercial a partir del 2002 (INE 2004).

Localizado en el estado de Chiapas, su principal objetivo es “capturar carbono en sistemas agrícolas y forestales, los cuales provean también una forma de vida sustentable para las comunidades rurales” (Scolec Té 2003). El modelo de este proyecto pretende ser reproducible en otras partes de México y América Latina bajo condiciones similares. Se trata de lograr un manejo sustentable del bosque para asegurar la captura de carbono comprometida a largo plazo y, simultáneamente, satisfacer las necesidades sociales de la población local.

Ubicado en dos regiones ecológicas y étnicas, el proyecto abarca el bosque templado con poblaciones tzotziles y tojolabales asentadas en las zonas altas, y tzetzales y lacandonos en las partes tropicales bajas de la sierra. En la actualidad participan 400 campesinos de 20 comunidades diferentes. La vida del proyecto se estableció en 30 años, con un impacto total 1,210,000 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalente, a un costo promedio de aproximadamente \$ 10 dólares la tonelada de carbono.

El proyecto fue diseñado para poner en marcha pequeñas empresas forestales y agroforestales, con asistencia técnica y financiera del fideicomiso Fondo Bioclimático. Las técnicas propuestas por los campesinos son evaluadas no sólo por su potencial para la captura de carbono, sino también por su viabilidad técnica, social y ambiental (Scolec Té 2003). El enfoque dinámico y participativo del proyecto, donde las decisiones del uso del suelo son tomadas por los propietarios de la tierra con la asistencia técnica de investigadores, ayuda a garantizar el éxito del proyecto al fortalecer el compromiso de la población. Debido a que el funcionamiento de este proyecto es anterior a

la definición de modalidades y reglas para acreditar emisiones por proyectos en países en desarrollo bajo el MDL, algunas de las prácticas que se realizan tendrán que modificarse para cumplir con los nuevos criterios de selección y poder seguir funcionando y ser competitivo en un mercado regido por el Protocolo de Kioto.

Hay algunas propuestas de nuevos proyectos en áreas con potencial para captura de carbono, que aún se encuentran en busca de un socio inversionista para funcionar. Desgraciadamente, la mayoría de estos se basan en la prevención de emisiones más que en la captura de carbono, es decir, la conservación de los ecosistemas naturales y la silvicultura sustentable, modalidades que no están consideradas en esta primera etapa del MDL y por lo cual no calificarán como proyectos para compensar emisiones de los países desarrollados cuando entre en vigor el Protocolo de Kioto.<sup>7</sup>

En términos del intercambio de información, el Instituto Nacional de Ecología y la Comisión Nacional Forestal, entre otros, han apoyado y llevado a cabo diversos foros, como seminarios y talleres internacionales sobre temas relacionados con el diseño, implementación y monitoreo de los proyectos.<sup>8</sup>

Finalmente, la mayoría de los proyectos se encuentran en la categoría de investigación, donde se han desarrollado y ajustado metodologías para la mejor estimación del carbono capturado por diferentes tipos de vegetación y formas de uso del suelo a lo largo del país.<sup>9</sup> Esta información es fundamental para la elaboración de proyectos de CC de acuerdo con las reglas establecidas por el Protocolo de Kioto bajo el MDL, donde es necesaria una gran cantidad de información y análisis de los impactos ambientales y socioeconómicos de los proyectos, además de lo relacionado con las líneas base, la adicionalidad y las fugas que son aspectos clave para la autorización de un proyecto bajo este mecanismo.



## **CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES DE POLÍTICA AMBIENTAL**

El gobierno federal mexicano lleva a cabo diferentes esfuerzos para mitigar el efecto de las emisiones de CO<sub>2</sub>, con el fin de cumplir con sus metas nacionales y sus compromisos internacionales.

La posición oficial de México y las acciones propuestas en relación con el cambio climático, están contenidas en la Primera y Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En la Segunda Comunicación (INE 2001), hay una extensa descripción de los esfuerzos que el sector requiere para prevenir o mitigar el cambio climático en el país. Las acciones relacionadas con proyectos de CC se encuentran condensadas en la sección de actividades instrumentadas conjuntamente (AIC), y aunque se espera que los proyectos forestales incluidos en esta

sección sean los primeros que se puedan presentar ante el MDL, las reglas de operación de este mecanismo actuarán como filtro para determinar cuáles de los proyectos son viables en el contexto actual o cuáles tendrán que ser adecuados a los criterios establecidos.

Para fortalecer la generación de proyectos de CC en el país sería de gran utilidad fortalecer los mecanismos de coordinación entre diferentes agencias gubernamentales, así como contar con inventarios forestales confiables y actualizados, un marco institucional transparente y políticas adecuadas. Con este escenario se alentará a los inversionistas extranjeros para la compra de créditos de carbono en nuestro país.

Dada las modalidades que pueden ser objeto de selección bajo el MDL para el primer período de compromiso (2008-2012),<sup>10</sup> el sector forestal jugará un importante papel en el impulso de los proyectos de MDL forestal, a través de las políticas relacionadas con el manejo de los bosques, la reforestación y la operación de plantaciones forestales comerciales.

La generación de incentivos, asesoría técnica y otro tipo de apoyos a las organizaciones campesinas y ONG, permitirá desarrollar las capacidades nacionales requeridas para lograr ser competitivos en el mercado internacional de carbono cuando éste se formalice con la entrada en vigor del Protocolo de Kioto.

De manera también relevante, la planeación del uso del territorio es un poderoso instrumento para promover las acciones de forestación y reforestación dentro de sus programas, redirigiendo prácticas con impactos negativos sobre el ambiente. Aunque la planeación del uso del suelo no la llevan a cabo de manera exclusiva las autoridades gubernamentales, las ONG, los grupos académicos o las organizaciones sociales, frecuentemente solicitan información y asesoría a la autoridad ambiental en la materia, y es

aquí donde es importante considerar los proyectos de CC como una alternativa productiva viable en la asignación de usos del suelo.

Aunque en la actualidad los proyectos de conservación de ecosistemas naturales no son considerados para participar en el mercado de emisiones bajo el Protocolo de Kioto, una tarea pendiente es impulsar su inclusión y con esto fortalecer el Sistema de Áreas Naturales Protegidas, el cual juega un papel importante de la agenda ambiental del país, y a nivel mundial ayudaría a evitar la desaparición de grandes superficies de bosque en los países tropicales.

Los esfuerzos que México ha hecho en relación con la captura de carbono en bosques, representan una importante contribución al mantenimiento y uso sustentable de los ecosistemas. Los esfuerzos conjuntos entre instituciones gubernamentales, no gubernamentales, académicas y de la población rural, han contribuido a encontrar un nuevo y más eficiente manejo de los recursos naturales de México. Al mismo tiempo, el país comparte la preocupación internacional en relación con los problemas ambientales globales y utiliza los instrumentos internacionales disponibles para apoyar su propia agenda para el desarrollo. México tiene todavía un largo camino por recorrer y muchos obstáculos que vencer para lograr un desarrollo sustentable, y el tema de la captura de carbono en bosques es sólo una pequeña muestra de los retos que se enfrentan y los esfuerzos necesarios para encontrar soluciones.

## **NOTAS**

**1** Según datos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), nueve de los diez años más calientes del período formalmente registrado (146 años) han ocurrido desde 1990. Este hecho no puede ser atribuido al azar, ya que la probabilidad de que los años más calientes se

presentaran tan cercanos unos de otros, sería prácticamente cero. Para el año 2100, la temperatura global promedio podría aumentar entre 1.5 y 6 °C, lo cual puede no parecer importante, a menos que se considere que la temperatura en la época de la última glaciación era sólo 5 °C más baja que la actual. Algunos escenarios nos muestran un cambio climático aún mayor que el de esa glaciación, el cual fue responsable de la pérdida de miles de especies.

**2** Las estrategias actuales para incrementar de manera artificial la captura de carbono en el océano consisten en la fertilización del fitoplancton con micro o macro nutrientes y la inyección directa de CO<sub>2</sub> a profundidades mayores a 1,000 metros. Sin embargo, además de su alto costo y complejidad, los efectos de largo plazo son aún desconocidos (DOE, www.eia.doe.gov, acceso diciembre de 2003).

**3** En términos generales, el papel del carbono en un ecosistema boscoso puede ser descrito de la siguiente manera: la vegetación (hierbas, arbustos y árboles) incorpora CO<sub>2</sub> en su metabolismo a través de la fotosíntesis. El carbón es una parte fundamental en la composición de todas las estructuras vegetales (hojas, ramas, raíces, tallos, etc.). La vegetación toma el CO<sub>2</sub> durante su crecimiento y los “deshechos” orgánicos (hojas muertas, ramas y otra materia orgánica) se degradan en humus en el suelo forestal. Durante el tiempo que el carbón es parte de la estructura del bosque, es considerado en almacenamiento (carbono capturado) y cuando es liberado a la atmósfera como resultado de la quema de la biomasa es visto como un flujo.

**4** Países desarrollados y aquellos que se encuentran en proceso de transición a una economía de mercado (como los de Europa oriental), forman parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Estas naciones se comprometen específicamente a adoptar políticas nacionales y a tomar medidas para la mitigación del cambio climático, limitando sus emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero y protegiendo y mejorando sus sumideros y depósitos de estos gases, con el fin de volver individual o conjuntamente a los niveles que se tenían que cambiar de 1990.

**5** En el marco del MDL, se requiere que el país receptor de inversión nombre a la que será su Autoridad nacional designada para poder participar en estos proyectos. Esta instancia deberá revisar y aprobar los proyectos que se lleven a cabo en el país.

**6** Línea base es el acervo y flujo de carbono dentro de los límites del proyecto en ausencia de las actividades del proyecto (forestación y reforestación bajo el MDL) (Auckland *et al.* 2002).

**7** Silvicultura comunitaria en la Sierra Norte de Puebla, en la Reserva de la Biosfera Calakmul, y en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, entre otras (INE 2003).

**8** Algunos ejemplos de estos talleres son Gestión del carbono y desarrollo rural, Criterios de desarrollo sustentable para proyectos forestales en mercados de carbono, Taller sobre mejoras a los estimados de emisiones de gases de efecto invernadero para el sector uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura y Modelling Deforestation in Mexico and implications for Carbon Sequestration Projects.

**9** Algunos ejemplos de esta investigación se pueden encontrar en la 2ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (INE 2001).

**10** Las definiciones para las actividades seleccionables bajo el MDL forestal en el texto oficial de negociación del 2002 son: *Forestación*, es la conversión directa inducida por el hombre, de tierras que no han tenido bosque por un periodo de al menos 50 años a tierras forestadas a través de plantación, siembra de semillas y/o a la inducción humana de fuentes naturales de semillas. *Reforestación* es la conversión directa inducida por la actividad humana, de tierras sin bosque a tierras boscosas a través de plantación, siembra de semillas y/o a la inducción humana de fuentes naturales de semillas, en tierras que fueron forestales pero que han sido convertidas a no forestales. Para el primer periodo (2008-2012), las actividades de reforestación se limitarán a aquellas realizadas en tierras que no tenían bosque el 31 de diciembre de 1989 (Auckland *et al.* 2002).

## BIBLIOGRAFÍA

- Auckland, L., P. Moura Costa, S. Bass, S. Huq, N. Landell-Mills, R. Tipper y R. Carr 2002. *Laying the Foundations for Clean Development: Preparing the Land Use Sector. A quick guide to the Clean Development Mechanism*. IIED, Londres.
- CBD 2003. *Climate change*. UNEP/CBD/SBSTTA/9/11.
- CEC 2001. Mexico and Emerging Carbon Markets. Investment Opportunities for Small and Medium-size Companies and the Global Climate Agenda. CEC. Disponible en: [www.cec.org/pubs\\_docs/documents/index.cfm?varlan=english&ID=429](http://www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=english&ID=429).
- Department for Transport, Local Government and the Regions 2002. Economic valuation with stated preference techniques: summary guide. DTLGR, Gran Bretaña. Disponible en: [www.dtlr.gov.uk/about/economics/index2.htm](http://www.dtlr.gov.uk/about/economics/index2.htm).
- Dixon, R.K., S. Brown, R.A. Houghton, A.M. Solomon, M.C. Trexler y J. Wisniewski 1994. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. *Science* 263: 185-190.
- ECOSUR, The Edimburgo Centre for Tropical Forests, Pajal Yakac'tic, INE 2004. *Captura de carbono y desarrollo sustentable en Chiapas, México*. INE, México. Disponible en: [www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/ic/scoel\\_te.html](http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/ic/scoel_te.html).
- EPA (Environmental Protection Agency) 2003. Página en internet: [www.epa.gov](http://www.epa.gov).
- Goudie, A. 1990. *The Human Impact on the Natural Environment*. Tercera edición. Basil Blackwell Ltd, Oxford, Gran Bretaña.
- Houghton, R.A. y C.M. Woodwell 1989. Global Climate Change. *Scientific American* 260(4): 36-40.
- INE 2001. *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. INE-SEMARNAT, México.
- 2003. Proyectos de implementación conjunta. INE, México. Disponible en: [www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/ic/index.html](http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/ic/index.html).
- IPCC 2001a. *Third Assessment Report*. IPCC, UN. New York.
- 2001b. Tercer Informe de Evaluación. Cambio climático 2001. Mitigación. Resúmenes del grupo de trabajo III. Resumen técnico. Disponible en: [www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/vol4/spanish/pdf/wg3sum.pdf](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vol4/spanish/pdf/wg3sum.pdf).
- Masera, O. 1996. *Deforestación y degradación forestal en México*. GIRA, A.C., Documentos de trabajo No. 19, México.
- 1997. Carbon emissions from Mexican forests: Current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35: 265-295. Kluwer Academic Publishers.
- Ordóñez, J.A.B. 1999. *Captura de carbono en un bosque templado: El caso de San Juan Nuevo, Michoacán*. INE, SEMARNAP, Mexico.
- Schneider, S.H. 1989. The Greenhouse Effect: Science and Policy. *Science* 243: 771-781.
- Scolec Té 2003. [www.eccm.uk.com/scoelte](http://www.eccm.uk.com/scoelte).
- UNEP 2002. The Clean Development Mechanism (CDM). UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment Risø National Laboratory. Roskilde, Denmark. Consultas en: <http://www.cd4cdm.org>.
- Velázquez A. J.F. Mas y J. L. Palacio 2002. Análisis del cambio de uso del suelo. Instituto de Geografía UNAM-INE, SEMARNAT, México. Disponible en: [www.ine.gob.mx/dgoece/xid/dgioece/i\\_usv/](http://www.ine.gob.mx/dgoece/xid/dgioece/i_usv/).
- WRI 2001. Evaluating carbon sequestration projects: A first attempt. World Resources Institute, Washington DC. Disponible en: [www.wri.org](http://www.wri.org).

---

**Araceli Vargas-Mena Amezcua.** Ex asesora del Instituto Nacional de Ecología.

**Armando Yáñez Sandoval.** Director de Estadísticas e Indicadores Ambientales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Correo-e: [armando.yanez@semarnat.gob.mx](mailto:armando.yanez@semarnat.gob.mx).

**Ilustraciones:** Torre Central de la Televisión China, Beijing, China (páginas 5 y 9). Electricité de France, La Défense, París (páginas 12 y 15).