

Contabilidad y Comercio del Carbono, y la Naturaleza Temporal del Almacenamiento del Carbono

Por Pedro Moura Costa

Preparado para The Nature Conservancy

Con el apoyo de USAID

© 2002 The Nature Conservancy. Todos los derechos reservados.

Traducido del inglés por Marcos X. Castro

Este documento fue preparado por especialistas independientes a pedido de The Nature Conservancy para contribuir con información y perspectivas sobre temas claves relacionados con los bosques y el cambio climático. Las opiniones expresadas en este artículo son exclusivamente de el/los autores, y no reflejan necesariamente las opiniones de The Nature Conservancy.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo prestado por la Oficina de Crecimiento Económico, Agricultura y Comercio, de la Agencia Norteamericana para Desarrollo Internacional (U.S. Agency for International Development), bajo los términos del Award No. LAG-A-00-00-00019-00. Las opiniones expresadas en este artículo son exclusivamente de el/los autores, y no reflejan necesariamente las opiniones de U.S.AID.

Pedro Moura Costa es fundador de EcoSecurities Ltd., 45 Raleigh Park Road, Oxford, UK. www.ecosecurities.com

PREFACIO

Los bosques guardan una especial relación triple con el cambio climático global: Están simultáneamente amenazados por el cambio climático, una causa del problema y potencialmente parte de la solución. Diferentes proyecciones sobre el cambio climático indican que muchos ecosistemas forestales enfrentarán cambios futuros en temperatura y precipitación, incrementos en el alcance y la severidad de los incendios forestales, y otros factores que pueden resultar en grandes modificaciones en la distribución y la composición de los bosques. Al mismo tiempo, los bosques son una fuente de gases de efecto invernadero: Un 20-25% de las emisiones globales de CO₂ tienen su origen en la deforestación o cambios en el uso del suelo, principalmente en zona tropical donde se concentra la mayoría de la diversidad biológica del planeta. Finalmente, la conservación y la restauración de los bosques pueden contribuir de manera significativa a la reducción o la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. Proyectos bien diseñados y bien ejecutados que reducen la tasa de deforestación o aumentan la tasa de absorción de CO₂ en nueva vegetación pueden generar beneficios para el clima que son reales, medibles y de largo plazo. Aunque no pueden sustituir las necesarias reducciones en el consumo de combustibles fósiles, estos proyectos también pueden generar beneficios adicionales para el desarrollo local y para la conservación de la biodiversidad.

Los acuerdos logrados en las últimas rondas de negociaciones internacionales bajo el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto reconocen estos papeles importantes que juegan los bosques. Durante el primer periodo de compromiso del Protocolo (2008-2012) algunas actividades de uso del suelo, cambio del uso de suelo y bosques (LULUCF por sus siglas en inglés) pueden ser contabilizadas como parte del cumplimiento de las obligaciones de reducir sus emisiones que asumieron los países industrializados, tanto dentro de sus fronteras como internacionalmente. Aunque el gobierno estadounidense actual ha marcado distancias con el Protocolo de Kyoto, empresas privadas, agencias federales, y organizaciones no-gubernamentales de ese país han explorado los proyectos LULUCF por lo menos desde principios de los años '90 como una herramienta útil en la mitigación del cambio climático. Aunque están por verse las formas que pueden tomar las políticas de EEUU a futuro, es muy probable que las actividades LULUCF jugarán un papel importante.

Se han aceptado entonces las actividades LULUCF como elementos legítimos en una caja de herramientas que pueden emplear políticos y desarrolladores de proyectos. Para que estos proyectos generen los resultados reales que son ambientalmente necesarios para enfrentar al cambio climático, tienen que ser fundamentados en reglas sólidas, contabilidad rigurosa y monitoreo transparente. Esto es particularmente importante porque si los proyectos LULUCF resultan en más emisiones en vez de reducciones reales, como algunos temen, el resultado sería un incremento relativo en la severidad del cambio climático global y una mayor presión sobre los bosques mismos.

The Nature Conservancy (TNC), tanto en sus programas internacionales como domésticos, ha trabajado durante más de una década explorando opciones concretas donde la conservación y/o la mitigación del cambio climático y a la protección de la biodiversidad. TNC, trabajando con organizaciones locales in Belice, Bolivia, Paraguay, Guatemala, Republica Dominicana, Brasil y Perú ha desarrollado una serie de proyectos pilotos. Estos han servido para generar una riqueza de experiencia, resaltando los retos especiales que implican proyectos de este tipo, y demostrando que, en la

práctica, con monitoreo riguroso y diseño cuidadoso, se puede lograr respuestas efectivas.

TNC ha sido especialmente activa en América Latina, una región con un patrimonio natural de biodiversidad incomparable al igual que unas tasas de pérdida de bosques alarmantes. En la búsqueda de alternativas que concilian las presiones aparentemente contradictorias de las necesidades humanas y la conservación de la biodiversidad, del desarrollo económico y la calidad ambiental, muchos gobiernos, organizaciones y comunidades de la región han visto la inversión internacional en proyectos de mitigación del cambio climático como una solución posible. Formuladores de políticas, analistas, ONGs y desarrolladores de proyectos en toda América Latina están trabajando para resolver los detalles complejas y complicadas para que los proyectos LULUCF funcionen y funcionen bien.

Gran parte de la letra menuda todavía tiene que ser definida, e implica abordar temas inter-relacionadas de permanencia, escala, líneas base, adicionalidad, y criterios sobre el desarrollo sostenible. En el año 2001, TNC encargó esta serie de documentos a especialistas destacados como parte de una iniciativa para fortalecer la capacidad alrededor de esta tema en América Latina, financiada por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID). En talleres con expertos de América Latina y otras regiones, tres temas fueron identificados como claves para la integridad ambiental y la viabilidad práctica de proyectos: **permanencia, fugas y escala.**

En esta publicación sobre escala, Christiaan Vrolijk y John O. Niles exploran las posibles trayectorias de la oferta, la demanda y los precios bajo diferentes escenarios del mercado global de comercio de emisiones—y en particular el posible impacto de la inclusión de diferentes actividades LULUCF. En un mercado todavía caracterizado por grandes incertidumbres mientras las políticas y las reglas evolucionan, los autores buscan describir como las actividades LULUCF podrían afectar la oferta de créditos de carbono, la demanda por proyectos de otros sectores y las consecuencias para los precios.

Dos documentos adicionales de esta serie analizan los temas de fugas (“leakage”) y permanencia.

En su documento sobre la permanencia, Pedro Moura Costa describe algunas de las propuestas metodológicas innovadoras que se han propuesto para abordar la posibilidad que en algunos casos el almacenamiento del carbono en los bosques no sea permanente. Decisiones tomadas por los administradores de un proyecto, por autoridades gubernamentales, o por circunstancias fuera del control de los administradores (eventos naturales como incendios o huracanes o acciones humanas como la extracción maderera ilegal) pueden resultar en la devolución futura de carbono almacenado en la biomasa forestal. Existe una gama de opciones que pueden ser adoptadas para contabilizar los beneficios climáticos reales de estos proyectos, aún en los casos donde no sean permanentes. (Disponible en www.nature.org/aboutus/projects/climate/docs).

En su documento Reimund Schwarze, John O. Niles y Jacob Olander presentan un síntesis de la información sobre las fugas (el riesgo que emisiones sean desplazadas fuera de las fronteras de un proyecto, disminuyendo los beneficios reales para la mitigación del cambio climático). También, resumen algunos de los mecanismos que se

han utilizado en proyectos, o que se han propuesto por analistas, para manejar o efectivamente tomar en cuenta las fugas, para asegurar que los proyectos generen resultados reales y medibles. (Disponible en www.nature.org/aboutus/projects/climate/docs).

Debe anotarse que TNC ha solicitado estos documentos a expertos independientes para brindar las mas actualizadas perspectivas sobre estos temas claves. Los resultados no deben considerarse posiciones institucionales de TNC, pero idealmente contribuirán a las discusiones activas e importantes sobre estos temas en América Latina y a nivel global.

Jacob Olander

Contabilidad y Comercio del Carbono, y la Naturaleza Temporal del Almacenamiento del Carbono

Por Pedro Moura Costa

Preparado para The Nature Conservancy

Con el apoyo de USAID

Contabilidad y Comercio del Carbono, y la Naturaleza Temporal del Almacenamiento del Carbono

Pedro Moura Costa

RESUMEN EJECUTIVO

Una de las preocupaciones principales en torno al uso de sumideros como una opción de mitigación de gases de Efecto Invernadero (GEI) es la interrogante sobre la “permanencia”: el espacio de tiempo que el carbono se mantendrá almacenado después de haber sido fijado en la vegetación o, en otras palabras, “la reversibilidad” de los beneficios del almacenamiento. Este artículo analiza los diferentes enfoques que se han propuesto para manejar la naturaleza temporal del secuestro de carbono, y las implicaciones financieras de utilizarlos.

Se han propuesto varios métodos de contabilidad de carbono para medir la eficacia de la mitigación de GEI de los proyectos forestales y de uso del suelo.

- **Método basado en la variación del carbono almacenado**, o “*stock change method*”: este método, que es el que se utiliza con más frecuencia, se basa en calcular los cambios en los niveles de carbono almacenado de un proyecto, así como de su línea de base, para un determinado periodo de tiempo. Sus mediciones se expresan normalmente en [tonC/ha]. Un problema inherente del método basado en los cambios en los niveles de carbono es que involucra frecuentes intercambios de créditos y débitos de carbono entre dueños de proyecto y compradores o entidades reguladoras.
- **Método basado en el almacenamiento promedio**, o “*average storage method*”: este método, creado para contabilizar los beneficios relacionados al carbono en sistemas dinámicos, consiste en promediar el monto de carbono almacenado en un sitio durante un periodo de tiempo.
- **Concepto de las “toneladas año”**: se han propuesto enfoques alternativos para abordar de mejor manera la dimensión temporal del almacenamiento del carbono, los cuales adoptan una medida bidimensional, [tonC-año], que refleja el almacenamiento y el tiempo.
- **“Propuesta colombiana”**: esta propuesta es una aplicación del método basado en la variación del carbono almacenado en proyectos del MDL, a pesar de que este concepto también pudiera ser utilizado con el método basado en el almacenamiento promedio. Esencialmente, se propone que los inversionistas tienen que reemplazar los créditos por secuestro con créditos por “reducción de emisiones” al final de un determinado tiempo o cuando finalice el proyecto. Se lo conoce como el “*método de los créditos espirantes*”.

El tema del marco temporal para el análisis de proyectos y de la duración de proyectos esta vinculado al de los métodos de contabilidad. Luego de definir estos parámetros, es posible definir cual sería la obligación inherente (“liability”) por posibles reversiones de los beneficios asociados a los proyectos que se han desarrollado por un periodo de

tiempo más corto que el requerido. Tanto la variación del flujo de carbono como la propuesta colombiana adoptan la perpetuidad como el marco temporal implícito en el análisis de proyectos. El método basado en el almacenamiento promedio puede basarse en cualquier marco temporal definido. El método de las toneladas año se basa en un “*tiempo de equivalencia*”.

Una vez que se ha definido el alcance temporal mínimo para el análisis de proyectos, también es importante decidir como manejar a los proyectos que tienen una duración más corta que el periodo mínimo requerido. Se puede referir dos alternativas: a) obligación total (o “full liability”) – en el caso de que los beneficios del almacenamiento del carbono se reviertan, los proyectos o sus dueños tendrán que devolver un monto de créditos equivalente al monto total de carbono liberado; éste es el enfoque que es implícitamente adoptado por el método basado en la variación del carbono almacenado, el cuál consiste en que los proyectos reciban créditos cuando fijan carbono, y que devuelvan o reemplacen créditos si el carbono almacenado disminuye; y, b) obligación proporcional (o “proportional liability”) – a los proyectos se les debería debitar un monto de créditos, que sea proporcional a la diferencia entre el periodo mínimo requerido y la duración efectiva del proyecto (el “periodo de incumplimiento”); este método es aplicable si se establece una duración finita mínima del proyecto.

Las discusiones académicas en torno al tema de la contabilidad del carbono se confunden a menudo con las presunciones sobre los arreglos para el financiamiento del proyecto o para la comercialización de créditos. Mientras que los beneficios ambientales aumentan dependiendo de cuando una unidad de carbono es removida de la atmósfera y dependiendo de la duración del almacenamiento del carbono, las transacciones financieras pueden ocurrir en cualquier momento, antes, durante o después del periodo de vida del proyecto. Se pueden usar varios tipos de arreglos comerciales para realizar transacciones con carbono, tales como “ventas anticipadas de flujos de carbono”; “pago a la entrega”; contratos de “futures”; “call options” o “put options” (opciones para comprar o vender); etc.

Se realizó una comparación de los beneficios de GEI atribuidos a dos proyectos de mitigación de GEI basados en actividades forestales. En el ejemplo de un proyecto de forestación, éste recibiría, utilizando el *método basado en la variación del carbono almacenado*, 140 t C/ha durante la fase de secuestro de cada turno forestal, y tendría que devolver una cantidad equivalente después de cada cosecha. En el caso de la *propuesta colombiana*, al final del periodo de duración del proyecto, éste tendría que, o reemplazar los créditos recibidos con reducciones de emisiones “permanentes”, o con nuevos créditos de secuestro de carbono. El *almacenamiento promedio* calculado para la duración del proyecto es de 84 t C/ha, el cuál se alcanza antes del final de la primera rotación y el cuál se mantiene igual, al margen de la duración del proyecto. Si los beneficios de GEI del proyecto son calculados usando la *contabilidad tonelada-año*, el beneficio de GEI atribuido al proyecto aumentaría gradualmente con la prolongación del tiempo de ejecución del proyecto. Si bien el proyecto acreditaría eventualmente un monto total de 83 t C/ha, este monto se obtendría únicamente durante un periodo mucho más largo que el aplicado en los otros métodos de contabilidad. Sin embargo, no se asume una pérdida de beneficios cuando ocurren emisiones, puesto que se asume que el factor de equivalencia tonelada-año refleja el beneficio de GEI para la atmósfera que se deriva del almacenamiento *temporal*.

También se realizó un análisis financiero, con el objeto de estimar los impactos financieros de utilizar diferentes métodos de contabilidad del carbono. Se asumió un precio del carbono de US\$ 10/tonC; una tasa de descuento anual del 10%; que no existe cambio en el precio real del carbono a lo largo del periodo de análisis (54 años); y que las ventas sólo ocurren en el año que el carbono se fija en la vegetación. De acuerdo a los resultados, el *método basado en la variación del carbono almacenado* presente los mejores resultados financieros de entre los cuatro métodos. Para el proyecto de forestación, éste obtiene un valor neto presente (VNP) de US\$ 674/ha. Ello se debe a que este método contabiliza todo el carbono almacenado en un sitio en el momento que es fijado en la vegetación (o que es conservado), y a que la “obligación” de reemplazar las re-emisiones futuras es trasladada al final de la duración del proyecto. En el caso de que se utilice el *método basado en el almacenamiento promedio*, el VNP baja a US\$ 493/ha., puesto que este método hace una “provisión” para la re-emisión en el futuro del carbono almacenado, reduciendo los flujos anuales de caja en los años anteriores. Si se utiliza el *método de la tonelada-año* el VNP baja a US\$ 110/ha., puesto que este método sólo acredita, cada año, un fragmento pequeño del nivel de carbono almacenado (basándose en el supuesto declive en la atmósfera de una cantidad equivalente de emisiones).

¿Se puede expresar los resultados previamente delineados también en términos del precio de una tonelada de créditos de carbono, contabilizados en función de los diversos métodos, y del precio de una tonelada de reducciones “permanentes” de emisiones? Si ciertos métodos de contabilidad del carbono tienen una obligación inherente atada a ellos, estas obligaciones tienen que ser tomadas en cuenta y, por lo tanto, el precio de estos créditos requiere ser ajustado en relación al precio de créditos permanentes. Si se asume que reducciones permanentes de emisiones generan créditos de carbono por US\$10/tC, los créditos de proyectos de sumideros, contabilizados aplicando los métodos basados en la variación del carbono almacenado o en el almacenamiento promedio, deberían valer respectivamente US\$9,88/tC y US\$9,90/tC. Esto se debe a que el desarrollador del proyecto tendrá que separar una cierta cantidad de dinero invertido durante toda la duración del proyecto, con el objeto de comprar créditos cuando requiera reemplazarlos (quiere decir, para el caso del ejemplo de proyecto, a los 54 años tras la planificación inicial del proyecto, para cuando se esperan las re-emisiones). Por supuesto, mientras más corta la duración del proyecto, menor el valor de los créditos generados en sumideros en relación al valor de créditos de reducciones “permanentes” de emisiones. Al posponer el reemplazo de créditos, el desarrollador, de hecho, está disminuyendo el valor de sus obligaciones, y esto sirve como un incentivo para mantener a largo plazo el carbono almacenado como producto del proyecto. En el caso de la contabilidad de créditos a través de métodos basados en el concepto de “toneladas-año”, los créditos también deberían tener el valor de US\$ 10/tC, puesto que este método no atribuye ninguna obligación por las re-emisiones del carbono.

Como lo demuestran los resultados de esta simulación, el requerimiento del método *basado en la variación del carbono almacenado* de reemplazar los créditos de carbono al final del proyecto, *no* parece ser una barrera financiera que no puedan manejar los desarrolladores de proyectos. Al mismo tiempo, este método a los desarrolladores flexibilidad para ejecutar los proyectos durante el marco temporal que escojan, sin efectos negativos en el ambiente. Puesto que el monto total de carbono liberado deberá ser compensado con nuevos créditos, los cambios en el uso del suelo que pueden ocurrir no afectarán al ambiente negativamente. Debido a su nivel de aceptación política, su

simplicidad, flexibilidad e impacto relativamente bajo en la factibilidad financiera de proyectos, el método basado en la variación del carbono almacenado (o la “propuesta colombiana”) podrían ser los métodos de contabilidad más apropiados para ser adoptados para proyectos de compensación basados en actividades forestales. Su adopción podría quitar algunas de las incertidumbres relacionadas al uso de sumideros, y acelerar su aceptación en el proceso de Kyoto y el mercado internacional del carbono.

Contabilidad y Comercio del Carbono, y la Naturaleza Temporal del Almacenamiento del Carbono

Pedro Moura Costa

1 INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones principales en torno al uso de sumideros como una opción de mitigación de gases de Efecto Invernadero (GEI) es la interrogante sobre la “permanencia”, en otras palabras, el espacio de tiempo que el carbono se mantendrá almacenado después de haber sido fijado en la vegetación. En realidad, la preocupación es sobre la falta de permanencia, en otras palabras, “la reversibilidad” de los beneficios del almacenamiento, a consecuencia de la posible pérdida de los niveles de carbono, que hubieren sido creados o conservados por un proyecto, sea intencionalmente o como resultado de eventos indeseables (por ejemplo, desastres naturales). La permanencia es el principal aspecto técnico que diferencia a los proyectos de mitigación de GEI basados en actividades forestales de los proyectos de reducción de emisiones.

Sin embargo, la posible reversibilidad de los niveles de carbono almacenado no necesita ser vista como un obstáculo insuperable para el uso de sumideros como una opción de mitigación de GEI. Se han ideado metodologías de contabilidad del carbono específicamente para proyectos de sumideros, tomando en cuenta las diferencias técnicas respecto a los proyectos de reducción de emisiones basados en otras actividades. Por consiguiente, el tratamiento de la permanencia influye y es influenciada por la selección de la metodología de contabilidad del carbono, el marco de tiempo escogido para la contabilidad del carbono, y el enfoque escogido para manejar las responsabilidades subyacentes (es decir, la necesidad de devolver o de reemplazar los “créditos de carbono” en caso que el carbono sea liberado a la atmósfera).

Durante los últimos años se ha escrito una serie de documentos técnicos que tratan sobre estos aspectos, incluyendo una sección en el Informe Especial del IPCC sobre el Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Actividades Forestales (IPCC 2000), en la que se delinea varios métodos de contabilidad del carbono y sus implicaciones para el tratamiento de aspectos relacionados a la permanencia. Mientras este Informe estaba orientado a ayudar a la toma de decisiones en el contexto de la Convención sobre Cambio Climático, aún es incierto cual método de contabilidad de carbono se usará para los proyectos del sector Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Actividades Forestales (por sus siglas en inglés, LULUCF) bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto. Las decisiones con respecto al ámbito de la contabilidad, al marco temporal y a las obligaciones (“liabilities” en inglés), son críticas para asegurar la integridad (de la mitigación) y la credibilidad de los proyectos LULUCF, así como su viabilidad económica.

La selección del método de contabilidad también afecta a la flexibilidad de los desarrolladores del proyecto en lo que se refiere a sus opciones de uso del suelo a largo plazo. Es deseable que el método escogido no limite las opciones del desarrollador del proyecto y que no requiera que esa tierra sea destinada, para siempre, a un solo uso. Esto es particularmente importante puesto que varios gobiernos pueden no desear comprometer extensiones grandes de tierra a un uso de suelo en particular, y puesto que algunos han visto esto como una “intrusión en la soberanía nacional”.

Otra pregunta relevante es si el aspecto de la permanencia está vinculado únicamente con actividades en sumideros (es decir, aquéllas que conducen a la remoción de carbono de la atmósfera), o si éste también constituye una preocupación para los proyectos de conservación de bosques. La mayoría de proyectos de conservación han apuntado a mantener los niveles de carbono almacenado “seguros” para periodos largos de tiempo y, de hecho, la mayoría de los críticos de la conservación de bosques parecen preocupados por el resguardo de los almacenes de carbono a perpetuidad. Sin embargo, si se tratara a los proyectos de conservación de bosques de la misma manera como se trata a los proyectos de reducción de emisiones por quema de combustible fósil, el hecho de posponer las emisiones se contabilizaría como si se hubiera logrado un efecto perpetuo e irreversible. Esta discrepancia en el tratamiento de proyectos ha sido resaltada por algunos autores, quienes sugieren que el posponer, más que el evitar, emisiones por deforestación tiene un efecto importante en los sistemas atmosféricos (Fearnside et al., 2000). Este artículo no sugiere que este argumento sea correcto o incorrecto, pero adopta el postulado que los proyectos de conservación requieren mantener el carbono almacenado por un periodo largo.

Este artículo describe los principales métodos de contabilidad del carbono que han sido propuestos en el pasado, los aspectos relacionados al marco temporal y a las obligaciones subyacentes, y sus implicaciones sobre la acreditación del carbono en proyectos forestales.

2 MÉTODOS DE CONTABILIDAD DEL CARBONO

Se han usado varios enfoques para medir la eficacia de la mitigación de GEI de los proyectos forestales y de uso del suelo. Algunos se basan en mediciones absolutas en un determinado punto en el tiempo, mientras otros consideran la dimensión temporal del secuestro y almacenamiento del carbono. Estos métodos se discuten más abajo, y una comparación de los resultados usando métodos diferentes se da en la sección 5.

La discusión a lo largo de este artículo se apoyará en dos proyectos forestales de mitigación de GEI ficticios, que son:

- 1) proyecto 1: una plantación de bosque, con tres rotaciones de 18 años cada una, para un total de 54 años. Se asume que al final de cada rotación el nivel de carbono almacenado en el bosque alcanza 140 t C/ha, que la cosecha reduce el carbono almacenado a cero, y que la línea de base también es cero. Al final del

año 54, el proyecto ya no se continua y el nivel de carbono almacenado regresa a cero.

- 2) proyecto 2: un proyecto de conservación de bosque, que evita la liberación de 140 t C/ha que se habrían liberado durante un periodo de 18 años. El proyecto adoptará medidas para proteger este bosque a perpetuidad, pero se fijó un periodo de 54 años para los análisis de la cuantificación.

En el caso del proyecto de la plantación, se desarrolló el análisis en base a un solo turno de cosecha, con el objeto de ilustrar mejor los efectos de los diferentes métodos de contabilidad del carbono. Sin embargo, una estrategia de gestión del carbono para bosques plantados apuntaría a formar un bosque con una distribución constante de clases de edad, de manera que la reducción del carbono almacenado, ocasionada por la cosecha de un rodal en particular, sea compensada por el crecimiento que tiene lugar en otros rodales.

2.1 El método basado en la variación del carbono almacenado y la “propuesta colombiana”

El método utilizado comúnmente para expresar el almacenamiento de carbono se basa en calcular los cambios en los niveles de carbono almacenado de un proyecto, así como de su línea de base, para un determinado periodo de tiempo (la duración del proyecto, en el caso de proyectos del MDL, o el periodo 2008-2012, para los proyectos de Implementación Conjunta (IC)). Este método se conoce, en la literatura anglosajona, como *stock change method* o *método basado en la variación del carbono almacenado* – previamente también llamado *flow summation method* o *método basado en la suma de flujos de carbono*). Normalmente utiliza la unidad [tCha⁻¹]. Este método da créditos a los proyectos mientras se fija carbono (o se reduce emisiones), y resta créditos cuando se libera carbono, sin importar el periodo de almacenamiento. En efecto, este método resulta, en términos ambientales, en un balance final neutral (tipo “zero-sum game” de la teoría de juego), en el que se puede dar la situación que los proyectos tengan que devolver todos los créditos ganados, si, por ejemplo, las tierras forestadas se convierten de nuevo a tierras de uso no forestal. Para el proyecto de forestación ilustrado en la Figura 1, se ganan créditos durante las fases de crecimiento, y se los devuelve cuando estos bosques se cosechan en los años 18, 36 y 54. Esto se refiere a un rodal en particular del bosque. Si un proyecto involucra la plantación escalonada de los rodales en periodos anuales, al alcanzar una distribución equitativa de las clases de edad, los débitos de cosechar un rodal (los débitos de cada turno de cosecha) son compensados por los créditos ganados en los otros rodales en crecimiento). Para el proyecto de protección del bosque mostrado en la Figura 2, se ganan créditos durante el periodo en el cual se habrían perdido sin la presencia del proyecto (los 18 años iniciales), y se guardan por el desarrollador del proyecto (o el inversionista) a menos que este carbono almacenado sea liberado a la atmósfera en algún momento en el futuro.

Este método es actualmente el método adoptado para la contabilidad del carbono en los países del Anexo 1 (IPCC 2000), dado que es consistente con los métodos usados para la contabilidad nacional de GEI (IPCC 1996). En el contexto de los países del Anexo 1, si se mantienen las actividades forestales para siempre (por ejemplo, a través de un sistema de cosechas seguidas por replantación), los desarrolladores de proyectos no tendrán que devolver los créditos ganados durante la fase del establecimiento del bosque. En el contexto del MDL, sin embargo, tales actividades forestales pueden

tratarse como proyectos con periodos de tiempo limitados, creando así una obligación inevitable al final del proyecto. Dependiendo de la magnitud de esta obligación, ésta podría invalidar los proyectos. Esta inconsistencia sugiere que sistemas de contabilidad del carbono diferentes pueden ser necesarios para los proyectos en el MDL.

La “propuesta colombiana” es esencialmente una aplicación de este método (*método basado en la variación del carbono almacenado*) en proyectos del MDL, aunque este concepto también pudiera usarse con el “*método basado en el almacenamiento promedio*”. En esencia se propone que, al final de un cierto periodo o cuando el proyecto se acabe, los inversionistas tienen que reemplazar los créditos generados por el secuestro de carbono con créditos generados por reducción de emisiones. Ha sido llamado el *método de créditos expirantes* (Artusio 2001; Marland et al. 2001). Más recientemente, se ha propuesto que los proyectos también deberían poder reemplazar los créditos generados por secuestro con nuevos créditos generados por secuestro, incluso mediante una extensión del proyecto. En este artículo, nosotros usamos el método basado en la variación del carbono almacenado como el método de contabilidad del carbono para evaluar el concepto de la propuesta colombiana.

2.2 El método basado en el almacenamiento promedio

Un problema inherente del método basado en los cambios en los niveles de carbono es que involucra frecuentes intercambios de créditos y débitos de carbono entre dueños de proyecto y compradores o entidades reguladoras. Esto tiene particular validez para el caso de sistemas dinámicos, por ejemplo, los proyectos de forestación, en que se ejecutan actividades de plantación, cosecha y replantación. Con el objeto de considerar los beneficios del carbono de estos sistemas, un enfoque alternativo se ha usado (por ejemplo, Dixon et al., 1991; Maser, 1995), conocido como *average storage method* o el *método basado en el almacenamiento promedio* (Schroeder, 1992). Este método consiste en promediar la cantidad de carbono guardado en un sitio durante un largo periodo de tiempo, acorde a la siguiente ecuación:

$$\text{Average net carbon storage (tC)} = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} (\text{carbon stored in project} - \text{carbon stored in baseline}), \text{ in tC}}{n \text{ (years)}}$$

Donde t es tiempo, n es la duración del ciclo del proyecto (años), y las medidas se expresan en la unidad [tC ha⁻¹]. Según este método, el proyecto recibe créditos mientras se fija carbono, hasta que alcance el almacenamiento promedio que ha sido calculado para el periodo total del proyecto. Siempre y cuando el proyecto se desarrolle acorde a su plan original, no hay necesidad de devolver los créditos de carbono cuando los niveles de carbono se reducen bajo el promedio, como es el caso en cosechas comerciales (véase Figura 1). En el caso de proyectos de conservación, el almacenamiento promedio calculado tiende a igualar la cantidad real de carbono almacenado (Figura 2), por lo que este método no se usa normalmente para este tipo de proyectos.

La ventaja de este método es que simplifica el proceso de asignación de créditos, y a la vez aún permite contabilizar la dinámica de almacenamiento del carbono durante la duración entera del proyecto, no sólo en los puntos de tiempo escogidos para la contabilidad. Sin embargo, una debilidad de este método está relacionada con que la

dimensión temporal (la duración del tiempo) aún es subjetiva, “ n ”; duración que se *escoge* para ejecutar el análisis. En el caso de la Figura 1, por ejemplo, el almacenamiento neto promedio del carbono sería igual si el cálculo se realiza para una, dos, o una infinidad de rotaciones, con tal de que el denominador escogido para la ecuación coincida con el último año de una rotación. Se requiere determinar un denominador fijo, basado en un periodo estipulado de duración del proyecto.

2.3 El enfoque de “toneladas por año”

Se han propuesto acercamientos alternativos para abordar mejor la dimensión temporal del almacenamiento del carbono. La mayoría de éstos se basan en adoptar una unidad de medida bidimensional, que refleje el almacenamiento y el tiempo, la “tonelada de carbono año”. El concepto de una unidad tonelada-año ha sido propuesta por muchos autores (Moura-Costa, 1996; Fearnside, 1997; Chomitz, 1998; Tipper y de Jong, 1998; Moura-Costa y Wilson, 2000; Fearnside et al., 2000). El concepto general del enfoque de la tonelada-año está en la aplicación de un factor para convertir el efecto climático del almacenamiento temporal del carbono a una cantidad equivalente de emisiones evitadas (este factor es llamado el *factor de equivalencia*, E_f , y varía de 0.007 a 0.02) (Dobes *et al.*, 1999; Tipper y de Jong, 1998; Moura-Costa y Wilson, 2000). Este factor se deriva del concepto de el “*tiempo de equivalencia*” (referido como T_e), es decir, el espacio de tiempo que el CO_2 debe almacenarse como carbono en la biomasa o el suelo, para que (este CO_2 almacenado) prevenga el efecto cumulativo del forzamiento radiativo provocado por una cantidad similar de CO_2 durante su presencia en la atmósfera (Moura-Costa y Wilson, 2000). Se han propuesto diferentes usos para el factor de equivalencia E_f (Moura-Costa y Wilson, 2000), pero en este reporte sólo se usará el método de acreditación directa anual de toneladas-año para los análisis. Las figuras 1 y 2 ilustran los efectos de la contabilidad de toneladas-año sobre los créditos para los mismos proyectos forestales.

Si se utiliza un enfoque basado en el *factor de equivalencia* tonelada-año, el almacenamiento del carbono podría acreditarse de acuerdo al periodo de tiempo durante el cual el almacenamiento tiene lugar. Tal sistema de crédito reduciría la necesidad de garantías a largo plazo y, en consecuencia, de los riesgos asociados a períodos largos de tiempo. La principal desventaja de este método es que, dependiendo de la manera en que la contabilidad de tonelada-año es utilizada, se puede tardar el desembolso de los créditos a los desarrolladores del proyecto, desincentivando la implementación de proyectos de mitigación de GEI basados en actividades forestales. Otros usos del método de la tonelada-año, que abordan este punto, se discuten en Moura-Costa y Wilson (2000). Uno de ellos es usar el método basado en el cambio de niveles para acreditar a los proyectos y usar el método de la tonelada-año para calcular la “pérdida” de beneficios cuando hay emisiones.

3 LA DURACIÓN DE UN PROYECTO

Los aspectos del marco temporal para el análisis de proyecto y de la duración del proyecto están relacionados al tema de métodos de contabilidad. Una vez definidos estos parámetros, es posible determinar cuál sería la obligación o responsabilidad, en

caso se revertan los beneficios asociados a proyectos que se ejecutan durante periodos de tiempo más cortos de lo requerido.

3.1 ¿Qué marco temporal debe usarse para el análisis del proyecto?

Un requerimiento del Protocolo de Kyoto es que los proyectos deben resultar en "beneficios reales, mensurables y a largo plazo relacionados a la mitigación del cambio climático". La definición de "a largo plazo", sin embargo, varía sustancialmente, y no hay ningún consenso general sobre cómo este requerimiento se relaciona con el marco temporal mínimo para la duración de un proyecto.

Durante la Fase Piloto de las Actividades Implementadas Conjuntamente (AIC), se han desarrollado proyectos con una variedad de marcos temporales, de 20 años (por ejemplo, el Proyecto de Áreas Protegidas en Costa Rica, Trines, 1998) a 99 años (por ejemplo, los proyectos de la Fundación Face, Verweij y Emmer, 1998). La mayoría de los proyectos aseguran que se espera que sus beneficios de GEI se mantengan más allá del marco temporal del proyecto (vea lista de proyectos de AIJ en el website de UNFCCC), aunque sus arreglos contractuales son finitos. Esta falta de definición ha causado incertidumbre entre todas las partes involucradas, desde las entidades reguladoras hasta desarrolladores de proyecto e inversionistas.

Hay una necesidad, por consiguiente, de coincidir sobre el marco temporal que debería ser usado como base para la cuantificación de los beneficios de GEI de un proyecto. Se han propuesto horizontes de diferente alcance:

a) Perpetuidad - los beneficios ambientales de los proyectos tienen que ser mantenidos para siempre. Este argumento se fundamenta en la presunción que la "reversión" de los beneficios de GEI de un proyecto en cualquier punto del tiempo, puede invalidar totalmente un proyecto (Maclaren, 1999), y que sólo el almacenamiento a perpetuidad del carbono puede contrarrestar los efectos ambientales de las emisiones de GEI de las fuentes de combustible de fósil.

b) 100 años – Los beneficios de GEI de un proyecto tienen que ser mantenidos por un periodo de 100 años, para ser consistentes con la adopción, por el Protocolo de Kyoto, de los potenciales de calentamiento global” (Global Warming Potentials GWPs) del IPCC (Artículo 5.3) y de un marco temporal de referencia de 100 años (Addendum al Protocolo, Decisión 2/CP.3, parra. 3) para el cálculo del Potencial Absoluto de Calentamiento Global (AGWP) para CO₂. Si bien este concepto tiene limitaciones, ha sido adoptado en el Protocolo de Kyoto para contabilizar las emisiones totales de los gases de efecto invernadero sobre la base del CO₂- equivalente.

c) Equivalencia basada – Se tiene que mantener los beneficios de GEI de proyectos de uso de suelo, hasta que ellos compensen el efecto de una cantidad equivalente de GEI emitida a la atmósfera, estimando el tiempo requerido sobre la base del efecto cumulativo del forzamiento radiativo de un pulso de emisiones de CO₂ durante su residencia en la atmósfera (es decir, su AGWP; IPCC, 1992). Se han desarrollado variaciones de este concepto, en los que se ha propuesto un marco temporal (periodo de equivalencia) de mínimo 55 años (Moura-Costa y Wilson, 2000) o 100 años (Fearnside

et al., 2000). Si el método a usarse es el método de tonelada-año, este periodo de equivalencia debe definirse.

d) Variable – se reconoce que proyectos diferentes pueden tener periodos operacionales diferentes. Dada la amplia gama de duración prevista de los proyectos llevados a cabo, se puede implicar que éste ha sido el enfoque adoptado durante la Fase Piloto del AIJ.

El método “basado en el cambio en niveles” de carbono y la “propuesta colombiana” adoptan la perpetuidad como el marco temporal implícito en el análisis. El método “basado en el almacenamiento promedio” podría basarse en cualquier marco temporal definido. Sin embargo, si se decide por aplicar este método, es importante que un periodo estandarizado sea establecido para el análisis de todos los proyectos, con el objeto de evitar los problemas delineados en la sección 2. El método de tonelada-año se basa en un periodo de equivalencia, como se delineó en la opción (c) arriba.

La adopción de una definición estándar del periodo mínimo requerido para la duración de los proyectos facilitaría enormemente la consistencia en la contabilidad de los beneficios de GEI de proyectos diferentes. También reduciría la incertidumbre de todas las partes involucradas en el desarrollo de proyectos (formuladores, inversionistas, certificadores, entidades reguladoras, y público en general).

3.2 ¿Cómo se debería tratar a proyectos con un marco temporal más corto?

Una vez que se haya definido el periodo mínimo para el análisis de proyectos, también es importante decidir cómo tratar a proyectos que tienen una duración más corta que el periodo mínimo requerido. Pueden listarse dos opciones:

a) Obligación total (“full liability”)- en caso de que se reviertan los beneficios de GEI, los proyectos o los desarrolladores del proyecto deben devolver una cantidad de créditos igual a la cantidad total de GEI liberada. Este es el acercamiento implícitamente utilizado por el método basado en el cambio en niveles de carbono, que básicamente consiste en que los proyectos reciben créditos mientras se fija carbono, y en que los proyectos tienen que devolver o reemplazar los créditos si los niveles de carbono almacenado disminuyen.

b) Obligación proporcional (“proportional liability”) – se debe debitar a los proyectos una cantidad de créditos proporcional a la diferencia entre el periodo mínimo requerido y la duración real del proyecto (“el periodo de incumplimiento”). Este método sólo es aplicable si se adopta una duración mínima finita para los proyectos, como podría ser el caso si el método basado en el almacenamiento promedio es escogido para la contabilidad del carbono. Si, por ejemplo, se adopta un periodo mínimo de 100 años, un proyecto de plantación que cosecha sin replantar en el año 60 (se asume que todo el carbono almacenado se libera a la atmósfera), sería responsable por no mantener los niveles de carbono almacenado durante los últimos 40 años del periodo requerido.

El acercamiento de tonelada-año no lleva a ninguna obligación ambiental, dado que sólo se ganan los créditos después de que ellos han cumplido su “rol” ambiental (compensar el efecto de una cantidad equivalente de emisiones), semejante a la reducción de emisiones de las fuentes de combustible fósil.

Al margen del método usado para cuantificar el alcance de las obligaciones (tal como se discutió anteriormente), también es importante que los proyectos apunten a prevenir que se tengan que “efectivizar” estas obligaciones, y/o que se preparen para enfrentar estas obligaciones como y cuando estas ocurran. Existen una serie de métodos para prevenir (la efectivización) de las obligaciones, como por ejemplo la diversificación del portafolio, ciertos seguros externos e internos (como la creación de “reservas internas de amortiguamiento”) o el mantener reservas de dinero en efectivo. Las secciones 5 y 6 tratan sobre el reemplazo inevitable de créditos, requerido bajo algunos métodos de contabilidad del carbono, y asume que se necesitará tener guardada una reserva de dinero para reemplazar los créditos cuando así se requiera.

3.3 ¿Por cuánto tiempo tienen que ser ejecutados los proyectos?

Los desarrolladores de proyectos pueden escoger la duración específica de sus proyectos forestales, en función de cómo se escoja regular el método de contabilidad del carbono, el marco temporal para el análisis y las obligaciones subyacentes.

- En el caso del método de tonelada-año, no se requiere que los proyectos sean ejecutados por un periodo determinado, lo cual permitiría interrumpir las actividades forestales cuando se desee.
- Si se adopta un periodo mínimo, para su uso con el método basado en el almacenamiento promedio, un desarrollador tiene la opción de interrumpir el proyecto en cualquier momento dado, y puede exigir sólo la cantidad de créditos en proporción a la duración de la ejecución del proyecto;
- En el caso del método basado en la variación del carbono almacenado, mientras por un lado la perpetuidad es el marco temporal implícito para el análisis, por otro lado también puede implicarse que ésta no es necesariamente el periodo de duración del proyecto. De hecho, el método de la variación del carbono almacenado proporciona flexibilidad para que los proyectos puedan ejecutarse por el tiempo que escojan, puesto que cualquier reversión de beneficios del carbono, en cualquier punto de tiempo, tendrá que ser compensada totalmente con un reemplazo de créditos.

Esta flexibilidad permite responder a algunas de las críticas al requerimiento de “proyectos perpetuos”, que incluyen: 1) es imposible garantizar que un proyecto se lleve a cabo a perpetuidad; 2) el mantener proyectos a perpetuidad puede crear, a largo plazo, conflictos con otros usos del suelo; 3) debido al patrón de declive de los GEI en la atmósfera, puede ser que no haya necesidad de que los efectos de mitigación sean perpetuos.

4 COMERCIALIZAR CRÉDITOS DEL CARBONO

Las discusiones académicas en torno al tema de la contabilidad del carbono se confunden a menudo con las presunciones sobre los arreglos para el financiamiento del proyecto o para la comercialización de créditos. Sin embargo, es importante distinguir entre estos dos temas.

El objetivo de la "contabilidad del carbono" es determinar el valor ambiental (es decir, el valor atmosférico) de los proyectos de mitigación de GEI. Puesto que los proyectos LULUCF se basan tanto en la cantidad de carbono almacenado o secuestrado (es decir, la cantidad extraída de la atmósfera), como en la duración del almacenamiento, los sistemas de contabilidad intentan reflejar la naturaleza temporal de este tipo de proyectos (lo cuál es opuesto a los proyectos de reducción de emisiones, dónde la contabilidad sólo se basa en la cantidad de emisiones evitadas), tal como se delineó anteriormente en las Secciones 2 y 3.

Mientras que los beneficios ambientales aumentan dependiendo de cuando una unidad de carbono es removida de la atmósfera y dependiendo de la duración del almacenamiento del carbono, las transacciones financieras pueden ocurrir en cualquier momento, antes, durante o después del período de vida del proyecto. Sin embargo, con el objeto de mantener la integridad ambiental del sistema comercial del carbono, se debe asegurar que:

- Únicamente después de que el carbono haya sido fijado (o que su emisión haya sido evitada), pueden usarse los créditos con el propósito de compensar emisiones que se realicen en otro lugar, nunca antes.
- Si las transacciones financieras se realizan antes de que se logre obtener la totalidad del beneficio ambiental representado en los créditos del carbono, debe haber obligaciones contractuales para asegurar que el almacenamiento del carbono se realizará por un periodo suficientemente largo, o una determinación del responsable de la obligación asociada a la eventualidad que se den periodos más cortos de almacenamiento que los acordados.

Existe una variedad de opciones para comercializar los créditos del carbono generados en proyectos de sumideros, dependiendo de los requerimientos regulatorios y de las preferencias del mercado:

- *Ventas anticipadas de "flujos de créditos de carbono"*: hasta la fecha, la mayoría de los proyectos se han desarrollado bajo sociedades entre partes interesadas en los derechos sobre los créditos de carbono, que el proyecto generará durante su tiempo de vida, adoptando de hecho la posición de "inversionistas en acciones" sobre el componente del carbono del proyecto. En muchos casos, tales pagos ocurren al inicio del proyecto, para ser destinados en el establecimiento del proyecto. Sólo los créditos que realmente se lleguen a generar pueden, en su momento, ser usados para propósitos del cumplimiento de metas de reducción de emisión.
- *Pago a la entrega*: los compradores pueden estar únicamente interesados en la adquisición de créditos por los cuales el carbono ya ha sido fijado en la vegetación (o por los cuales ya se ha evitado emisiones). De hecho, ésta ha sido la preferencia del mercado en los últimos años. En este caso, debe haber un arreglo contractual asociado, en el que se establezca una obligación de almacenar esta cantidad de carbono por un periodo convenido, y/o se debe asignar una obligación (responsabilidad) sobre las emisiones asociadas, para el caso de que el carbono se libere antes del final de la duración establecida del proyecto. En este caso, se debe

adoptar una (decisión de) política sobre la manera de cómo calcular la magnitud de esta obligación, como se delineó anteriormente en la Sección 3.2.

- *Contratos de “futures”, “call options” o “put options”* (opciones para comprar o vender), son algunos tipos de derivados que ya se están vendiendo por agentes financieros especializados en medio ambiente, permitiéndoles a los desarrolladores del proyecto que vendan los créditos antes de que éstos realmente se generen. Al igual que en la venta anticipada de “flujos de carbono”, para efectos del cumplimiento de metas de reducción de emisiones, los compradores sólo podrán usar los créditos después de que el correspondiente carbono haya sido fijado. Así mismo, deben estar vigentes arreglos contractuales asociados para la asignación de obligaciones subyacentes.

5 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS

La tabla 1 muestra una comparación de los beneficios de GEI atribuidos a los dos proyectos de mitigación de GEI basados en actividades forestales, descritos previamente en la sección 3.2. En el caso de la “propuesta colombiana”, se asumió que los créditos “expirarían” al finalizar el año 54 (al finalizar los proyectos descritos en la sección 2), momento en el cuál estos requieren ser reemplazados.

A partir de estos ejemplos queda evidente, que en función del método de contabilidad que se utilice, montos diferentes de beneficios de carbono resultarán de un proyecto. Los siguientes resultados lo demuestran:

1. De acuerdo al ***método basado en la variación del carbono almacenado***, el proyecto de plantación de bosque (Figura 1) recibiría 140 t C/ha durante la fase de secuestro de cada rotación, y tendría que devolver una cantidad equivalente después de cada cosecha. En el caso del proyecto de conservación (Figura 2), el desarrollador recibiría un total de 140 tC en el año 18, y los guarda para siempre, a menos que una liberación no prevista de carbono almacenado ocurra. En este caso, el proyecto perdería una cantidad de créditos equivalente a la reducción en el nivel de carbono almacenado.
2. En el caso de la ***propuesta colombiana***, al final del periodo de 54 años ambos proyectos requieren, o reemplazar los créditos recibidos con reducciones de emisiones “permanentes”, o con nuevos créditos de secuestro de carbono (que podrían provenir de una extensión del proyecto).
3. El ***almacenamiento promedio*** calculado para la duración del proyecto de plantación es de 84 t C/ha, el cuál se alcanza antes del final de la primera rotación y el cuál se mantiene igual, al margen de la duración del proyecto. Si se adopta un periodo fijo para el cálculo del almacenamiento promedio (es decir, con un denominador predeterminado en la ecuación del almacenamiento promedio), los beneficios de GEI de un proyecto aumentarían proporcionalmente con el marco temporal bajo el cuál se ejecuta el proyecto. Por ejemplo, si fuera requerida una duración mínima del proyecto de 100 años, y el proyecto se ejecuta por 54 años, el almacenamiento medio de este proyecto sería sólo de 45 t C/ha. En el caso del proyecto de conservación, el

almacenamiento medio de 125 tC/ha se alcanzaría en el año 17, año a partir del cual el desarrollador del proyecto ya no recibiría créditos.

4. Si los beneficios de GEI del proyecto son calculados usando la **contabilidad tonelada-año**, el beneficio de GEI atribuido al proyecto aumentaría gradualmente con la prolongación del tiempo de ejecución del proyecto. No se asume una pérdida de beneficios cuando ocurren emisiones, puesto que se asume que el factor de equivalencia tonelada-año refleja el beneficio de GEI para la atmósfera que se deriva del almacenamiento *temporal*.

Tabla 1. Comparación de beneficios de GEI (t C/ha) atribuidos a dos proyectos forestales, en diferentes puntos de tiempo, acorde a diferentes metodologías de contabilidad del carbono. Los valores positivos denotan beneficios de GEI (acreditación), y los valores negativos denotan "reversión" de beneficios (remoción de créditos). El proyecto 1 es un proyecto de forestación, desarrollado para tres rotaciones de 18 años cada una. Se asume que al final de cada rotación, el nivel de carbono almacenado alcanza las 140 t C/ha, y que la cosecha reduce el nivel de carbono almacenado a cero. Para simplificar, se asumió también que la línea de base es cero. El proyecto 2 es un proyecto de conservación de bosques con un nivel de carbono almacenado de 140 tC/ha, que en ausencia del proyecto se perdería en 18 años. Los valores de la tabla reflejan la cantidad de créditos acumulados hasta el año mostrado, desde el punto en el tiempo previo.

Método	año 18	año 18 después de cosecha ^b	año 54	año 54 después de cosecha/reemplazo de créditos	Balance
5.1.1.1.1 Proyecto 1: Plantaciones					
Variación del carbono almacenado /Propuesta colombiana	140	-140	140	-140	0
Almacenamiento promedio	84	0	0	0	84
Acreditación de toneladas-año ^a	28	28	83	83	83
5.1.1.1.2 Proyecto 2: Conservación de bosques					
Variación del carbono almacenado	140	Na	140	na	140
Propuesta colombiana	140	Na	140	-140	0
Almacenamiento promedio	125	Na	125	na	125
Acreditación de toneladas-año ^a	24	Na	123	na	123

a. Los parámetros usados para el cálculo de toneladas-año son: tiempo de equivalencia es de 55 años ($T_e = 55$) y factor de equivalencia (E_f) = 0.0182; **b.** Cosechas sólo en el caso del proyecto 1; **na** = no aplica

Los resultados financieros vinculados a estos proyectos también resultarán afectados dependiendo del método de contabilidad del carbono que se adopte. Una estimación de ganancias por el carbono fue calculada para estos proyectos, usando los siguientes supuestos:

- tasa de descuento del 10% anual
- precio del carbono, hoy, de US\$10/tC;
- ningún cambio en el precio real del carbono a lo largo de 54 años;
- las ventas sólo ocurren en el año que el carbono se fija en la vegetación.

El valor presente de las ventas fue calculado descontando el flujo creciente de carbono sobre una base anual. Los resultados se muestran en la Tabla 2, y se discuten más adelante. Para el proyecto 1, tanto para método de la variación del carbono almacenado como para el de almacenamiento promedio, se asumió que el proyecto sólo tendrá que reemplazar los créditos “re-emitidos” al final de los 54 años, momento en el cual se deje de replantar los bosques tras la última cosecha (enfoque de la "obligación al final"). En el caso del método basado en la variación del carbono almacenado, también se calculó el efecto de tener que reemplazar los créditos en cada año de cosecha (enfoque de las "obligaciones continuas"). En el caso del proyecto 1, en cada año de cosecha el desarrollador deberá devolver 140 t C/ha, y se permitirá exigir posteriormente cualquier carbono que es de nuevo fijado en el sitio. En el caso del proyecto 2, dos escenarios se asumieron: a) que no habría ninguna obligación sobre el proyecto, si al final de los 54 años el carbono almacenado estuviera aún intacta (el método “standard” basado en la variación del carbono almacenado); y b) que el carbono almacenado tenga que ser reemplazado al final del año 54 tendrían con nuevos créditos (sean créditos “permanentes”, créditos nuevos de secuestro, o una extensión del proyecto), tal como lo sugiere la propuesta colombiana.

Tabla 2. Comparación de resultados financieros (U\$/ha) atribuidos a dos proyectos forestales en diferentes puntos de tiempo, acorde a diferentes metodologías de contabilidad del carbono, para los proyectos descritos en la Tabla 1.

Método	VP de las ventas	VP de la obligación en el año 55	VNP
Proyecto 1: Plantaciones			
Variación del carbono almacenado con “obligación al final” (Propuesta colombiana)	682	8.1	674
Variación del carbono almacenado con “obligación continua”	827	305	522
Almacenamiento promedio	498	4.8	493
Acreditación de toneladas-año	110	0	110
Proyecto 2: Conservación			
Variación del carbono almacenado “sin obligación”	637	0	637
Variación del carbono almacenado “con obligación al final” (Propuesta colombiana)	637	8.1	629
Almacenamiento promedio	624	4.8	619
Acreditación de toneladas-año	126	0	126

VP= valor presente; VNP= valor neto presente.

De acuerdo a estos resultados, de los tres métodos, el método basado en la variación del carbono almacenado presenta los mejores resultados financieros. Ello se debe a que este método contabiliza todo el carbono almacenado en un sitio en el momento que es fijado en la vegetación (o que es conservado), lo que difiere de los otros dos métodos. En el caso del método basado en el almacenamiento promedio, éste hace una “provisión” para la re-emisión en el futuro del carbono almacenado. El método de la tonelada-año sólo acredita cada año un fragmento pequeño del nivel de carbono almacenado (basándose en el supuesto declive en la atmósfera de una cantidad correspondiente de emisiones).

Mientras el método basado en la variación del carbono almacenado no valora la naturaleza temporal del carbono, es interesante resaltar que es justamente el valor

temporal del dinero lo que hace que este método sea factible. Al diferir al futuro el reemplazo de créditos, el desarrollador está de hecho reduciendo el valor de su obligación subyacente. Ciertamente, ello proporciona un incentivo para incluso seguir posponiendo el final del proyecto. Estos resultados se basan en el supuesto de que el desarrollador del proyecto tendrá que reservar una cierta cantidad de dinero en efectivo, e invertirlo a la misma tasa de interés (es decir 10%) durante toda la duración del proyecto, con el objeto de comprar créditos en el momento que necesite reemplazar los suyos. Alternativamente, el desarrollador puede comprar créditos de carbono de otro desarrollador, a ser entregados en un futuro punto de tiempo (en este caso, en 54 años). En este caso, el valor de estos “créditos futuros” necesita ser descontado largamente, y si se usa la misma tasa de descuento del 10%, este desarrollador pagará hoy alrededor de US\$ 0.06/tC por los créditos a ser entregados en 54 años a partir de ahora.

Es interesante notar que los proyectos de plantaciones muestran valores ligeramente más altos que los proyectos de conservación, aún cuando el monto total conservado/fijado sea el mismo. Esto se debe al patrón de crecimiento del bosque, que sigue una curva sigmoide, mientras que se asumió que el patrón de conservación es linear. Sin embargo, si se utiliza el método de almacenamiento promedio, los proyectos de conservación “puntúan” mejor, puesto que este tipo de proyectos no involucra reducción de los niveles de carbono almacenado debido a cosechas.

Este análisis supone que el precio real del carbono permanecerá igual a lo largo del periodo de análisis. Estos resultados podrían cambiar significativamente, si las fuerzas de oferta y demanda alteran los precios del carbono en el futuro.

6 LOS EFECTOS EN EL VALOR DE CRÉDITOS DEL CARBONO

¿Cuál debe ser el precio de créditos de carbono generados por proyectos de sumideros, en relación al precio de las reducciones “permanentes” de emisiones? Si ciertos métodos de contabilidad del carbono tienen una obligación inherente atada a ellos, estas obligaciones tienen que ser tomadas en cuenta y por lo tanto el precio de estos créditos requiere ser ajustado en relación al precio de créditos permanentes. La Tabla 3 muestra los resultados de este análisis.

Tabla 3. Comparación del valor relativo de créditos de carbono (US\$/tC) dependiendo de las diferentes metodologías de contabilidad de carbono adoptadas, asumiendo que el valor del reemplazo de créditos de carbono (es decir, reducciones “permanentes” de emisión) es US\$ 10/tC. Los valores han sido calculados usando el ejemplo del proyecto 1 de plantaciones.

Fuente de crédito o método de contabilidad utilizado para créditos generados en sumideros	Precio antes del reajuste	VP de la obligación en el año 55	Precio reajustado
Reducciones permanentes de emisiones	10	0.00	10.00
Variación del carbono almacenado “con obligación al final” (Propuesta colombiana)	10	0.12	9.88
Variación del carbono almacenado “con obligación continua”	10	3.69	6.31
Almacenamiento promedio	10	0.10	9.90
Acreditación de toneladas-año	10	0.00	10.00

7 PERO, ¿SON LOS PROYECTOS FORESTALES MÁS CAROS?

Una manera diferente de analizar el valor de adquirir carbono a través de reducciones de emisión o de sumideros, es estimar el valor presente neto (VPN) de los flujos de créditos de carbono generados por los proyectos que entregan una cantidad similar de carbono. La Tabla 4 muestra una comparación entre los proyectos LULUCF descritos anteriormente y un proyecto de reducciones de emisión que entrega 7.777 tC por año durante 18 años (para un total de 140 tC durante el periodo). Usando las mismas suposiciones sobre el precio del carbono y la tasa de descuento, la Tabla 4 muestra que el valor neto presente del flujo de créditos de carbono generado por el proyecto de reducciones de emisión es de US\$ 638. Si nosotros usamos el precio del carbono actual de US\$ 10,00 para ambos proyectos, puede verse que el valor, que el flujo de carbono generó para el proyecto de plantaciones, puede ser más alto que el valor del proyecto de reducciones de emisión, incluso tomando en cuenta los aspectos de la obligación inherente. Ello se debe a la programación de desembolsos de créditos de un proyecto de plantación, que se basa en la entrega de una cantidad más alta de créditos de carbono en los años iniciales y que se reduce al final de una rotación (véase Figura 1); mientras el proyecto de energía, usado para la comparación, está basado en la entrega de cantidades similares de créditos de carbono todos los años. Esta recarga inicial de créditos generados por proyectos forestales puede beneficiarles en relación a otras opciones de mitigación, incluso con todos los aspectos de obligación asociados con la permanencia. Indudablemente, la tasa de acumulación de créditos es un componente importante de estas comparaciones, y si es cambiada, esto afectaría los resultados descritos aquí.

El proyecto de conservación de bosque, por otro lado, si se contabiliza usando el método basado en la variación del carbono almacenado, muestra el mismo valor que el proyecto energético de reducción de emisiones. Esto se debe a que, en el ejemplo usado, ellos constituyen efectivamente lo mismo en lo que se refiere a la entrega de reducciones de emisión. Si se usa el método de la propuesta colombiana, se reduce este valor ligeramente, dado que el proyecto tendrá que reemplazar créditos “expirados” al final del periodo de 54 años.

Tabla 4. Comparación del valor neto presente de proyectos diferentes, dependiendo de las diversas metodologías de contabilidad del carbono adoptadas, y asumiendo que el valor de créditos del carbono es US\$ 10/tC.

Fuente de crédito o método de contabilidad utilizado para créditos generados en sumideros	VNP del proyecto (US\$)	Toneladas de C generadas (tC)
Reducción de emisión permanente	638	140
7.1.1.1 Proyecto 1: Plantaciones		
Variación del carbono almacenado “con obligación al final” (Propuesta colombiana)	674	140
Variación del carbono almacenado “con obligación continua”	522	140
Almacenamiento promedio	493	84
Acreditación de toneladas-año	110	83
7.1.1.2 Proyecto 2: Conservación		
Variación del carbono almacenado “sin obligación continua	638	140
Variación del carbono almacenado “con obligación al final”	630	140
Almacenamiento promedio	619	126
Acreditación de toneladas-año	126	123

8 CONCLUSIONES

Mucha discusión ha rodeado el tema de la elección de un método de contabilidad del carbono para los proyectos forestales. A menudo se ha supuesto que los métodos que requieren el reemplazo de créditos de carbono al final del tiempo de vida de un proyecto, provocarían que estos proyectos no sean factibles. Sin embargo, la comparación de los impactos financieros de los diferentes métodos de contabilidad del carbono nos proporciona resultados interesantes. Debido a la naturaleza de largo plazo de los proyectos forestales, los efectos del descuento aminoran la carga financiera de tener que reemplazar los créditos del carbono en un futuro, haciendo que algunos de estos métodos sean más atractivos que lo inicialmente esperado.

Esto es especialmente evidente en el caso del método basado en la variación del carbono almacenado, o la propuesta colombiana. En función de la duración propuesta del proyecto, el impacto del reemplazo de créditos podría ser razonablemente bajo, por ejemplo, aproximadamente 1% del valor de los créditos del carbono en la actualidad. Esto le permitiría a los desarrolladores del proyecto que hicieran una provisión financiera pequeña para poder reemplazar estos créditos al final del proyecto, sin afectar mucho la viabilidad financiera del proyecto. Sin embargo, como se vió en las Tablas 2, 3 y 4, sería beneficioso que las entidades reguladoras consideren la duración completa planificada de un proyecto (adoptando el enfoque de la “obligación al final”), y no las fluctuaciones que pueden tener lugar durante el desarrollo del proyecto, como es el caso con cosechas seguidas por replantaciones (como es ilustrado por el enfoque de las “obligaciones continuas” en Tablas 2, 3 y 4).

En el caso de proyectos de conservación, sería beneficioso si estos proyectos simplemente pudieran “obviar” los arreglos de acreditación, siempre y cuando los niveles de carbono almacenado permanezcan intactos, sin tener que reemplazarlos con créditos de reducción de emisiones de fuentes de energía. Éste es el concepto detrás de la propuesta colombiana, o el concepto de “arriendo del carbono” propuesto por diferentes autores (Moura-Costa, 1996, Marland et al. 2001).

Debido a que el valor presente de esta obligación se reduce mientras el momento del reemplazo se pospone hacia el futuro, este enfoque les proporciona a los desarrolladores de proyectos un incentivo para asegurar la permanencia del carbono almacenado durante un periodo largo de tiempo.

Al mismo tiempo, el método basado en la variación del carbono almacenado, al “requerir” de los desarrolladores de un proyecto que se reemplace los créditos de carbono al final del proyecto, les proporciona implícitamente flexibilidad para ejecutar los proyectos durante el marco temporal que escojan, sin efectos negativos en el ambiente. Puesto que el monto total de carbono liberado deberá ser compensado con nuevos créditos, los cambios en el uso del suelo que pueden ocurrir no afectarán al ambiente negativamente. A la vez, este es un enfoque más simple que el calcular el valor ambiental relativo de proyectos con duraciones diferentes.

Debido a su nivel de aceptación política, su simplicidad, flexibilidad e impacto relativamente bajo en la factibilidad financiera de proyectos, el método basado en la variación del carbono almacenado y la propuesta colombiana pueden ser, después de

todo, los métodos de contabilidad más apropiados a ser adoptados para proyectos de compensación basados en actividades forestales en esta fase del proceso de negociación. Su adopción podría quitar algunas de las incertidumbres relacionadas al uso de sumideros, y acelerar su aceptación en el proceso de Kyoto y el mercado internacional del carbono.

RECONOCIMIENTOS

Agradezco a todos aquellos con quienes pasé el tiempo debatiendo temas de permanencia y de actividades forestales, incluyendo a Bernhard Schlamadinger, Gregg Marland, Roger Sedjo, Dan Lashof, Phillip Fearnside, Ken Chomitz, Richard Tipper, Jayant Sathaye, Sandra Brown, Mark Trexler, Charlie Wilson y Ken Andrasko, y muchos más. Agradezco particularmente los comentarios útiles y las correcciones proporcionadas por Malte Meinshausen.

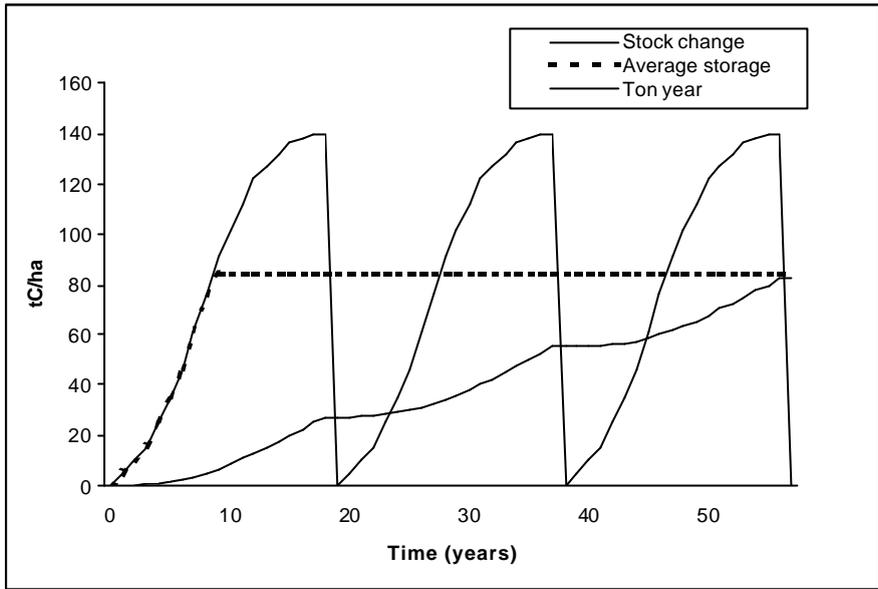


Figura 1. Proyección de créditos de carbono acumulados, generados por un proyecto de plantación durante tres rotaciones. Para simplificar, se supone que la línea de base es cero, que la cosecha conduce a una liberación inmediata de todo el carbono almacenado, y que se alcanza el equilibrio de los almacenes del carbono (almacenamiento promedio) en el primer ciclo de rotación. Se muestran los efectos de los diferentes métodos de contabilidad de carbono.

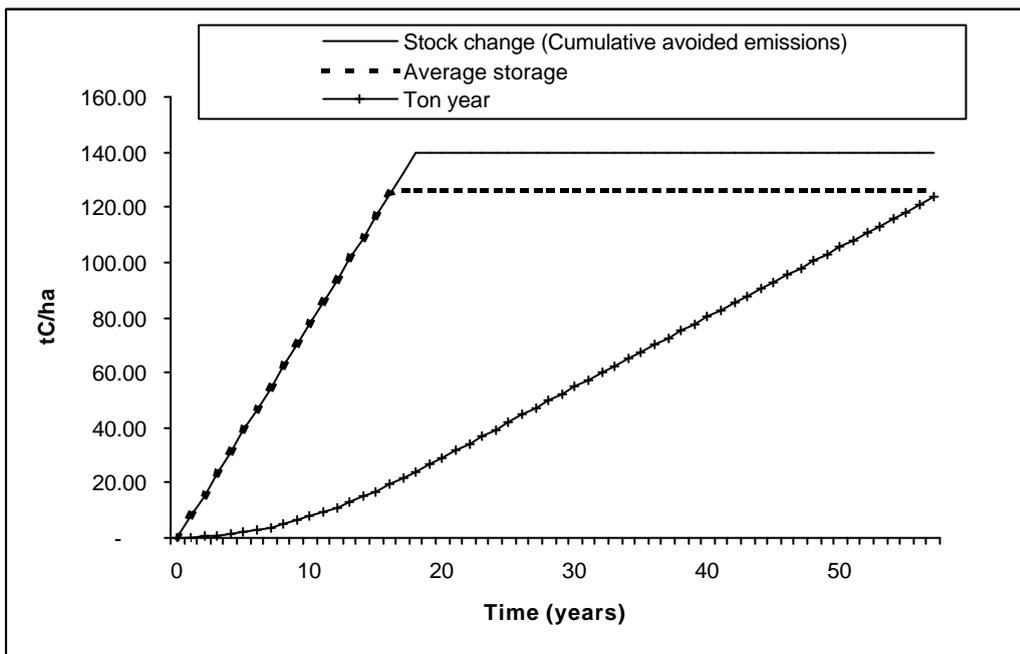
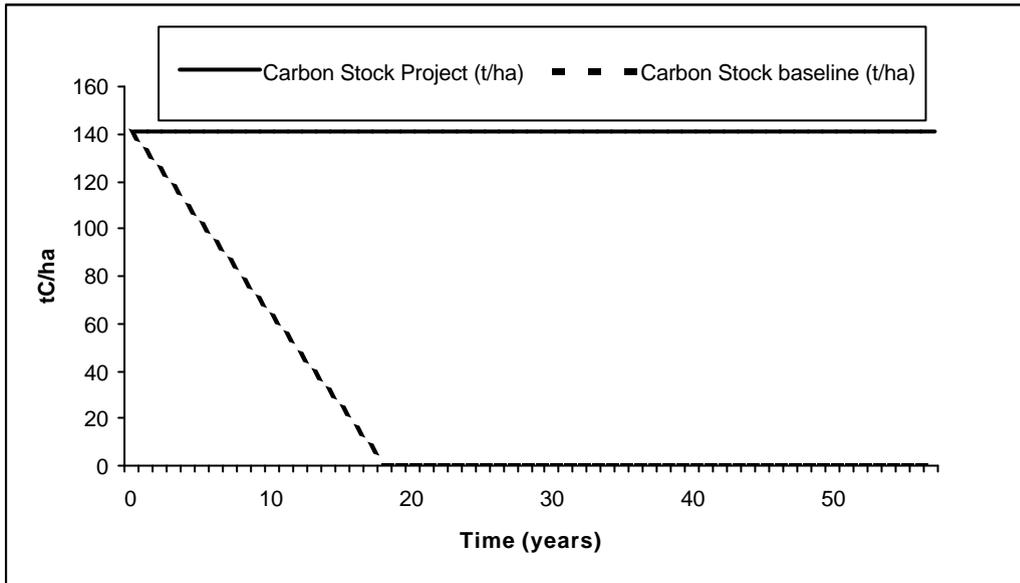


Figura 2 (a y b). Arriba: Proyección de niveles de carbono almacenado en un proyecto de conservación, y su línea de base con deforestación. Abajo: Monto cumulativo de créditos generados por este proyecto, calculado usando los diferentes métodos de contabilidad del carbono.

REFERENCIAS

- Artusio, C. 2001.** *Carbon for Rent: An Analysis of Expiring Credits in the Clean Development Mechanism*. Harvard University, sin publicar.
- Chomitz, K. 1998.** *Baselines for greenhouse gas reductions: problems, precedents, solutions*. Draft paper, Carbon Offsets Unit, World Bank.
- Dobes, L., I. Enting y C. Mitchell. 1998.** Accounting for carbon sinks: the problem of time. In: Dobes, L. (ed.) *Trading Greenhouse emissions: some Australian perspectives*. Occasional papers No 115. Bureau of Transport Economics, Australia.
- Dixon, R.K., P.E. Schroeder y J. Winjun (eds). 1991.** *Assessment of promising forest management practices and technologies for enhancing the conservation and sequestration of atmospheric carbon and their costs at the site level*. Report of the US Environmental Protection Agency No. EPA/600/3-91/067. Environmental Research Laboratory, Corvallis, Oregon.
- Fearnside, P. 1997.** Monitoring needs to transform Amazonian forest maintenance into a global warming-mitigation option. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 2*: 285-302.
- Fearnside, P.M., D.A. Lashof y P. Moura-Costa. 2000.** Accounting for time in mitigating global warming. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* (en imprenta).
- IPCC. 1996.** *Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B. Lim, K. Treanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs and B.A. Callander, (Eds.). IPCC/OECD/IEA.
- IPCC. 1992.** *Climate Change 1992: The supplementary report to the IPCC scientific assessment*. Cambridge University Press.
- IPCC. 2000.** *Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Land Use, Land Use Change and Forestry*. Cambridge University Press.
- 9 **MACLAREN, P. 1999.** *CARBON ACCOUNTING METHODOLOGIES - A COMPARISON OF REAL-TIME, TONNE-YEARS, AND ONE-OFF STOCK CHANGE APPROACHES*. MANUSCRITO SIN PUBLICAR.
- Marland, G., Fruit, K. and Sedjo, R. 2001.** *Accounting for sequestered carbon: the question of permanence*. Resources for the Future, Washington DC.
- Masera, O.R. 1995.** Carbon Mitigation Scenarios for Mexican Forests: Methodological Considerations and Results. *Interciencia 20*: 388-395.
- Moura-Costa, P.H. 1996.** Tropical forestry practices for carbon sequestration. En: A. Schulte and D. Schone (eds.) *Dipterocarp Forest Ecosystems - Towards sustainable management*, pp 308-334. World Scientific, Singapore.

Moura-Costa, P.H. and C. Wilson. 2000. An equivalence factor between CO₂ avoided emissions and sequestration – description and applications in forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **5**: 51-60.

Schroeder, P. 1992. Carbon storage potential of short rotation tropical tree plantations. *Forest Ecology and Management* **50**: 31-41.

Tipper, R. and B.H. de Jong. 1998. Quantification and regulation of carbon offsets from forestry: comparison of alternative methodologies, with special reference to Chiapas, Mexico. *Commonwealth Forestry Review* **77**: 219-228.

Trines, E. 1998. Assessing and monitoring carbon offset projects: the Costa Rican case. *Commonwealth Forestry Review* **77**: 214-218.

Verweij, H.J.A. and I.M. Emmer. 1998. Implementing carbon sequestration projects in two contrasting areas: the Czech Republic and Uganda. *The Commonwealth Forestry Review* **77(3)**: 203-208.