

¿Cómo cuantificar el carbono fijado en los *proyectos de implementación conjunta*?

MARIELOS ALFARO M.

Antes de tratar el tema de la cuantificación del carbono fijado, que nos interesa aquí en función de los proyectos de implementación conjunta, y ver cómo se trata cada ecosistema en términos de la cantidad de carbono fijado, voy a abordar otros tópicos. Empezaré con el del cambio climático.

El mundo tiene un problema que se ha llamado calentamiento global, que ocurre como consecuencia de ciertas actividades antropogénicas. Tenemos una generación excesiva de seis gases que se denominan gases con efecto invernadero. Los países desarrollados son los que principalmente contribuyen con la emisión de los mismos, y entre ellos el principalísimo es Estados Unidos, con un 18% del total, siguiéndole Rusia con un 14%, luego están otros como China, Japón, India, Brasil... Las emisiones de los países latinoamericanos han aumentado porque éstos se han desarrollado, y el desarrollo conlleva contaminación. Cuantas más industrias quemen carbón mineral o combustibles fósiles, más gases habrá en la atmósfera causando algún tipo de efecto. Así como los aerosoles y los sistemas de refrigeradoras generan un aumento de gases que afectan la capa de ozono, igualmente la quema de combustibles fósiles generando CO₂ y otras actividades que producen estos gases han aumentado a niveles que algunos científicos consideran inmanejables.

Entre los gases con efecto invernadero está, en primer lugar, el dióxido de carbono, que es el que hay en mayor cantidad aunque no el más dañino, y es el que atañe particularmente al sector forestal y a sus proyectos de implementación conjunta; están también el metano y óxidos nitrosos, algunos de

éstos altamente dañinos por unidad pero no muy abundantes (...)

Nuestro principal objeto de trabajo, que es el bosque, es un fijador permanente de carbono. Fijan carbono todos los bosques y toda la vegetación - bosque primario, secundario, charral, tacotal, reforestación...- (...) El carbono queda fijado en la biomasa. Todo lo verde de la vegetación es un montón de carbono fijado y representa el servicio que brindan los ecosistemas forestales (...)

Un tercio de las emisiones costarricenses de dióxido de carbono en la década de los ochenta se deben a que cambió el uso de la tierra de bosques a agricultura y ganadería, y la mayor parte de la biomasa, árboles o vegetación leñosa y vegetación menor, fue quemada. El proceso de combustión hizo que se convirtieran de inmediato en CO₂ y volvieran a la atmósfera. Cuando no hubo quema lo que hubo fue descomposición, lo cual es un proceso que en un período de tiempo mayor convierte la biomasa en CO₂ entre otras; en bosques húmedos tropicales la biomasa tarda unos diez años en hacer una descomposición casi completa. ¿Cuánto carbono fijaríamos si reconvirtiéramos los campos agrícolas y ganaderos en ecosistemas forestales, fuera a través de bosques secundarios o a través de plantaciones forestales? Todo lo perdido puede volver a ser fijado.

De acuerdo a lo establecido en el Convenio de Cambio Climático, la responsabilidad, según países, respecto del calentamiento global no es homogénea o pareja. Los países altamente contaminados, que son países desarrollados, tendrán en el

corto o mediano plazo obligación de actuar frente al problema. Los países en vías de desarrollo, que en su pasado no han contaminado significativamente, no están obligados a tomar medidas para el control de emisiones en el corto y mediano plazo. A estos se les está postergando el momento de imposición de restricciones, pues éstas limitarían ahora su desarrollo.

En América Latina, en la década pasada, la tasa de deforestación fue de casi 25.000 Ha. por día, en Asia de 10.000 y casi de 15.000 en África. La mayoría del bosque se quemó o se descompuso, no se aprovechó. Todo ese carbono volvió a la atmósfera, todos esos sumideros de carbono que estaban sobre el planeta se convirtieron en CO₂.

En Costa Rica la OCIC ha elaborado un proyecto nacional referente a Parques Nacionales y Reservas Biológicas buscando recursos financieros de I.C. para terminar de comprar las tierras que falta por pagar a particulares en esas áreas de protección estatal, o sea, conseguir el recurso financiero para consolidar las áreas. La venta del servicio que esos bosques dan proporcionaría el dinero para tal compra. Para ello es necesario saber cómo cuantificar el carbono que hay. Eso es lo que nos interesa y lo que voy a tratar ahora.

¿Cuánto fija una plantación de melina, o de teca, o de pochote, o de pilón o de chanco? ¿Cuánto un bosque húmedo tropical manejado, o sin manejar, cuánto uno seco, cuánto uno de altura? Sabemos que no tenemos un solo tipo de bosque, un solo tipo de plantación y que tenemos al menos cinco o seis regiones en las que las especies se comportan diferente, o sea, la misma especie tiene tasas de crecimiento distintas.

La gente se pregunta, ¿cómo vamos a decir que un bosque natural que no es manejado, que está intacto, que es un bosque primario en su etapa de clímax, está fijando carbono?, ¿no es que el mismo está ya estable, que no crece más, o que lo que crece es el equivalente a lo que en él muere y, por tanto, no hay en él una fijación neta de carbono?

Desde setiembre de 1994, cuando Costa Rica y Estados Unidos firmaron la carta de entendimiento, existía tal inquietud. La Oficina Costarricense de Implementación Conjunta presentaba proyectos

que tenían conservación de bosque y la Oficina de los Estados Unidos se inquietaba porque la conservación no estaba contemplada, porque esos bosques no son fijadores netos.

Entonces Costa Rica, primer país en entrar en el paquete de implementación conjunta, dijo "aceptemos que es cierto que esos bosques están en equilibrio, que no hay una tasa neta, que no hay una fijación neta, que hay un balance, pero ¿qué pasaría si perdiéramos esos ecosistemas igual que se ha perdido el resto del bosque nuestro en cambio de uso de la tierra? Pasaríamos de ser sumidero a ser emisor adicional". Efectivamente, hay un grave riesgo de esto, porque no hemos logrado detener el cambio de uso. Costa Rica tiene una legislación desde 1986 que prohíbe el cambio de uso, y la nueva Ley Forestal N° 7575 explicita que no hay posibilidad de cambio de uso, con algunas excepciones. Sin embargo hay tala ilegal, y entonces hay riesgo. ¿Cómo disminuir el riesgo? Motivando al propietario de ese recurso a que lo conserve y no lo cambie de uso. -Además, téngase en cuenta que la posición de Costa Rica es que la importancia de conservar el bosque natural tropical radica prioritariamente en la protección de su biodiversidad, también en la protección de las fuentes de agua, del suelo, y asimismo en el papel que desempeña ese bosque en el equilibrio de la biosfera como fijador de carbono-.

Entonces, los proyectos de conservación de bosque natural, cuyo objetivo es la preservación de los sumideros de carbono que constituyen los ecosistemas forestales, requieren de apoyo financiero para que los dueños de bosques no consideren la opción de cambio de uso legal o ilegal -ésta segunda con mayor probabilidad-. De ahí surgen en la ley N° 7575 los conceptos de pago de servicio ambiental y de Certificado de Conservación de Bosques, que norman el pago a los dueños de bosque para que lo conserven. El pequeño desacuerdo existente es referente al monto del pago, porque una cosa es lo que el propietario quiere y otra lo que el que compra está dispuesto a pagar.

Estos pagos no son ni serán la solución al problema de financiamiento del sector forestal costarricense, pero contribuyen al flujo de caja anual y eso para nuestra actividad, que se ha caracterizado por

fuertes erogaciones al principio e ingresos sólo al final, es vital. Es vital contar con un ingreso financiero anual.

Respecto de los proyectos de manejo de bosque se ha dicho que brindan un servicio ambiental inferior a otros, por el hecho de que a cada hectárea se le sacan cada ciclo de orta (15-20 años) entre tres y cinco árboles, y se ha afirmado que por ello a tales proyectos habría que darles menos dinero. Pero no es cierto que el manejo disminuya el servicio ambiental que se presta. En protección de aguas, por ejemplo, puede haber temporalmente una afectación, pero en el mediano y en el largo plazo, si se hace bien, no hay ningún tipo de impacto negativo; lo mismo en cuanto a conservación de suelos y de biodiversidad. Pero la fijación de carbono es mayor, porque será mayor la tasa de crecimiento de la masa remanente. El carbono, queda convertido en productos finales de larga duración, o sea, el carbono queda fijado, por ejemplo, en muebles o casas por muchos años o décadas. Entonces, al extraer tres o cinco trozas del bosque natural y convertirlas en productos de larga duración, se está fijando el carbono y a la vez permitiendo que, al incrementarse la tasa de crecimiento, se incremente la tasa de fijación del mismo.

En este tipo de proyecto se maneja el bosque por medio de técnicas mejoradas de aprovechamiento y prácticas silviculturales bajo el principio de sostenibilidad económica, ecológica y social. El objetivo es conservar los depósitos de carbono existentes en el bosque, igual que en el caso anterior, y fijar por medio del crecimiento de los nuevos árboles más carbono.

¿Cuánto carbono almacena un bosque? Dado que el carbono está en toda la materia viva, en las estructuras bioquímicas, en toda la biomasa, entonces cuando ésta aumenta, aumenta la cantidad de carbono que existe en el ecosistema. Una plantación de melina de alto rendimiento, por ejemplo 40 m³ por hectárea al año, obviamente acumula más carbono que una plantación también de melina, en un sitio malo, rindiendo, digamos, 15 m³ cúbicos por hectárea al año. La cantidad de carbono acumulado tiene relación directa, o está directamente relacionado, con el incremento medio anual, sea en volumen o en biomasa total. En términos muy

simples: cuanto más grande sea un árbol, más carbono acumulado tiene; cuanto más chiquito menos tiene; pero cuanto más chiquito posiblemente tenga más capacidad de crecimiento y esté fijando anualmente más que el grande que ya llegó a una tasa de crecimiento mínima.

El pago por protección de bosque ha de corresponder a lo que se va a evitar que se pierda de bosque por el riesgo de deforestación, o sea, lo que se va a evitar que se emita de nuevo a la atmósfera. Para calcular eso hay que saber, primero, el área involucrada por el proyecto concreto; segundo, la tasa de riesgo mencionado, y, tercero, la densidad de la madera -o el contenido de humedad de la misma-, porque por ser la biomasa principalmente agua y carbono, en el cálculo hay que descontar el agua.

En el cálculo puede incluirse follaje, ramas, fustes y raíces, o puede hacerse un análisis sólo de fustes. En el caso de plantaciones usualmente se trabaja sólo con fustes, por la razón de que cuando la plantación llega a su edad de corta se extrae sólo el fuste, la rama pequeña y el follaje quedan en el sitio, justamente para que se incorporen al proceso de reciclaje de nutrientes propio de un ecosistema de esa naturaleza. Lo que se saca, que se convertirá en bienes de consumo de largo plazo, es lo que se cobra o *reclama* -que este es el término consagrado en la jerga de Implementación Conjunta-.

El 45% de la biomasa seca es carbono. Sean la tuca, el follaje o la rama, si se les quita toda el agua y su peso se multiplica por 0,45 se obtiene la cantidad de carbono contenido (...) La contaminación se da en unidades de CO₂, que es lo que las fábricas emiten producto de la combustión, y lo que procesa la biomasa es CO₂, pero lo que deja fijado es carbono y devuelve el oxígeno a la atmósfera (...)

Veamos ahora el tema de la reforestación. Ésta, tanto en bloques como en sistemas agroforestales, tanto si se trata de especies nativas como de exóticas, es una forma de fijar carbono. Cada especie fija porque se trata de seres vivos que crecen, valiéndose tanto la especie exótica como la nativa. No debe preguntarse cuál ecosistema es mejor, porque cada uno tiene su lugar y su función. La plantación tiene una tasa anual de fijación de carbono mayor que el bosque natural porque su tasa de creci-

miento es mucho más alta, pero no tiene el cúmulo de carbono que sí tienen los bosques ni lo llegará a alcanzar: ella será cortada al final del turno mientras el bosque va a seguir en una extracción selectiva cuidadosa. Son dos mundos distintos pero lo importante es que los dos son sumideros de carbono, y, por tanto, si ingresan a nuestro país recursos financieros para pagar ese servicio los dos deberían recibir el pago. Y tampoco hay diferencia entre conservación absoluta y manejo: ambas modalidades cumplen las mismas funciones, brindan los mismos servicios ambientales a la sociedad. Si hay recursos financieros tienen que dárseles a los dos y en la misma cantidad.

Vamos a suponer, en una plantación de teca, un incremento medio anual de 15 m³ por hectárea al año de volumen maderable; ése es un incremento razonable, los hay mayores en este país y menores, pero una plantación que arroje ese IMA es una plantación satisfactoria. La densidad de la madera la fijamos en 0,69 gr. por centímetro cúbico y la fracción de carbono, dijimos antes: 0,45. ¿Cuánto sería el carbono fijado por año? Multiplicando 15 por 0,69 obtendríamos la biomasa seca, o el equivalente de biomasa seca, y por 0,45 obtendríamos el carbono. Multiplicando por 3,67 se obtiene la equivalencia en toneladas del CO₂ que procesa. Entonces, en tal caso, serían 17,1 toneladas métricas de CO₂ por hectárea por año procesadas, y eso equivaldría a 4,7 toneladas de carbono fijadas por hectárea por año.

¿Cuánto representa eso en recursos financieros? Si la transacción que se hizo con Noruega fue de 200.000 toneladas de carbono a cambio de \$ 2.000.000, lo que Noruega nos pagó fue \$10 por tonelada métrica de carbono. Entonces, para nuestro anterior caso, multiplicamos 4,7 por \$10 y obtenemos \$47 por hectárea al año, que sería lo que aquel dueño de la plantación de teca podría reclamar por el carbono que su plantación fija. O sea, unos ₡11.000 por hectárea al año. En un ciclo de producción de 20 años, a ₡11.000 por hectárea al año, tal propietario, finalmente obtendría unos ₡220.000. Si bien ₡11.000 por hectárea al año, no le resuelve el problema de flujo de caja a ningún reforestador, se le aportan para el mantenimiento de la plantación. El sector forestal privado está en

crisis, se ha vivido una caída violenta de las áreas reforestadas y la disminución en la intensidad de manejo de todas las áreas que están plantada. Nuestro problema es mucho más grande que \$47 por hectárea al año, pero con esto nos podemos acercar a resolverlo.

Distintas especies forestales tienen distintas tasas de fijación de carbono por hectárea al año. Las oscilaciones van desde 3 toneladas métricas de carbono por hectárea al año hasta unas 10, incluso hasta 12. Pero es muy difícil que una plantación fije más de 10 toneladas métricas de carbono por hectárea por año, lo normal es entre 3 y 10; sólo una especie de muy rápido crecimiento y en un muy buen sitio -mezcla poco común- puede superar el rango señalado. Una especie como la melina, por ejemplo, crece a una tasa mayor que la teca, pero el contenido es mayor o sea, más agua en la biomasa verde. Entonces, creciendo a ritmos distintos a lo mejor ambas especies fijan exactamente lo mismo por hectárea al año.

Costa Rica, efectivamente, en proyectos de Implementación Conjunta cuenta con una experiencia -ya de tres años- inigualada en Centroamérica, donde sólo Guatemala tiene una oficina dedicada a ello, que fue precisamente creada a instancias y con el apoyo de la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta. Debe recalarse que los proyectos de Implementación Conjunta no se hacen exclusivamente en función de la fijación de carbono. Usualmente el proyecto forestal es un proyecto integral, que puede producir bienes maderables o no, pero que en cuanto a los servicios ambientales que presta, obligatoriamente debe considerar los beneficios en fijación de carbono, en conservación de biodiversidad, en protección de fuentes de agua, en protección de suelos y en conservación de belleza escénica -éstos son los que están tipificados en este momento en la ley-.

El carbono no está sólo en la biomasa verde. Las hojas que caen pasan a formar parte de la materia orgánica. Por medio de la lluvia, que infiltra a través del suelo, el carbono acumulado en el suelo viaja terminando en los ríos y luego en el mar, el cual es el depósito más grande del planeta. Entonces, el carbono está en las hierbas y en los árboles pequeños, en los primeros 30 centímetros del suelo,

también después de esos 30 cm., y en la materia orgánica toda. Considerar sólo el fuste de los árboles es considerar sólo una parte del carbono obviando un balance general. ¿Cómo, pues, reclamar sobre fustes si el resto del ecosistema está procesando ese carbono que fue fijado y está circulando? Esa es una discusión científica en la que nosotros tenemos poca injerencia. América Latina, en general, no tiene investigación minuciosa respecto de los flujos de carbono. La tienen, sí, países nórdicos, como por ejemplo Finlandia, que dentro de programas referentes al cambio climático, hace medición en campo con aparatos especiales y determinan cómo se mueve el flujo de carbono en el suelo. La información generada, pues, usualmente es referente a países de clima templado. Nosotros estamos al margen de ese gran debate científico, y de momento en lo que ponemos todo el énfasis es en conservar los ecosistemas y, en consecuencia, nos mantenemos firmes en el reclamo de pago en torno al crecimiento de los fustes, considerándolo incuestionable.

Los retos que enfrentamos respecto de los proyectos de Implementación Conjunta se pueden dividir en dos tipos. Los del primer tipo son referentes a diseño, o sea, tienen que ver con toda la parte conceptual para la que hay dos fuentes de información: la primera constituida por los inventarios forestales realizados en el sitio, los estudios de productividad, de volumen acumulado, de incrementos, las evaluaciones de regeneración, los estudios de suelos, etcétera, es decir, todo lo que caracteriza el ecosistema en términos de la biomasa producida; y la segunda fuente de información está constituida por los resultados de investigaciones realizadas en condiciones similares a las del sitio en cuestión. La cantidad de información sobre flujo y existencias de carbono en ecosistemas templados y tropicales se ha incrementado en los últimos años.

Los retos del segundo tipo se refieren a la ejecución, o sea, al manejo técnico, socioeconómico y gerencial exitoso de los proyectos. Nuestros proyectos forestales, la mayor parte, no tienen fama de ser notoriamente exitosos, y nosotros para hacer proyectos que vendan el servicio de carbono a nivel internacional tenemos que asegurar el éxito en la ejecución. Costa Rica tiene que asegurar éxito en

la ejecución de los proyectos con los que se compromete mundialmente, y otra pérdida de plantaciones como la que hemos tenido, otro manejo de bosques tan mal hecho, no nos permitiría asegurarle a la comunidad internacional que pone el recurso financiero que aquí se está haciendo un trabajo eficiente para asegurar la fijación y el almacenamiento del carbono. El monitoreo de carbono es parte del monitoreo de todo un proyecto forestal. Nosotros estamos acostumbrados a diseñar proyectos forestales muy simples, a ejecutarlos así y a no monitorearlos. Tanto, que cuando hablamos de monitorear el crecimiento ya parece que estamos haciendo el monitoreo máximo que podemos hacer, y en realidad la actividad de monitoreo, de seguimiento de la ejecución, es una actividad vital para el control y para poder rectificar sobre la marcha y asegurar el éxito del proyecto.

Hay dos tipos de monitoreo. El primero se da en un nivel macro y consiste en la evaluación del cambio de uso de la tierra. El mismo se aplica en los proyectos que operan en áreas protegidas y bosques privados. En éstos lo que se ha de hacer cada cierto tiempo es evaluar a través de imágenes de satélite el cambio de uso de la tierra: si disminuye la tasa de deforestación, si disminuye o se evita el cambio de uso, si disminuye el riesgo. Para ello se establecen modelos que permitan establecer el riesgo de pérdida de los sumideros de carbono y las oportunidades de incrementar los recursos forestales a través de crecimiento de bosque secundario y plantaciones.

En el nivel micro lo que se hace es una evaluación de crecimiento en cada finca, que es lo que los ingenieros forestales deberíamos hacer en todo proyecto que ejecutamos. Un monitoreo básico de crecimiento tanto en bosques naturales como en plantaciones y, por supuesto, no sólo de crecimiento sino de la dinámica del bosque.

La importancia de conocer la Convención Marco de Cambio Climático y lo que es *Implementación Conjunta* en el mundo, de saber lo que es fijación de carbono, lo que son los modelos de crecimiento y lo modelos de monitoreo ligados a carbono, radica en que nuestros ecosistemas de trabajo cotidiano son altamente fijadores y acumuladores de carbono. Y si el mundo empieza a pagar este servicio

nosotros hemos de ser los beneficiados, porque proporcionalmente tenemos el mayor volumen de carbono acumulado, y para el productor privado recibir cada año un monto equivalente a esa fijación es una buena oportunidad. La Ley Forestal N°.7575 establece cuatro servicios ambientales, pero en este momento sólo uno de ellos, el de fijación de carbono, recibe pago internacional. El Estado debe asumir el pago a los propietarios por los otros tres servicios que brindan los bosques y las plantaciones hasta el momento en que la comunidad internacional empiece a hacerlo. Y ahora,

más que preocuparnos por las discusiones académicas sobre la fijación y el almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales veamos las posibilidades mundiales de que los proyectos de Implementación Conjunta crezcan y aumente el apoyo financiero a los productores, quienes en última instancia son los que se arriesgan en este negocio de la "producción forestal".

MARIELOS ALFARO es profesora de la Escuela de Ciencias Ambientales de la UNA.

En junio pasado vió la luz el N° 12 de la revista semestral CIENCIAS AMBIENTALES, con los temas y autores que en la copia de portada adjunta se señalan. Está a la venta, con un precio de ₡1.200, en la Escuela de Ciencias Ambientales

CIENCIAS AMBIENTALES

Número 12, 1996

Cultivo del camarón en Centroamérica	<i>Bort, Ovarés, Stonich</i>
Deposición del nitrógeno atmosférico	<i>Cuesta, González, Collazo</i>
Manejo de robledales y regeneración natural	<i>Chaverri</i>
Tratamientos silviculturales en bosques naturales	<i>Chaves, Chinchilla</i>
Deterioro ambiental y su percepción social en el agro	<i>Fernández, Guerrero y otros</i>
Plaguicidas: problemática y opciones de solución	<i>García</i>
Reproducción de la lombriz de tierra y lombricompost	<i>Hernández, M. de Oca, Villalobos</i>
Composición química y acidez de la lluvia	<i>López</i>
Manejo de la Reserva Forestal de Ticoporo	<i>Luna</i>
Fenología de la Mucuna sp y su efecto en un andisol	<i>Montes de Oca, Cervantes</i>
Los suelos de la Finca Santa Lucía	<i>Montes de Oca, Mata</i>
Ciencia y tecnología en la Universidad	<i>Rodríguez</i>
Cacería en Costa Rica	<i>Sáenz, Di Mare</i>