

# Almacenamiento y fijación de *carbono* en ecosistemas forestales

Marielos Alfaro Murillo

**H**asta hace pocos años, nadie se detenía a analizar el valor monetario de la provisión de agua, de la protección de la biodiversidad, la recreación o la fijación de carbono, pues se creía que el bosque le por sí tendría que brindar estos y otros servicios.

La alta deforestación de los bosques tropicales, ha puesto de manifiesto y enfrentado al ser humano a reconocer la gran cantidad de bienes y servicios que están desapareciendo, perjudicando no sólo a los pobladores que viven en los alrededores del bosque, sino a los habitantes de las ciudades.

Una de las mayores consecuencias de la tala indiscriminada de los bosques es el efecto de invernadero, o sea, la concentración de gases en la atmósfera, que obstaculizan la salida de una parte de la radiación que entra a ésta.

La autora de este artículo comparte sus ideas y algunos elementos que informan al lector sobre el efecto de invernadero y la opción que significa la fijación de carbono para países desarrollados, y en vías de desarrollo, pues los primeros pagarán por un servicio que prestan los bosques y los segundos recibirán incentivos económicos por protegerlos y conservarlos.

## Efecto invernadero

Desde la década pasada algunos científicos han alertado a la comunidad internacional sobre el efecto invernadero, o sea, el calentamiento que está sufriendo el planeta provocado por una elevada concentración en la atmósfera de gases que obstaculizan la salida de una parte de la radiación que

entra en ésta. Se podría contar con definiciones más científicas y explicaciones más extensas. Sin embargo, por ahora, lo que debe preocupar al ser humano es que la estabilidad del planeta y de las futuras generaciones peligran por las elevadas emisiones de gases con efecto invernadero que, principalmente los países desarrollados, lanzan a la atmósfera, como resultado de sus procesos industriales y del uso de combustibles fósiles, entre otros.

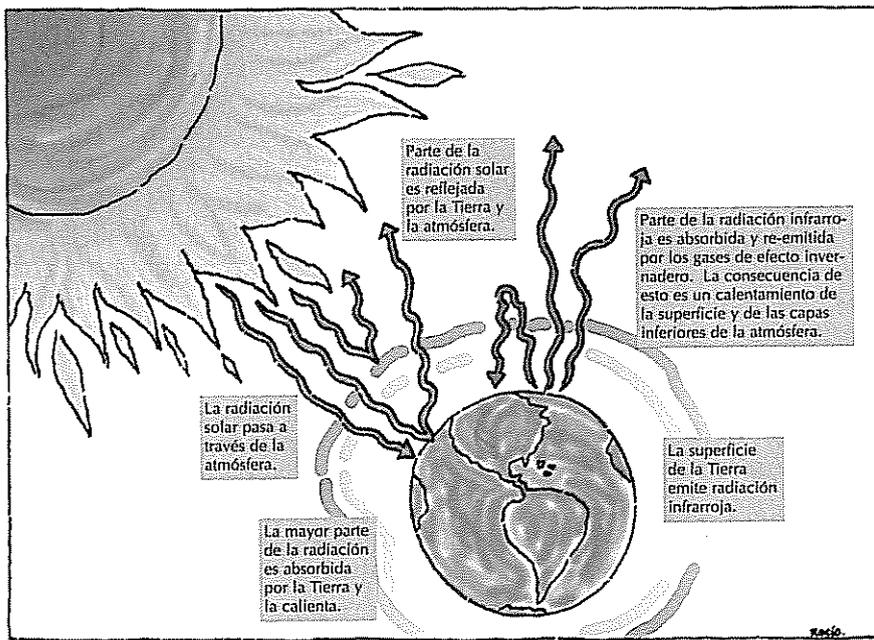
Entre los gases que producen el efecto invernadero están el vapor de agua, el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nítrico (NO), los óxidos de nitrógeno (Nox). La forma para contrarrestar las emisiones de cada uno de éstos o las medidas de mitigación necesarias para no incrementar su concentración en la atmósfera en niveles peligrosos es diferente para cada uno de los gases. (Figura 1).

Según algunos especialistas en la materia durante la década de los 80 el CO<sub>2</sub> ha aportado alrededor de un 50 por ciento al efecto invernadero. Una de las medidas de mitigación para disminuir o mantener los niveles actuales de este gas es la conservación y el manejo de los ecosistemas forestales. Lo anterior, basado en que las plantas a través del proceso de fotosíntesis toman el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, incorporan el C a su estructura y liberan O<sub>2</sub>. Las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera han tenido un comportamiento exponencial desde la era preindustrial y en la actualidad esas emisiones van en aumento. Surge entonces la inquietud sobre ¿quiénes son los principales emisores de CO<sub>2</sub>? Fundamentalmente son los países desarrollados. En los primeros lugares se en-

cuentran Estados Unidos de América, Rusia, China, Japón, y Australia. En América Latina, según las estadísticas, los principales emisores son Brasil y México.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> en estos países se deben principalmente a la producción de energía por medio de la quema de carbón mineral. En el caso de Estados Unidos de América, prácticamente el 80 por ciento de la producción eléctrica se sustenta en el carbón mineral.

La contaminación de la atmósfera es un problema de orden mundial y el sector forestal tiene la posibilidad de contribuir a mitigarlo, no sólo por la conservación de los sumideros de carbono ya existentes, sino por el incremento de nuevas áreas forestales, sean bosques secundarios o plantaciones forestales.



*A ciencia cierta no se conoce el impacto de los cambios climáticos y el efecto de invernadero; no obstante, los científicos coinciden en que si las temperaturas se elevan demasiado rápido no permitirán la adaptación de los ecosistemas. (Basado en Houghton, R. 1993)*

### Los bosques como sumideros de carbono

Desde que el hombre existe ha reconocido la cantidad de bienes y servicios tan variados que producen los bosques. Ahora, por un problema de gran magnitud como lo es el calentamiento de la Tierra, la humanidad ha puesto su mirada a estos ecosistemas para reconocer su vital papel en lo que podríamos llamar la limpieza de la atmósfera. Los bosques, naturales o plantados, son sumideros de

carbono que tienen la capacidad de fijar en forma continua carbono. Ciertamente, a través de la descomposición de la materia viva se vuelve a emitir CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Sin embargo, los árboles por su gran tamaño acumulan gran cantidad de carbono. Si la madera de éstos es utilizada para la construcción de muebles y casas, ese carbono fijado queda en las estructuras por largo plazo.

En primaria y secundaria a la mayoría de los niños se les enseña que los bosques limpian la atmósfera y que son los pulmones del mundo. Precisamente esto ocurre porque las plantas son capaces de procesar el CO<sub>2</sub>, que es un gas tóxico para los seres humanos, dejando fijado el carbono y liberando nuevamente el oxígeno.

El sector forestal también podría ser un emisor de CO<sub>2</sub>, tal es el caso de la tala y quema de los árboles. Al quemar la biomasa todo ese carbono almacenado por combustión vuelve a ser CO<sub>2</sub> y retorna a la atmósfera. Entonces, si los recursos forestales no se manejan en forma adecuada, se contribuye al problema de emisión de gases con efecto invernadero.

El Inventario de Emisiones de Gases con Efecto Invernadero de Costa Rica muestra que la deforestación originada por el cambio de uso del suelo, en la cual la norma fue quemar la mayor parte de la biomasa, es responsable de casi el 50 por ciento de las emisiones totales de 1980 a 1990.

Ahora bien, si se analiza la situación a nivel latinoamericano, se tiene que la pérdida de bosques en América Latina entre 1981 y 1990 se ubicó en el orden de las 22 mil hectáreas diarias. No obstante, el principal problema es que no ha habido un aprovechamiento adecuado de este recurso, ya que la mayor parte del bosque se ha dejado descomponer o se ha quemado, liberando así el carbono fijado a la atmósfera.

La pregunta es: ¿Cómo puede evitar el sector forestal contribuir al efecto invernadero? Existen dos repuestas concretas:

1. Conservando el bosque natural; incluyendo los bosques localizados en las áreas protegidas

(bosques de propiedad pública) y en zona de amortiguamiento (bosques en terrenos de propiedad privada).

2. Creando nuevas áreas forestales mediante la regeneración natural (bosques secundarios) y el establecimiento y manejo de plantaciones forestales.

Por ejemplo en Costa Rica se cuenta con cerca de 900 mil hectáreas de bosque en áreas protegidas, los cuales tienen almacenado alrededor de 36 millones de toneladas métricas de carbono.

Algunos especialistas consideran que los ecosistemas primarios al estar en equilibrio, no incorporan carbono adicional. Sin embargo, otros plantean que el bosque es un ecosistema que cambia y que fija carbono anualmente tanto a nivel de biomasa como de suelos. Como toda polémica podría tardarse mucho tiempo establecer quién tiene la razón. Sin embargo, lo importante es reconocer que los bosques mantienen acumulado en su biomasa gran cantidad de carbono.

Además de proteger los ecosistemas naturales del cambio de uso de la tierra, se trata de aprovechar el bosque en forma sostenible utilizando la madera que se extraiga en un uso permanente (muebles, construcciones, estructuras), y manejar el resto del ecosistema por medio de técnicas silviculturales apropiadas.

La clave de esta estrategia es: conservar el ecosistema, extraer un producto que fija el carbono en forma permanente y permitir que el ecosistema crezca a una tasa que permita una mayor producción de madera y, por ende, una mayor fijación de carbono en la biomasa.

### **Pago del servicio de almacenamiento y fijación de carbono**

Como parte de los resultados de la Conferencia de Río 92, la Convención Marco de Cambio Climático establece el mecanismo de Implementación Conjunta, o sea, las inversiones entre un país desarrollado y otro en vías de desarrollo, con el propósito de ejecutar proyectos orientados a mitigar el impacto de los gases que provocan efecto invernadero. Los primeros, que son los que presentan elevadas tasas de emisiones podrán invertir en proyectos de energía, transporte y recursos naturales en países en vías de desarrollo.

Costa Rica desde 1994 ha estado orientando esfuerzos en la búsqueda de mecanismos que permi-

tan vender este servicio de los ecosistemas forestales a quienes contaminan. Para ello, se está tratando de cuantificar todo el potencial de almacenamiento y fijación de carbono que se posee, justamente para comercializarlo a escala internacional. Esta iniciativa está concretizada en dos propuestas nacionales, una para áreas protegidas y otra para las zonas de amortiguamiento.



*Los bosques juegan un papel muy importante en la limpieza de la atmósfera, por ser los principales sumidores de carbono. Las actividades de deforestación son responsables de casi el 50% de la emisión de gases con efecto invernadero. (Foto: A Vera)*

La idea es incluir en el proyecto nacional todas las áreas de bosque que están siendo manejadas, cuantificar la biomasa que tienen y hacer la estimación en términos de carbono almacenado y fijado anualmente. La nueva Ley Forestal costarricense, en el artículo 3 inciso k define:

“Servicios ambientales; los que brinda el bosque y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del me-

dio ambiente. Son los siguientes: mitigación de emisiones de gases con efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de la biodiversidad para conservarla y uso sostenible, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético, protección de ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.”

Además, el artículo 19 de esta legislación establece el certificado de conservación del bosque, el cual se dará a propietarios que deseen conservar sus ecosistemas boscosos, y se establece el pago de los servicios ambientales a los propietarios de ecosistemas forestales, como retribución por los servicios que se brindan a la sociedad costarricense y a la humanidad. Para este pago se incluyen los bosques primarios, secundarios y las plantaciones forestales.

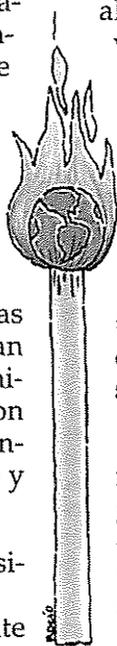
Los recursos financieros para realizar estos pagos vendrán de un tercio del impuesto a los combustibles y de la venta a nivel internacional que se haga del servicio de fijación y almacenamiento de carbono.

### Quantificación del carbono en la biomasa

En cuanto a la cuantificación del carbono que se almacena en los ecosistemas, el primer punto que hay que aclarar es que existen formas muy precisas para su cálculo pero también se han desarrollado formas simples para esta etapa inicial de análisis. Los métodos sofisticados son también de alta inversión, los métodos más sencillos aplicados en Costa Rica son de bajo costo y fáciles de aplicar.

Para realizar las estimaciones se hace lo siguiente:

1. Se cuantifica el volumen de madera existente por hectárea en el campo. Este volumen se convierte por medio de la densidad específica de la madera en biomasa seca.
2. Se cuantifica, si se considera pertinente para el proyecto, la biomasa existente en el follaje, ramas y raíces. Se calcula la biomasa seca de estos componentes.
3. Se determina la biomasa total por hectárea o solo la de los fustes dependiendo del enfoque del proyecto.
4. Se utiliza el factor de 0,45 que representa la cantidad de carbono existente en la biomasa vegetal seca.



Existen estudios detallados sobre este tema en ecosistemas tropicales, por ejemplo los del Dr. Jack Putz de la Universidad de Gainesville en Florida, el Dr. Ariel Lugo del Instituto de Forestería Tropical de Río Piedras, Puerto Rico, de la Dra. Sandra Brown, del Departamento Forestal de la Universidad de Illinois y del Centro para el Estudio del Ambiente en California entre otros.

Algunas personas han planteado la idea de que las plantaciones fijan más carbono anualmente que el bosque natural. Este tipo de comparaciones son inapropiadas e inútiles cuando se trata de proponer conservar e incrementar los ecosistemas forestales en el mundo. Es cierto que anualmente las plantaciones fijan más carbono que los bosques tropicales manejados en forma sostenible. Sin embargo, los bosques mantienen almacenado en forma permanente un alta cantidad de carbono. Además, los bosques brindan servicios ambientales de alta calidad como es el caso de mantener la biodiversidad. Por ello, al estimar el pago de servicios ambientales, debe considerarse que ambos ecosistemas brindan éstos a la humanidad y, por ende, su conservación es vital para el planeta.

El ingreso que un finquero puede recibir por el concepto del pago del servicio de su bosque o plantación forestal oscila entre un 15 y un 20% al final del ciclo. Sin embargo, el gran atractivo que se le encuentra al sistema es que el finquero recibiría el pago anualmente, mejorando su flujo de caja.

Otro aspecto importante de considerar es que el ingreso que puede obtener el finquero como pago del servicio de fijación y almacenamiento de carbono ayuda a mejorar su flujo de caja y, por ende, su rentabilidad. Pero no será por carbono que los reforestadores y manejadores de bosque puedan percibir altos ingresos. El monto de este pago puede oscilar entre US\$30 y US\$60 por hectárea al año. O sea, en un ciclo de 20 años el ingreso total será entre US\$600 y US\$1200 por hectárea si el cálculo se realiza suponiendo que el precio por la tonelada métrica de carbono es de US\$10.

*Marielos Alfaro Murillo*  
*Recursos Naturales Tropicales*  
 Tel: (506) 221 8652  
 Fax: (506) 221 7368  
 E-mail: [recnatro@sol racsa co cr](mailto:recnatro@sol racsa co cr)

**Nota de la Editora:** El presente artículo forma parte de una conferencia que impartió la autora como Representante de la Oficina de Implementación Conjunta de Costa Rica (OCIC).