



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

Diciembre, 1998. Vol 15(2): 46-53.

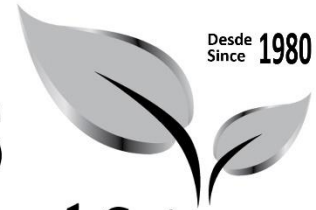
DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.15-1.5>

URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales

EMAIL: revista.ambientales@una.cr

Andrés Calvo

Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



Bosque y fijación de carbono. Una aproximación económica

Forest and carbon fixation. An economic approach

Andrés Calvo



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

Al mitigar las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera, los bosques pueden ser clave para enfrentar el problema mundial del cambio climático. Costa Rica, país tropical y con información forestal sumamente actualizada, puede aprovechar las condiciones favorables, aunque incipientes, que ofrece la fijación de carbono como servicio ambiental del bosque. Su rentabilidad económica vendrá determinada por la eliminación de externalidades a través de mecanismos de mercado. La puesta en marcha de la Ley Forestal, No. 7575, es un primer paso correcto. Sin embargo, lo medular es la constitución de un mercado mundial para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, tema todavía sin resolverse.



BOSQUE Y FIJACION DE CARBONO UNA APROXIMACION ECONOMICA

por **Andrés Calvo**

46

Ciencias Ambientales, No. 15, diciembre 1998

El bosque como recurso natural

LOS BOSQUES, LAS PRADERAS arboladas y las tierras arbustivas cubrían 53 millones de km² en 1991, cerca de 40% de la superficie del planeta (UICN-PNUMA-WWF, 1991:105). El ámbito de los bosques y las áreas forestales se extiende desde las zonas de mareas a las subalpinas y desde los trópicos a las regiones subárticas. Hay una enorme variedad de bosques: maduros y caducos, coníferos y latifoliados, húmedos y secos de bóveda cerrada y abiertos, etc.

Los bosques son ecosistemas muy diversificados que sustentan millones de especies y proporcionan una amplia gama de recursos.

ANDRÉS CALVO es economista y funcionario del Consejo de la Tierra.

Hay numerosos ejemplos de productos forestales maderables (madera, chapa, pulpa, leña) y no maderables (forrajes, medicamentos, fibras no obtenidas de la madera, pieles, aceites esenciales, gomas, ceras, látex y resinas). Asimismo, ofrecen numerosas ventajas a los seres humanos denominadas hoy "servicios ambientales" y cuya cuantificación está en proceso.

Por mucho tiempo, los únicos objetivos de la ordenación de tierras forestales fueron la producción de madera para la industria y la producción de leña, junto con el cambio de uso de la tierra para agricultura y ganadería extensivas. Actualmente, hay una tendencia a enfatizar también los servicios "no tradicionales", como la obtención de productos forestales no madereros, la protección de recursos naturales (biodiversidad, aguas, suelos), el ordenamiento de la flora y la fauna silvestres, y la rehabilitación de tierras.

Actividades forestales como la conservación y el manejo de bosques primarios, regeneración de bosques secundarios y la siembra de plantaciones forestales tienen gran potencial como negocio de fijación de carbono. Ello se debe a que el dióxido de carbono (CO_2) es un gas que circula en toda la atmósfera, por lo que las medidas para la reducción de gases de efecto invernadero (GHG) pueden llevarse a cabo en cualquier punto del planeta y tendrán efectividad a nivel global, no en un área particular.

El ser humano puede recurrir a la ordenación forestal para modificar la magnitud de las reservas de carbono y cambiar la circulación (flujo) de este elemento entre las mismas, alterando la función de tales reservas en el ciclo del carbono y sus posibilidades de producir efectos en el clima. Se sabe hoy en día que la forestería en las latitudes tropicales es particularmente efectiva, por sus altas tasas de captura de carbono, los costos relativamente moderados de sus actividades y los múltiples beneficios ambientales y sociales conexos.

Fijación de carbono según ecosistemas

Los bosques del planeta en crecimiento pasan a ser *sumideros* al absorber CO_2 de la atmósfera para la fotosíntesis. Aquéllos que tienen su población estabilizada se convierten en *reservas* porque los flujos de carbono están en equilibrio (Moura, 1996).

El énfasis en las prácticas de forestería para la fijación de carbono está muy justificado. La siembra de árboles y los manejos silvícolas pueden ser muy efectivos para capturar dióxido de carbono en la atmósfera. Un almacenamiento apropiado maximiza las cantidades de carbono en los árboles, vegetación, tierra y productos maderables duraderos. Al protegerse los bosques secundarios y las tierras erosionadas, se fomenta la regeneración natural y, por ende, se absorben cantidades significativas de carbono. La siembra de árboles y el uso de abonos permiten enriquecer la tierra en forma adicional.

El cálculo de la cantidad de carbono capturado en un bosque promedio puede realizarse por diversos métodos, con los que se obtienen resultados similares. Un ejemplo es la fórmula de Tosi, basada en las zonas de vida de Holdridge, y que recurre al fenómeno de la evapotranspiración relativa. Otro es la metodología del volumen forestal y la biomasa, desarrollada por la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC) y acogida por el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO).¹

El carbono almacenado cada año equivale al carbono capturado por la fotosíntesis y almacenado temporalmente en los tejidos y estructuras de apoyo mecánico (madera) de las plantas vivas. La cantidad neta almacenada (Z) es igual a la cantidad capturada por la fotosíntesis (T) menos la cantidad liberada por la oxidación y respiración (OR). Se establece entonces: $Z = T - OR$.

Tierras aprovechadas como *bosque primario* tienden a tener una biomasa grande almacenada. Sin embargo, no hay una acumulación neta de carbono (T), pues la muerte y el crecimiento del ecosistema están esencialmente en balance.

Tierras clasificadas como *bosque secundario* (premaduro) son regeneradas de forma natural y varían en edad (2-100 años), según la zona de vida y la asociación del bosque. Un bosque secundario puede alcanzar la madurez en cincuenta años o menos, sobre sitios favorables dentro de bioclimas cálidos y húmedos. La cantidad de carbono almacenada anualmente (Z) depende de la edad de los bosques secundarios. En los primeros años del ciclo sucesional, todo el carbono se acumula en los tejidos de las plantas, pero la cantidad absoluta que se acumula anualmente (T) aumenta de manera exponencial desde un mínimo en el año sucesional 1 a un máximo de 100%, en aproximadamente un tercio del ciclo (25 años de edad). Desde el año 25, la cantidad acumulada (Z) tiende a reducirse exponencialmente hasta el año 75, cuando el crecimiento y la muerte entran en el balance del bosque maduro. Después del año 25, cuando la cantidad neta almacenada anualmente en la biomasa viva empieza a ser menos, se postula que la mitad del carbono liberado ($OR/2$) se va a almacenamiento de largo plazo en el subsuelo, acuíferos, lagos y océanos. El promedio almacenado al alcanzar la madurez del bosque, año 75, se presume que es de $T/2$. 77% de T se almacena anualmente como un promedio de los 75 años de la sucesión del bosque secundario.

Finalmente, los *charrales* o tierras en las etapas iniciales de la sucesión a secundario (0-2 años de edad) fijan carbono (T) de manera positiva pero mínima para un promedio de $(PPN/2) \times 0,02$, es decir, sólo 2% de la capacidad de fijación que tiene un bosque primario.²

Los estudios recientes de Trexler y Haugen -1994- y Nilsson y Schopfhauser -1995-, citados por Brown (1996), dieron estimaciones globales de la cantidad potencial de carbono que las distintas regiones boscosas de la Tierra podrían conservar y secuestrar entre 1995 y 2050. Los últimos estimaron la capacidad de

Cuadro 1
Valor económico total de bosques tropicales

Valores Uso Usos Directos	Usos Indirectos	Valores No Uso Valores Opción	Valores Existencia
Madera y leña	Ciclo nutrientes	Usos futuros, directos e indirectos	Biodiversidad: especies amenazadas
Productos no maderables: comida, medicinas, genética	Protección cuencas hidrográficas		Herencia cultural
	Función microclimática		Valor intrínseco
Recreación y ecoturismo	FIJACION CARBONO		Hábitats amenazados
Prospección biodiversidad			Paisajes
Investigación			
Educación			
Hábitat humano			

Fuente: IIED, Economic Evaluation of Land Use Options, 1994, citado por CCT, 1996

secuestro de carbono a partir de un programa mundial viable de forestación. Los primeros se concentraron en los bosques tropicales, tomando en cuenta las opciones de reducción de la deforestación y regeneración natural o asistida de los bosques. Sus resultados terminaron mostrando que el mayor potencial de conservación y secuestro de carbono (80%) está en las zonas tropicales, seguidas de la zona templada (17%) y la zona boreal (3%) (Ibid.).

Esto es muy relevante para propuestas de proyectos en Costa Rica. En la medida en que hay más humedad en el bioclima (o zona de vida), mayor es el porcentaje de carbono evacuado en las aguas de escorrentía, menor la propensión a quemar que devuelven carbono almacenado en los tejidos de las plantas vivas a la atmósfera y más lenta la oxidación biológica que se encuentra dentro y sobre la superficie del suelo. El suelo mismo tiene también la capacidad de almacenar carbono y cuanto más húmedo mayor es su capaci-

dad. Más de la mitad de la retención que tendría lugar en la zona tropical se debería a la reforestación natural y asistida seguida de medidas de protección, así como a la reducción de la deforestación. La reforestación y la agrosilvicultura serían también alternativas a poner en práctica, como complemento.

Servicios ambientales del bosque, externalidades, Ley Forestal No. 7575

En teoría, el valor económico total (VET) de un bosque tropical se concibe como el conjunto de valores que se determinan por medio del mercado (recibidos generalmente por el propietario o quien lo usufructe), y por otra serie de valores sin precio asignado en el mercado, generalmente asociados con sus servicios ambientales.

El cuadro 1 contiene un resumen del Valor Económico Total (VET) referido al bosque. El VET se origina en los bienes y servicios brindados a la sociedad (Pearce y Moran, 1994). Lo conforman valores de uso (directos e indirectos), mientras que los valores de no uso se forman con valores de opción (es decir, futuros usos directos) y valores de existencia.

El servicio de fijación de carbono se contempla dentro de los valores de uso indirecto. Los servicios ambientales son disfrutados

libremente por distintos beneficiarios en los niveles local, nacional y global, ya que todavía no son transados y valorados en el mercado.

Hay entonces una disparidad entre los costos y beneficios *privados* y los de carácter *social*. En la determinación de los costos y beneficios sociales se consideran todos los costos y beneficios, sean éstos generados en sitio o fuera de sitio y sean estos internalizados o no por el productor. La imposibilidad de internalizar un beneficio conduce a un nivel privado de producción *menor* que el socialmente óptimo. La imposibilidad de internalizar un costo conduce a un nivel de producción privada *mayor* que el socialmente óptimo. En ambos casos la tasa de degradación privada o de agotamiento del bien (sea recurso o servicio) difiere de la socialmente deseable (Centro Científico Tropical, 1996).

La Ley Forestal No. 7575, de reciente vigencia en Costa Rica, introduce el concepto de pago por servicios ambientales para operacionalizar el uso racional de los recursos naturales renovables. En ese sentido, el bosque brinda servicios ambientales por los cuales hay que retribuir al propietario.

"Artículo 3, inciso k: Servicios Ambientales, los que brindan el bosque y las plantaciones forestales que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente. Son los siguientes:

1. Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento, absorción).

2. Protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico.

3. Protección de la biodiversidad para conservarla y uso sostenible, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético.

4. Protección de ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos" (Costa Rica. Leyes y Decretos, 1996).

Según las valoraciones que se realicen para los servicios citados, el Estado debe determinar los siguientes pagos:

- a) Certificado para la Conservación del Bosque (CCB): se otorga a la conservación del bosque y a la regeneración de terrenos con aptitud forestal desnudados (según el artículo 24 de la Ley).

- b) Pago por Servicios Ambientales (PSA): a los bosques productivos, bosques secundarios y plantaciones forestales (según el artículo 69).

El CCB está diseñado para propietarios o poseedores de bosque cuyo cambio de uso de suelo y extracción de productos resulta

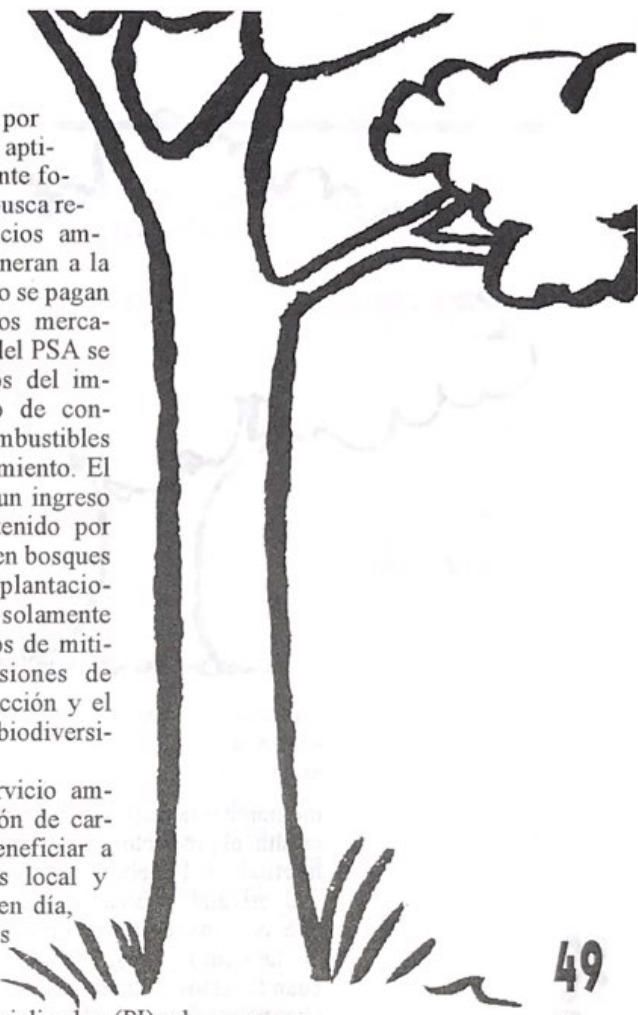
antieconómico, por su ubicación y aptitud exclusivamente forestal. El CCB busca retribuir los servicios ambientales que generan a la sociedad y que no se pagan por medio de los mercados. En el caso del PSA se destinan recursos del impuesto selectivo de consumo de los combustibles para su financiamiento. El PSA pasa a ser un ingreso adicional al obtenido por los propietarios en bosques productivos y plantaciones. Se aplica solamente para los servicios de mitigación de emisiones de GHG y la protección y el desarrollo de la biodiversidad.

Como un servicio ambiental, la fijación de carbono debería beneficiar a las comunidades local y nacional. Hoy en día, sin embargo, los principales favorecidos son los países industrializados (PI), al verse compensada la concentración de carbono en la atmósfera que producen sus emisiones de GHG. De ahí la importancia de que las partes contaminantes concedan el financiamiento correspondiente para las localidades de países en vías de desarrollo (PVD). Esta discusión comenzó con la Convención Marco para el Cambio Climático (CMCC) aprobada en la Cumbre de Río de Janeiro (1992) y ha continuado en reuniones técnico-políticas de alto nivel que se celebran desde 1995.

Análisis económico del negocio

Para un análisis económico de la fijación de carbono como servicio ambiental de los bosques, deben determinarse sus grados de *exclusión* y *sustractabilidad*. Así pueden definirse derechos de propiedad y diseñar mecanismos para internalizar los respectivos costos y beneficios.

El grado de *exclusión* se refiere a la posibilidad de excluir del consumo del servicio a quienes no pagan por él. Se le considera función de la posibilidad de partir y separar unidades del bien o servicio e impedir su consumo por la vía del precio, la barrera física o





mediante una disposición legal. Si la exclusión es alta, el productor cuenta con la capacidad de internalizar beneficios si acomete una actividad privada, o bien la sociedad puede hacer que el consumidor internalice los costos de agotamiento y degradación de los recursos, cuando éstos son de acceso abierto (Centro Científico Tropical, 1996).

El grado de *sustractabilidad* es más bien el impacto que el consumo o disfrute de un servicio ambiental por un individuo tiene sobre la cantidad disponible para el consumo por los demás. Depende de la relación de magnitud entre la oferta y la demanda del servicio. La sustractabilidad en un bien o servicio es baja si la oferta sobrepasa en mucho la demanda. En bienes o servicios cuya oferta es limitada o no renovable, la variable importante es la demanda, que a su vez depende de la valoración del bien o servicio. El recurso es considerado de acceso abierto cuando se presenta una indefinición de derechos de propiedad, o bien hay ausencia de transacciones, de mercados o de ambos. Por lo tanto, el precio efectivamente pagado por el uso o consumo de un bien, recurso o servicio es igual a cero (Centro Científico Tropical, 1996). "El grado de exclusión es bajo porque el propietario del bosque no puede evitar que el proceso bioquímico sea llevado a cabo por las plantas y evitar el beneficio a quien no pague por él. El grado de sustractabilidad es bajo porque el beneficio que reciben quienes disfrutan de la fijación de carbono no reduce el grado de beneficio de otros, éste permanece igual para

todos." (Ibid.)

Asimismo, el análisis económico es de suma utilidad para determinar la eficiencia y la conveniencia de la fijación de carbono a través del recurso bosque³. La mitigación de GHG en un país tropical con regeneración de bosque y prevención de la deforestación tiene racionalidad económica si el costo extra de reducción por tonelada métrica de CO₂ (denominado Ct) es menor que el de las alternativas de Implementación Conjunta que podrían llevarse a cabo en el país emisor (denominado Cy). En situaciones donde $C\ Mgt < C\ Mgy$, el agente contaminador puede beneficiarse con la reducción de emisiones de GHG en un país tropical hasta el nivel e*, a un costo unitario menor.

El área entre las curvas C Mgt y C Mgy equivale al beneficio generado por el uso del recurso forestal en fijación de carbono, lo cual es un ahorro que puede ser destinado a otros usos. Cabe notar que C Mgt se incrementa fuertemente más allá de e*; es decir, una vez que se realizan los proyectos de bajo costo. La restricción más importante pasa a ser la disponibilidad de tierra, dependiendo de la extensión territorial y la frontera agrícola de cada país tropical.

Debe esperarse que de cada proyecto de fijación de carbono con conservación y reforestación se beneficien el agente emisor (denominado país industrializado o PI) y el agente "anfitrión" (llamado país en vías de desarrollo o PVD). El alcance del beneficio para cada uno dependerá de la puesta en práctica de la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), así como de acuerdos posteriores que resulten de las Conferencias de las Partes. De manera preliminar se dice que el contaminador mitiga emisiones de GHG de bajo costo, además de que la inclusión del proyecto de Implementación Conjunta en sus esfuerzos de país para mitigar el efecto invernadero (establecido así en la CMCC) también es motivo de peso para conceder recursos. El PVD, por su lado, se favorece en mayor o menor grado con la inversión extranjera en el sector forestal; sea de conservación de bosque primario, regeneración de bosque secundario, o reforestación con plantaciones.

El desglose del valor económico total (VET) de los bosques tropicales (presentado en el cuadro No. 3) considera los beneficios adicionales de la conservación y regeneración de bosques, así como la reforestación con plantaciones forestales.

Del conjunto de beneficios, éstos tienen diferentes dimensiones espaciales y temporales. Algunos son percibidos por las poblaciones locales y comunidades, como el uso de

madera y productos forestales no maderables para el autoconsumo. Otros tienen carácter regional y nacional, tales como la protección de cuencas hidrográficas y el control de la erosión. Los servicios de fijación de carbono y protección de biodiversidad tienen un alcance global; por ello deberían generar más recursos. Un estudio realizado por el Banco Mundial para el sector forestal de Costa Rica (Kishor y Constantino, 1994) valoró la fijación de carbono en un rango de \$60 a \$120 por ha., según el valor por tonelada de carbono sea \$10 o \$20, debido a que es un servicio ambiental que favorece a la comunidad internacional (ver cuadro No. 2). Se acepta hoy en día que el valor económico de la madera y los productos forestales no maderables provenientes de bosques bajo manejo puede ser mucho mayor que el flujo de beneficios por la tala completa para la producción de madera (Brown y Adger, 1994). Sin embargo, todavía es necesario depurar los mecanismos que canalicen beneficios al nivel comunitario o local. Ello favorecería aún más la escogencia de los proyectos forestales con perfil de sostenibilidad.

Las plantaciones forestales para fijación de carbono pueden ser promovidas en Costa Rica en el futuro. Hay que ser particularmente cuidadoso a la hora de calcular sus beneficios. Estos dependerán de factores como el uso previo de la tierra de siembra, el clima y las especies que se van a introducir. La agroforestería sostenible, por un lado, y la reforestación con monocultivos por otro, tienen diferentes efectos económicos y ambientales a nivel de las comunidades (Ibid.).

Cobertura boscosa en Costa Rica y el PAP

En el caso particular de nuestro país, ha habido un agotamiento sostenido de los bosques primarios desde principios del siglo XIX. La introducción de cultivos como la caña de azúcar, el café y el tabaco provocó la deforestación del Valle Central. Asimismo, a finales de ese mismo siglo, la colonización espontánea para la ganadería hacia las costas dio inicio a la deforestación de suelos de ladera poco fértiles y frágiles.

El presente trabajo considera las siguientes definiciones de tipos de cobertura vegetal en Costa Rica, con base en un estudio del Centro Científico Tropical para ODA-MINAE (1996):

"Bosque primario: cobertura vegetal virgen que no ha sido intervenida por la acción del hombre o por efectos naturales de gran magnitud.

Cuadro 2

Costa Rica: Estimaciones de valores por servicios ambientales del bosque primario (\$ por ha. por año)

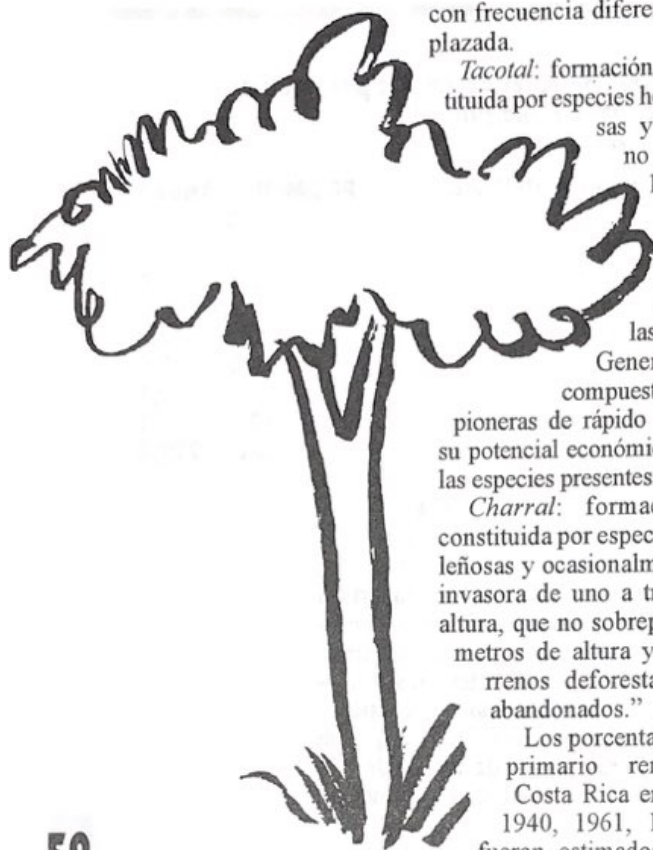
TIPO SERVICIO AMBIENTAL	PROMEDIO ANUAL
Secuestro de carbono	60,0 - 120,0
Protección aguas:	16,5 - 35,6
*para consumo urbano	2,3 - 4,6
*para hidroelectricidad	10,0 - 20,0
*protección tierras agrícolas	0,25 - 2,0
*control inundaciones	4,0 - 9,0
Protección biodiversidad	12,9 - 32,1
Ecoturismo	12,6 - 25,1
TOTAL	102 - 212,8

Fuente: Kishor y Constantino, 1994

Bosque primario intervenido: cobertura vegetal virgen que ha sido parcialmente modificada por el hombre, pero no lo suficiente como para cambiar sus características esenciales como estructura y diversidad genética.

Bosque secundario: masa forestal que se desarrolla naturalmente después de la desaparición total o parcial de otra anterior,





con frecuencia diferente a la reemplazada.

Tacotal: formación vegetal constituida por especies herbáceas, leñosas y arbóreas que no sobrepasa los 15 metros de altura, originada por el abandono de áreas agrícolas o de pastos.

Generalmente está compuesto por especies pioneras de rápido crecimiento y su potencial económico depende de las especies presentes.

Charral: formación vegetal constituida por especies herbáceas, leñosas y ocasionalmente arbóreas invasora de uno a tres metros de altura, que no sobrepasa los cinco metros de altura y crece en terrenos deforestados y luego abandonados."

Los porcentajes de bosque primario remanente en Costa Rica en los años de 1940, 1961, 1977 y 1983 fueron estimados, respectivamente, en 67%, 56%, 32% y 17%. Es evidente que el país ha sufrido una alta tasa de deforestación; por ejemplo entre 1973 y 1988 el área de bosque pasó de 49% a 26% (Sader y Joyce, citados en CCT, 1996).

El cuadro 3 hace una comparación de las cifras de cobertura boscosa del territorio nacional de 1979 con las mediciones del

Sistema Nacional de Áreas de Conservación, publicadas en enero de 1996. El área de bosque natural intervenido y no intervenido pasó de 2.442.900 has. en 1979 a 1.789.710 has. Ese cambio equivale a una reducción de 47,9% a 35% del área del territorio nacional. La cobertura de bosque secundario se redujo de 877.200 has. a 704.467 has. y las áreas de charral y tacotal se redujeron de 285.600 has. a 228.662 has. Simultáneamente, durante ese período el área dedicada a pastos y cultivos aumentó de 1.173.000 has. a 2.152.643 has., equivalentes al 23% y al 42,3% del territorio nacional.

En este contexto de pérdida acelerada de cobertura boscosa, la OCIC promueve el Proyecto de Consolidación Territorial y Financiera de Áreas Protegidas (PAP), que recurre a la ordenación forestal para la conservación y almacenamiento de carbono.

Por una parte, se busca conservar *bosque primario* con prácticas adecuadas de manejo en Áreas Protegidas (Parques Nacionales y Reservas Biológicas), con lo que se evitan emisiones de carbono. Costa Rica ha realizado una ampliación y mejor coordinación de zonas protegidas por medio del Sistema Integrado Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). En cada una de las 11 Áreas de Conservación las respectivas áreas núcleo de dicho sistema están constituidas por bosques maduros y bosques en desarrollo, con fines de servicios ambientales diversos (biodiversidad, ecoturismo, belleza escénica, protección de cuencas hidrográficas). Debe esperarse, en estas zonas, que las reservas de carbono mantengan e incluso aumenten su actual magnitud, lo que va a depender de la distribución de los bosques por clases de edad (Brown, 1996).

El PAP también se extiende a áreas de cobertura con *bosque secundario* que deben ser objeto de regeneración. En ese sentido, se incrementaría la capacidad de almacenamiento de carbono de la vegetación y el suelo. Esto se lleva a cabo con mayores áreas de siembra e incrementos en la tasa de crecimiento de árboles. La ejecución del PAP espera incluir la protección de bosques secundarios y bosques degradados cuyas densidades de carbono en la biomasa y en el suelo son inferiores a los respectivos valores máximos. Estos bosques serían puestos en condición de retener carbono por medio de la regeneración natural y el enriquecimiento del suelo.

Referencias bibliográficas

Andrasko, K. 1990. "El recalentamiento del globo terráqueo y los bosques: estado actual de los conocimientos". En: *Unasylva*, Vol. 41.

Cuadro 3
Costa Rica: Cambio en el uso de la tierra, 1979 - 1992, relativos y absolutos

TIPO DE USO	1979		1992	
	% país	has.	% país	has.
1. Bosque primario	40,8	2.080.800	25,3	1.295.400
2. Bosque primario interv.	7,1	362.100	9,7	494.310
3. Bosque secundario	17,2	877.200	13,8	704.407
4. Charral-tacotal	5,6	285.600	4,5	228.662
5. Pastos	16,2	826.200	32,5	1.652.459
6. Cultivos	6,8	346.800	9,8	500.184
7. Humedales	2,3	117.300	2,0	102.833
8. Mangle	1,3	66.300	1,0	51.361
9. Otros	2,7	137.700	1,4	72.005
TOTAL	100,0	5.100.000	100,0	5.101.683

Fuente: MINAE; citado por CCT, 1996

Brown, K y W. Neil Adger. 1994. "Economic and Political Feasibility of International Carbon Offsets". En *Forest Ecology and Management*, 68.

Brown, S. 1996 "Papel actual y potencial de los bosques en el debate mundial sobre el cambio climático". En: *Unasyva*, Vol. 47.

Centro Científico Tropical. *Valoración de los Servicios Ambientales de los Bosques en Costa Rica*, San José.

Costa Rica, Leyes y Decretos. 1996. *Ley N° 7575*. San José.

Dabas, M y S. Bhatia. "Carbon Sequestration through Afforestation: Role of Tropical Industrial Plantations". En: *AMBIO*, Vol. 25, No. 5, Agosto 1996.

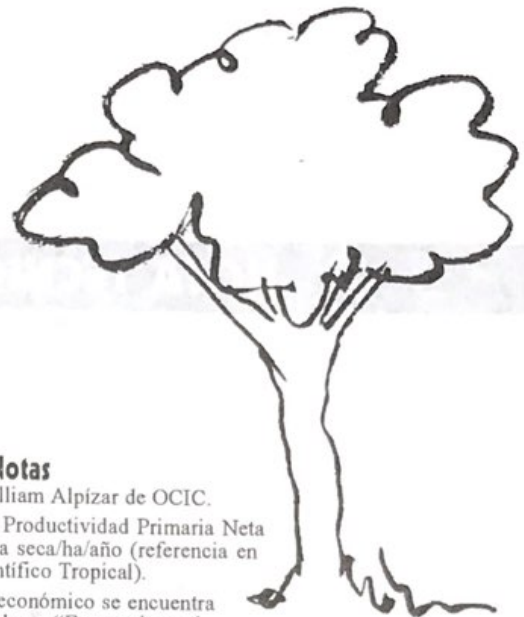
Kishor, N. y L. Constantino. 1994. *Economic Incentives and Forest Conservation in Costa Rica*. Informe LATEN, Banco Mundial.

FONAFIFO. 1997. *Los Servicios Ambientales*. San José.

Moura Costa, Pedro. "Tropical Forestry Practices for Carbon Sequestration: A Review and Case Study from Southeast Asia". En: *AMBIO*, Vol. 25, No. 4, Junio, 1996.

Pearce, David and D. Moran. 1994. *The Economic Value of Biodiversity*, 2da. edición. Londres: EARTHSCAN.

UICN-PNUMA-WWF. 1991. *Cuidar la Tierra: estrategia para el futuro de la vida*. Ginebra.



Notas

- ¹ Entrevista con Ing. William Alpizar de OCIC.
- ² PPN corresponde a la Productividad Primaria Neta en toneladas de biomasa seca/ha/año (referencia en estudios del Centro Científico Tropical).
- ³ El detalle del análisis económico se encuentra en K. Brown y N. Adger. "Economic and Political Feasibility of International Carbon Offsets". En *Forest Ecology and Management*, Vol. 68, 1994, p. 221.

