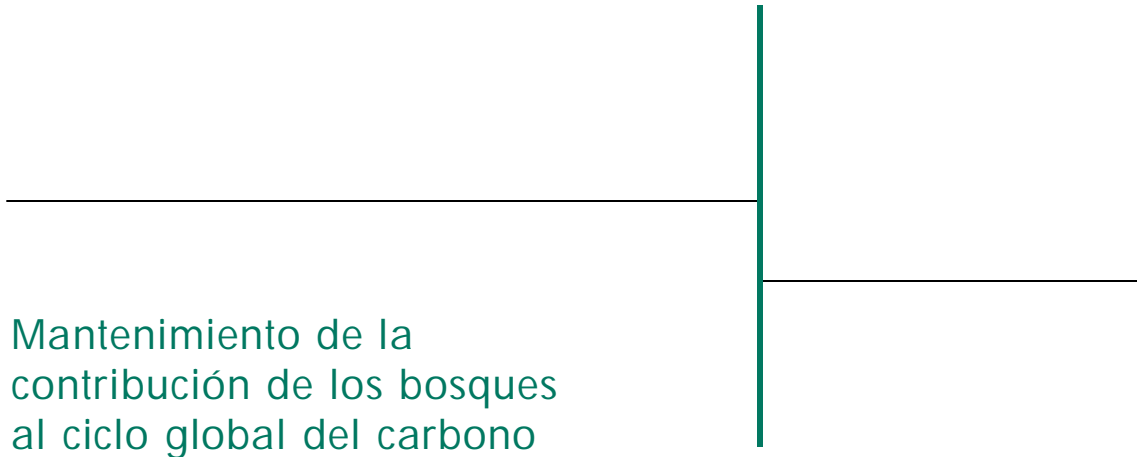


Criterio cinco

Mantenimiento de la contribución de los bosques al ciclo global del carbono

ÍNDICE

	<i>pág.</i>
INTRODUCCIÓN	129
5.1 Biomasa total de los ecosistemas forestales y acumulación de carbono, si es pertinente, por tipo forestal, clase de edad y etapa en sucesión con erosión del suelo	129
5.2 Contribución de los ecosistemas forestales al balance global total de carbono, incluyendo absorción y emisión de carbono (biomasa en pie, desechos forestales, turba y carbono en el suelo)	132
5.3 Contribución de los productos forestales al balance global de carbono	134
BIBLIOGRAFÍA	136



Mantenimiento de la contribución de los bosques al ciclo global del carbono

INTRODUCCIÓN

México se ha caracterizado por ser un país activo en la lucha contra el cambio climático, cumpliendo sus compromisos establecidos bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés). Ha presentado dos comunicaciones nacionales, con sus respectivos inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, así como diversos estudios conducentes a la mitigación y adaptación a dicho fenómeno. Así mismo, México firmó y ratificó el Protocolo de Kioto.

A través del marco de Actividades de Implementación Conjunta de la Convención, México cuenta también con una creciente experiencia a nivel de proyectos de captura de carbono: Scolel Té y el Proyecto Silvicultura Sustentable en la Sierra Norte de Oaxaca. Actualmente en México el primero de ellos es el único proyecto forestal que está generando Reducciones Voluntarias de Emisiones (VER's por sus siglas en inglés).

5.1 Biomasa total de los ecosistemas forestales y acumulación de carbono, si es pertinente, por tipo forestal, clase de edad y etapa de sucesión

Los agro-ecosistemas forestales son de primordial importancia dentro de las acciones de mitigación del cambio climático ya que, dependiendo de las condiciones generales de su manejo, pueden constituirse en áreas de emisión o reservorios netos de carbono. Los bosques y selvas, conservados y manejados adecuadamente,

pueden almacenar grandes cantidades de carbono, al fijarlo en la vegetación en pie y en los suelos forestales. Asimismo, el carbono se puede almacenar en los productos forestales que se obtienen del aprovechamiento de los recursos forestales.

En México, los bosques manejados cubren una superficie de 7.3 millones de ha, en tanto que los bosques protegidos cubren una superficie de 7.1 millones ha. Por otro lado cerca del 80 por ciento de las tierras forestales son de propiedad comunal y el 95 por ciento de los aprovechamientos forestales provienen de bosques templados nativos principalmente (Masera, *et al.*, 2001).

El sector forestal mexicano puede contribuir en gran medida a la mitigación del cambio climático, no sólo disminuyendo las emisiones de CO₂ que derivan de su gestión y de su afectación por las prácticas agropecuarias, como es el cambio de uso del suelo; sino porque además puede contribuir a revertir el proceso, mediante prácticas de recuperación del uso forestal, como la aforestación y la reforestación. El sector forestal mexicano tiene la capacidad de reducir el crecimiento de las emisiones de CO₂ generadas por el sector energético, convirtiéndose en una de las opciones de mitigación más importantes a corto y mediano plazos.

Los diversos análisis de captura de carbono han señalado el gran potencial que tiene México, por ejemplo, Masera, *et al.* (2001) utilizaron un modelo para estimar la captura de carbono en el periodo 2000-2030 en el que se dividió el uso del suelo en varias clases, incluyendo bosques, selvas, zonas áridas y usos no forestales. Los autores utilizaron dos escenarios diferentes: un escenario de referencia y un escenario de "políticas". Sus resultados muestran que de adoptar las opciones propuestas, México tendría la posibilidad de capturar aproximadamente 46 millones de toneladas de C entre el año 2000 y el año 2030. Una buena parte de esta mitigación se lograría a través de: a) evitar la deforestación; b) manejar sustentablemente los bosques naturales; c) restaurar las áreas forestales degradadas y d) conservar los bosques protegidos.

En la tabla 1 se presentan estimaciones del reservorio de carbono de los ecosistemas forestales de México para el año 1990, que fue el año base para el primer inventario nacional de gases de efecto invernadero.



Tabla 1
Patrón de uso del suelo en México y sus reservorios de Carbono en 1990

	<i>Cobertura vegetal</i>	<i>Superficie (miles ha)</i>	<i>Densidad de carbono (Mg C ha⁻¹)</i>	<i>Reservorio de carbono (GtC)</i>
Bosques Naturales	Bosques de coníferas	9,985	257	2.5
	Bosques latifoliados templados	8,409	236	1.9
	Selvas tropicales siempre verdes	5,717	305	1.7
	Selvas tropicales caducifolias	15,338	154	2.3
	Bosques semi-áridos	62,840	80	5.0
	Bosques degradados	21,484	122	2.6
Plantaciones	Con rotación prolongada	3	191	0.0006
	Plantaciones de restauración	147	180	0.0265
Bosques manejados	Coníferas	6,444	234	1.5
	Selvas tropicales siempre verdes	900	309	0.28
Áreas protegidas	Templado	672	240	0.16
	Tropical siempre verde	1,765	305	0.54
	Tropical caducifolio	106	154	0.02
	Áreas pantanosas	303	282	0.09
	Bosques semi-áridos	3,170	97	0.30
Otros usos	Agricultura	25,939	89	2.3
	Pastizales	24,893	95	2.4
	Agroforestería	900	159	0.1 23.7

Fuente: Modificado de: de Jong, *et al.*, 2003 y Masera, *et al.*, 2001.
Nota: 1 Gton C = 109 ton C.

De acuerdo con las estimaciones mostradas en la tabla 1 el reservorio de carbono en la vegetación aérea en México es de 23.7 G ton C, de la cual los bosques naturales tienen el mayor reservorio con 16 G ton C (de Jong, *et al.*, 2003 y Masera, *et al.*, 2001).

La superficie por tipo de suelos dominantes de México, se estimó a partir de datos cartográficos del INEGI. Dentro de cada tipo de vegetación, y de acuerdo con los criterios establecidos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PCC por sus siglas en inglés), se establecieron 4 tipos de sistemas de manejo de los suelos: Vegetación, Pastizal, Agrícola y Otros. Dentro de cada sistema de manejo se colocaron seis grandes tipos de suelos:

1. Muy activos
2. Poco activos
3. Arenosos
4. Volcánicos
5. Pantanosos
6. Otros

Los sistemas de manejo de los suelos no categorizados dentro de vegetación, pastizal o agrícola, se integraron dentro de una sección denominada "otros tipos de sistemas de manejo".

En México no existe una base de datos con los contenidos de carbono promedio por clase principal de uso del suelo, tipo de vegetación original y uso del suelo alternativo. Es por ello que para estimar el contenido de carbono en los suelos de cada uno de los tipos, dentro de cada sistema de manejo se tomaron los valores por defecto sugeridos por las directrices revisadas del IPCC en 1996. Los valores que se presentan en la tabla 2 son una estimación con alta incertidumbre y por lo tanto deben tomarse con cierta cautela.

Tabla 2
Contenido de carbono en los suelos minerales (G ton C)

Sistemas de Manejo de la tierra	Superficie potencial (Región ecológica)				
	Bosques	Selvas		Matorral	Total
		Altas	Bajas		
Vegetación	2.36	1.06	0.48	1.78	5.68
Pastizal	0.26	0.71	0.08	0.54	1.59
Agrícola	0.58	0.31	0.18	0.54	1.61
Otros	0.05	0.21	0.02	0.16	0.44
Total	3.25	2.29	0.76	3.02	9.32

Fuente: Masera, *et al.*, 2000. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

Por otro lado no se cuenta con los datos necesarios para detallar la información sobre la biomasa total de los ecosistemas forestales por clase de edad y etapa de sucesión.

5.2 Contribución de los ecosistemas forestales al balance global total de carbono, incluyendo absorción y emisión de carbono (biomasa en pie, desechos forestales, turba y carbono en el suelo)

La información vertida en este apartado se basa en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-1998 (INEGI, 2000). Las estimaciones para el sector Uso de suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura se hicieron sólo para el año 1996.

En él se estimó la captura y emisión de carbono proveniente de la deforestación con base en la información de la cobertura forestal, las tasas de deforestación, la



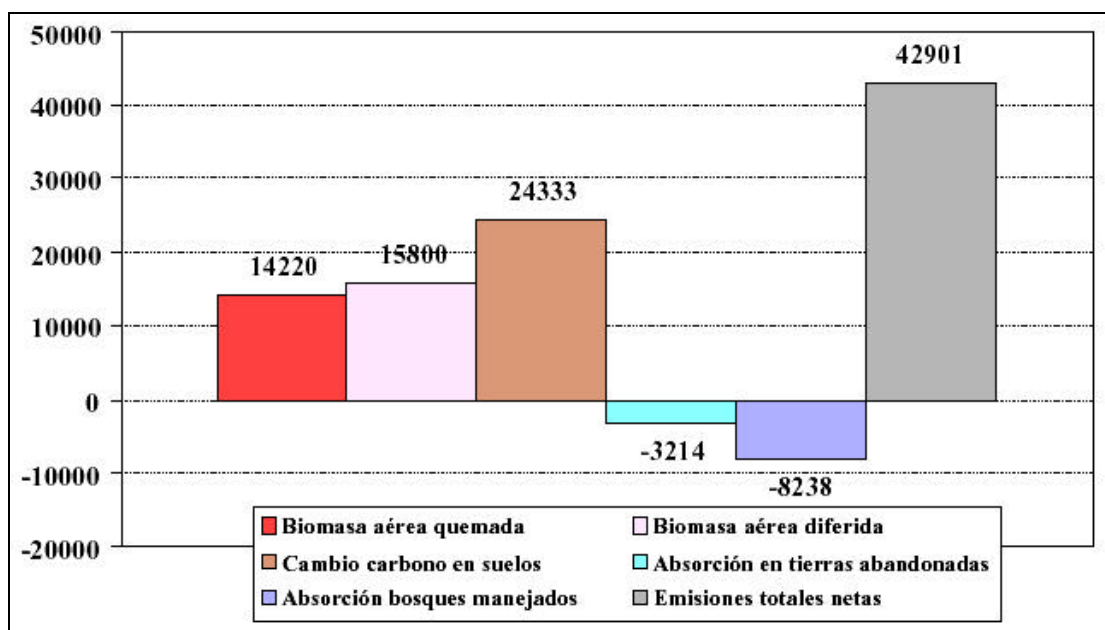
superficie nacional reforestada, así como cifras sobre la superficie de plantaciones comerciales y no comerciales. Asimismo, se tomó en cuenta la información de algunos estudios de caso sobre el carbono contenido en la vegetación (aérea y raíces), así como del carbono contenido en suelos.

Para estimar las emisiones y absorciones de los gases de efecto invernadero se siguieron las directrices del IPCC para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996.

Los resultados reportados señalan que las emisiones totales anuales de carbono correspondieron a 54,353 Kt C, de las cuales 30,020 Kt C procedieron de las emisiones derivadas de la deforestación y 24,333 Kt C provienen de emisiones por pérdida de carbono en suelos.

La captura anual de carbono se estimó en 11,452 Kt C, de las cuales 8,238 Kt C corresponden a bosques bajo manejo y 3,214 Kt C por tierras abandonadas.

Figura 1
Emisiones netas de GEI's provenientes del sector forestal en KtC



Fuente: Maserá, *et al.*, 2000. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

Dividiendo las emisiones de carbono por tipo de ecosistema forestal se puede señalar que las mayores emisiones provienen de los ecosistemas tropicales (74 por ciento), le siguen los bosques templados (14 por ciento) y los matorrales (12 por ciento).

Sin lugar a duda en México las mayores emisiones de gases de efecto invernadero provienen del cambio neto en el carbono en los suelos minerales con aproximadamente 24,333 Kt C que equivalen aproximadamente al 45 por ciento de las emisiones totales de este sector (tabla 3).

Tabla 3
Cambio neto en el carbono en los suelos minerales (Tg¹, durante 20 años)

Sistemas de Manejo de la tierra	Superficie potencial (Región ecológica)				
	Bosques	Selvas		Matorral	Total
		Altas	Bajas		
Vegetación	-76.66	-244.18	-7.92	-192.99	-521.75
Pastizal	35.95	169.08	5.48	135.01	345.52
Agrícola	16.55	27.34	0.78	30.86	75.53
Otros	15.91	39.9	1.27	19.29	76.37
Total	-8.25	-7.86	-0.39	-7.83	-24.33

Fuente: Masera, *et al.*, 2000. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

Los cálculos de las emisiones de CO₂ procedentes de los suelos minerales se basan en la contabilización de los cambios en las existencias de carbono en los suelos (y en la cubierta muerta) como función de los cambios en el uso de la tierra y las prácticas agrícolas.

Como se señala en el informe del (INEGI, 2000), las emisiones para el año de 1996 son sustancialmente mayores (157,302 Kt CO₂) en comparación con las emisiones del año 1990 (111,784 Kt CO₂), este incremento se explica por una mayor emisión de carbono derivada de los suelos y a una menor absorción de carbono en los bosques abandonados.

5.3 Contribución de los productos forestales al balance global de carbono

Este indicador interpreta el papel que juegan los productos forestales en la captura, el ciclo o la emisión de carbono. Si bien es cierto que la madera cortada libera el carbono a una velocidad que depende del método de procesamiento y del uso final, no existen estudios que permitan determinar la vida útil de cada producto, impidiendo determinar de esta forma la contribución efectiva de los productos forestales al balance global del carbono.

¹Tg= 1x10¹²= 1 Millón de toneladas.

Los productos de la madera conservan carbono por periodos prolongados de tiempo, además que pueden ser reciclados después de su vida útil. Asimismo, la madera y sus productos pueden considerarse como un reservorio artificial de carbono.

En la tabla 4 se presenta la contribución de los productos forestales (escuadría, celulósicos, chapa, triplay, postes, pilotes, morrillos, leña, carbón y durmientes) al balance global de carbono, de acuerdo con la metodología de cálculo del IPCC.

Tabla 4
Cambios en la biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosa

Categorías de cosecha	Cosecha comercial (miles de m ³ rollo)	Relación de conversión / expansión de la biomasa	Total de la biomasa extraída durante la cosecha comercial	Consumo total de leña	Consumo total de biomasa	Madera extraída por la tala ilegal de los bosques	Consumo total de biomasa de las existencias forestales
		(t ms m ⁻³)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)	(kt ms)
Pino	5,783	1.76	10,193	1,016	11,209		
Oyamel	140	1.76	247	0	247		
Otras coníferas	63	1.76	110	1,016	1,126		
Encino	579	1.76	1,020	7109	8,129		
Otras latifoliadas	78	1.76	137	1,016	1,152		
Subtotal	6,642		11,707	10,156	21,863		
Tropicales Preciosas	32	1.69	54	0	54		
Tropicales comunes	169	1.69	286	7,109	7,395		
Otras tropicales	0	1.69	0	3,047	3,047		
Subtotal	201		341	10,156	10,496		
Total	6,844		12,048	20,311	32,359	6,671	25,688

Fuente: Masera, *et al.*, 2000. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

De la tabla 4 se desprende que multiplicando el consumo total de biomasa por una fracción de carbono por defecto del IPCC de 0.45, se tiene una liberación anual de carbono de 11,560 kt C, que equivalen a aproximadamente el 27 por ciento de las emisiones totales del sector cambio de uso del suelo y silvicultura. Cabe destacar que la leña aún representa el principal biocombustible de uso rural en México, por ejemplo en 1990, 25.6 millones de habitantes (31.4 por ciento de la población total del país) usaban leña para cocinar. Masera (1996), señala que la leña representa el 75 por ciento del uso total de la madera en México con aproximadamente 37 millones de metros cúbicos por año.

Asimismo, se estima que la demanda total de biomasa forestal (leña y carbón) asciende a 355 PJ/año (INE/SEMARNAT. 2001). Es necesario resaltar que en México no existen cifras oficiales sobre la extracción total de leña, que como se mencionó anteriormente, representa una de las principales fuentes de energía en el sector residencial.



Por otro lado los lineamientos del IPCC, suponen que todo el carbono removido en la madera y otros productos de los bosques es oxidado en el año de la cosecha (IPCC, 1996). Sin embargo, el consenso general es que dichos lineamientos no son adecuados por que sobreestiman las emisiones de CO₂ si el reservorio de los productos forestales está en crecimiento. De hecho los lineamientos indican que el almacenamiento de carbono en productos forestales puede ser incluido en un inventario nacional, con la condición de que el país pueda documentar que la existencia de los reservorios están actualmente en crecimiento; sin embargo, esta información requiere una documentación cuidadosa, que incluya la contabilización de las importaciones y exportaciones de productos forestales.

Asimismo en su Quinta Sesión de trabajo llevada a cabo el 6 de noviembre de 2001, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (SBSTA por sus siglas en inglés) de la UNFCCC empezó un proceso de evaluación de las implicaciones de la contabilización de las emisiones derivadas de la explotación forestal y los productos madereros, tomando en cuenta los diferentes enfoques y metodologías. Dicho trabajo continuará durante las subsecuentes reuniones del SBSTA.

El cálculo de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en el sector cambio de uso de suelo y silvicultura, tiene aún limitantes importantes como son la inconsistencia de la información, así como la escasez de la misma. Si bien el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero en el sector de cambio de uso del suelo y silvicultura tiene aún incertidumbres, se está trabajando en la búsqueda de soluciones. Por otra parte es importante señalar, que en la elaboración de la cartografía de uso de suelo y vegetación más reciente (serie III) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), ya se contempla la recolección de información que contribuirá a mejorar las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero y por lo tanto su contribución al ciclo global del carbono.

BIBLIOGRAFÍA

- DE JONG, B.H.J.; O. Masera y T. Hernández. 2003. Opciones de captura de carbono en el sector forestal. En: J. Martínez (editora). El cambio climático en México. 2003. México. En prensa.
- MASERA, O.; A. D. Cerón and A. Ordóñez. 2001. Forestry mitigation options for Mexico: Finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 6:291-312.

- MASERA, O.; R. D. Martínez; T. Hernández; A. Guzmán y A. Ordóñez. 2000. Cambio de uso de suelo y silvicultura. En: Ruiz S. L.G. y J. Martínez (Eds.). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: 94-98. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. México, D.F. 43 p.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice. 2003. Methodological Issues. Good Practice Guidance and Other Information on Land Use, Land-Use Change and Forestry. Implications of harvested wood products accounting. Bonn, Germany. Pag. 14.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico. Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre. México. 81 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reference Manual (Volume 3).
- INE/SEMARNAT. 2001. México: Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Global. México, D. F. 374 p.

