

# Los bosques y el cambio climático global

OMAR MASERA CERUTTI

## Introducción

En estos últimos años se ha dado gran difusión al problema conocido como "calentamiento global" o "cambio climático global". Es frecuente que los diversos medios de comunicación presenten reseñas breves acerca del fenómeno o que mencionen intensas negociaciones internacionales en donde una gran cantidad de países están tratando de llegar a acuerdos para mitigar o contrarrestar dicho cambio climático —por ejemplo, la reciente reunión de Berlín en abril de 1994—. Podríamos decir que, de hecho, el problema ha trascendido el ámbito puramente científico para convertirse también en un problema político de primera magnitud. ¿En qué consiste realmente el cambio climático global y cuáles podrían ser sus soluciones?

El presente artículo intenta responder a estas preguntas, centrando la discusión en la influencia de los bosques en el origen y en las soluciones potenciales del problema del cambio climático global. Comenzaremos con una explicación sobre el concepto de cambio climático y las consecuencias que se esperan de éste en el planeta, para luego ponderar con precisión la importancia de los bosques al respecto.

## ¿Qué es el cambio climático global?

Para entender correctamente el llamado cambio climático global primero es necesario discutir brevemente el concepto de efecto invernadero. Éste se produce debido a que ciertos gases de la atmósfera, denominados gases de invernadero, permiten que la mayor parte de la radiación solar incidente —que llega a la tierra fundamentalmente en forma de radiación visible— penetre hasta la superficie del planeta, mientras que absorben y re-emiten parte de la radiación infrarroja que aquél despidе de regreso al espacio exterior. Cuanto mayor es la concentración de los gases de inver-

nadero, menor es la cantidad de radiación infrarroja que puede escapar libremente al espacio exterior. Al aumentar la cantidad de radiación —y por lo tanto de calor— atrapada en las capas inferiores de la atmósfera tiende a elevarse la temperatura superficial del planeta. De hecho, de no existir el efecto invernadero, la temperatura superficial promedio del planeta sería de aproximadamente treinta y tres grados centígrados menor que el actual, con lo cual la vida en la tierra, por lo menos tal como la conocemos actualmente, sería imposible.

Dentro de este contexto, el llamado cambio climático global puede definirse como el posible aumento en la temperatura superficial del planeta que se produciría como consecuencia de una elevación importante y rápida de las concentraciones de gases de invernadero en la atmósfera. Se habla de cambio climático pues, como veremos posteriormente, variaciones rápidas en la temperatura superficial del planeta tendrían repercusiones directas en otros parámetros que caracterizan el clima, como la precipitación, evapotranspiración y otros.

El más conocido de los gases de invernadero es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), pero otros que producen el mismo efecto se hallan también presentes en la atmósfera en menores cantidades, como el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), los clorofluorocarbonos (CFC), el ozono ( $\text{O}_3$ ) y el monóxido de carbono (CO).

Las concentraciones de los diferentes gases de invernadero en la atmósfera dependen de un delicado equilibrio entre las emisiones, el tiempo de residencia del gas en la atmósfera y la absorción del mismo dentro de la biosfera. Consideremos el caso del dióxido de carbono. En condiciones naturales, las emisiones *netas* de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera son aproximadamente cero. Es decir, existe un balance entre las emisiones de  $\text{CO}_2$  —como la respiración de los organismos vivos, la descomposición de materia orgánica en los suelos y otros fenómenos biológicos y químicos— y su absorción en plantas

mediante la fotosíntesis y la actividad de los océanos —conversión de CO<sub>2</sub> en ácido carbónico y otros procesos.

A partir de la revolución industrial, sin embargo, el hombre ha perturbado activamente estos ciclos naturales. Durante los últimos cien años las emisiones de carácter antropogénico han crecido en forma exponencial. En poco más de doscientos años hemos añadido a la atmósfera tanto CO<sub>2</sub> como para aumentar su concentración en 28% —de 275 a 353 partes por millón—. Otros gases, como el metano, han experimentado aumentos mucho más drásticos en el mismo periodo; la concentración de CFC, por ejemplo, ha crecido vertiginosamente en sólo décadas.

Las fuentes principales de CO<sub>2</sub> antropogénico incluyen la quema de combustibles fósiles —carbón, gas natural, petróleo— y los procesos de deforestación. El metano es emitido a la atmósfera en los cultivos de arroz por inundación, por el ganado y durante la extracción o distribución de combustibles fósiles —gas natural y carbón—, entre otros procesos. Los CFC se utilizan como propelentes en los aerosoles, como refrigerantes y como aislantes. El óxido nitroso, finalmente, es liberado a la atmósfera por la aplicación de fertilizantes químicos en la agricultura y durante los procesos de deforestación.

De continuar con las tendencias actuales en las emisiones, se estima que tan sólo la concentración de CO<sub>2</sub> podría crecer de 0.5 a 2% anual, llevando a un doblamiento en la concentración del gas respecto al nivel preindustrial hacia la mitad del siglo XXI.<sup>1</sup> Tomando en cuenta la contribución conjunta de los principales gases de invernadero, se calcula que el nivel equivalente a un doblamiento en la concentración de CO<sub>2</sub> podría alcanzarse alrededor del año 2020.<sup>2</sup>

Este aumento tan rápido de las emisiones de los gases de invernadero y, por tanto, de su concentración en la atmósfera es preocupante pues, como vimos anteriormente, su abundancia se correlaciona con la temperatura del planeta.<sup>3</sup> Todavía se tienen incertidumbres, sin embargo, en cuanto a la magnitud precisa del cambio en la temperatura ante aumentos en las concentraciones de gases de invernadero. Los modelos de simulación del clima a nivel mundial —conocidos como modelos de circulación general o GCM— predicen una elevación

de la temperatura de 1.5 a 4.5° C como resultado de un doblamiento en la cuantía de dióxido de carbono.<sup>4</sup> Cambios de esta magnitud han ocurrido en la tierra en el pasado; por ejemplo, la variación de la temperatura media desde la última glaciación hasta el presente ha sido de 5 a 7° C. Lo grave de las circunstancias actuales es que, de continuar el aumento en la concentración de gases de invernadero en la atmósfera, podríamos repetir una elevación de la temperatura de esa magnitud, la cual tuvo lugar antes en un periodo de miles de años, en apenas unas décadas, con consecuencias gravísimas para todas las formas de vida en el planeta.

### *Consecuencias esperadas del cambio climático global*

Entre los efectos más importantes de un aumento en la temperatura media superficial de la tierra de 1.5 a 4.5° C se cuentan: a) cambios en los patrones de precipitación pluvial mundial, con diferencias regionales significativas; b) elevación del nivel del mar de 0.2 a 0.6 metros, tanto por la expansión térmica de los océanos como por el derretimiento parcial de glaciares en las montañas y de la capa de hielo en Groenlandia, y c) cambios en la humedad del suelo, al aumentar la evaporación de agua.<sup>5</sup>

Las consecuencias de estos tres fenómenos podrían ser devastadoras. Cambios en la precipitación y en la humedad del suelo repercutirían severamente en la agricultura, en particular en aquella que depende de las lluvias de temporal —como la practicada en la mayor parte de los países del Tercer Mundo—. Las cosechas de cereales, por ejemplo, se verían afectadas seriamente, dando lugar a hambrunas y a tensiones internacionales por el acceso a los alimentos y el precio de los mismos. Una mayor evaporación de agua en los suelos limitaría su escurrimiento hacia los ríos, al mismo tiempo que, precisamente por las mayores temperaturas, las plantas requerirían mayor irrigación; estos dos efectos exacerbarían la escasez de agua de riego y conducirían a pérdidas de cultivos y a tensiones regionales e internacionales por la disponibilidad del líquido —especialmente en aquellas cuencas compartidas por varios países como, por ejemplo, la del Colorado, común a México y Estados Unidos, o la del Nilo, que involucra a varios países africanos—.<sup>6</sup> Los

<sup>1</sup> S. Schneider "The Greenhouse Effect: Science and Policy", en *Science*, vol. 243, 10 de febrero de 1989, pp. 771-781.

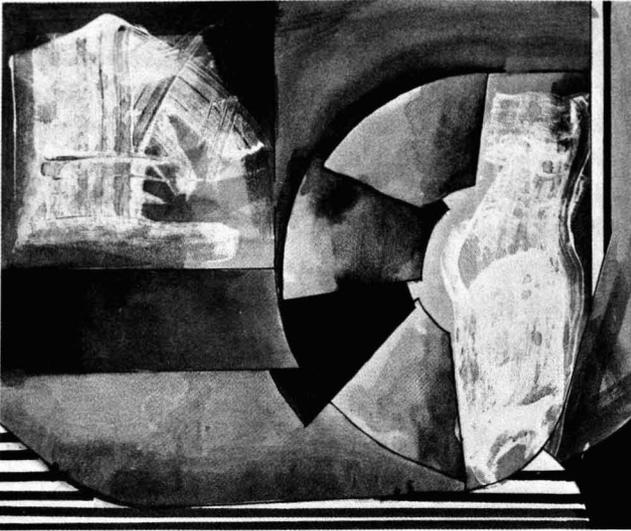
<sup>2</sup> F. Krause, W. Bach y J. Koomey, *Energy Policy in the Greenhouse, International Project for Sustainable Energy Paths (IPSEP)*, El Cerrito, Estados Unidos, 1989.

<sup>3</sup> Análisis químicos en burbujas de aire atrapadas en el hielo de la Antártida, que cubren un periodo de 160 mil años, muestran que las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono y de metano han estado fuertemente correlacionadas con la evolución de la temperatura superficial promedio del planeta (Mintzer, véase nota 5). Se sabe también que parte de las grandes variaciones de la temperatura superficial media de la tierra entre las glaciaciones y los periodos interglaciales se han debido a cambios importantes en las concentraciones de estos dos gases. Estos y otros hallazgos confirman que los cambios en las concentraciones de gases de invernadero afectan sensiblemente la temperatura media de la tierra.

<sup>4</sup> Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (NAS), *Changing Climate* (Reporte del Comité de Asesoramiento sobre el Dióxido de Carbono, CDAC), National Academy Press, Washington D.C., 1983, y R. Dickinson, "How will climate change?," en Bolin *et al.* (eds.), *The Greenhouse Effect, Climatic Change, and Ecosystems: A Synthesis of the Present Knowledge*, Wiley, Nueva York, 1986, pp. 206-270.

<sup>5</sup> I. Mintzer, "Living in a Warmer World: Challenges for Policy Analysis and Management", en *Journal of Policy Analysis and Management*, vol. 7, núm. 3, 1988, pp. 445-459, y IPCC, *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment* (Organización Meteorológica Mundial-Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas), Cambridge University Press, Cambridge, 1992.

<sup>6</sup> P. Gleick, "Climate Change and International Politics: Problems Facing Developing Countries", en *Ambio*, vol. 18, núm. 6, 1989, pp. 333-339.



cambios en los patrones de precipitación y en los de la temperatura alterarían la distribución de la flora en todo el mundo —por ejemplo, los bosques se verían obligados a “emigrar” en décadas, siguiendo los nuevos patrones climáticos—, con consecuencias imprevisibles en la localización de las especies, la productividad y la capacidad de retención de dióxido de carbono. Las especies más sensibles probablemente desaparecerían del planeta.

Una elevación de tan sólo decenas de centímetros en el nivel del mar, finalmente, implicaría una mayor frecuencia de anegamientos en las áreas litorales, contaminación de estuarios de agua dulce con agua salada y peligro de inundaciones frecuentes en ciudades populosas. Ascensos mayores del nivel del mar simplemente borrarían del mapa regiones enteras del globo.

No todas las partes del planeta se verían afectadas de igual forma ante el cambio climático global. Los modelos sugieren que la atmósfera se calentaría más rápido sobre los continentes que sobre los océanos. La Antártida y la región del Atlántico cercana al Ártico no sufrirían cambios apreciables en la temperatura, mientras que, en las áreas continentales ubicadas en latitudes norte altas, el calentamiento atmosférico sería de cincuenta a cien por ciento mayor que el promedio. Se predice, asimismo, que la precipitación sería mayor que el promedio en latitudes medias y altas. Hay que destacar, a este respecto, que las incertidumbres en las predicciones regionales de los modelos actuales son todavía demasiado grandes como para que estas conclusiones preliminares puedan establecerse con mediana precisión.

### ***El papel de los bosques en el cambio climático***

Las florestas desempeñan una función muy importante en el ciclo global del carbono, que es el elemento químico precursor de las emisiones de dióxido de carbono y metano. Por este motivo, las áreas forestales son cruciales dentro del posible cambio climático global. Esto se debe tanto a la propie-

dad de la vegetación de absorber y liberar carbono, como a los efectos potenciales del cambio climático sobre los ecosistemas forestales.

Veamos estos puntos con mayor detalle. Muy esquemáticamente, el carbono, absorbido de la atmósfera en forma de dióxido de carbono, se fija en las plantas mediante el proceso de fotosíntesis —recordemos que aproximadamente cincuenta por ciento del contenido de la materia orgánica seca es carbono— y se emite —también como  $\text{CO}_2$ — durante la respiración de la materia viva y la descomposición de los residuos orgánicos y el suelo. A lo largo de muchos años, parte del carbono se almacena en la tierra mediante procesos complejos de descomposición y humificación de los residuos de materia orgánica aportados por la vegetación de los distintos ecosistemas. Vegetación y suelos constituyen, de esta forma, grandes reservorios de carbono.

Los bosques son, dentro de los distintos ecosistemas terrestres, los más importantes para el ciclo del carbono, pues concentran de veinte a cien veces más carbono en vegetación y suelos por unidad de superficie que los sistemas agrícolas o las praderas. Estimaciones recientes indican que aproximadamente setenta y cinco por ciento del total del carbono acumulado en los bosques se encuentra en los suelos y veinticinco por ciento en la vegetación. Los bosques boreales son particularmente importantes por la acumulación de carbono en sus suelos, mientras que en los bosques tropicales y selvas la concentración más importante de ese elemento se presenta en la vegetación.<sup>7</sup>

En condiciones naturales, en los bosques maduros existe un balance cercano a cero entre las ganancias de carbono por los procesos de crecimiento de la vegetación y las pérdidas por respiración y descomposición de materia muerta —aunque por lo general existe una pequeña acumulación de carbono en los suelos—. Sin embargo, particularmente desde la revolución industrial y desde el presente siglo, a escala global, los procesos de deforestación y degradación forestales han comenzado a modificar sustancialmente este balance.

Tanto la deforestación como la degradación forestal son importantes para el cambio climático global, puesto que conducen a emisiones netas de dióxido de carbono. Un ejemplo simple ilustra este proceso. Una selva alta perenne, como las del sur del estado de Chiapas, tiene típicamente alrededor de ciento veinte toneladas de carbono por hectárea en la vegetación aérea —o doscientas cuarenta toneladas de biomasa seca, puesto que aproximadamente la mitad de la biomasa es carbono—. Cuando el terreno de una porción de selva se convierte en pastizal o en terreno de cultivo anual, la nueva vegetación tiene en promedio de cinco a diez toneladas de carbono por hectárea. Esto quiere decir que el nuevo uso del suelo ha ido acompañado de la pérdida neta de ciento diez a ciento quince toneladas de carbono por hectárea, que se emi-

<sup>7</sup> Mintzer, *op. cit.*

ten a la atmósfera tanto en la quema de la vegetación para la apertura de los terrenos de cultivo como en los procesos de descomposición ulteriores. En muchas ocasiones, estos procesos llevan también a la pérdida de suelos, lo que hace el problema más grave.

En el mundo, la deforestación y la degradación de bosques alcanzan niveles alarmantes. Tan sólo en la década de los ochentas se estima que se deforestaron anualmente alrededor de 15.4 millones de hectáreas —aproximadamente seiscientos setenta mil hectáreas en nuestro país—, lo cual significa perder una superficie de bosques y selvas equivalente al tamaño de México en trece años. Además de una multitud de problemas locales y regionales, como el incremento de la erosión, el abatimiento de los mantos acuíferos y otros, la deforestación a la escala citada se traduce en una contribución importante a las emisiones de gases de invernadero.

Sobre una emisión total mundial de dióxido de carbono de origen antropogénico a la atmósfera, estimada en siete mil millones de toneladas de carbono, la deforestación es actualmente el segundo rubro en importancia después de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, lo que implica entre 0.5 y 1.3 miles de millones de toneladas de carbono. La mayor parte de estas emisiones —o de la deforestación que les dio origen— se sitúa en los países del Tercer Mundo.

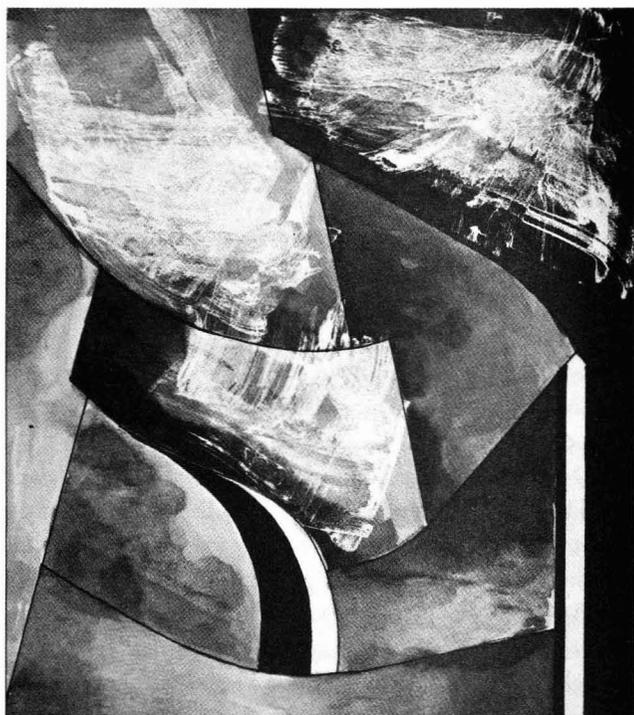
Las causas directas de la deforestación incluyen la ganadería extensiva, la apertura de tierras al cultivo, la tala indiscriminada de bosques para aprovechamiento de la madera, incendios forestales provocados por el hombre y proyectos de desarrollo como la construcción de carreteras o la inundación de áreas para grandes presas hidroeléctricas. Aunque muchas veces se imputa responsabilidad principal en la deforestación a los campesinos pequeños y medios o al crecimiento desmedido de la población rural, análisis detallados demuestran que, por lo menos en América Latina, los procesos de destrucción y despojo de los bosques tienen su origen normalmente en políticas macroeconómicas tales como el subsidio a la ganadería extensiva y la inseguridad en la tenencia de la tierra, o en medidas que han inducido la marginalización de los campesinos.

Hay que acotar finalmente que, además de que los procesos de deforestación contribuyen directamente al posible cambio climático, los bosques podrían ser afectados de muy diversas maneras por este fenómeno, que llegarían a reducir o a complicar el problema —lo que comúnmente se conoce como efectos de retroalimentación negativa o positiva, respectivamente—. Por ejemplo, una mayor concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera podría dar lugar a un incremento de la fotosíntesis y, por tanto, a un mayor crecimiento o “captura” de carbono en la vegetación. Sin embargo, la elevación de la temperatura del planeta que resultaría de mayores concentraciones de  $\text{CO}_2$  incrementaría la tasa de descomposición de materia orgánica en los suelos, lo cual produciría mayores emisiones netas de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera, particularmente en

los ecosistemas boreales. El balance neto de estos dos efectos contrapuestos no está totalmente dilucidado en la actualidad. Por último, como se mencionó en la sección anterior, un posible cambio climático podría provocar amplias transformaciones en la distribución de la flora terrestre, particularmente en la de los bosques, con efectos potenciales negativos para la diversidad de especies animales y vegetales.

### *Bosques y estrategias para atenuar el cambio climático global*

Aun cuando el panorama actual es bastante negativo, los ecosistemas forestales tienen el potencial de pasar de una fuente neta a un “sumidero” neto de carbono de grandes proporciones y ayudar, de esta forma, a reducir la probabilidad del calentamiento global del planeta.

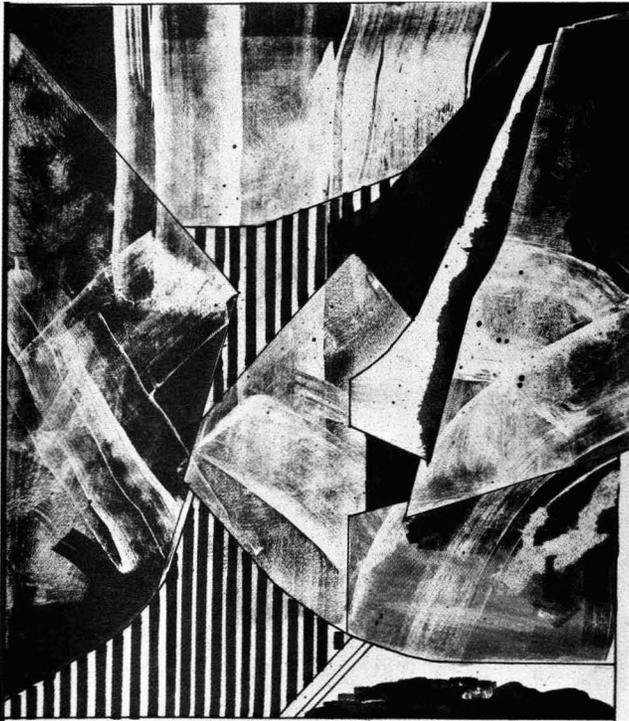


En efecto, al impulsar alternativas para la conservación y el manejo sustentable de los bosques, por un lado se estarían “ahorrando” indirectamente emisiones que de otra manera se producirían por los procesos de deforestación y degradación forestales. Por otro lado, se aprovecharía la propiedad de la vegetación de fijar carbono y, al aumentar la superficie que actualmente se encuentra bajo cubierta forestal, se obtendría una ganancia neta de este elemento —es decir, se “capturaría” carbono de la atmósfera para fijarlo en la vegetación.

El primer tipo de alternativas, conocidas como de “conservación” forestal, incluye el adecuado mantenimiento de las áreas naturales protegidas —por ejemplo, brindando incentivos para que los campesinos que las habitan se hagan parte de su manejo y recurriendo a métodos mejorados de extrac-

ción de madera comercial y de leña, también conocidos como forestería sostenible, pues ellos minimizan el efecto de la extracción de madera en la vegetación aledaña y en el sotobosque— y la reducción de la incidencia de incendios provocados por el hombre.

Dentro del grupo de alternativas dirigidas a aumentar la superficie forestal encontramos los programas de reforestación, las plantaciones forestales comerciales —por ejemplo, aquellas dirigidas a producir pulpa y papel— establecidas en áreas agrícolas, ganaderas o en zonas degradadas y los sistemas agroforestales, es decir, conjuntos en donde un cultivo agrícola como el maíz se puede combinar espacialmente con árboles para producir leña y otros satisfactores de necesidades. Una vía que no ha recibido aún la atención debida son las “plantaciones energéticas”, es decir sembradíos forestales en donde la madera cosechada se quema para producir ener-



gía. Estos esquemas, utilizados desde hace tiempo en Asia y África como alternativas para el abastecimiento de leña doméstica, son particularmente atractivos cuando la madera —o biomasa— se usa para generar electricidad. En estos casos, se puede obtener una doble “ganancia” de carbono: el adicional que resulta de haber establecido la plantación y el “ahorrado” anual por no tener que operar una planta convencional de producción de electricidad con base en la quema de combustibles fósiles. Se ha estimado que, combinando estrategias de conservación forestal con proyectos de reforestación en todo el mundo, los bosques podrían resultar en un sumidero neto de mil a tres mil millones de toneladas de carbono al año durante los próximos cien años —es decir, de veinte a cincuenta por ciento de las emisiones totales actuales de dióxido de carbono.

En México, por ejemplo, actualmente los procesos de deforestación y degradación forestal son la segunda fuente de emisiones de gases de invernadero, después de la quema de combustibles fósiles. Análisis recientes demuestran, sin embargo, que gracias a una estrategia alternativa en donde se brinden incentivos para la conservación de los bosques y la recuperación de áreas degradadas, aplicada particularmente en los ejidos y comunidades que actualmente poseen el 80% de los recursos forestales, se pueden absorber o “evitar que se emitan” en el país entre dos y cuatro mil millones de toneladas de carbono en el largo plazo, o un entre cincuenta y cien millones de toneladas al año. Esto representa entre cuarenta y setenta y cinco por ciento de las emisiones totales de dióxido de carbono en México y contribuiría de modo evidente a ganar tiempo para desarrollar alternativas energéticas basadas en el aprovechamiento más intensivo de los recursos renovables del país.

Lo más interesante de las opciones de manejo forestal identificadas es que, adecuadamente implementadas, se traducirían en beneficios netos tangibles para los encargados de llevarlas a la práctica, con lo que no habría contradicción en principio entre los objetivos locales —tales como obtener ingresos mediante el manejo forestal— y los globales —en este caso la captación de carbono—. Habría que enfatizar, finalmente, que los planes para conservar, mejorar y aumentar las áreas forestales resultan también sumamente atractivos desde el punto de vista de la biodiversidad, la conservación de suelos y el mantenimiento de cuencas hidrológicas. En otras palabras, la captación de carbono es sólo uno de los múltiples beneficios que se obtendrían de este tipo de opciones.

### *Conclusiones*

De no tomarse medidas concretas para el abatimiento de las emisiones de gases de invernadero en el futuro próximo, muy probablemente nos enfrentemos a un cambio climático de consecuencias sumamente graves, particularmente para los países del Tercer Mundo, en las primeras décadas del siglo venidero.

Los bosques son un elemento clave del posible cambio climático, tanto porque su degradación actual agrava el problema —pues representa la segunda fuente de emisiones de gases de invernadero—, como porque constituye un factor esencial en las soluciones potenciales del mismo —puesto que las zonas forestales tienen la posibilidad de convertirse en sumideros netos de carbono de grandes proporciones—. El papel específico que desempeñen los ecosistemas forestales en el futuro dependerá fundamentalmente de la voluntad para cambiar las estrategias de desarrollo vigentes y del apoyo a la investigación y la puesta en práctica de esquemas alternativos de manejo forestal basados en la combinación de beneficios locales concretos con ganancias en conservación o captación de carbono. ♦