

47604 v1

# DESARROLLO CON MENOS CARBONO

RESPUESTAS LATINOAMERICANAS AL  
DESAFÍO DEL CAMBIO  
CLIMÁTICO



SÍNTESIS

AUGUSTO DE LA TORRE  
PABLO FAJNZYLBER  
JOHN NASH



DESARROLLO CON MENOS CARBONO:  
RESPUESTAS LATINOAMERICANAS  
AL DESAFÍO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

SÍNTESIS



DESARROLLO CON MENOS CARBONO:  
RESPUESTAS LATINOAMERICANAS AL  
DESAFÍO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

SÍNTESIS

*Augusto de la Torre*

*Pablo Fajnzylber*

*John Nash*



**BANCO MUNDIAL**  
Washington, D.C.

©2009 Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial  
1818 H Street, NW  
Washington, DC 20433

Publicado originalmente en inglés como: *Low Carbon, High Growth*, por el Banco Mundial. La traducción al castellano fue hecha por el Banco Mundial. En caso de discrepancias, prima el idioma original.

Los descubrimientos, interpretaciones y conclusiones aquí expresados pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Junta de Directores Ejecutivos del Banco Mundial o de los gobiernos que representan. El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos incluidos en este trabajo. Las fronteras, los colores, los nombres y otra información expuesta en cualquier mapa de este trabajo no denotan opinión alguna por parte del Banco Mundial relacionada con la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni aprobación o aceptación de tales fronteras.

#### **Derechos y permisos**

El material de esta obra tiene derechos reservados. La copia y/o difusión de partes o de toda la obra, sin autorización, pueden constituir un quebranto a la ley vigente. El Banco Mundial fomenta la divulgación de sus obras y normalmente otorga permiso para duplicar partes de sus publicaciones sin demora.

Para obtener autorización para sacar fotocopias o reimprimir cualquier sección de este trabajo, envíe una solicitud, incluyendo su información completa, a Copyright Clearance Center, Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA, teléfono 978-750-8400, fax 978-750-4470, [www.copyright.com](http://www.copyright.com).

Todas las preguntas sobre derechos y licencias, incluyendo derechos subsidiarios, se deben dirigir a la Oficina del Editor, Banco Mundial, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA, fax 202-522-2422, e-mail [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org).

ISBN: 978-0-8213-7920-0  
eISBN: 978-0-8213-7922-6  
DOI: 10.1596/978-0-8213-7920-2

Diseño de cubierta: Naylor Design.

# Índice

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>.vii</b>
<b>Prefacio</b> .....	<b>.ix</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>.1</b>
<b>2. Impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe</b> .....	<b>.1</b>
<b>3. La necesidad de una respuesta global coordinada, efectiva, eficiente y equitativa</b> .....	<b>.16</b>
<b>4. Potencial de contribución de ALC al esfuerzo global de mitigación</b> .....	<b>.22</b>
<b>5. Políticas para un futuro de desarrollo con menos carbono</b> .....	<b>.43</b>
<b>6. Resumen y conclusiones</b> .....	<b>.65</b>
<b>Anexo 1: Potencial de mitigación por país y por tipo de emisiones</b> .....	<b>.67</b>
<b>Anexo 2: Impacto económico anual del cambio climático en los países de CARICOM para el año 2080</b> .....	<b>.71</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>.72</b>
<b>Notas finales</b> .....	<b>.78</b>



# Agradecimientos

**D**ESARROLLO CON MENOS CARBONO: *respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático* es el resultado de un esfuerzo conjunto de dos unidades del departamento de América Latina y el Caribe del Banco Mundial: la Oficina del Economista Jefe y el Departamento de Desarrollo Sostenible. Este estudio fue preparado por un equipo básico liderado por Pablo Fajnzylber y John Nash, e integrado por Veronica Alaimo, Javier Baez, Svetlana Edmeades, Christiana Figueres, Todd Johnson, Irina I. Klytchnikova, Andrew Mason y Walter Vergara. Ana F. Ramirez y Carlos Felipe Prada Pombo proveyeron valiosa asistencia de investigación.

El equipo se benefició enormemente de estudios y otros materiales de apoyo preparados especialmente para este informe por los siguientes individuos: Veronica Alaimo, Carlos E. Arce, Juliano J. Assunção, Javier Baez, Brian Blankespoor, Eduardo Bitran Colodro, Benoit Bosquet, Flavia Fein Cheres, Shun Chonabayashi, Alejandro Deeb, Uwe Deichmann, Ariel Dinar, Manuel Dussan, Vladimir Gil, Harry de Gorter, Hilda R. Guerrero Rojas, David R. Just, Erika Kliauga, Donald F. Larson, Humberto Lopez, Carla della Maggiora, Andrew Mason, Robert Mendelsohn, Paul Procee, Claudio

Raddatz, Pedro Rivera, Pasquale L. Scandizzo, Carmen Notaro, Bekele Debele Negewo, Sebastian Scholz, Shaikh Mahfuzur Rahman, Yacov Tsur, Dominique Van Der Mensbrugghe, Denis Medvedev, Felix Vardy, Antonio Yunez Naude, Steven Zanhiser, Natsuko Toba, Adriana Valencia y Seraphine Haeussling.

Esta Síntesis (Volumen I) del informe fue preparada por Augusto de la Torre, Pablo Fajnzylber y John Nash. Los autores de los capítulos del Volumen II son los siguientes: capítulo 1, Fajnzylber y Nash; capítulo 2, Nash y Vergara; capítulo 3, Nash, Edmeades, Baez y Mason; capítulo 4, Fajnzylber y Figueres; capítulo 5, Fajnzylber y Alaimo; capítulo 6, Johnson y Klytchnikova.

Laura Tuck merece agradecimientos especiales por su lectura cuidadosa de los borradores del informe y por sus muy útiles comentarios y sugerencias, tanto de carácter substantivo como editorial. Excelentes consejos y orientaciones fueron recibidos también de Marianne Fay y Charles Feinstein, quienes actuaron como pares evaluadores, así como de Makhtar Diop, Mac Callaway, Jocelyne Albert y Carlos Nobre. Por último, también quisiéramos agradecer a Susan Goldmark por haber propuesto la idea de emprender este informe regional sobre cambio climático.





# Prefacio

**A**L MOMENTO DE REDACTAR este documento, una crisis financiera y económica de alcance mundial se desarrollaba en el mundo. La urgencia y la creciente magnitud de los desafíos que plantea tienen el potencial de desplazar los esfuerzos encaminados a abordar los retos del calentamiento global, que se analizan en detalle en este informe. Después de todo, la habilidad de los líderes políticos y de las instituciones nacionales y supranacionales de lidiar con amenazas globales de importancia no es ilimitada. Por este motivo, sería ingenuo pensar que el mundo no enfrentará tensiones y disyuntivas al encarar simultáneamente el colapso de los mercados financieros y las amenazas que plantea el calentamiento global. Sin embargo, estas dos amenazas globales tienen repercusiones de tal trascendencia para la humanidad que sería imprudente dejar que la urgencia de la crisis financiera mundial y el ciclo descendente de la economía, ambos fenómenos a más corto plazo, desvíen la atención de quienes toman decisiones, de los peligros del cambio climático, que son a más largo plazo. Claramente, el reto es encontrar una base común e identificar y aplicar la mayor cantidad posible de políticas que puedan incidir en avances simultáneos en ambos frentes. Si bien en principio esto es factible, es más difícil lograrlo en la práctica.

Ciertamente, la depresión económica en la que está cayendo el mundo estará asociada a una caída en la

inversión privada, incluyendo las inversiones “amigables” con el clima. En efecto, éstas últimas podrían verse afectadas de manera desproporcionada en el contexto actual, debido al fuerte descenso en el precio de los combustibles fósiles con respecto a las fuentes de energía limpias. No es sorprendente, por lo tanto, que las empresas de servicios públicos parezcan estar reduciendo de manera considerable sus inversiones en energías alternativas y que haya disminuido el flujo de fondos para proyectos de energía con bajas emisiones de dióxido de carbono. La probabilidad de que el bajo precio relativo de los combustibles fósiles se mantenga en el futuro no sólo puede desestimular las inversiones en tecnologías de bajas emisiones de carbono, sino que además podría incentivar la sustitución de éstas por energías más baratas y a la vez más contaminantes. Por ejemplo, los precios bajos de la gasolina podrían frenar el impulso hacia los vehículos híbridos, en especial en América del Norte. Al disminuir el crecimiento económico en todo el mundo, las emisiones de gases de efecto invernadero podrían experimentar un descenso *cíclico* y crear incentivos políticos para posponer los esfuerzos de implementación de políticas encaminados a reducir la *tendencia ascendente* de las emisiones. En términos generales, la crisis financiera y económica que afecta al mundo podría traducirse en una reducción del margen de maniobra para los formuladores de políticas. Ello podría traducirse en un movimiento hacia un desarrollo con más emisiones de carbono.

Esto sólo aumentaría las dificultades y los costos de futuras reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero.

La experiencia con crisis financieras pasadas en economías emergentes indica que frecuentemente surgen disyuntivas entre lidiar con problemas ambientales de largo plazo e implementar políticas públicas en respuesta a situaciones macroeconómicas de corto plazo<sup>1</sup>. En particular, en el contexto de competencia por recursos presupuestarios limitados y en disminución, los recortes presupuestarios suelen afectar en mayor medida el suministro de servicios públicos que se consideran un “lujo”, incluyendo servicios que se cree que tendrán una incidencia inmediata limitada o indirecta en las personas o sectores afectados por la crisis. En los países en desarrollo, estos servicios con frecuencia incluyen la conservación de los bosques o la protección de los ecosistemas, entre otros. Según un estudio del FMI<sup>2</sup>, por ejemplo, en las postrimerías de las crisis asiáticas y de Rusia, Brasil redujo el gasto público (excluyendo los salarios y prestaciones de seguridad social y los pagos de intereses) en el año 1999, en 11% en términos nominales con respecto al año 1998. Sin embargo, algunos programas ambientales cruciales para la región del Amazonas se redujeron en un porcentaje muy superior al promedio. Por ejemplo, el Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IBAMA) experimentó un recorte presupuestario de 71% con respecto al financiamiento aprobado inicialmente, y de 46% en comparación con 1998. Asimismo, se tienen indicios de que este fenómeno fue más allá del nivel federal. Los estados y municipios brasileños, al verse enfrentados a la necesidad de generar un “superávit primario”, fueron incapaces de compensar los recortes en los programas ambientales financiados con fondos federales en el Amazonas<sup>3</sup>.

En cambio, si los líderes en el ámbito nacional e internacional demuestran una postura visionaria, pueden evitar caer en la trampa de sacrificar la sostenibilidad medioambiental en aras de las necesidades macroeconómicas de corto plazo y pueden aprovechar las oportunidades de responder simultáneamente tam-

bién a las preocupaciones del cambio climático. Las políticas y los programas dirigidos a responder a los problemas urgentes del presente pueden ser diseñados e implementados con una visión de largo plazo. En algunos casos, estas decisiones pueden ser ventajosas en ambos aspectos. Pero en otras ocasiones, sin embargo, habrá que hacer concesiones. Por ejemplo, las inversiones privadas en energía limpia no contaminante, y su consumo, podrían ser incentivadas por un aumento relativo en el precio de los combustibles fósiles, el cual podría ser impulsado mediante la aplicación de una combinación de regulaciones, impuestos, sistemas de comercio de bonos de carbono y/o subsidios. Pero en tiempos de recesión económica, no es común hacer que las empresas paguen por contaminar ni obligar a los hogares a consumir una energía más costosa a pesar de ser más limpia. Por consiguiente, para poder orientar la actividad del sector privado de manera sostenible hacia alternativas que conlleven bajas emisiones de carbono y de esa forma asegurar que las consideraciones de largo plazo no sean descuidadas en función de cálculos políticos de corto plazo, se requerirán soluciones de compromiso, las cuales tendrán que ser administradas equilibradamente por las autoridades responsables de formular políticas.

Es probable que en el área de las inversiones públicas haya más espacio para sinergias. Los programas masivos de inversiones públicas en infraestructura deberían formar parte del estímulo fiscal necesario para enfrentar la crisis económica global, especialmente en los países desarrollados y en las economías emergentes con elevados niveles de ahorro. Si su diseño y ejecución son los adecuados, estos programas pueden generar dinámicas y resultados ventajosos tanto para fomentar la recuperación económica como para estimular el crecimiento en áreas que minimicen o mitiguen el efecto del cambio climático. Por otra parte, los países que sean capaces de avanzar durante la recesión económica, en la transición de una economía con altas emisiones de carbono a una de bajas emisiones, podrán disfrutar las ventajas de ser los primeros en lograrlo, esto es, tendrán mayores ventajas competitivas para promover el crecimiento a largo plazo una vez que la actual coyun-

tura económica descendente sea superada. Esto significa que la actual crisis financiera puede en efecto crear una oportunidad única para llegar a un nuevo compromiso en el siglo XXI centrado en una modalidad de crecimiento con bajas emisiones de carbono. La visión de sostenibilidad medioambiental y seguridad energética declarada públicamente por el gobierno electo en Estados Unidos es esperanzadora. Una “recuperación verde”, es decir, una interacción virtuosa entre creación de empleos, reanudación del crecimiento, y un conjunto de inversiones públicas y medidas de políticas orientadas a un desarrollo con menores emisiones de carbono, constituyen posiblemente la única elección razonable para la comunidad mundial en esta encrucijada.

Una opción de esta naturaleza podría hacerse realidad si sistemas políticos y sus dirigentes demuestran estar a la altura de las circunstancias.

*Laura Tuck*

Directora, Departamento de Desarrollo Sostenible  
América Latina y el Caribe  
Banco Mundial

*Augusto de la Torre*

Economista Jefe  
América Latina y el Caribe  
Banco Mundial



---

## SÍNTESIS

# Desarrollo con menos carbono: respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático

### 1. Introducción

Basándose en el análisis de datos recientes sobre la evolución de la temperatura global, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y la elevación del nivel del mar, el Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC, por su sigla en inglés) ha declarado que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco<sup>4</sup>”. En especial, las temperaturas de la superficie de la tierra, han aumentado durante estos últimos 50 años al doble de velocidad que lo observado durante la primera mitad del siglo XX.

El IPCC también ha concluido con un 95% de certeza que una de las principales causas del cambio climático global ha sido el incremento antropogénico —es decir, producido por el hombre— en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI)<sup>5</sup>. Los modelos de evolución de las temperaturas globales que toman en cuenta los efectos de las emisiones de GEI producidas por el hombre (sectores marcados en rosado en el mapa 1) tienen mayor coincidencia con las temperaturas reales registradas (líneas negras) que los modelos que no incorporan estos efectos<sup>6</sup>. La conclusión inevitable es que las emisiones de GEI provocadas por el hombre se han acumulado en la atmósfera, causando el aumento de las temperaturas globales.

Aunque el efecto invernadero es un proceso natural sin el cual el planeta probablemente sería demasiado frío para mantener vida, la mayor parte del aumento en la concentración total de gases de efecto invernadero observados desde la revolución industrial ha sido

debido a actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, cambios en el uso de la tierra (p. ej. la transformación de bosques a tierras agrícolas) y agricultura (p. ej. la utilización de fertilizantes nitrogenados y emisiones de metano del ganado<sup>7</sup>).

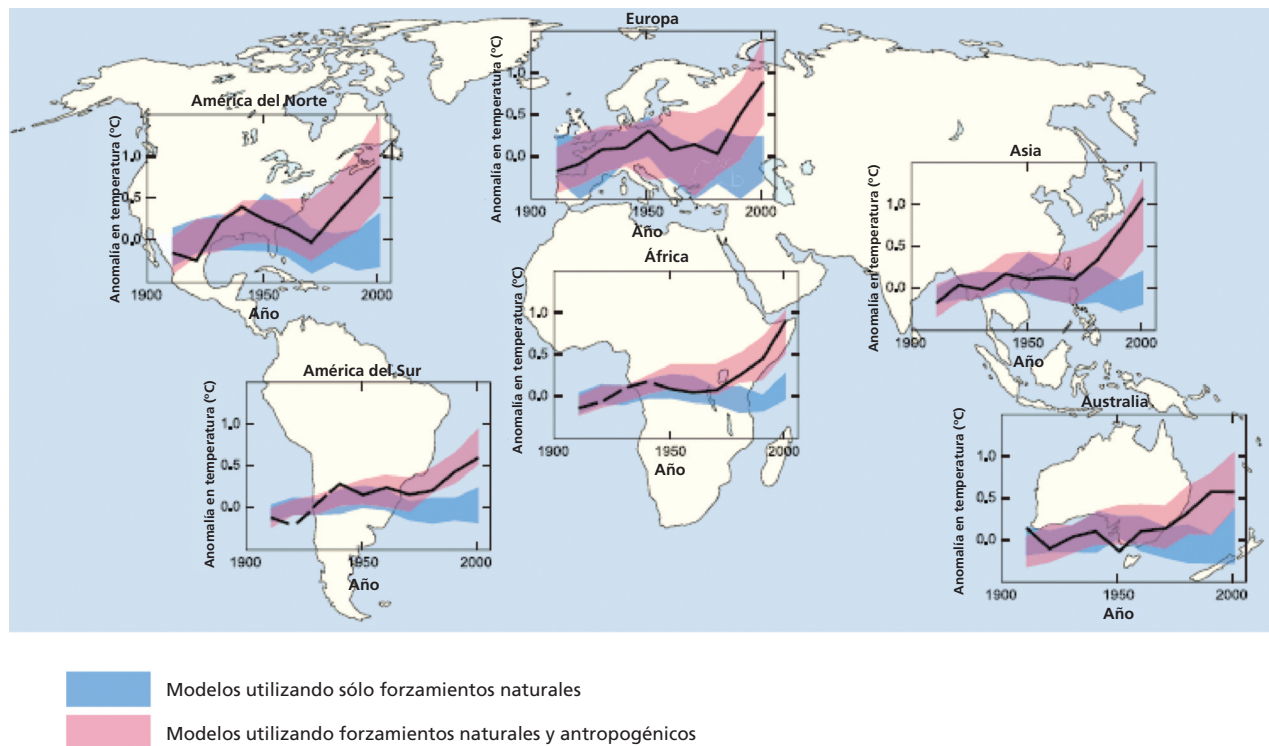
Para el futuro, el IPCC predice que la emisión global de GEI se incrementará en hasta un 90% entre el 2000 y el 2030 si no se aplican políticas adicionales de mitigación del cambio climático. Como resultado, de no haber cambios en las políticas actuales, las temperaturas globales podrían aumentar en hasta 1.7° C en el 2050 y en hasta 4.0° C en el 2100. Sin embargo, las emisiones observadas en los últimos años han excedido los pronósticos más pesimistas del IPCC (Figura 1). Tomando esto en cuenta, Stern (2008) predice que las reservas de GEI en la atmósfera de la Tierra podrían aumentar del nivel actual de 430 a 750 partes por millón (ppm) en el 2100<sup>8</sup>. Esto implicaría que con una probabilidad de 82%, el calentamiento global en relación a tiempos preindustriales podría exceder 4°C y con una probabilidad de 47% se elevaría por encima de los 5°C.

### 2. Impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe

El “inequívoco” calentamiento del sistema climático informado por el IPCC ya está afectando el clima de América Latina. Las temperaturas en la región se han incrementado en 1°C durante el siglo XX, mientras que los niveles de elevación del nivel del mar han

MAPA 1

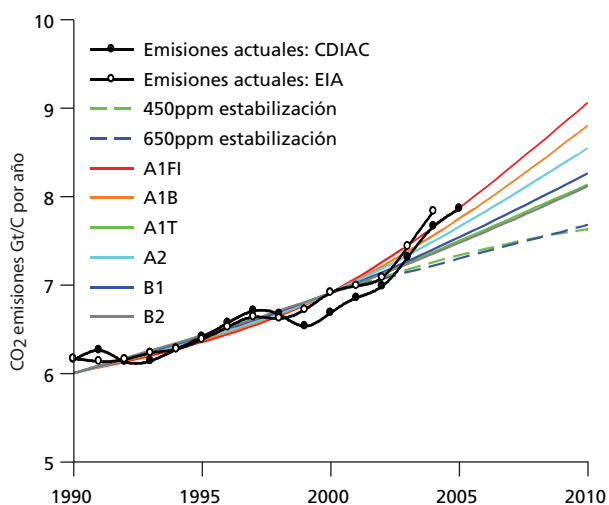
**Temperaturas observadas y temperaturas previstas según diferentes modelos, 1900-2000**



Fuente: Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos, Cuarto Informe de Evaluación (2007).

FIGURA 1

**Emisiones globales de CO<sub>2</sub> observadas comparadas con trayectorias de estabilización y emisiones proyectadas**



Fuente: Raupach, et al. 2007. Trayectorias de emisiones correspondientes a los principales escenarios estudiado por el Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones del IPCC (2001). Detalle de cada escenario en las notas<sup>9</sup>.

alcanzado 2 a 3 mm/año desde la década de los ochenta. Se han observado también cambios en los patrones de precipitaciones, con algunas áreas recibiendo más lluvias —sur de Brasil, Paraguay, Uruguay, nordeste de Argentina y noroeste de Perú— y otras con un menor nivel, como el sur de Chile, el suroeste de Argentina y el sur de Perú. Finalmente, los fenómenos climáticos extremos se han vuelto más comunes en varias partes de la región, incluyendo más períodos de lluvias intensas y más días de sequía consecutivos<sup>10</sup>.

**Los ecosistemas ya están sufriendo los efectos negativos del cambio climático en América Latina y el Caribe (ALC)**

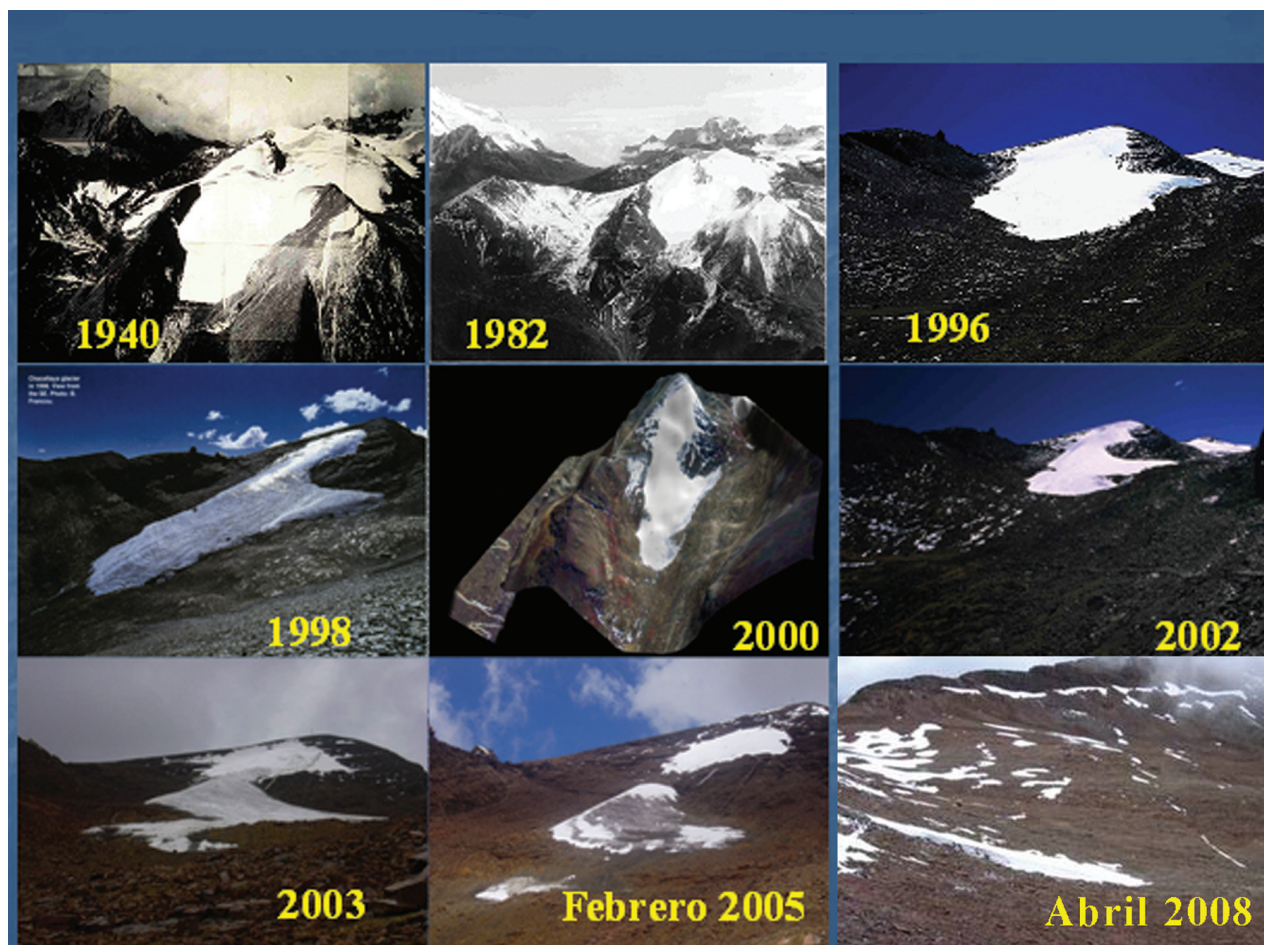
Aparte de algunos posibles efectos positivos en el rendimiento de los cultivos en el Cono Sur, el impacto hasta ahora ha sido profundamente negativo, afectando algunas de las características y ecosistemas más singulares de la región. Basándonos en su irreversibili-

dad, su importancia para los ecosistemas y su costo económico, se destacan cuatro “Puntos Focales” para los cuales los impactos del cambio climático en los ecosistemas merecen especial atención. Éstos son: a) el calentamiento y eventual deterioro de los ecosistemas montañosos de los Andes; b) la decoloración de los arrecifes de coral y el probable colapso del medio ecológico en la cuenca del Caribe; c) el daño a vastas extensiones de pantanos y sistemas costeros asociados en el Golfo de México; y d) el riesgo de muerte regresiva de los bosques de la cuenca del Amazonas. En esta sección del informe presentamos confirmación factual de los primeros tres de estos procesos, que ya están ocurriendo, y del creciente daño provocado por las tormentas tropicales, otro fenómeno observable. La sec-

ción siguiente trata de lo que el futuro nos ha de deparar en cuanto a tendencias climáticas, y sus posibles impactos, incluyendo el riesgo de deterioro forestal en el Amazonas, así como también otros impactos en sistemas naturales y humanos.

*La retracción de los glaciares de los Andes, que produce daños a otros ecosistemas asociados, tiene ya varios años, y su causa principal son los niveles más altos de calentamiento observables en mayores altitudes (Figura 2)<sup>11</sup>. Un análisis de las tendencias de las temperaturas (Ruiz-Carrascal et al, 2008) indica un posible aumento del orden de 0.6°C por década, afectando al sector más húmedo del norte de los Andes. Muchos de los glaciares más pequeños (con áreas menores a un kilómetro cuadrado) han disminuido en área de superficie. Por*

FIGURA 2

**Retiro del Glaciar Chacaltaya en Bolivia**

Fuente: Fotografías de B. Francou y E. Ramírez y fotografías de archivo.



ejemplo, el Glaciar Chacaltaya de Bolivia ha perdido la mayor parte (el 82%) de su superficie desde 1982 (Francou et al., 2003). Los ecosistemas en zonas de alta montaña, incluyendo ecosistemas únicos como los asociados a áreas pantanosas en altitudes elevadas (“páramos”), son de los entornos más sensibles al cambio climático. Estos ecosistemas brindan numerosos y valiosos bienes y servicios ambientales. En los últimos años ya se han observado reducciones drásticas en la flora y fauna montañosa.

Otro serio impacto ambiental ya observable es el descoloramiento de los arrecifes de coral en el Caribe, que constituyen el hogar de más del 25% de todas las especies marinas, convirtiéndolos en los ecosistemas marinos biológicamente más diversos y equivalentes a los ecosistemas de la selva tropical en tierra. En el caso del Caribe, los arrecifes de coral acogen a criaderos de peces de aproximadamente el 65% de todas las especies en la región, por lo que su supervivencia es fundamental para la ecología del océano. En efecto, sometidos al calor, los corales expulsan a las algas microscópicas que viven simbióticamente en sus tejidos. Si esto se produce una sola vez, no es necesariamente fatal, pero repetidos episodios pueden matar el arrecife. El constante aumento de las temperaturas de la superficie del mar ha causado varios episodios recientes de descoloramiento (1993, 1998, 2005), el último de los cuales generó un extenso descoloramiento en toda la región.

*El daño provocado a los pantanos en la costa del Golfo de México* constituye otra seria preocupación. Los modelos de circulación global han identificado al Golfo de México como la zona costera más vulnerable en la región a los impactos del cambio climático. El tercer comunicado nacional de México (CN) a la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, CMNUCC<sup>12</sup>, ha documentado daños continuos que afectan su integridad. Los pantanos en esta región están actualmente sufriendo los impactos antropogénicos derivados del cambio en la utilización de las tierras, deforestación de los manglares, polución y desviación de las aguas. Esto hace que el ecosistema sea aún más vulnerable a los impactos del cambio climático, incluyendo la reducción de lluvias de hasta un 40% pronosticada para el 2100 (P. C. D. Milly et. al.,

2005). La superficie total de los manglares está desapareciendo al ritmo de 1% a 2,5% por año. Los pantanos tienen flora endémica que brinda muchos servicios ambientales, incluyendo la regulación de regímenes hidrológicos, protección de los asentamientos humanos contra inundaciones y tormentas, sustento para muchas comunidades asentadas en toda la costa y hábitats para las aves acuáticas, para la flora y para la fauna. En particular, estos pantanos poseen el ecosistema más productivo de ese país y uno de los más ricos del mundo<sup>13</sup>. Cerca del 45% de la producción de camarones de México, por ejemplo, se origina en los pantanos del Golfo, así como también el 90% de las ostras del país y no menos del 40% del volumen de pesca comercial. Mientras que otras áreas costeras en la región de ALC también estarán propensas a impactos similares, el valor biológico y económico de los pantanos del Golfo de México justifica su identificación como un punto focal particularmente importante.

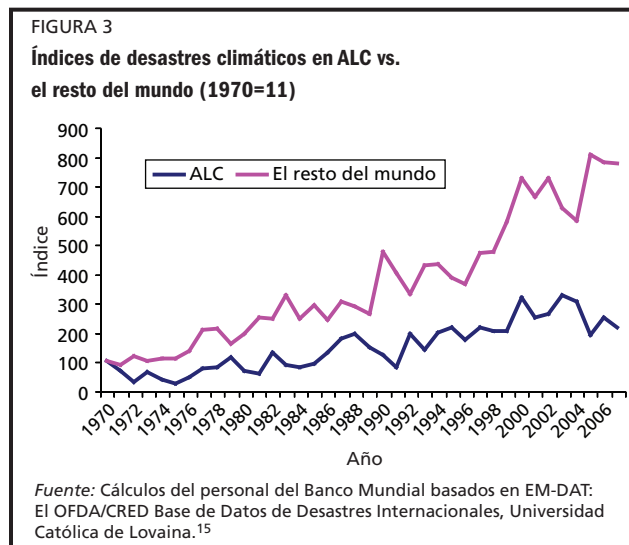
Los datos también parecen indicar una tendencia hacia más frecuentes y/o más fuertes tormentas y desastres naturales climáticos en la región. Cálculos del costo macroeconómico de los desastres naturales climáticos sugieren que en promedio, cada uno de ellos, causa una reducción del 0,6% del PBI real per cápita. Desde la década de los noventa, tales acontecimientos han tenido lugar en promedio una vez cada tres años, comparado con una vez cada cuatro años en el período a partir de 1950. El impacto promedio en los países afectados sería una reducción del 2% del PBI per cápita por década (Raddatz, 2008)<sup>14</sup>.

Los habitantes de América Latina conocen bien el costo de estos acontecimientos meteorológicos extremos. En 1999, por ejemplo, 45.000 personas murieron en inundaciones y deslizamientos de barro en Venezuela, mientras que en 1998 el huracán *Mitch* mató a entre 11.000 y 19.000 personas en toda América Central y México. Un informe calculó el daño económico en Honduras de USD 3,8 mil millones, dos tercios del PBI. Recientemente, en el 2005, el huracán *Wilma*, registrado como el huracán más fuerte del Atlántico, dañó el 98% de las infraestructuras en la costa sur de la Península de Yucatán en México, donde se encuentra Cancún, y causó pérdidas aproximadas de USD 1,5 mil millones en la industria del turismo.

Estudios recientes sobre la actividad de los huracanes a lo largo del tiempo (Hoyos et al. 2006; Webster y Curry 2006) apuntan a una intensificación tendencial. De particular importancia es el reciente aumento de los huracanes que han afectado a Mesoamérica desde 1995, luego de una prolongada y calmada etapa de casi 40 años. En el 2004, por primera vez en la historia, se formó un huracán en el Atlántico Sur y golpeó Brasil. Y el año 2004 vio el número de huracanes en el Atlántico norte llegar a 14, una cifra histórica. Cuatro de los diez años más activos en cuanto a huracanes han ocurrido en los diez últimos años. En 2008, Cuba, Haití y otras islas fueron devastadas por este tipo de desastre natural. Esto plantea la pregunta de si ya estaremos viendo el impacto del cambio climático y de si en el futuro éste aumentará aún más los daños causados por desastres naturales en la región. De hecho, siguiendo al huracán *Katrina*, en Estados Unidos, las compañías de modelación de riesgo estimaron como probable que hechos similares pasen de registrarse una vez cada 40 años a una vez cada 20 años, como resultado del calentamiento de las temperaturas de la superficie del agua en la cuenca del Atlántico Norte. Considerando conjuntamente todos los tipos de desastres climáticos, parecería haber durante las últimas décadas una tendencia a su aumento en número, aunque no tan marcada en ALC como en el resto del mundo (Figura 3).

**A medida que el cambio climático se vaya intensificando, más serias serán las consecuencias en el futuro**

El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC predice que bajo un escenario de “status-quo”, el aumento de temperaturas en ALC con respecto al período de referencia de 1961–1990 puede oscilar entre 0,4° C y 1,8° C para el 2020 y entre 1° C y 4° C para el 2050 (Magrin et al., 2007). En la mayor parte de la región, la media anual de calentamiento probablemente sea más alta que la media global, con la excepción del sur de América Latina (Christensen et al. 2007). Estas proyecciones, derivadas de modelos de circulación global, también pronostican cambios en los patrones de precipitación en toda la región, aunque en muchas subregiones hay un menor acuerdo acerca de la dirección y magnitud de los cambios de las lluvias que en los cam-



bios de la temperatura. En América Central, por ejemplo, mientras que la mayoría de los modelos predicen menores precipitaciones medias en todas las temporadas, existe la posibilidad de que esto sea compensado con el aumento de lluvias durante los huracanes, lo cual no está bien reflejado en la mayoría de los modelos de circulación global<sup>16</sup>.

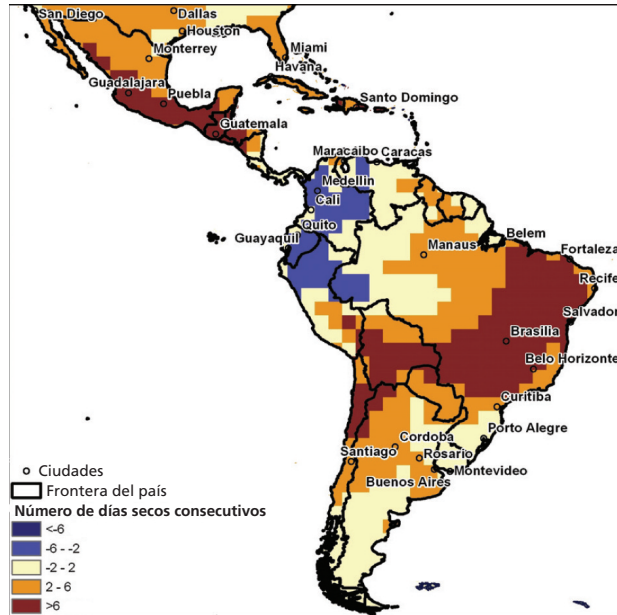
A pesar de la alta incertidumbre con respecto a futuros patrones de precipitación, en algunas zonas existen fuertes indicadores de que el cambio climático podría magnificar extremos ya observados en toda la región. Por lo tanto, como aparece ilustrado en los primeros cuatro cuadros del mapa 2, parecería que muchas zonas con una continua exposición a riesgos de sequías e inundaciones tendrán en el futuro que lidiar respectivamente con condiciones de más sequía y precipitaciones más intensas.

En particular, éste sería el caso de todas las zonas de Chile, México, Guatemala y El Salvador que cuentan con mayores riesgos de sequías y donde las predicciones de por lo menos 7 de 8 de los modelos de clima global indican que para el 2030 el número de días consecutivos de sequía aumentará y las olas de calor se mantendrán por más tiempo. De manera similar, se espera que entre un 47% y 100% de las zonas de mayor riesgo de inundaciones en Argentina, Perú y Uruguay tengan una exposición aún mayor a precipitaciones intensas. Es verdad que todavía existen considerables diferencias en las proyecciones regionales

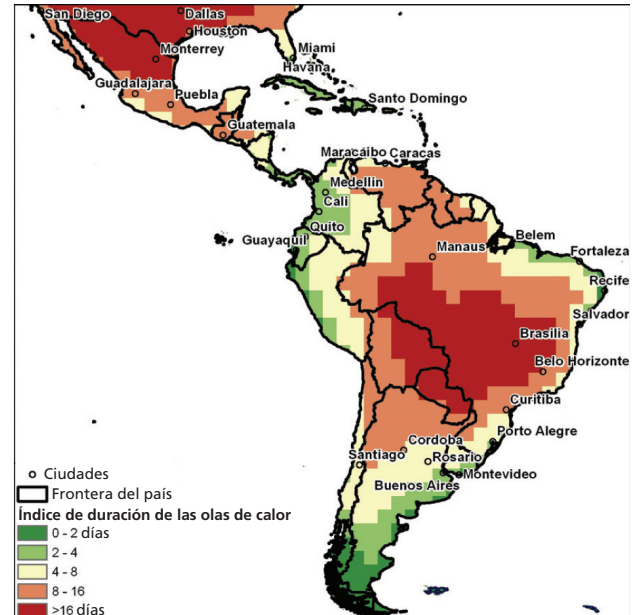
MAPA 2

Riesgos climáticos esperados en América Latina y el Caribe y medidas de concordancia entre diferentes modelos climáticos, 2030

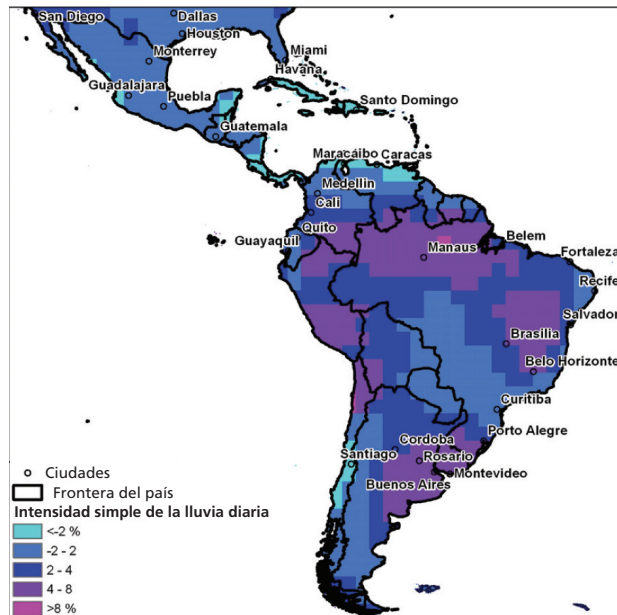
Más días secos



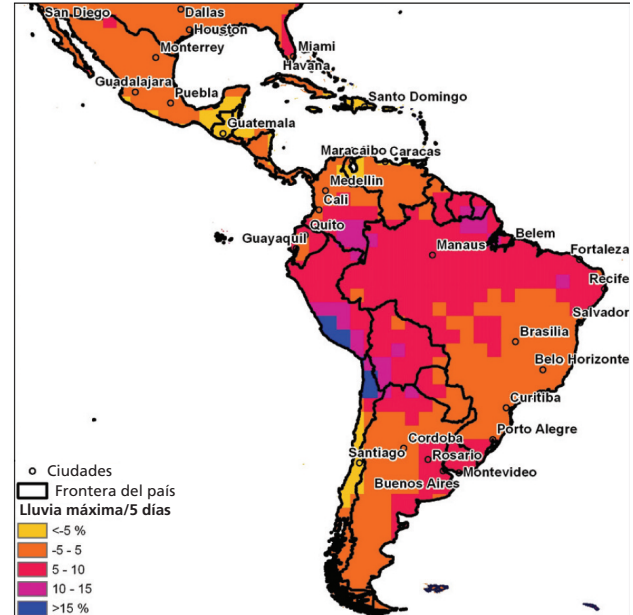
Olas de calor más largas



Lluvias más intensas



Mayor precipitación máxima

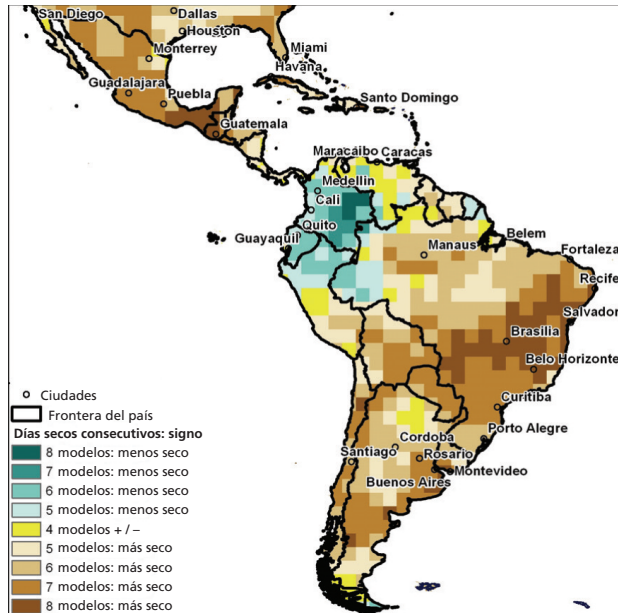


(El mapa continúa en la siguiente página)

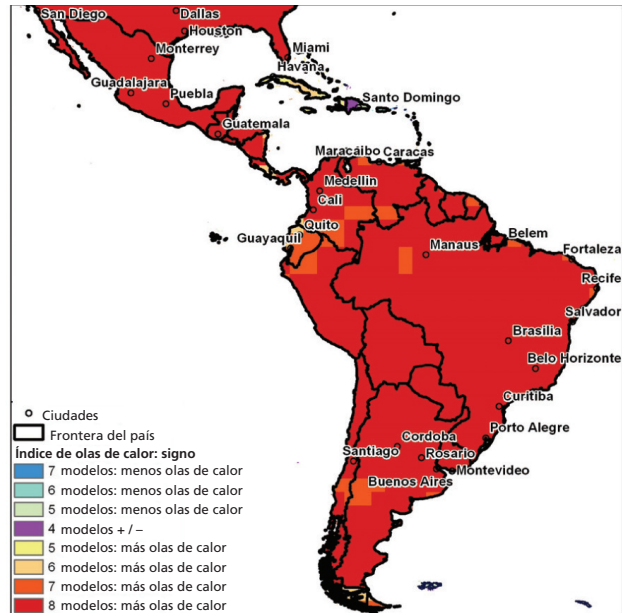
MAPA 2

(continuación)

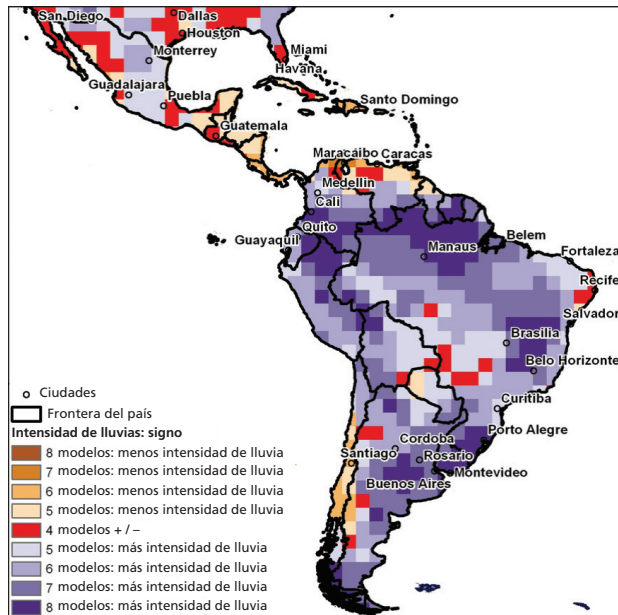
Días secos: concordancia



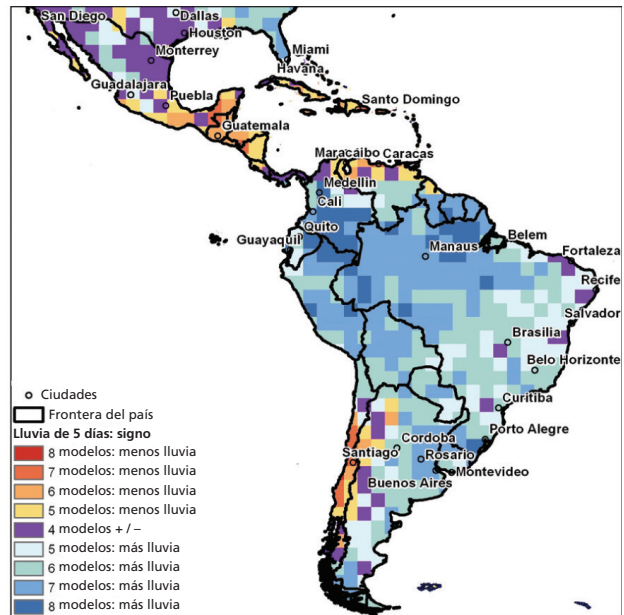
Olas de calor: concordancia



Intensidad de lluvias: concordancia



Precipitación máxima: concordancia



Fuente: Estimaciones del personal del Banco Mundial utilizando ocho modelos de circulación global. Los últimos 4 mapas indican concordancia (acuerdos) entre pronósticos de diferentes modelos. El patrón de concordancia se mide por el número de modelos cuyas predicciones sobre los cambios en las temperaturas o precipitaciones son del mismo signo.

específicas derivadas de varios modelos climáticos globales. Sin embargo, como aparece ilustrado en los cuatro cuadros inferiores del mapa 2, en la mayor parte de los ejemplos mencionados anteriormente, la mayoría de los modelos climáticos disponibles coinciden al menos en el signo de sus predicciones.

El cambio climático también conducirá a un aumento del nivel del mar que afectará todas las zonas costeras. El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007) pronostica que el nivel del mar aumentará en el siglo actual de 18 a 59 cm por la expansión termal debido al calentamiento del aire, derretimiento de los glaciares (especialmente en Groenlandia y la Antártida) y por los cambios en la capacidad de almacenamiento territorial. Sin embargo, aún hay una considerable incertidumbre científica sobre el estado de la capa de hielo de Groenlandia, que contiene suficiente agua como para aumentar el nivel del mar en siete metros, y la Antártida, que puede aumentar el nivel del mar en 61 metros si se derrite totalmente. Pequeños cambios en el volumen de estas capas de hielo pueden provocar un impacto significativo. Por lo tanto, si bien el aumento a gran escala del nivel del mar no es algo altamente probable en períodos menores a siglos, existen aún muchas dudas y evidencias recientes apuntan a un aumento más rápido que el pronosticado por El Tercer Informe de Evaluación del IPCC (Dasgupta, et. al., 2007).

***El daño a los ecosistemas será incluso más serio en el futuro...***

En el futuro, el impacto de estos cambios en los ecosistemas y en la sociedad humana puede llegar a ser realmente profundo. Tal vez el impacto más desastroso, si llegara a ocurrir, sería la *muerte regresiva de la selva amazónica, con grandes áreas convertidas en sabanas*. La mayoría de los Modelos Dinámicos Globales de Vegetación (DGVM por sus siglas en inglés) basados en escenarios de emisiones del IPCC muestran un significativo riesgo de deterioro forestal inducido por el clima para fines del siglo XXI, en áreas tropicales, boreales y montañosas, y algunos Modelos Generales de Circulación predicen una drástica reducción de lluvias en el oeste del Amazonas<sup>17</sup>. Si bien aún no existe un consenso dentro de la comunidad científica con respecto a la probabilidad y alcance de un posible deterioro fores-

tal en el Amazonas, el Resumen Técnico del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC indica una potencial pérdida de entre un 20% y un 80% del Amazonas como resultado de impactos climáticos inducidos por un aumento de temperatura en la cuenca del Amazonas de 2,0 a 3,0°C. La credibilidad de tales escenarios se intensificó en el 2005, cuando grandes zonas del suroeste del Amazonas experimentaron una de las más intensas sequías de los últimos cien años. La sequía afectó gravemente a la población y al cauce del Río Amazonas y sus afluentes al oeste y suroeste.

La selva amazónica juega un papel fundamental en el sistema climático. Ayuda a impulsar la circulación atmosférica en los trópicos absorbiendo energía y reciclando cerca de la mitad de las lluvias que caen en ella. Además, se calcula que la región contiene casi un 10% de la reserva mundial de carbón almacenada en los ecosistemas terrestres (Melillo et al., 1993)<sup>18</sup>. La humedad que el ecosistema del Amazonas inyecta a la atmósfera también juega un rol crítico en los patrones de precipitaciones de la región. Cualquier trastorno en los volúmenes de humedad que vienen desde la cuenca amazónica puede desencadenar un proceso de desertización en vastas áreas de América Latina e incluso de América del Norte (Avisar and Werth, 2005). El IPCC también indica una alta probabilidad de grandes extinciones de biodiversidad como consecuencia de la deforestación del Amazonas.

Además de la gran pérdida de biodiversidad, producto de cambios catastróficos como la muerte regresiva del Amazonas, los cambios climáticos *amenazarán la rica biodiversidad en la región de ALC de manera más general*. De los diez países con mayor biodiversidad mundial, cinco están en ALC —Brasil, Colombia, Ecuador, México y Perú— y esta lista también comprende cinco de los 15 países cuya fauna se encuentra en mayor peligro de extinción<sup>19</sup>. La zona con mayor biodiversidad del mundo es la del este de los Andes. Alrededor del 27% de los mamíferos del mundo viven en ALC, así como también el 34% de las plantas, 37% de los reptiles, el 47% de las aves y el 47% de los anfibios. El 40% de la vegetación del Caribe es única de esta zona. Es muy posible que el cambio climático afecte drásticamente la supervivencia de las especies a través de sus efectos en los tiempos de reproducción y la distribución espacial de las mismas<sup>20</sup>. Las regiones

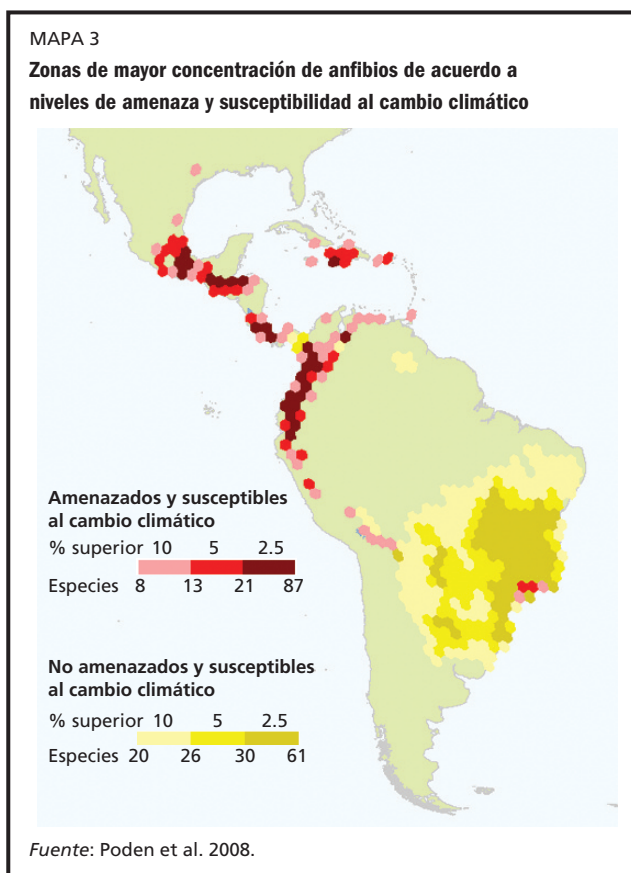
áridas de Argentina, Brasil, Bolivia y Chile, junto con las de México y el centro de Brasil, probablemente experimenten graves pérdidas de especies para el 2050 utilizando pronósticos climáticos promedio (Thomas y otros, 2004). México, por ejemplo, podría perder 8–26% de sus mamíferos, 5–8% de sus aves y 7–19% de sus mariposas. Las especies que habitan en bosques nublados pasarán a ser más vulnerables ya que el calentamiento lleva a que la base de la nube aumente en altitud. En el bosque nublado de Monteverde en Costa Rica, este tipo de cambio ya se está notando, ya que la reducción en la cantidad de días nublados está asociada a la disminución de la población de anfibios y probablemente también de aves y reptiles (Pounds, et. al., 1999). Los anfibios son especialmente susceptibles a los cambios climáticos. Especies que están amenazadas (según la lista roja de la UICN) y que son susceptibles a los cambios climáticos habitan en zonas de Mesoamérica, en el noroeste de América del Sur, en varias islas del Caribe y en el sureste de Brasil (Mapa 3). Dentro de las aves, las familias que son altamente susceptibles y son endémicas a América Latina son las Turdidae (tor-

dos, de los cuales el 60% están clasificados como altamente susceptibles), Thamnophilidae (hormigueros, 69% altamente susceptibles), Scolopacidae (andarríos y afines, 70% altamente susceptibles), Formicariidae (formicarios y pitas, 78% altamente susceptibles) y Pipridae (saltarines, 81% altamente susceptibles)<sup>21</sup>.

### **...y los daños socioeconómicos también serán mayores**

Es muy probable que los cambios climáticos causen graves impactos negativos en los sistemas socioeconómicos. Algunos de estos impactos socioeconómicos serán producto de los efectos directos del clima en las actividades humanas, mientras que otros serán intermediados por el impacto que tengan en los ecosistemas que proveen servicios económicos significativos. Entre los sectores económicos, el que probablemente sufrirá un impacto mayor y más directo, producto del cambio gradual de la temperatura y las precipitaciones, será la agricultura. También serán importantes, al menos desde una perspectiva local, los impactos económicos y sociales asociados con el aumento en la frecuencia y/o intensidad de los huracanes y tormentas tropicales, la desaparición de los glaciares tropicales en los Andes, el aumento de la tasa de elevación del nivel del mar, el descoloramiento y eventual deterioro de los arrecifes de coral en el Caribe, la posible escasez de agua debido a los cambios en los patrones de las precipitaciones, y el esperado aumento de las tasas de mortalidad y morbilidad derivados de los impactos del cambio climático en la incidencia de diversas enfermedades.

*La productividad agrícola puede sufrir una precipitosa caída en muchas regiones.* Uno de los principales enfoques para calcular los impactos a largo plazo de los cambios climáticos en la agricultura se basa en datos individuales de grandes muestras representativas de agricultores. Basándose en información sobre las condiciones climáticas que enfrenta cada agricultor, así como en las características de las fincas, uno puede examinar cómo el clima influye en las decisiones agrícolas y en el rendimiento económico de la agricultura. Una vez que la relación entre la producción agrícola y el clima es cuantificada, los pronósticos de los cambios climáticos futuros (en las temperaturas y las precipitaciones) pueden utilizarse para predecir cómo van a responder los agricultores.



Se pueden examinar con estos datos las decisiones de los agricultores de poseer ganado, elegir los tipos de cultivos, elegir especies de ganado, determinar el tamaño de las manadas e instalar irrigación. La hipótesis que se mantiene es que estas decisiones son susceptibles al clima. El modelo también estudia cómo el valor de la tierra —como medida global de rentabilidad— varía según el clima. Las aplicaciones del denominado “Enfoque Ricardiano” a los datos de México y otros siete países de América del Sur revelan que efectivamente el valor de las tierras es susceptible al clima y tiende a caer con temperaturas más altas y con mayores precipitaciones, por lo menos en los rangos de estas variables que son relevantes para América Latina.

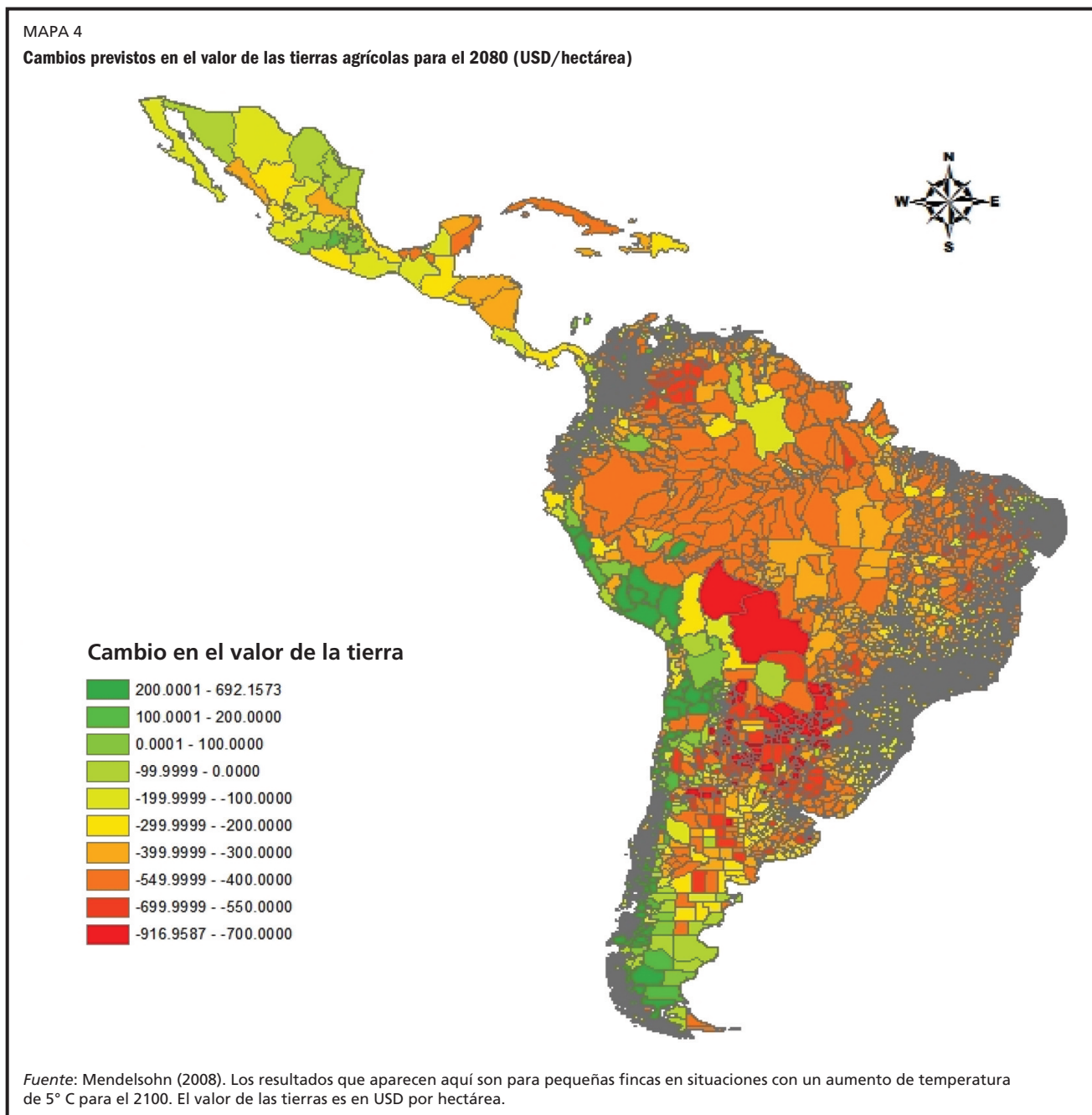
Estos estudios también encuentran que —a pesar de lo que se esperaba— en términos de porcentajes, las granjas pequeñas no se ven más gravemente afectadas que las grandes, quizá porque las granjas más grandes tienden a ser más especializadas en cultivos templados (intolerantes al calor) y ganadería, y por lo tanto son menos adaptables<sup>22</sup>. Claro que como consecuencia del declive de los porcentajes de producción, los pequeños agricultores que viven cerca del límite de subsistencia sufrirán mayores penurias que los grandes productores agropecuarios.

En el caso de las fincas de América del Sur estudiadas en este informe, el promedio de las pérdidas de ingreso simuladas, producto del cambio climático en el 2100 se calcula que variarán desde un 12% en una situación de cambio climático leve a un 50% en situaciones más graves, incluso después de que los agricultores lleven a cabo acciones de adaptación para minimizar los daños<sup>23</sup>. (Por supuesto, este tipo de estudios no toman en cuenta posibles respuestas de adaptación llevadas a cabo utilizando futuros desarrollos tecnológicos). Otro estudio que utilizó técnicas similares en México pronosticó que este país sufriría fuertes impactos, con una pérdida de virtualmente toda la productividad de un 30–85% de las fincas, dependiendo de la gravedad del calentamiento<sup>24</sup>. Sin embargo, vale la pena observar que los impactos varían sustancialmente entre los países estudiados e incluso de una región a otra de cada país. (El mapa 4 muestra los resultados de las fincas más pequeñas, las cuales tienen patrones de impactos similares a las fincas de

mayor tamaño). Incluso en un país como México que se verá gravemente afectado, se pronostica que algunas regiones serán beneficiadas. Para todo el continente de América Latina los pronósticos generalmente apuntan a que las pérdidas serán mayores en las zonas cercanas al ecuador, mostrando posibles ganancias en algunas zonas del Pacífico y del sur del continente.

¿Qué significa esto en términos de impacto agregado en el PBI? Para ALC, considerada como un todo, el sector agrícola es una pequeña parte de la economía y siguiendo el patrón de experiencia histórica de casi todos los países, se espera que su parte disminuya a medida que las economías se vayan desarrollando. Los grandes impactos en la agricultura se traducen en pérdidas que no son tan grandes en relación a la economía como un todo. En el pasado se ha calculado que en América Latina las pérdidas agrícolas para el año 2100 irán de USD 35,1 mil millones por año (de un total de USD 49,0 mil millones de pérdidas totales en todos los sectores, representando el 0,23% del PBI)<sup>25</sup>, a USD 120 mil millones por año (de un total de USD 122 mil millones en pérdidas totales, 0,56% del PBI)<sup>26</sup> para 2100. Un estudio reciente basado en un modelo mundial de equilibrio general con niveles de emisiones internamente determinados, proyecta que para el año 2050 las pérdidas totales en América Latina serán de alrededor de USD 91 mil millones (aproximadamente un 1% del PBI) si el calentamiento alcanza 1,79° C en relación a 1900<sup>27</sup>. Debido a que esto constituye una reducción permanente en el nivel de ingresos, en términos de valores actuales equivaldría a un impacto único de alrededor de 18,2% del PBI, utilizando una tasa de descuento del 5,5%<sup>28</sup>. Ninguno de estos cálculos incluye los daños a sectores no-económicos, por ejemplo a ecosistemas, no toman en cuenta la posibilidad de un aumento en la frecuencia o potencia de los desastres naturales, ni toman en cuenta la posibilidad de cambios climáticos catastróficos derivados de eventos tales como el colapso de grandes capas de hielo o el derretimiento de *permafrost*.

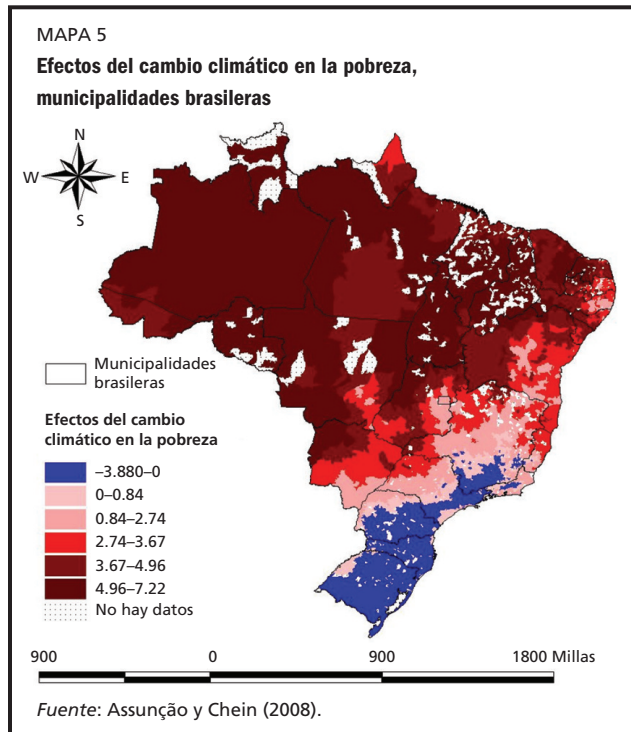
¿Cuál sería el impacto de los cambios previstos de la producción agrícola en la pobreza rural? Contestar a esta pregunta requiere modelos que incorporen las respuestas de los hogares. En especial, la evidencia sugiere que habría grandes diferencias en el impacto,



dependiendo del grado de movilidad económica de los hogares. En el caso de Brasil, por ejemplo, una simulación basada en datos municipales sugiere que para la mitad del siglo habría una disminución promedio de un 18% en la productividad agrícola, que a su vez podría aumentar la pobreza rural entre unos 2 y 3,2 puntos, dependiendo de si los hogares son capaces o no de emigrar como respuesta a los impactos climáticos.

En cualquiera de los dos casos, el efecto de los cambios climáticos es altamente específico a cada región, y depende de los cambios regionales en el clima mismo, así como de la variación en las respuestas de la productividad —las cuales varían entre aumentos del 15% a disminuciones del 40% en distintas partes de Brasil— y de las oportunidades económicas externas a las fincas (mapa 5).





También es muy probable que aumenten los daños provocados por huracanes y tormentas tropicales. Si bien no hay un consenso científico de que los huracanes serán más comunes en el futuro, sí hay un mayor consenso de que seguramente aumentará su intensidad a consecuencia del calentamiento global. Desde 1970 los datos sobre la intensidad global de las tormentas tropicales indican un aumento promedio de intensidad del 6% para cada aumento de 1,8°C de la temperatura de la superficie del mar (Curry et. al., 2008). Basada en esta clase de datos, la actividad de las tormentas puede pronosticarse utilizando proyecciones sobre el probable calentamiento en el futuro. Tales pronósticos pueden tener en cuenta la influencia del comportamiento cíclico y de la variabilidad natural de los huracanes, así como el efecto del calentamiento global en la frecuencia, intensidad y rastros de tormentas tropicales.

Cuando este enfoque se utiliza para modelar posibles tormentas tropicales en la Costa del Golfo de México, América Central y la región del Caribe<sup>29</sup>, las proyecciones indican en promedio un mayor aumento de daños durante los próximos 20 años, impulsados no sólo por la mayor intensidad de las tormentas, y en menor grado por su frecuencia (bajo dos de cuatro

situaciones modeladas), sino que también por el aumento del valor de los bienes en riesgo como consecuencia del desarrollo económico. Los cálculos sugieren, en particular, que las pérdidas provocadas por huracanes en la Costa del Golfo de México se podrían multiplicar por diez durante los años 2020 a 2025, en comparación con el período típico de cinco años entre 1979 y 2006 (Cuadro 1).

En América Central y el Caribe las pérdidas se multiplicarían por tres y cuatro respectivamente durante el mismo período. En términos relativos, los países del Caribe seguirían siendo los más afectados, con pérdidas de más del 50% del PBI para 2020–2050, comparado con aproximadamente 10% del PBI para México y 6% para América Central. Otro estudio reciente sobre los daños económicos anuales previstos para alrededor del 2080 en 20 países de la CARICOM como consecuencia de huracanes y otros desastres naturales, calcula que estas pérdidas serían de USD 4,9 millones según la cotización del dólar del 2007, o aproximadamente 5% del PBI por año (Toba 2008a; anexo a este documento se encuentra el cuadro completo de daños de todas las fuentes).

La desaparición prevista de los glaciares tropicales en los Andes tendrá consecuencias económicas en la disponibilidad de agua y energía hidráulica. Los trabajos y las proyecciones derivados de los modelos existentes indican que muchos de los glaciares de menor altitud en la cordillera desaparecerán completamente durante los próximos diez a veinte años (Bradley et al. 2006; Ramírez et

**CUADRO 1**  
**Pérdidas acumulativas de ciclones tropicales, históricas y proyectadas (millones de USD de 2007)**

	Pérdidas históricas cada 5 años (1979–2006)	Promedio de pérdidas (2020–2025)
País/Región		
México	8,762	91,298
América Central	2,321	6,303
Antillas Mayores	6,670	28,037
Antillas Menores	925	2,223
Total	18,678	127,861

Fuente: Cálculos de los Autores con datos extraídos de Curry et al., 2008. Los números mostrados son un promedio de los cuatro escenarios considerados.

al. 2001). El Glaciar Chacaltaya (Figura 2), por ejemplo, puede derretirse por completo para el 2013 (Franco et al. 2003).

Los países andinos son sumamente dependientes de la energía hidroeléctrica (más del 50% del suministro de electricidad en Ecuador, 70% en Bolivia y 68% en Perú). Algunas de las plantas de energía hidroeléctrica dependen parcialmente del flujo de agua proveniente de los glaciares, particularmente durante las temporadas más secas. Mientras que los glaciares se están derretiendo, los flujos de agua son más altos, aumentando el riesgo de inundaciones. Pero éste es un fenómeno temporal. Aunque continuará durante décadas, eventualmente el volumen de agua derretida disminuirá. Esto crearía problemas de adaptación, ya que las poblaciones podrían haberse vuelto dependientes de los flujos más altos de agua. A largo plazo, si bien la desaparición de los glaciares podría llegar a no afectar el suministro total de agua (en comparación con la situación previa a que los glaciares comenzaran a derretirse), es probable que cambien los patrones de los flujos por temporadas. Cualquier disminución en la regulación de los flujos de agua durante temporadas secas, causada tanto por el aumento de la variabilidad de las precipitaciones como por la disminución de almacenamiento de agua natural (glaciares, páramos, lagos de montaña) requeriría nuevas inversiones en sistemas de almacenaje de agua para mantener la capacidad de generación. El fenómeno del derretimiento de los glaciares también tendrá serias consecuencias en el suministro de agua en las ciudades andinas.

*El aumento de los niveles del mar perjudicará económicamente y de varias maneras las zonas costeras.* Con el aumento del nivel del mar, el sustento económico, las infraestructuras socioeconómicas y la biodiversidad de las zonas más bajas de México, Centro América y el Caribe se verán afectadas, debido al aumento de salinidad en las lagunas costeras, tal como la Laguna Madre en México. La introducción del elemento salino debido al alto nivel del mar, combinado con la ya mencionada disminución de las precipitaciones en la región del Golfo de México, causarán daños mayores en los pantanos de esta zona, reduciendo los muchos servicios ambientales que proveen. La agricultura también podría ser afectada por el aumento de los niveles del

mar, principalmente a través de la pérdida de cultivos perennes como bosques y árboles bananeros, causada por el lavado de las tierras de cultivo y por el aumento de salinidad en la tierra (UNFCCC 2006).

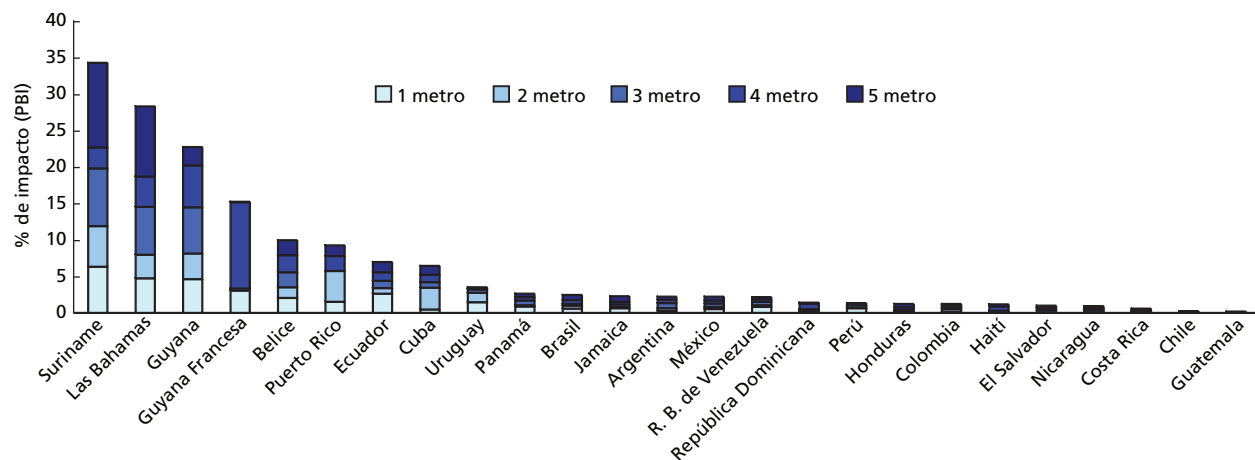
Es muy difícil valorar los servicios que brindan los ecosistemas. Estudios existentes sobre el daño por el aumento de los niveles del mar se han enfocado en efectos más directos en las actividades económicas, revelando que estos costos serían significativos en zonas vulnerables. El daño económico anual por los cambios climáticos en países de la CARICOM ha sido estimado en aproximadamente USD 11 millones para el 2080, o un 11% del PBI, con aproximadamente un 17% de pérdidas (alrededor de 1,9% del PBI por año) por los efectos específicos del aumento del nivel del mar como pérdida de tierras, infraestructuras turísticas, viviendas, edificios y otras infraestructuras<sup>30</sup>. En la región de ALC tomada como un todo, los cálculos de los daños económicos totales por el aumento del nivel del mar varían de 0,54% del PBI para un aumento de un metro a 2,38% para 5 metros (Dasgupta et. al. 2007), con una gran diferencia entre los países de la región en cuanto a la magnitud de las pérdidas (Figura 4). Estos cálculos son considerados conservadores, ya que sólo incluyen zonas de inundaciones; no incluyen daños por tormentas y utilizan patrones existentes de desarrollo y utilización de la tierra.

*El continuo calentamiento de las temperaturas de la superficie del mar causará un descoloramiento más frecuente y un eventual deterioro de los arrecifes de coral, con altos costos económicos para el Caribe.* Los impactos futuros del calentamiento en los arrecifes del Caribe han sido modelados recientemente, y las perspectivas son muy negativas. Con base en las tendencias actuales, tal como son descritas por el IPCC, el modelo predice la mortalidad de todos los corales de la zona entre el 2060 y el 2070. Otras situaciones, suponiendo un mayor calentamiento, sugieren que la mortalidad total puede llegar a suceder tan pronto como en el 2050. El modelo predice que existe una mayor probabilidad de que los corales en el norte del Caribe sufran los impactos antes que los que se encuentran en las zonas del sur.

Además de la pérdida de biodiversidad, esto tendría impactos socioeconómicos directos y significativos. Los corales proveen de protección natural contra las

FIGURA 4

## Proyección del impacto causado por el aumento del nivel del mar en el PBI de los países de ALC



Fuente: Dasgupta et al. 2007.

tormentas; a medida que se descoloran, se van desintegrando y por lo tanto desaparece la protección. Como mencionamos anteriormente, aproximadamente el 65% de todas las especies del Caribe dependen en cierta medida de los arrecifes de coral, por lo que su colapso podría causar un impacto generalizado en la industria pesquera y en la ecología de la zona. Los arrecifes también constituyen una atracción turística, pero al descolorarse y desintegrarse pierden su valor estético. Estas pérdidas económicas son inherentemente difíciles de monetizar, pero el cuadro 2 presenta una serie de cálculos de su valor en el caso de que el 50% de los arrecifes de coral desaparezcán. Los resultados sugieren que las pérdidas totales podrían variar de 6 a 8% del PBI de los países afectados más pequeños, incluyendo Belice, Honduras y las islas del Caribe<sup>31</sup>.

Mientras que los pronósticos de cambios de los patrones locales de precipitaciones de los modelos de clima global no son tan consistentes como aquellos de los cambios en la temperatura, los pronósticos sobre grandes cambios en algunas áreas son bastante consistentes. En regiones áridas y semiáridas de Argentina, nordeste de Brasil, norte de México y Chile, las futuras disminuciones en las precipitaciones podrían causar una grave escasez de agua. El número de personas en América Latina que vivía en cuencas hidrográficas con estrés hídrico se calculaba en alrededor de 22 millones

en 1995. Siguiendo los efectos de cambios climáticos, bajo los escenarios considerados por el IPCC (Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones, 2001), para el 2055 el número de personas viviendo en zonas de ALC con estrés hídrico aumentará entre 6 y 20 millones en tres de los cuatro escenarios (Arnell, 2004). Las consecuencias económicas de esta grave escasez de agua en la región aún no han sido analizadas, pero podrían llegar a ser muy grandes, particularmente si llegaran a causar cambios significativos en el potencial de generación hidroeléctrica de la región, ya sea en la capacidad total o en su localización.

CUADRO 2

**Valor potencial de pérdidas de servicios económicos de los arrecifes de coral aproximadamente entre 2040-2060 en millones de dólares del 2008 (suponiendo que desaparezca el 50% de los arrecifes del Caribe)**

	Cálculos bajos	Cálculos altos
Protección de la costa	438	1,376
Turismo	541	1,313
Industria Pesquera	195	319
Biodiversidad	14	19
Usos farmacéuticos	3,651	3,651
<b>Total</b>	<b>4,838</b>	<b>6,678</b>

Fuente: Vergara, Toba, et. al. (2009).

También es probable que el cambio climático tenga múltiples *impactos en la salud*, pero la relación es compleja. A nivel mundial, el impacto más significativo identificado por el IPCC es un aumento en la malnutrición, particularmente en países con bajos ingresos (Confalonieri, et. al., 2007), en segundo lugar la mortalidad y morbilidad por eventos extremos. Otros impactos identificados incluyen el aumento de enfermedades cardiorespiratorias a causa de la disminución de la calidad del aire (debido por ejemplo a una cantidad mayor de incendios forestales), cambios en los impactos en la salud relacionados con cambios de temperaturas (aumento del estrés por calor, pero con una disminución de enfermedades relacionadas con el frío, dependiendo de la región) y un aumento de las enfermedades transmitidas a través del agua si los sistemas de aguas residuales se ven sobrecargados por el efecto de lluvias intensas y provocan el volcado de aguas residuales en fuentes de agua potable.

De consideración especial serán los efectos causados por la malaria en ALC —especialmente en zonas rurales— y el dengue en zonas urbanas. Vectores y parásitos tienen rangos de temperaturas óptimas y debido a que los mosquitos necesitan de aguas estancadas para procrear, también se espera que los cambios en las precipitaciones tengan un efecto en el predominio de estas enfermedades. En zonas que actualmente son muy frías para la supervivencia de estos vectores, mayores temperaturas podrían permitir la expansión tanto del alcance como del período de transmisión estacional. En zonas donde actualmente las temperaturas se

encuentran en el umbral de tolerancia, el alcance podría contraerse. Los riesgos aumentarán en aquellas zonas donde hayan más precipitaciones. En Colombia hay evidencias de que la temperatura es una variable importante para la transmisión del dengue, mientras que el aumento de las precipitaciones es una variable significativa para la transmisión de la malaria. Se ha observado el aumento de los casos de malaria en Colombia, el cual va de 400 por cada 100.000 en la década de los setenta, a cerca de 800 por cada 100.000 en la década de los noventa. Basado en modelos estadísticos de la incidencia de malaria y dengue, y en los pronósticos sobre los cambios en lluvias y temperaturas (derivados de ocho modelos globales de circulación del cuarto informe de evaluación del IPCC), el número total de víctimas de dengue se calcula que aumentará alrededor del 21% para el 2050 y en un 64% para el 2100. De manera similar, se espera que la incidencia de malaria aumente en un 8% para el 2050 y un 23% para el 2100 (cuadro 3). Vale la pena observar que los costos económicos de pérdidas en la productividad y el costo que tendría el tratar a víctimas adicionales serían relativamente pequeños: USD 2,5 millones para el período 2055–2060 y USD 7,5 millones para el período 2105–2110<sup>32</sup>. Sin embargo, una advertencia importante en cuanto a la interpretación de estos resultados es que los casos adicionales fueron calculados únicamente en las municipalidades en que las enfermedades correspondientes estaban presentes en el período 2000–2005; el cálculo de los costos no considera la potencial expansión hacia nuevas municipalidades.

CUADRO 3

**Números adicionales de casos de malaria y dengue durante los próximos 50 y 100 años**

Enfermedades causadas por vectores	Número total de casos en el periodo 2000–2005	Números adicionales de casos para un periodo de 6 años. Situación en 50 años.	Números adicionales de casos para un periodo de 6 años. Situación en 100 años.
<i>Malaria p. falciparum</i>	184.350	19.098	56.901
<i>Malaria p. vivax</i>	274.513	16.247	48.207
Dengue	194.330	41.296	123.445
Total	653.193	76.641	228.553

Fuente: Blanco and Hernandez 2009.

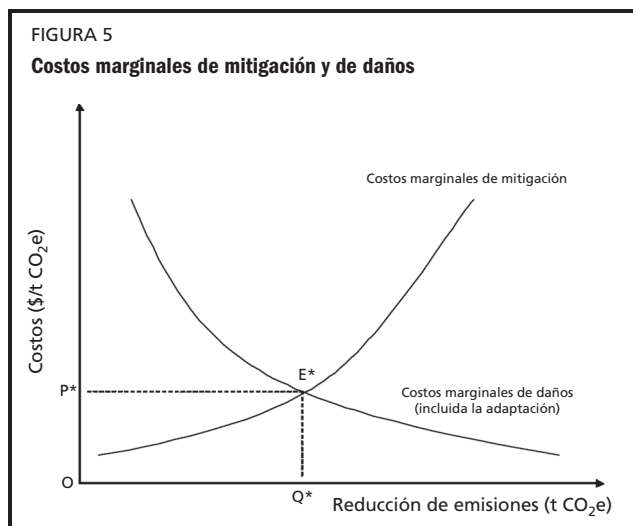
Por otra parte, las zonas que reciban menos lluvias podrán experimentar una disminución en el riesgo de malaria, como se pronostica para América Central y el Amazonas<sup>33</sup>. Sin embargo, resaltando las complejidades de pronosticar el impacto en la salud de posibles disminuciones de las lluvias, el patrón estacional de los brotes de cólera en la cuenca del Amazonas ha sido relacionado con el menor flujo del río en las épocas más secas<sup>34</sup>. Ningún cálculo general de los efectos en la salud ha sido realizado para la región de ALC en su totalidad, pero cálculos recientes del impacto en la salud en Bolivia y Panamá, por ejemplo, han concluido que hay altas probabilidades de un aumento en el riesgo de contraer enfermedades infecciosas en esos países.

### 3. La necesidad de una respuesta global coordinada, efectiva, eficiente y equitativa

La evidencia presentada hasta ahora indica que el cambio climático impondrá costos significativos a la humanidad y a los ecosistemas. Los intentos de minimizar los daños pueden ser clasificados en dos grandes grupos. El primero comprende los esfuerzos por *mitigar* los cambios climáticos, que en la jerga de la literatura climática significa reducir las emisiones de GEI como forma de aminorar el calentamiento global y otras tendencias climáticas<sup>35</sup>. El segundo grupo de posibles respuestas comprende las llamadas acciones de *adaptación*, que apuntan al ajuste de sistemas naturales o humanos como forma de moderar los daños o explotar posibles oportunidades de beneficios asociadas con estímulos climáticos o sus efectos. Si bien hay muchos tipos de acciones que brindan co-beneficios significativos, a la vez que ayudan a la mitigación y adaptación a los cambios climáticos, en general, las inversiones en estos dos tipos de acciones tienen algún costo. Estos costos pueden ser de tipo financiero (p. ej., el costo adicional de utilizar energía eólica en vez de carbón para generar electricidad) o puede tratarse de costos de oportunidad (p. ej., oportunidades de generación de ingresos que serían sacrificadas para la preservación de los bosques). Con el fin de determinar cuál es la mejor respuesta global al desafío del cambio climático, estos costos deben ser comparados con los beneficios de evitar daños futuros.

Las interrelaciones y sinergias entre las medidas de mitigación y adaptación requieren de un enfoque integrado para tomar decisiones simultáneas sobre los niveles óptimos de esfuerzo en ambos frentes<sup>36</sup>. Pero de manera simplificada, uno podría enfocarse en los niveles óptimos para los esfuerzos de mitigación y asumir que, dado los correspondientes impactos esperados del cambio climático, los gastos de adaptación serán decididos de manera óptima, tomando en cuenta los costos y beneficios correspondientes a tales acciones<sup>37</sup>. Tanto los costos marginales como los beneficios marginales de la mitigación del cambio climático dependen de la escala de las reducciones de emisiones que sean llevadas a cabo. Por un lado, los costos que conllevan los esfuerzos adicionales de mitigación tienden a aumentar junto con el nivel de reducción de emisiones. Se pueden alcanzar bajos niveles de reducción de emisiones a costos relativamente bajos; a medida que el objetivo de las reducciones se hace más ambicioso, estas soluciones más baratas tienden a agotarse y se requieren inversiones más costosas. Por otra parte, los beneficios marginales de la mitigación del cambio climático (los gastos adicionales de adaptación y daños residuales evitados) tienden a caer según la escala de los esfuerzos de reducción de emisiones<sup>38</sup>. El grado óptimo de los esfuerzos para mitigar las consecuencias del cambio climático sería el punto en el cual el costo marginal de la reducción de emisiones por una tonelada más, equilibre los daños evitados al llevar esto a cabo ( $Q^*$  en la Figura 5, con un precio del carbón socialmente eficiente en  $P^*$ ). En un mundo donde todos los costos y beneficios son considerados por las personas encargadas de tomar estas decisiones y en el que éstas posean información completa, esta solución óptima podría ser alcanzada.

Sin embargo, en la práctica este resultado no es muy probable por dos razones. Primero, los emisores sólo absorben una pequeña fracción de los costos sociales asociados, que más que nada son pagados por otros, que en su mayoría pertenecen a generaciones futuras. Por lo tanto, los agentes individuales —y los países— tienen un incentivo a apoyarse en los esfuerzos de mitigación de otros. Además, incluso en el caso de que algunos países en los que están previstos grandes daños decidan tomar acciones de mitigación unilateral-



mente, las oportunidades de mitigación existentes en estos países probablemente no serán tan costo-efectivas como las de otros países.

De hecho, no hay razones para esperar que los países que tengan una mayor exposición a los riesgos, tengan también los costos de mitigación más bajos. En resumen, la mitigación global a través de esfuerzos individuales descoordinados es probable que sea: 1) demasiado poca, 2) implementada demasiado tarde y 3) llevada a cabo por los países equivocados<sup>39</sup>. Para tener la oportunidad de alcanzar un nivel de esfuerzos de mitigación y adaptación óptimos, el mundo actuando como un todo, deberá llegar a un acuerdo conjunto.

Pero en segundo lugar, incluso con una acción colectiva, determinar el nivel de esfuerzo de mitigación óptimo es muy difícil, ya que la información requerida para calcular los costos y beneficios correspondientes es muy imperfecta. En particular, es muy difícil cuantificar las probabilidades asociadas con impactos climáticos específicos. A este respecto, cuando se trata de cambios climáticos las autoridades responsables de formular políticas se enfrentan no sólo con *riesgos* —aleatoriedad con probabilidades conocidas— sino también con incertidumbre<sup>40</sup>. La cadena de causalidad entre las emisiones actuales y los impactos futuros del cambio climático tienen muchos eslabones y existe una gran incertidumbre científica sobre cada uno de ellos<sup>41</sup>. Esto complica en gran medida los aná-

lisis de costos y beneficios esperados. Además, hay impactos climáticos potencialmente catastróficos, de los cuales se piensa que las probabilidades podrían ser bajas, pero esto aún no se sabe con certeza. El sistema climático mundial tiene mucho de inercia, creando largos intervalos entre los cambios de emisiones y los impactos en los sistemas naturales, lo cual significa que para cuando se descubra que una catástrofe viene en camino, podrá ser muy tarde para evitarla. Estas consideraciones pueden hacer que sea prudente que las autoridades responsables de formular políticas adopten un enfoque basado en la precaución, y le asignen un peso elevado al objetivo de evitar estos eventos catastróficos.

En la práctica, esto lleva a centrarse en establecer metas para la cantidad de GEI en la atmósfera, para las cuales las probabilidades de altos niveles de calentamiento global con consecuencias catastróficas, se estiman relativamente bajas. Esto implícitamente equivale a una disposición a pagar una “prima de incertidumbre” a fin de anticiparse a dichos acontecimientos. La definición de las metas específicas que informarían las políticas públicas es similar a un proceso iterativo de manejo de riesgos, con base en la evolución de la evidencia científica sobre la sensibilidad del clima a las concentraciones de GEI, sobre los costos de los daños causados por el cambio climático y sobre las opciones tecnológicas para la mitigación.

De hecho, el acuerdo en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992, ratificado por 189 países, reconoce explícitamente como su objetivo general el establecimiento de concentraciones de GEI a un nivel que evite cambios climáticos antropogénicos “peligrosos”. Aunque aún no existe una definición universalmente aceptada de lo que constituyen tales “cambios climáticos peligrosos”, un posible enfoque consiste en centrarse en reducir la posibilidad de encontrar “momentos clave de cambio” (“tipping points”)<sup>42</sup>, cuando un sistema pasa abrupta e irreversiblemente de un estado a otro, con amplias consecuencias sistémicas, ya sea para el mundo en general o para algunas regiones particulares. Ejemplos incluirían la pérdida permanente de ecosistemas y/o especies de valor, y la posible interrupción de procesos intrínsecos clave del

propio sistema climático, p. ej. la desaparición del Amazonas, la desintegración de las capas de hielo del oeste antártico o Groenlandia. Algunos impactos socioeconómicos pueden ser considerados también como “peligrosos” en el sentido de que si se alcanzan ciertos niveles críticos, por ejemplo grandes impactos socioeconómicos acumulativos o graves interrupciones de prácticas habituales, podrían producirse consecuencias en el bienestar humano que podrían considerarse éticamente o políticamente inaceptables (al menos desde un punto de vista local), o incluso producir desórdenes sociales a gran escala. Algunos ejemplos podrían incluir niveles de cambio climático que provocarían una catastrófica escasez de comida o agua, extensas inundaciones costeras o la diseminación general de malaria u otras enfermedades tropicales.

### **Evitar impactos peligrosos**

De acuerdo a la evidencia presentada anteriormente, las acciones tomadas hasta el momento bajo el marco de la CMNUCC no han sido lo suficientemente audaces para apartar al mundo de trayectorias de cambio climático “peligroso”<sup>43</sup>. ¿Qué haría falta, en términos de reducción de emisiones, para minimizar estos riesgos? No existe una respuesta única, pero cuanto más rigurosas sean las reducciones, más bajas serán las probabilidades de eventos catastróficos y las de alcanzar niveles “peligrosos” de impactos socioeconómicos negativos acumulativos. Las metas más rigurosas consideradas por el IPCC requerirían la estabilización de las concentraciones de GEI dentro de un rango de 445 a 535 ppm CO<sub>2</sub>e. Los aumentos de temperatura probables asociados con estas metas están entre 2° C y 2,8° C con respecto a niveles preindustriales. Para alcanzar estas metas las emisiones globales tendrían que llegar a un pico para el 2020 como máximo. Para el 2050 tendrían que bajar entre un 30% y un 85% en relación al nivel del año 2000. Se calcula que los costos de alcanzar estas metas, basados en 15 modelos climáticos considerados por el IPCC, corresponden a una reducción de hasta un 3% del PBI global en el 2030 y de hasta un 5,5% del PBI para el 2050.

Un grupo alternativo de metas consideradas por el IPCC implicaría establecer concentraciones de GEI a niveles de entre 535 y 590 ppm CO<sub>2</sub>e. El costo de

lograr estas metas sería menor al que correspondería a las metas más rigurosas antes mencionadas —hasta un 2,5% del PBI global para el 2030 y un 4% para el 2050— pero los aumentos previstos de temperaturas serían un poco mayores, entre 2.8° C y 3.2° C.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que dadas las muchas incertidumbres involucradas, niveles mucho más altos de calentamiento global aún serían posibles (aunque improbables), incluso si las metas mencionadas anteriormente fueran alcanzadas. El nivel esperado de calentamiento global para el segundo grupo de metas mencionadas, por ejemplo, podría llegar a casi 5° C si se usaran los cálculos más pesimistas que están disponibles para el llamado “parámetro de sensibilidad climática”<sup>44</sup>. De manera similar, Stern (2008) calcula que para un objetivo de estabilización de 550 ppm CO<sub>2</sub>e habría un 7% de probabilidades de aumento de las temperaturas por encima de los 5° C, lo cual podría llevar potencialmente al derretimiento de la mayor parte de la nieve y hielo mundiales, así como al aumento del nivel del mar en diez metros o más, y a pérdidas de más del 50% de las especies actuales.

### **La efectividad y eficiencia implican la participación de los países en desarrollo**

Debido a la escala requerida en la reducción de emisiones, un acuerdo global efectivo para mitigar el cambio climático deberá involucrar necesariamente tanto a los países industrializados como a los países en vías de desarrollo. Esto es el resultado de la simple aritmética de la situación. Suponga, por ejemplo, que las metas de estabilización de 535 a 590 ppm CO<sub>2</sub>e —una situación considerada por el IPCC— fueran adoptadas. En una base per cápita, y para el mundo en general, las emisiones deberían ser reducidas de aproximadamente 6,9 tCO<sub>2</sub>e en 2000 a entre 3,2 y 4,8 tCO<sub>2</sub>e para 2050. Incluso si los países ricos aceptaran reducir sus emisiones en un 100% (convirtiéndose por lo tanto en “carbono neutrales”), estos objetivos podrían alcanzarse solamente si los países en desarrollo redujeran sus emisiones per cápita hasta en un 28% para 2050<sup>45</sup>.

Sin embargo, la participación de los países en desarrollo sería necesaria no sólo para garantizar la efectividad sino también para asegurar que los objetivos de estabilización sean alcanzados de manera eficiente,

esto es, al menor costo global. Suponga, por ejemplo, que para 2030 un precio uniforme global de carbono de USD 100 por tonelada de CO<sub>2</sub>e fuera resultado de un “impuesto de carbono” global o un esquema de “cap and trade” (es decir de “tope y comercio”). Como demuestra el IPCC, esto llevaría a una reducción suficiente de las emisiones como para estabilizar las concentraciones de GEI en una escala de 445 a 535 ppm CO<sub>2</sub>e<sup>46</sup>. Mientras que estas inversiones en mitigación se distribuirían por muchos sectores, en la mayoría (con la única excepción del transporte) más del 50% del potencial de mitigación global estaría localizado en los países en desarrollo. De hecho, en el caso de la industria, la agricultura y la silvicultura, casi un 70% del potencial global de reducción de emisiones involucra oportunidades en los países en desarrollo<sup>47</sup>.

Está claro que la participación de los países en desarrollo es indispensable para que estos objetivos sean alcanzados y, por lo tanto, es en el interés de todos contar con fuertes incentivos para que ellos formen parte de la solución. Este enfoque aseguraría que el mundo aprovechara primero aquellas oportunidades de mitigación que ofrecen una mejor relación costo-beneficio. En otras palabras, una solución global eficiente solamente es posible si las reducciones son implementadas en países que tienen un mayor potencial de llevar a cabo reducciones a precios más bajos, que no necesariamente son aquellos donde las emisiones son mayores. Los ahorros globales derivados de una solución así de eficiente serían muy grandes. Un estudio reciente, por ejemplo, encuentra que bajar las emisiones globales en un 55% en 2050 —en relación a un nivel inicial sin cambios— costaría un 1,5% del PBI mundial utilizando un impuesto de carbono uniforme. La misma reducción de emisiones implementada de tal forma que cada país recorte sus propias emisiones en un 55%, costaría un 2,6% del PBI mundial, o 73% más que si se utilizara el enfoque más eficiente<sup>48</sup>.

### **La necesidad de que la respuesta global sea equitativa**

¿Podría una rápida y sustancial contribución de los países en desarrollo a la financiación de los esfuerzos globales para mitigar el cambio climático ser compatible con consideraciones de equidad? Claramente no y

por dos razones, que juntas constituyen el núcleo del principio de responsabilidad común pero diferenciada, establecido por la CMNUCC. Primero, los países en desarrollo ya se enfrentan al desafío de la disminución de la pobreza y son los más vulnerables y los menos capaces de adaptarse a los efectos adversos provocados por el cambio climático. No puede esperarse que además lleven a cuesta la carga adicional de reducir sus emisiones de GEI. Una solución equitativa permitiría a los países en desarrollo alcanzar la calidad de vida que ha sido lograda por los actuales países desarrollados a lo largo de estos últimos cien años.

En segundo lugar, los países industrializados cargan con una responsabilidad histórica mucho mayor por las concentraciones de GEI que están provocando el cambio climático. El menor nivel de responsabilidad de los países en desarrollo puede ilustrarse por el hecho de que las emisiones acumulativas relacionadas con la energía provenientes de los países ricos para el período que va de 1850 al 2004 son, en una base per cápita, más de 12 veces mayores que las de los países en desarrollo, 664 y 52 tCO<sub>2</sub>e p/c respectivamente<sup>49</sup>. Por lo tanto, a pesar de que su parte de la población mundial corresponde sólo a un 20%, los países industrializados son responsables del 75% de las emisiones acumulativas de CO<sub>2</sub> relacionadas a la energía desde 1850. Esto lleva a que muchos observadores concluyan que los países ricos deberían asumir una parte mucho mayor de los costos asociados a la reducción de las emisiones globales de GEI.

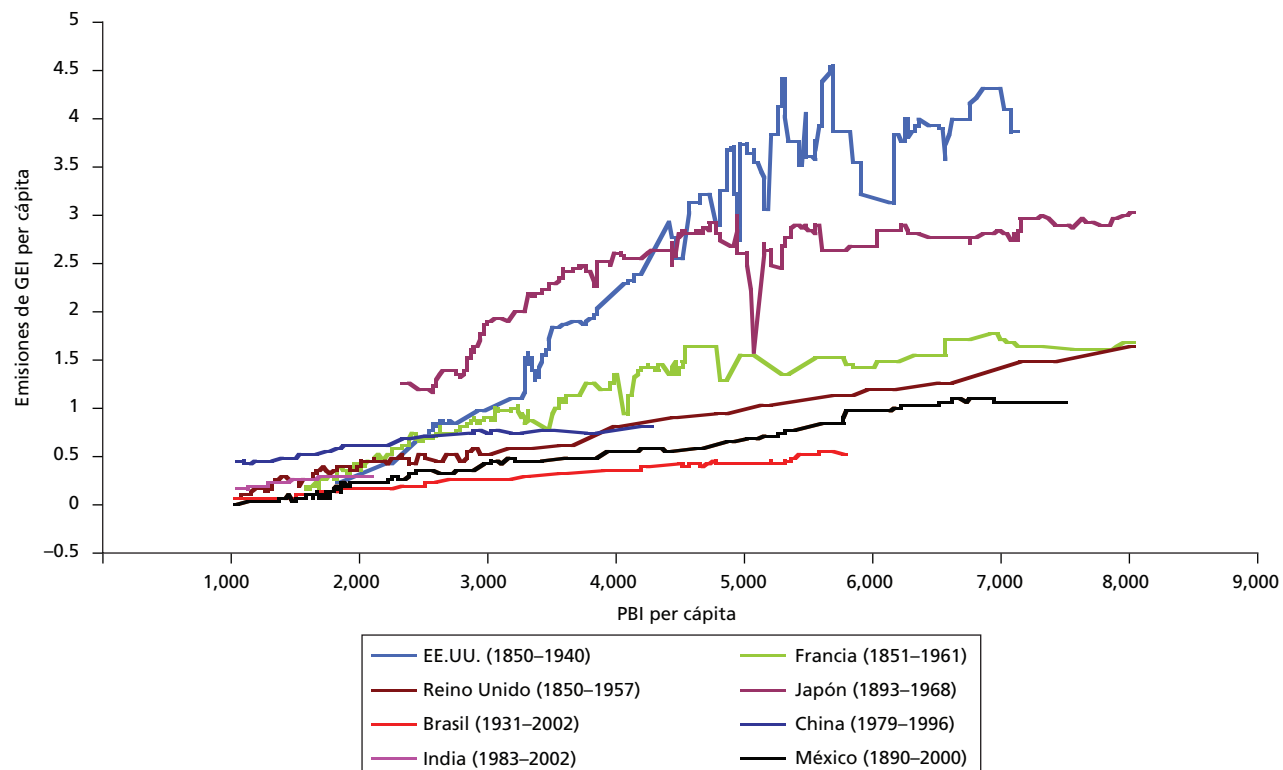
La figura 6 muestra la contribución relativamente pequeña a las emisiones acumuladas de algunos de los países en desarrollo más grandes. Muestra que las emisiones crecieron junto con los ingresos a un ritmo mucho más rápido cuando los países más ricos en la actualidad se industrializaban, de lo que ha sido observado en décadas recientes en China, India, Brasil y México. En otras palabras, gracias a los cambios tecnológicos, el desarrollo es mucho menos intensivo en carbono de lo que era en el pasado.

### **¿Se podrá llegar a un acuerdo global efectivo, eficiente y equitativo?**

El argumento planteado anteriormente implica tres características deseables para lograr una respuesta coordinada a los desafíos representados por el cambio



FIGURA 6

**Tendencias históricas en el PBI per cápita y en las emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> provenientes de la energía**

Fuente: Cálculos del personal de WB con datos de Angus Madison y WRI.

climático. Primero, la efectividad a la hora de alcanzar las metas de estabilización que probablemente serían necesarias para evitar impactos “peligrosos”, requeriría de una reducción de emisiones tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo.

En segundo lugar, la eficiencia necesitaría de un mecanismo para establecer algún tipo de precio uniforme para el carbono, a fin de que las reducciones puedan ser llevadas a cabo en formas y lugares donde éstas podrían ser más baratas y mucho de esto se dará principalmente en los países en desarrollo. En tercer lugar, las consideraciones de equidad requerirían que los países desarrollados carguen con una parte desproporcionadamente grande de los costos.

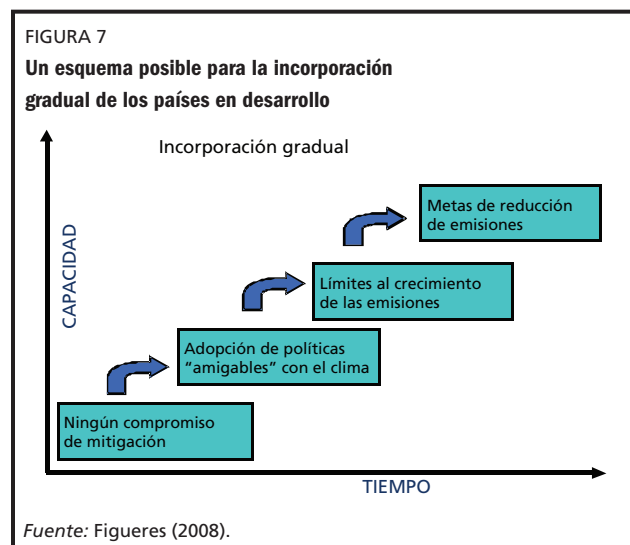
¿Es posible producir un “acuerdo mundial” que satisfaga tanto las consideraciones de equidad como de eficiencia? La respuesta en principio es un sí rotundo, y se puede lograr mediante una disociación del *costo* de

mitigación del *lugar* de mitigación (Spence et al, 2008), pero la tarea no es sencilla. Hay varias formas de lograr esta desvinculación. Una opción sería mediante la adopción de un esquema internacional de tope y comercio, a través del cual surgiría un precio común para el carbono incluso si los países llegaran a un acuerdo sobre niveles diferentes de contribución al esfuerzo global (diferentes topes para las emisiones). Los recursos fluirían automáticamente para pagar por la reducción de las emisiones en los países que ofrezcan las oportunidades de mitigación a costo más bajo, potenciando así un importante nivel de financiación para los esfuerzos de mitigación. Se podría lograr un resultado similar a través de un mecanismo de impuesto al carbono, y algunos autores plantean que tal mecanismo sería incluso más fácil de negociar y más fácil de ser administrado por los países en desarrollo (Aldy et. al. 2008). Pero con un impuesto al car-

bono, la equidad requeriría de un acuerdo paralelo sobre un grupo de transferencias de recursos internacionales apuntadas a asegurar que la parte de la “cuenta” global por la mitigación del cambio climático que paga cada uno de los países sea proporcional a la responsabilidad que tienen por la generación del problema, y no necesariamente a la contribución actual que haga el país para la solución.

Considerando los desafíos técnicos y políticos asociados con la negociación de un esquema global de topes y comercio o un impuesto global al carbono, igualmente valdría la pena considerar otras posibles alternativas para disociar el lugar de mitigación de su pago. Mientras que algunas de estas alternativas pueden llegar a ser más difíciles de implementar, algunas de ellas pueden constituir resultados más aceptables desde un punto de vista político. Primero, suponiendo que los países industrializados (incluyendo los Estados Unidos) asuman un compromiso más profundo en cuanto a la reducción de emisiones, instrumentos de mercado ampliados podrían jugar un rol fundamental. En segundo lugar, instrumentos financieros complementarios que no operan a través del mercado podrían ayudar a sufragar algunos de los costos de mitigación en los países en desarrollo, incluso aunque no sirvan para transferir derechos de emisión a aquellos que brindan los fondos. Encontrar la combinación apropiada entre estos diferentes tipos de instrumentos sería complejo; tendría no sólo que balancear adecuadamente la oferta y la demanda dentro de los mecanismos de mercado, sino que además balancear, dentro de los mecanismos que no están vinculados con el mercado, la voluntad de pagar de los países industrializados y la efectividad de promover reducciones en el Sur.

Pero si se llegara a negociar exitosamente, dicho abanico de instrumentos de financiamiento climático podría reunir a todos los países dentro de un marco común y brindar un sentido operacional a la frase “responsabilidades comunes pero diferenciadas”. En particular, un acuerdo global podría confirmar a gran parte de los países en desarrollo (pequeños) como anfitriones continuos de los crecientes esfuerzos de mitigación basados en el mercado. Pero al mismo tiempo, podría brindar los incentivos necesarios para que los países en desarrollo de mayor tamaño vayan adoptando sus pro-



pios compromisos de mitigación climática, que no tienen por qué ser necesariamente parecidos a los del Protocolo de Kyoto. Un ejemplo de cómo aliviar las disyuntivas entre los objetivos de desarrollo económico y de mitigación del cambio climático sería que algunos países en vías de desarrollo comenzaran a enfocarse en políticas de desarrollo “amigables” con el clima y que, con el tiempo, de acuerdo con su capacidad (p. ej. medida a través del ingreso per cápita), pasen a compromisos que tengan que ver con las tasas de crecimiento de sus emisiones y finalmente que alguno de estos países adopten compromisos de reducción de emisiones (Figura 7).

Para conservar la integridad del sistema, todos los esfuerzos de mitigación que estén basados en políticas “amigables” con el clima o que estén basados en metas, deberán ser medidos y presentados domésticamente, y verificados independientemente. Para asegurar la justicia y la equidad, la incorporación gradual de los países en desarrollo podría estar vinculada —es decir, condicionada— a la verificación del desempeño de los países industrializados (en términos tanto de la provisión de financiamiento para los esfuerzos de mitigación de los países en desarrollo y la reducción de emisiones logradas en los países industrializados).

Además, se debería alcanzar un acuerdo sobre posibles criterios objetivos que definan los umbrales asociados con un aumento en la incorporación de los

países en desarrollo. En este sentido, es importante reconocer la gran variedad de circunstancias exclusivas a cada país no sólo entre países pobres y ricos, sino también dentro del grupo de países en desarrollo. En este contexto, pasaremos al análisis de cómo las especificidades regionales de América Latina y el Caribe pueden afectar su participación en una política global y coordinada de respuesta a los desafíos del cambio climático.

#### **4. Potencial de contribución de ALC al esfuerzo global de mitigación**

Existen varias motivaciones para que América Latina y el Caribe participen activamente de los esfuerzos mundiales para mitigar el cambio climático. Sin embargo, estas razones se pueden dividir en dos grupos. Primero, es en el interés de la región hacerlo; por lo tanto, *debería* hacerlo. En segundo lugar, la región está bien situada, en términos de sus ventajas comparativas y potencial para reducir las emisiones de GEI, para hacer una importante contribución a los esfuerzos globales: por lo tanto, se puede argumentar que ALC *puede* hacerlo.

##### ***Por qué ALC debería “estar a la delantera”***

Como se describió anteriormente, los impactos negativos derivados del cambio climático ya han afectado a ALC. Si las emisiones de GEI continúan sin disminuir, la región probablemente sufrirá impactos aún más graves en el futuro. Como resultado, ALC tiene un interés especial en el éxito de los esfuerzos mundiales de mitigación. Aunque se reconozca que estos desafíos necesitan una respuesta mundial, el liderazgo por parte de ALC tendría un claro efecto positivo. Además, hay por lo menos dos instancias en que llevar adelante sus propios esfuerzos de mitigación climática, tendría beneficios para la región, aun cuando los mismos contribuyeran tan sólo de forma modesta a evitar futuros daños dadas las emisiones relativamente limitadas de la región.

En primer lugar, existen muchos casos en los que la reducción de emisiones se puede lograr a la vez que se persiguen otros objetivos de desarrollo económico. En estas situaciones, que trataremos detalladamente más adelante, la mitigación del cambio climático sería una

consecuencia de las acciones que la región estaría de todos modos interesada en seguir para promover el crecimiento sostenible y disminuir la pobreza, independientemente del cambio climático. Por lo tanto, se podría argumentar que la mitigación en estos casos involucra algo así como “ningún arrepentimiento en el presente”. Los principales ejemplos de tales oportunidades están relacionadas a las inversiones dirigidas a aumentar la eficiencia energética, reducir la deforestación, mejorar el transporte público, desplegar fuentes de energía renovable, desarrollar biocombustibles sustentables y de bajo costo, aumentar la productividad agrícola y mejorar el manejo de los residuos.

En segundo lugar, la mitigación climática también puede involucrar “ningún arrepentimiento en el futuro” en un “mundo carbono-restringido”, especialmente si la región toma una posición de liderazgo ante el despliegue de tecnologías de baja intensidad de carbono. Debido al creciente consenso científico en cuanto a las amenazas presentes y reales planteadas por el cambio climático, los países en vías de desarrollo así como también los países desarrollados finalmente deberán tomar acciones más fuertes tendientes a la reducción de las emisiones de GEI. Como resultado, las empresas y países enfrentarán presiones para internalizar los costos sociales impuestos por las emisiones.

Anticipar este cambio tiene un gran número de ventajas. La principal es la posibilidad de evitar los “arrepentimientos” asociados con el efecto futuro de los impuestos al carbono, los toques a las emisiones u otras regulaciones, sobre la rentabilidad futura de las actuales inversiones en tecnologías de “alto contenido de carbono” o la necesidad de emprender mayores y más rápidos esfuerzos de mitigación más adelante. Estos potenciales “arrepentimientos” podrían minimizarse si desde temprano se tomara en cuenta, en las decisiones de inversiones correspondientes, el posible surgimiento futuro de precios para el carbono. En otras palabras, al incorporar expectativas sobre la posibilidad de que futuras políticas gubernamentales y fuerzas del mercado de carbono penalicen las emisiones de GEI, las empresas y países podrían mejorar la rentabilidad prevista de sus inversiones, especialmente en los sectores “carbono-intensivos”.

Posibles beneficios adicionales de “estar a la delantera” se relacionan con la posibilidad de desarrollar nuevas ventajas comparativas en tecnologías de bajo contenido de carbono. Este beneficio potencial se aplicaría a empresas y países que con anticipación realicen inversiones en tecnologías para las cuales eventualmente el mercado crecería en la medida en que los esfuerzos globales de mitigación vayan ganando impulso. Finalmente, los países de ALC que realicen inversiones anticipadas en tecnologías de bajo contenido de carbono probablemente serán beneficiados en un mayor grado por mecanismos de financiación internacional. En efecto, el desarrollo y la difusión temprana de tecnologías de bajo contenido de carbono seguramente se verá beneficiado por alguna clase de subvención, incluso a través de mecanismos internacionales de financiación. Por consiguiente, al adoptar un enfoque “adelantado”, los países de ALC podrían tener la capacidad de reducir los costos domésticos de sus inversiones en tecnologías innovadoras de bajo contenido de carbono.

Sin embargo, vale la pena observar que también existen riesgos negativos asociados con estar a la delantera. Primero, la suposición subyacente de que el mundo pronto avanzará hacia el establecimiento de límites más agresivos para las emisiones de GEI puede probar ser errónea. Esto podría suceder si, por ejemplo, aparecieran nuevas evidencias científicas que reduzcan el actual sentido de urgencia con respecto al cambio climático, o si los adelantos tecnológicos disminuyeran la necesidad de abandonar las actuales tecnologías de producción. En segundo lugar, es posible que un acuerdo global que contenga todas las características deseables tratadas en la sección anterior termine siendo políticamente irrealizable, al menos en el mediano y largo plazo, lo cual reduciría la posibilidad de una división internacional de los gastos incurridos por llevar a cabo acciones tempranas. En tercer lugar, el costo de las tecnologías de bajo contenido de carbono tenderá a bajar con el correr del tiempo, como consecuencia de inversiones acumuladas en investigación y desarrollo, y de economías de escala dinámicas. Por lo tanto, habrían ventajas en esperar la caída de los costos de adopción, que deberían ser comparadas con las ventajas de llevar a cabo acciones tempranas.

Un enfoque prudente para poder lidiar con estos riesgos sería centrarse primero en inversiones que claramente involucren “ningún arrepentimiento en el presente”, y menos incertidumbres tecnológicas. La decisión de pasar a decisiones más arriesgadas —con potencial de “ningún arrepentimiento” en el futuro— podría entonces ser condicionada al alcance de un impulso suficiente en los esfuerzos de mitigación mundial y/o al acceso a mecanismos de división internacional de los costos, los cuales permitirían compensar los riesgos mencionados anteriormente. Además, este enfoque tendría la ventaja adicional de ayudar a impulsar un acuerdo mundial para confrontar los desafíos del cambio climático. En efecto, una muestra de fuerte liderazgo por parte de países de ingresos medios, tales como los de ALC, puede ayudar a forjar el camino hacia un mayor compromiso por parte de sus homólogos de ingresos altos. De hecho, este tipo de enfoque ya ha sido adoptado por numerosos países de ingresos medios, tanto de ALC como de otras regiones.<sup>50</sup>

### ***El potencial de ALC para la mitigación sin “ningún arrepentimiento”***

Como se manifestó anteriormente, ALC debería interesarse en tomar la delantera entre los países en desarrollo con respecto a la participación en los esfuerzos internacionales para mitigar el cambio climático. Esta sección también sostiene que la región está bien posicionada para tal liderazgo. Con este fin, primero presentamos algunos hechos estilizados sobre los niveles y tendencias de las emisiones de GEI provenientes de los países de ALC, y luego procedemos a documentar oportunidades de mitigación concretas “sin arrepentimientos” existentes en diversos sectores económicos.

### **Emisiones de GEI de ALC: composición, niveles y tendencias**

El primer objetivo de esta sección es identificar las áreas en donde las emisiones de ALC son relativamente bajas, indicando que la región tiene una ventaja comparativa para seguir un camino de crecimiento con una baja emisión de carbono. El segundo objetivo apunta a caracterizar aquellas áreas en las cuales parece haber mayores oportunidades para reducir las emisiones de la

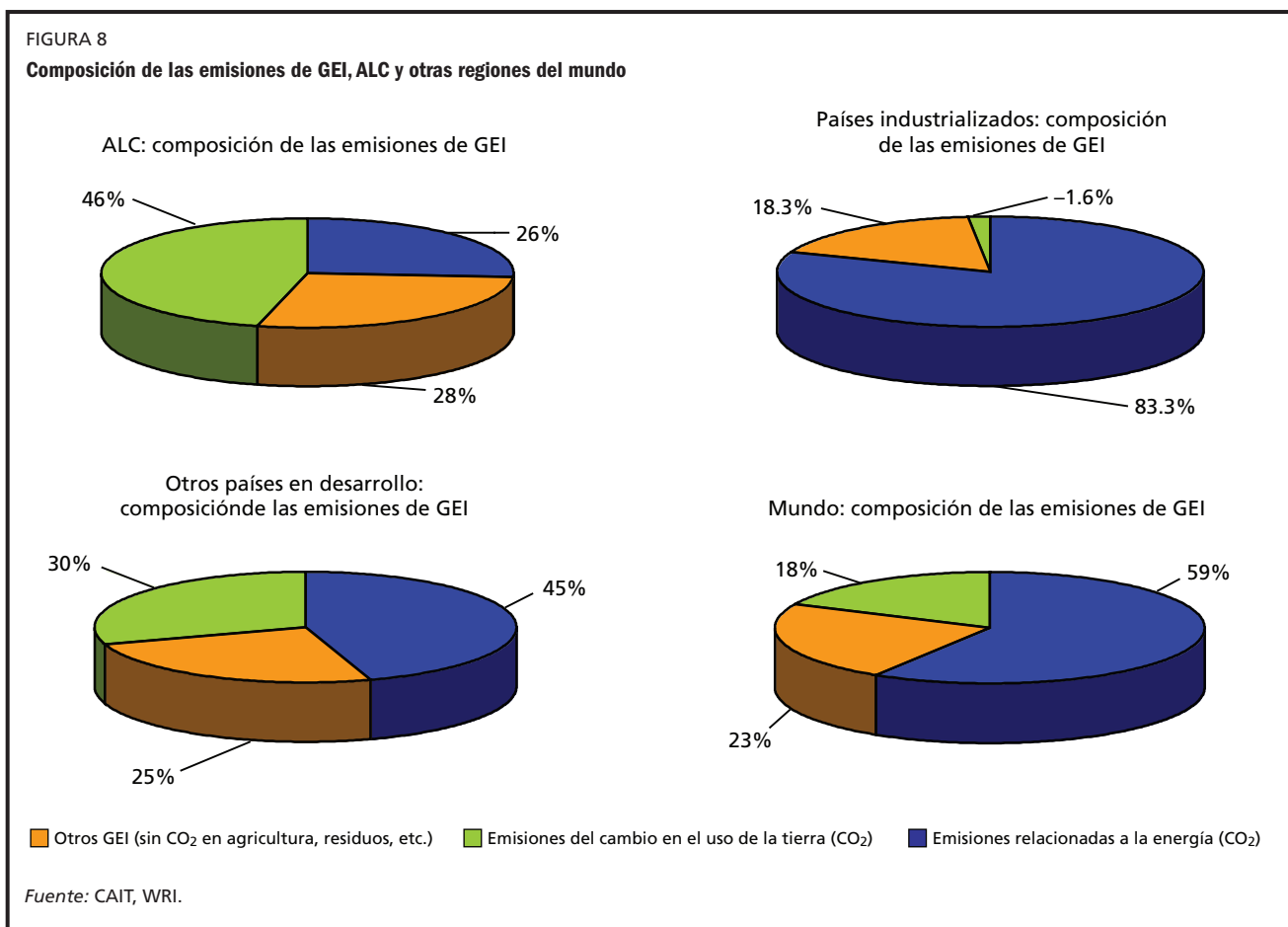
región, sugeridas tanto por una gran tasa de emisiones con respecto al PBI, como por un alto nivel de crecimiento de las mismas. Para tal fin comparamos los patrones de emisiones de ALC con aquellos de otras regiones del mundo, y también exploramos el alcance de la heterogeneidad que existe al interior de ALC.

#### Composición de las emisiones de GEI de ALC

Históricamente, ALC ha realizado contribuciones importantes para mantener bajos los niveles atmosféricos de CO<sub>2</sub>. En primer lugar, en ALC se encuentra alrededor de un tercio de la biomasa forestal del mundo, y dos tercios de la biomasa forestal tropical<sup>51</sup>. Si las grandes cantidades de carbono almacenadas en esos bosques hubieran sido liberadas en la atmósfera, la actual concentración de GEI sería mucho mayor. En

segundo lugar, ALC ha disfrutado de varias décadas de crecimiento utilizando energía muy limpia, en especial gracias a la baja utilización de carbón en la generación de electricidad y al gran uso de energía hidroeléctrica. El sector eléctrico de ALC genera 40% menos emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad energética que el mundo en conjunto, 74% menos que China y Japón, y 50% menos que la media de los países en desarrollo<sup>52</sup>.

No es de extrañar, por lo tanto, que la composición del flujo de GEI de la región esté dominada por emisiones de CO<sub>2</sub> producto de los cambios en el uso de la tierra, que constituyen el 46% de las emisiones de ALC, contra el 17% de las del mundo (Figura 8). Hace mucho tiempo que otras regiones talaron la mayor parte de sus bosques. ALC tiene una gran proporción de los árboles que todavía siguen en pie, y como resul-



tado todavía tiene una gran proporción de emisiones generadas por la deforestación. En contraste, la participación de las emisiones energéticas de CO<sub>2</sub> en las emisiones totales de GEI de ALC (26%) es mucho menor que a nivel mundial (59%). El resto de las emisiones de ALC (alrededor de 28% comparado con un 23% para el mundo en su totalidad) son otros GEI generados principalmente por el sector agropecuario —70% en el caso de ALC *versus* el 55% para el planeta— pero también como resultado de la eliminación de residuos y de las actividades industriales y extractivas.

Estos primeros rasgos básicos de las emisiones de ALC tienen un gran número de implicaciones generales en cuanto a la identificación de los desafíos principales para explorar el potencial de mitigación de la región. Primero, está claro que ALC tiene un enorme potencial de mitigación asociado a la reducción de las emisiones provenientes del cambio en el uso de la tierra, lo que implica mirar en detalle el potencial para evitar la deforestación e implementar proyectos de forestación y reforestación. En segundo lugar, sería crítico mantener y reducir la baja tasa de emisiones energéticas, incluyendo las emisiones de la generación eléctrica, el transporte, las actividades industriales y de los edificios comerciales y residenciales.

De especial preocupación es la nueva tendencia hacia el aumento de la intensidad del carbono en el suministro de electricidad, debido al cambio de la hidroelectricidad al gas natural y el carbón, una tendencia que es exacerbada en proyecciones futuras del sector. Para por lo menos mantener la baja tasa de emisiones relacionadas a la energía, la región debería invertir más en eficiencia energética, en un transporte más limpio y en energías renovables.

#### *¿Cuán considerables son las emisiones de la región?*

ALC representa alrededor de 8,5% de la población y el PBI mundiales, y 12% de las emisiones mundiales, considerando todos los GEI. Las emisiones de la región están, por lo tanto, por encima del promedio mundial, tanto en términos de la tasa respecto a su población y de su PBI. Si bien no hay acuerdo acerca de cómo medir la responsabilidad y la capacidad, estas tasas pueden utilizarse al menos como posibles indicadores

de respectivamente la *responsabilidad* y el *potencial* de la región para reducir sus emisiones.

En ambos casos, como muestra la figura 9, ALC se encontraría en una posición intermedia, entre los países de ingresos bajos y altos. En particular, las emisiones per cápita de ALC serían menores que las de los países industrializados, pero mayores que las de los países con ingresos más bajos. La figura 9 también muestra que a pesar del gran crecimiento de las emisiones en China e India durante los últimos años, estos países aún tienen emisiones per cápita mucho menores que ALC, y también una menor tasa de emisiones respecto al PBI. Sin embargo, es necesario observar que si el enfoque se pone en las emisiones relacionadas a la energía, ALC está entre las regiones del mundo con los niveles más bajos de emisiones por unidad de PBI, y sus emisiones per cápita están más de un 30% por debajo del promedio mundial.

#### *¿Se está moviendo ALC en la dirección equivocada?*

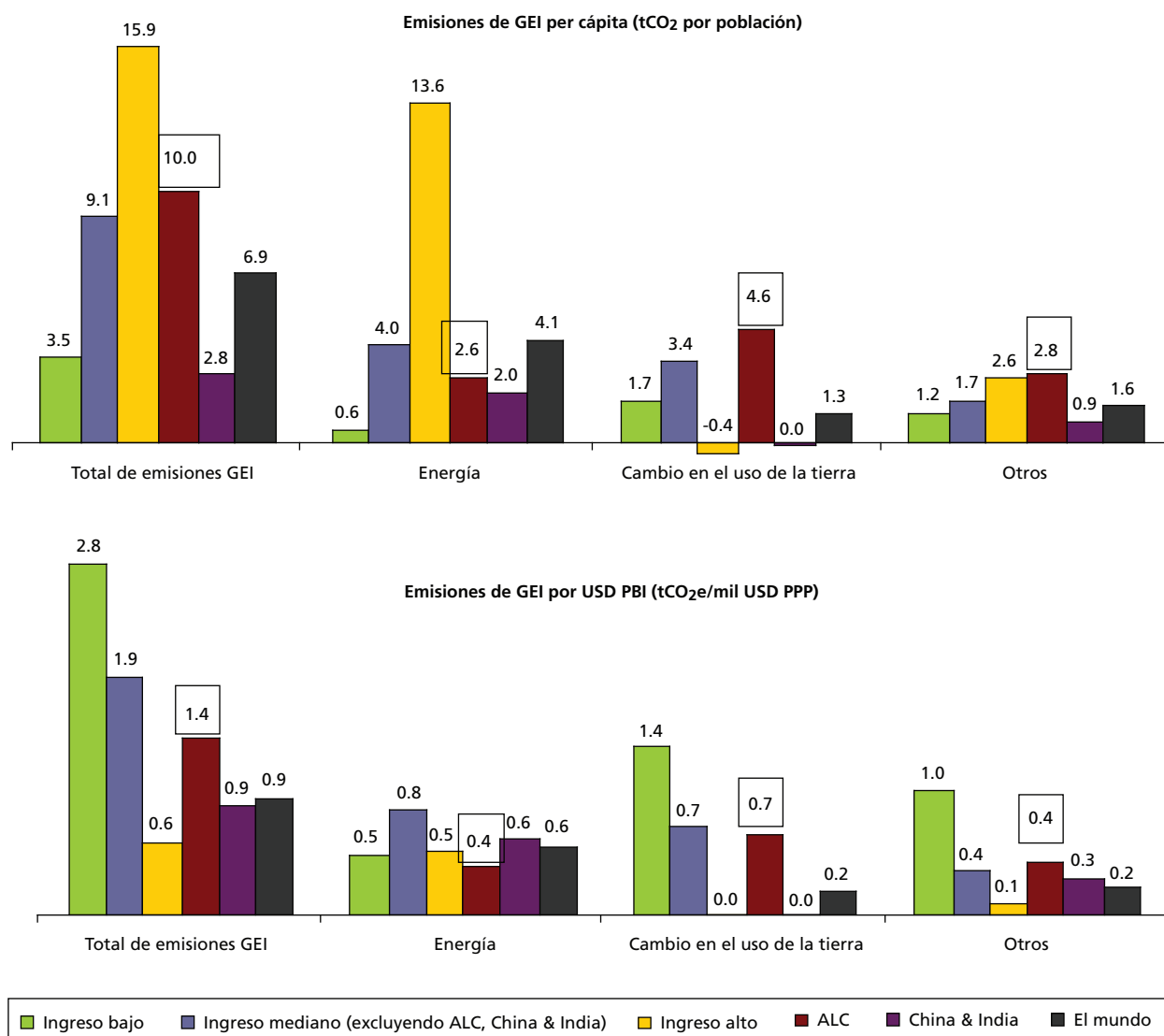
En las últimas dos décadas y media las emisiones de energía per cápita han sido relativamente estables en ALC, mientras que han caído en América del Norte y Europa Occidental. Un patrón de crecimiento similar al de ALC se observó en África y en Europa Central y del Este. Por el contrario, los países de Asia Central (China principalmente), el Lejano Oriente (incluyendo India, Corea del Sur e Indonesia) y el Medio Oriente han exhibido tasas explosivas e ininterrumpidas de crecimiento de las emisiones per cápita.

La tasa de emisiones respecto al PBI de ALC también ha permanecido relativamente estable, experimentando únicamente un aumento del 2% entre 1980 y 2004. Por el contrario, hubo un declive del 28% en las emisiones mundiales por unidad de PBI durante el mismo período, una reducción del 33% en países industrializados y un descenso del 48% en el caso de China y la India. Otros países en desarrollo experimentaron declives relativamente pequeños: 9% en los países de bajos ingresos y 4% en los demás países de ingresos medios (excluyendo ALC, China e India).

El hecho de que las emisiones por unidad de producto de ALC hayan permanecido relativamente estables es hasta cierto punto sorprendente, dado que la

FIGURA 9

## Tasas de emisiones de GEI respecto a la población y al PBI (2000)

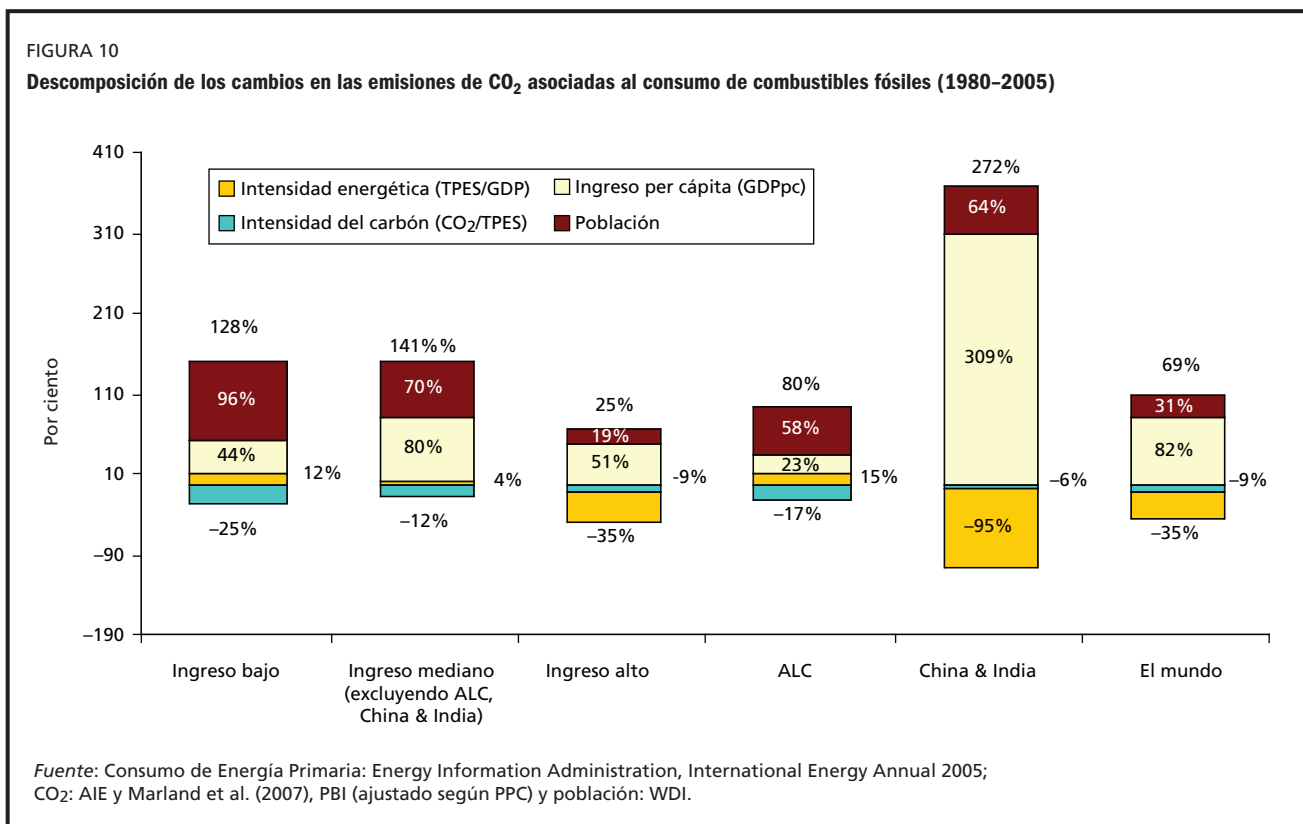


Fuente: CAIT, WRI.

región ha alcanzado una gran disminución en la cantidad de emisiones por unidad de energía consumida. De hecho, esta reducción en la “intensidad de carbono de la energía” en ALC ha sido casi totalmente compensada por un aumento en el consumo de energía por unidad de PBI. Como lo ilustra la figura 10, ésta es una tendencia que sólo ha sido observada en ALC y en países de bajo ingreso<sup>53</sup>. De hecho, durante el mismo período,

otros países de ingresos medios (incluyendo China y la India), así como también países de altos ingresos, exhibieron niveles descendientes de intensidad energética, especialmente en los años que siguieron a la crisis del petróleo en la década de los setenta.

La buena noticia es que la mayor parte del aumento de la intensidad energética en ALC sucedió en la década de los ochenta, y desde el año 2000 se vienen



observando algunas reducciones significativas. La mala noticia es que uno de los principales factores que probablemente impulsó la limitada reacción de ALC a los aumentos del precio internacional del petróleo en la década de los setenta, permanece sin cambios en su mayor parte<sup>54</sup>. En efecto, como veremos en detalle más adelante, los precios de la energía en la región continúan estando tan fuertemente regulados de manera que el aumento de los precios internacionales pasa sólo parcialmente a los consumidores y por lo tanto no brinda los incentivos adecuados para reducir el consumo.

En el futuro, la Agencia Internacional de Energía (AIE) predice que las emisiones per cápita relacionadas con la energía en ALC crecerán un 10% entre los años 2005 y 2015, y un 33% durante el período 2005-2030. Estas proyecciones son mucho más bajas que aquellas hechas para otros países en desarrollo, p. ej. se espera que las emisiones energéticas en China e India crezcan más de un 100% per cápita entre 2005 y 2030. Sin embargo, se pronostica que las emisiones de

ALC crecerán más que el promedio mundial después de 2015. A pesar de que la AIE espera reducciones significativas en la intensidad energética de ALC, no predice contribuciones significativas en cuanto a la reducción de emisiones de la región provenientes de una reducción mayor en la intensidad de carbono de su energía. Esto es en alguna medida sorprendente dado que, como se mencionó anteriormente, ALC aún tiene un potencial muy grande para desarrollar fuentes de energía limpias.

#### *Diferencias en los patrones de emisión entre países*

Aproximadamente el 85% de las emisiones de la región se concentran en seis países. Brasil y México concentran casi el 60%, tanto del total de las emisiones de GEI de la región como de su PBI. Otro 25% de las emisiones y del PBI de ALC corresponde a Argentina, Colombia, Perú y Venezuela. Un ordenamiento similar es encontrado cuando se excluyen las emisiones producto de los cambios en la utilización del suelo, con



la excepción de Brasil y México, donde la proporción de las emisiones totales de ALC caen de un 46 a un 34% y aumentan de un 13 a un 21%, respectivamente.

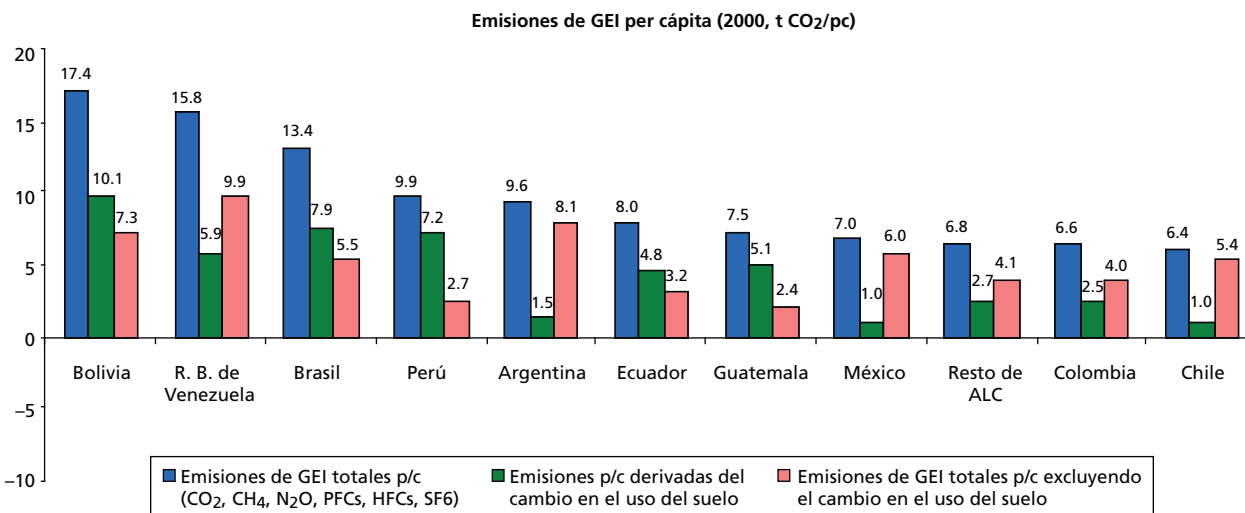
Mientras que las emisiones derivadas del cambio en el uso del suelo son responsables de casi la mitad del total de emisiones de ALC, su proporción varía ampliamente entre los países de la región. En cinco países —Bolivia, Brasil, Ecuador, Guatemala y Perú— los cambios en el uso del suelo generan por lo menos el 60% de las emisiones totales de GEI. Por el contrario, en México, Chile y Argentina, la proporción de las emisiones producto de los cambios en el uso del suelo se encuentra próximo a un 15%. Sólo Brasil es responsable del 58% de las emisiones de ALC derivadas de estos cambios en el uso del suelo, le sigue Perú con un 8%, y Venezuela y Colombia con cerca de un 5% cada uno.

Existe una considerable heterogeneidad entre los países de ALC en cuanto a los niveles de emisión de GEI, tanto en términos per cápita (figura 11) como en el porcentaje respecto al PBI (figura 12). Por ejemplo, el total de emisiones de GEI se ubica entre 13 y 17 tCO<sub>2</sub> per cápita en Bolivia, Venezuela y Brasil, y por debajo de 7 tCO<sub>2</sub> per cápita en Chile, Colombia y México. Los primeros tres países también se encuentran entre los principales emisores per cápita de la región incluso si se excluyen los cambios en el uso del suelo,

aunque en este caso sus emisiones per cápita estarían mucho más cerca de las de Argentina, Chile y México.

La tasa de emisiones respecto al PBI y el ritmo de crecimiento de las emisiones son formas posibles de medir el potencial de mitigación de un país. De hecho, de estar bajas ambas variables, probablemente haya poco lugar para futuras reducciones de emisiones. La Figura 12 muestra los valores de esas dos variables —la tasa respecto al PBI en el eje horizontal y el porcentaje de crecimiento de las emisiones en el vertical— junto con el valor absoluto de las emisiones totales (tamaño de la “burbuja”). El panel superior se centra en las emisiones relacionadas con la energía y el panel inferior en los cambios en el uso del suelo (CUS) y en las emisiones de GEI diferentes del CO<sub>2</sub> (por ejemplo en la agricultura). En ambos casos, el punto donde los ejes se cruzan corresponde a un país típico de ALC. La figura 12 sugiere que algunos países de ALC tienen un potencial relativamente alto de mitigación en la energía (p. ej. Argentina, Chile, México y Venezuela), mientras que para otros el potencial de reducir las emisiones de GEI radica principalmente en el CUS o en la agricultura (p. ej. en Brasil y Perú). Un análisis más detallado del potencial relativo de mitigación para algunas categorías de emisiones más desglosadas se presenta en el Anexo 1.<sup>55</sup>

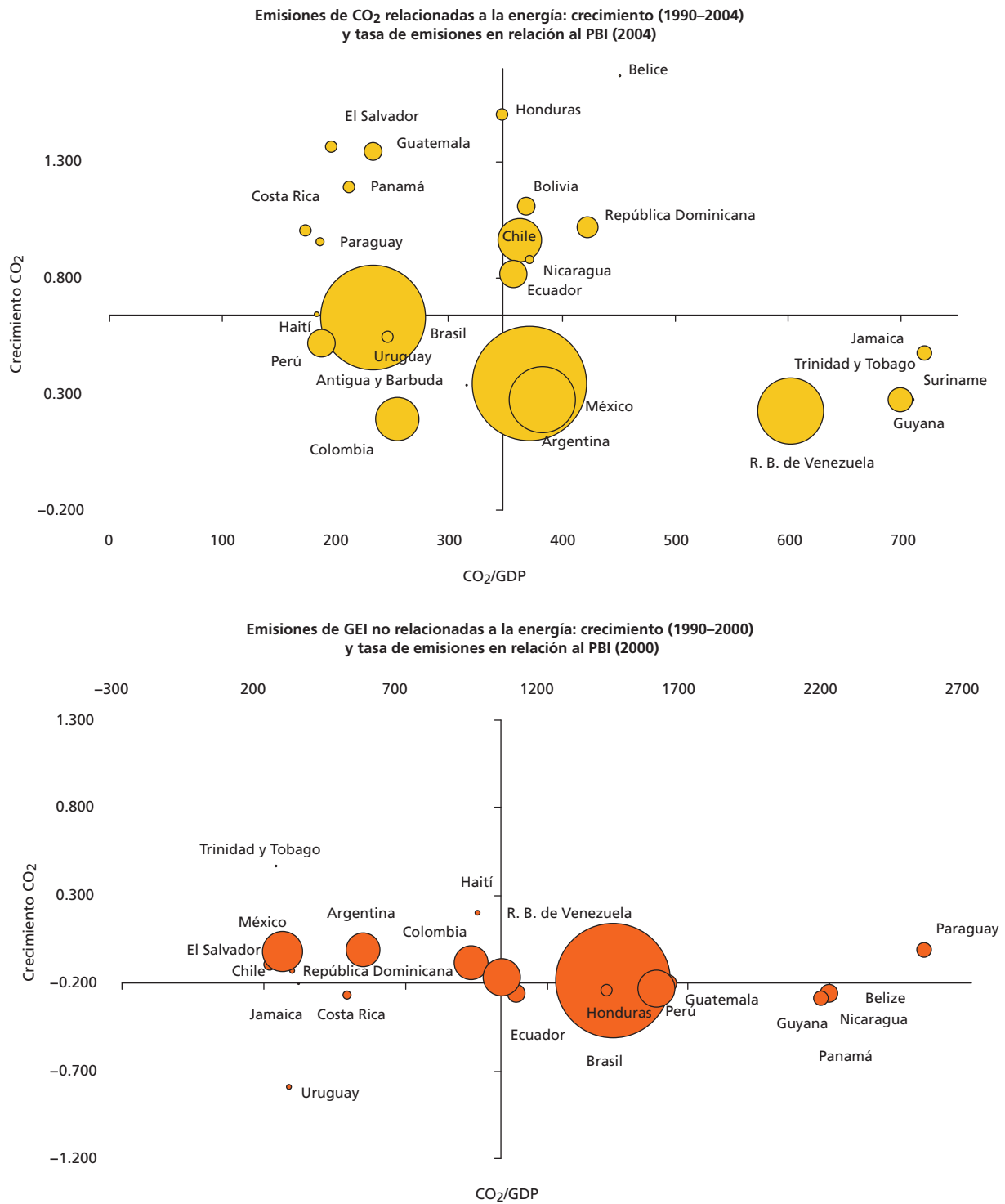
FIGURA 11

**Emisiones de GEI per cápita para países seleccionados de ALC (2000)**

Fuente: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT, Versión 5.0) y WDI.

FIGURA 12

**Crecimiento de las emisiones de GEI y tasa con respecto al PBI**



Fuente: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT, Versión 5.0) y WDI.

### Cómo puede ALC ser parte de la solución: oportunidades de mitigación específicas sin “ningún arrepentimiento”

Como se mencionó anteriormente, ALC claramente posee una ventaja comparativa en cuanto a la búsqueda de un camino de crecimiento con bajo contenido de carbono, a través de la implementación de políticas y programas para la conservación de sus grandes bosques y para mantener su matriz energética relativamente limpia. Para aprovechar este potencial se requiere la identificación concreta de oportunidades para reducir las emisiones de GEI, sin comprometer objetivos de desarrollo sostenible. Como veremos a seguir, existen muchas maneras de reducir las emisiones de la región a bajo costo, y a la vez lograr considerables beneficios conjuntos para el desarrollo. En algunos casos, esos beneficios conjuntos poseen un valor que contrarresta los costos de aplicar esas medidas, que por lo tanto tendrían costos netos negativos. Éstas podrían llamarse opciones sin “ningún arrepentimiento”, en el sentido que incluso si la reducción de emisiones no es una consideración, un país no debería tener “arrepentimientos” en cuanto a su realización, ya que constituyen buenas políticas de desarrollo. En los casos en que los beneficios conjuntos son financieros, el costo neto negativo se refleja en ahorros monetarios. Claro que el hecho de que estas “frutas maduras” aún no hayan sido recolectadas sugiere que existen varios obstáculos, monetarios o no monetarios. Medidas concretas para enfrentar estas barreras se tratan en la sección 5 de este trabajo.

#### *Eficiencia energética*

Mejorar la eficiencia energética deriva en beneficios importantes, más allá de mitigar el cambio climático. Éstos incluyen la capacidad de reducir la demanda de energía a corto plazo, posponer la construcción de una nueva capacidad de generación eléctrica, aumentar la competitividad a través de reducciones en costos de producción, y reducir el consumo de combustibles fósiles y la emisión de contaminantes locales. La eficiencia energética es especialmente importante para los países que enfrentan restricciones en el suministro de energía, ya que puede reducir el crecimiento de la demanda a corto plazo, lo cual evita los procesos admi-

nistrativos y legales, y el tiempo requerido para la planificación, licitación y construcción de una mayor capacidad de generación.

De cualquier manera, existe un gran potencial de aumento en la eficiencia energética tanto a nivel mundial como en América Latina el cual podría ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a un costo relativamente bajo o incluso a un costo negativo. El IPCC calcula que aproximadamente el 25% del potencial de mitigación mundial a un precio del carbono de hasta 100 USD/tCO<sub>2e</sub> podría alcanzarse con costos sociales negativos. Cerca del 80% de estas alternativas de mitigación sin “ningún arrepentimiento” están asociadas a los aumentos en la eficiencia energética de los edificios comerciales y residenciales. De manera similar, la Agencia Internacional de Energía estima que la eficiencia energética representa más de la mitad del potencial mundial para la reducción de las emisiones relacionadas con la energía alcanzable en los próximos 20–40 años<sup>56</sup>.

En ALC, un análisis reciente realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo calcula que el consumo de energía puede ser reducido en un 10% a lo largo de la próxima década a través de inversiones en eficiencia energética. El costo de estas medidas sería USD 37 mil millones menor que el de invertir en una mayor capacidad de generación eléctrica<sup>57</sup>. En el caso de México, estudios en curso patrocinados por el Banco Mundial sugieren que entre 2008 y 2030 las emisiones de GEI podrían llegar a reducirse en aproximadamente 15 millones de toneladas (Mt) de CO<sub>2e</sub> a través del aumento en la utilización de la generación conjunta para las industrias del acero y el cemento, y por medio del mejoramiento de la eficiencia en la iluminación de los edificios comerciales y residenciales. En ambos casos el costo de alcanzar las reducciones de emisiones correspondientes sería negativo. Los ahorros de electricidad debidos a la utilización de una iluminación energéticamente más eficiente alcanzarían el 6% de la generación total en 2006, lo que permitiría aplazar aproximadamente USD 1.500 millones en inversiones, y permitiría ahorrar USD 1.700 millones en subsidios energéticos.

Algunas oportunidades adicionales de inversiones “sin arrepentimiento” han sido identificadas en varios estudios recientes. Un estudio para México encontró

buenas oportunidades para el mejoramiento de la eficiencia energética en los sectores residencial, industrial y público<sup>58</sup>. Estudios similares patrocinados por la compañía energética Endesa en Argentina, Chile, Colombia y Perú también sugieren un gran potencial para la reducción de emisiones a un costo negativo en el área de eficiencia energética<sup>59</sup>. En el caso de Chile, el mayor potencial se encuentra en el mejoramiento de la eficiencia para la generación de electricidad, seguido por mejoramientos en los sectores de la industria y la minería. Los estudios para Argentina y Colombia encuentran un potencial de mitigación considerable en áreas como la iluminación residencial y comercial, mientras que el estudio para Perú encontró un gran potencial para el mejoramiento de la eficiencia energética en los sectores de la industria y agroindustria.

#### *Recursos forestales*

Los esfuerzos a nivel mundial para aprovechar el potencial de mitigación del cambio climático a través del cambio en el uso del suelo se centran en reducir las emisiones provenientes de la deforestación y degradación de los bosques (REDD), y en menor grado de las actividades relacionadas con la forestación y la reforestación (F/R). Además de ayudar a reducir las emisiones netas de GEI, los esfuerzos volcados en la conservación de los bosques también juegan un papel importante en promover el desarrollo sostenible de las zonas correspondientes, así como también en ayudar a los ecosistemas y a las comunidades a adaptarse a los cambios climáticos.

En particular, los esfuerzos por conservar los bosques pueden promover un desarrollo sostenible resistente al clima a través de la regulación de los flujos hidrológicos, restaurando la fertilidad de las tierras, reduciendo la erosión, protegiendo la biodiversidad y aumentando el suministro de productos de los bosques, ya sean madereros o no<sup>60</sup>. Esto no significa que no hayan disyuntivas entre la mitigación y la adaptación en las actividades de F/R y de REDD. Por ejemplo, existen casos documentados de rivalidad entre la plantación de árboles y la agricultura en términos de la cantidad de tierra y agua necesarias, especialmente en las regiones áridas y semiáridas.

La evaluación del potencial de mitigación a través de actividades de F/R y REDD requiere de un cálculo de la disponibilidad de tierra y del potencial de captura o retención de carbono de la tierra disponible. Este último depende en su mayoría de consideraciones biofísicas (tipo de suelo, precipitaciones, altitud, etc.) y del tipo de vegetación. Basándose en una reseña de la literatura disponible sobre los modelos regionales de tipo “bottom-up” (de abajo hacia arriba), el IPCC calcula que el potencial económico de mitigación de las actividades forestales en América Latina y el Caribe para 2040 puede oscilar entre 500 y 1.750 MtCO<sub>2</sub> por año, asumiendo un precio de 20 USD/tCO<sub>2</sub>. En particular, la tierra disponible para las actividades de F/R en ALC se calcula en 3,4 millones de km<sup>2</sup>, en su gran mayoría en Brasil. Otros países —especialmente Uruguay y algunos países del Caribe— también ofrecen un potencial significativo, al menos en términos relativos a su territorio<sup>61</sup>.

Las evaluaciones empíricas del potencial de mitigación a través de REDD se han centrado en calcular los costos de oportunidad derivados de evitar la deforestación o, en otras palabras, en el ingreso previsto que sería sacrificado al optarse por la conservación de los bosques en oposición al desarrollo de otras actividades económicas en las tierras correspondientes. Para ese fin, se han utilizado tres enfoques diferentes: estudios empíricos locales/regionales, estudios empíricos mundiales (p. ej. aquellos presentados en el Stern Review), y modelos de simulación mundiales<sup>62</sup>. Los resultados obtenidos luego de una evaluación de 23 modelos locales diferentes sugieren que el costo de evitar las emisiones derivadas de la deforestación varía de cero a 14 USD/tCO<sub>2</sub>, siendo el valor promedio de 2,51 USD/tCO<sub>2</sub>.

En comparación, el Stern Review estimó que la deforestación puede reducirse en un 46% (en términos de área) a un costo de USD 1,74–5,22 por tCO<sub>2</sub>, con un promedio 38% más alto que el valor promedio de los cálculos para los estudios locales. Los modelos mundiales tienen el costo más alto por tonelada de emisiones eludidas, con valores en un rango de 6–18 USD/tCO<sub>2</sub>, también para reducir la deforestación en un 46%. Las grandes diferencias entre los modelos se deben a la selección de líneas de base (tasas de defores-

tación basadas en índices de deforestación anteriores o previstos), el cálculo del contenido de carbono de los bosques, y la dinámica de las distintas variables y sectores considerados (desde modelos mundiales estáticos hasta modelos de equilibrio)<sup>63</sup>.

Otros factores relevantes que tendrán un impacto en los costos de REDD —más allá del costo de oportunidad mencionado arriba— incluyen los costos relacionados a la implementación de las políticas gubernamentales correspondientes (p. ej. el monitoreo forestal y la aplicación de las regulaciones). Además, incluso cuando las políticas gubernamentales se centran en compensar a las partes interesadas por la conservación de sus bosques, el costo de los programas correspondientes puede variar dependiendo de si las autoridades discriminan entre los precios de las tierras con diferentes costos de oportunidad. Finalmente, uno debería considerar el hecho de que las actividades sacrificadas con el propósito de conservar los bosques pueden no sólo tener beneficios privados sino también públicos (p. ej. los impuestos que pagan las empresas madereras al gobierno, pérdidas de ingresos debido al desempleo, etc.).

Está claro que se necesita realizar más investigación para mejorar nuestros cálculos, tanto de los costos de oportunidad de evitar la deforestación y del costo de implementar las políticas de REDD. Un documento de antecedentes para este informe ha sido encargado para ayudar a que los países entiendan cómo los cambios en el uso de la tierra pueden afectar a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y para ayudar en el diseño de las respectivas respuestas políticas. Éste es el primer análisis para ALC que brinda cálculos espacialmente específicos y cuantitativos de las emisiones históricas de GEI resultantes de las actividades de deforestación (Harris et al., 2008). Los resultados de este análisis brindan información acerca de la magnitud calculada de las posibles emisiones totales de la región, además de identificar países específicos y lugares aproximados dentro de cada país donde los esfuerzos para prevenir la deforestación podrían resultar en la mayor proporción de emisiones evitadas a futuro. Esta herramienta de alta resolución puede identificar a los impulsores de la deforestación de manera efectiva y mejorar la focalización de las políticas y los esfuerzos

de aplicación de las regulaciones por parte de las instituciones responsables de la gestión y planificación de recursos naturales.

A pesar de la gran variación en los cálculos existentes, la evidencia disponible sugiere que el gran potencial de mitigación existente en este sector podría ser explotado a un costo relativamente bajo y con una sinergia significativa con los demás objetivos de desarrollo sostenible. En este sentido, y considerando que bajo un escenario sin cambios las futuras tasas de deforestación permanecerán altas en América del Sur y otras zonas tropicales, parecería que las actividades de mitigación en este sector deberían ser la principal prioridad para la región (suponiendo la existencia de una adecuada demanda internacional para este tipo de actividades de mitigación).

#### *Transporte*

El sector transporte en la región de ALC está creciendo velozmente en términos de emisiones de GEI debido al rápido crecimiento económico y el consecuente aumento en el número y utilización de los vehículos, a un cambio general del transporte público al transporte privado, y a las crecientes distancias y cantidad de viajes por vehículo a medida que las ciudades se expanden. Con un promedio de alrededor de 90 vehículos por cada mil habitantes, el índice de motorización en ALC excede al de África, Asia y Medio Oriente, a pesar de que continúa siendo menos de la mitad del de Europa Oriental y tan sólo una fracción del de los países de la OCDE, cuya tasa es de casi 500 vehículos por cada mil habitantes<sup>64</sup>. En México —el segundo país más grande de la región después de Brasil en cuanto a niveles absolutos de emisiones provenientes del sector transporte— el número de vehículos crecerá a un ritmo anual de 5%, pasando de una flota de 24 millones en 2008 a 70 millones en 2030<sup>65</sup>. Los índices de motorización están aumentando en la región junto con el aumento de los ingresos y la disponibilidad de vehículos de bajo costo (recuadro 1).

Con el actual crecimiento en el número de vehículos y su respectivo uso, especialmente en áreas urbanas, existe una necesidad urgente de tratar aquellos temas relacionados con las emisiones provenientes de vehículos privados. Además, las congestiones de tráfico en las

## RECUADRO 1

**La demanda de vehículos privados está subiendo rápidamente en América Latina**

El crecimiento de la clase media en crecimiento ha ayudado a estimular la demanda de vehículos privados. Un estudio de 2005 sobre familias de bajos ingresos que vivían en cuatro antiguas favelas de São Paulo encontró que el 29% poseía un vehículo<sup>66</sup>. Con el correr de los años, las mejoras en la eficiencia y la competencia han llevado a un lento descenso en el precio de los vehículos, siendo éstos más accesibles a grupos cada vez más grandes de personas. Existe también una mayor competencia debido a la existencia de vehículos más económicos provenientes de Asia, y el mercado de autos de segunda mano también está en crecimiento. Las ventas de vehículos en América Latina están rompiendo récords y se espera que continúen generando sólidas ganancias, sostenidas por el crecimiento económico. Brasil y México tienen los dos mercados automotores más grandes de América Latina, pero Perú es el mercado de mayor crecimiento en la región. Durante los primeros tres cuartos de 2006, la venta de vehículos en Perú se elevó un 41%. Las últimas tenden-

cias mundiales muestran a todos los fabricantes de vehículos en pleno desarrollo de vehículos resistentes y económicos, dirigidos específicamente y exitosamente a las clases sociales de bajos y medianos ingresos. Por ejemplo, en São Paulo la flota crece a un ritmo del 7,5% por año, con casi 1.000 vehículos nuevos vendidos en la ciudad cada día. Esto ha acelerado la tasa de motorización en ciudades ya congestionadas, y ha causado un deterioro en los sistemas de transporte e infraestructura existentes. Los resultados han sido un deterioro en la calidad del aire, numerosas muertes y lesiones debido al tráfico, millones de horas de productividad perdidas y un aumento en el consumo de combustible, con el consiguiente aumento en las emisiones de GEI. Según la Revista "Time", São Paulo tiene los peores embotellamientos del mundo<sup>67</sup>. Durante 2008, la congestión acumulada alcanzó un promedio de más de 190 km de extensión durante las horas pico, y el 9 de mayo de 2008 el récord histórico fue fijado en 266 km, lo que significó que el 30% de las rutas monitoreadas estaban congestionadas.

zonas urbanas y una gran proporción de vehículos altamente contaminantes e ineficientes en las carreteras han hecho que el transporte sea una de las principales causas de la contaminación del aire en las ciudades latinoamericanas. El rápido aumento de las emisiones y los grandes beneficios derivados de los mejoramientos ambientales locales significan que el sector transporte en la región de ALC ofrece un significativo potencial para la mitigación —especialmente cuando las barreras institucionales pueden superarse— mientras que al mismo tiempo proporciona importantes beneficios auxiliares.

Muchas medidas para la mitigación "sin arrepentimientos" están disponibles en el sector del transporte, pudiendo implementarse ya sea con grandes ahorros o a un costo relativamente bajo pero con significativos beneficios conjuntos. El ahorro de tiempo, la mejora en la eficiencia del combustible y los beneficios para la salud derivados de las mejoras en los sistemas de transporte pueden compensar una fracción sustancial de los costos de mitigación<sup>68</sup>. Por ejemplo, los estudios han calculado que para los países asiáticos y latinoamericana-

nos, decenas de miles de muertes prematuras debidas a la contaminación atmosférica podrían ser evitadas cada año siguiendo estrategias moderadas para la mitigación del CO<sub>2</sub> en el sector transporte<sup>69</sup>. En México, muchas medidas de "no arrepentimiento" en este sector probablemente redunden en beneficios conjuntos muy significativos (recuadro 2). A pesar del costo económico bajo o nulo de muchas de estas opciones luego de contabilizar los beneficios complementarios, estas "frutas maduras" aún no han sido cosechadas. Obstáculos institucionales y regulatorios impiden la implementación de algunas de estas medidas, y otras requieren de la instalación de costosos sistemas de monitoreo.

El principal desafío de la región en términos de reducción de las emisiones de GEI provenientes del sector transporte es separar el crecimiento de las emisiones del crecimiento de los ingresos. Al tratar el transporte de personas, la principal prioridad de política para la región es desacelerar la creciente tasa de emisiones provenientes de vehículos leves mediante incentivos para automóviles más eficientes y para el

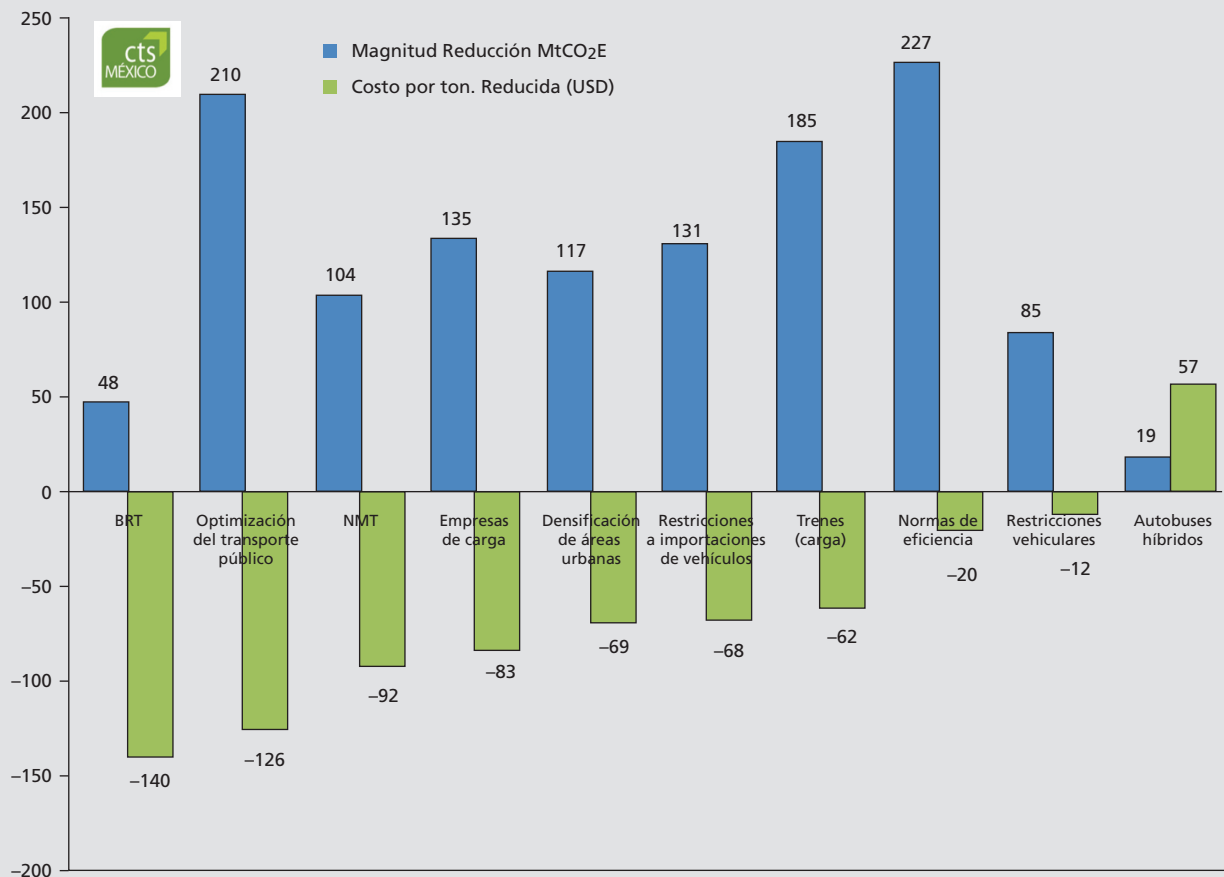
## RECUADRO 2

**La demanda de vehículos privados está subiendo rápidamente en América Latina**

Un análisis de las opciones de mitigación en el sector transporte en México demuestra que hay numerosos beneficios conjuntos incluyendo beneficios financieros, ahorros de tiempo y mejoramiento ambiental local. Entre las opciones que pueden proporcionar las reducciones más grandes de GEI en México están la inspección de vehículos y los programas de mantenimiento, una planificación optimizada del transporte, normas de eficiencia vehicular (CAFE), y políticas de densificación (Figura del Recuadro). Los beneficios económicos resultantes de estas intervenciones incluyen los beneficios financieros en comparación con los medios alternativos de transporte, el ahorro de tiempo para los individuos, por ejemplo reduciendo los congestionamientos, y beneficios para la salud

debidos a las menores emisiones locales de contaminantes atmosféricos (tanto para los pasajeros como para los habitantes locales). Estos beneficios conjuntos implican costos negativos para muchas de las medidas evaluadas para la reducción de las emisiones de GEI (los beneficios de salud no son incorporados en los cálculos incluidos en la figura mas abajo). Algo muy común en esta clase de estudios es que otros costos importantes y difíciles de calcular no sean cuantificados, como los costos por implementar sistemas de monitoreo, superar la falta de información, o cambios en la política o en las regulaciones. Sin embargo, dado que muchas de estas intervenciones ya han sido implementadas en alguna medida en Mexico, expertos en transporte han calificado estos costos como “superables”.

**Potencial de mitigación y beneficios en el sector del transporte en México, incluyendo los aumentos en la eficiencia y el ahorro de tiempo, pero excluyendo los beneficios ambientales y los costos de regulación y monitoreo**



Fuente: MEDEC 2008. BRT es Transporte Rápido en Autobuses, NMT es Transporte no Motorizado.

menor uso de éstos en general. Esto sólo puede lograrse a través de estrategias de transporte integradas que abarquen los diferentes modos de transporte y se complementen con los esfuerzos para reducir la extensión urbana a través de un mejor planeamiento urbano. Dentro del transporte de mercancías, la optimización del tránsito de cargas a través de una mejor logística y mejoras en la eficiencia de los vehículos de carga son las prioridades principales.

### *Energía renovable*

La energía renovable, incluyendo la energía hidroeléctrica a gran escala, tiene el potencial de reducir significativamente el uso de carbono, los derivados del petróleo y el gas natural durante su generación. La energía hidroeléctrica tradicionalmente ha suministrado la mayor parte de la electricidad en países como Brasil, Colombia y Perú, pero la proporción de la energía hidroeléctrica ha decaído en los últimos años debido a que la electricidad generada con gas y la generación térmica en general han proporcionado una parte significativa de la nueva generación.

ALC tiene un potencial considerable para la generación de energía renovable. Las condiciones de viento son excelentes en muchos países de ALC, por ejemplo, una clase de energía eólica igual o más alta a 4. Los mejores recursos eólicos se encuentran en México, América Central y el Caribe, el norte de Colombia y en la Patagonia (tanto Argentina como Chile)<sup>70</sup>. En toda la costa pacífica de Sudamérica, en el noreste de Brasil, y en grandes partes de México, de América Central y del Caribe existen niveles altos de radiación solar, más de 5 kWh/m<sup>2</sup>, considerados altos para los estándares internacionales. Los recursos geotérmicos también son significativos, dado que muchos países de la región están situados en áreas volcánicas. El potencial derivado de la biomasa está bien evidenciado. Los biocombustibles ya contabilizan cerca del 6% de la energía consumida en el sector transporte de la región, dominados por la producción y consumo de etanol en Brasil. El potencial más grande de la región en el área de la energía renovable, sin embargo, está en la hidroelectricidad. El potencial total de la región en esta área fue calculado en alrededor de 687 GW, repartido entre México, Centro y Sudamérica.

Algunos proyectos eólicos son competitivos con el gas natural licuado (GNL), el diesel y los proyectos hidroeléctricos de alto costo, dentro de un escenario que supone un precio para el petróleo de 60 USD/barril y en uno en que el precio alcance los 100 USD/barril<sup>71</sup>. Además, en Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y Perú, los proyectos hidroeléctricos de mediano, alto y bajo costo —con costos de generación normalizados por debajo de los 37 USD/MWh— son competitivos con todas las alternativas termoeléctricas, en los dos escenarios ya mencionados para los precios del petróleo<sup>72</sup>. Las únicas excepciones serían las plantas a gas en los casos de Perú —debido al bajo precio doméstico del gas natural, a 2,1 USD/MBTU— y Colombia, en una situación con precios internacionales bajos para el petróleo y el gas. Esta evidencia es consistente con las conclusiones de estudios recientes que identifican el potencial para reducir las emisiones de GEI a costos negativos a través de la implementación de proyectos hidroeléctricos en Chile y Brasil, en 5 MtCO<sub>2e</sub> y 18 MtCO<sub>2e</sub> por año, respectivamente. Un potencial aún más grande ha sido identificado en el caso de Perú —cerca de 59 MtCO<sub>2e</sub> por año— aunque en este caso los costos de mitigación serían bajos pero no negativos: USD 7,0 por tCO<sub>2e</sub><sup>73</sup>.

Asimismo, en América Central los proyectos hidroeléctricos con costos de inversión cercanos a 2000 USD/KW y costos promedio de casi 59 USD/MWh también competirían con las plantas de GNL de turbinas a gas de ciclo combinado (TGCC) y con motores diesel en ambas situaciones de precios para el petróleo. Mientras que en estos países las plantas hidroeléctricas no podrían competir con las plantas de generación a carbón, un precio del carbono tan bajo como 9 USD/tCO<sub>2</sub> podría igualar los costos de ambos tipos de alternativas, permitiendo de esta manera un *cambio* al sistema más limpio sin ningún costo adicional. Sin embargo, se necesitarían precios de carbono mucho más altos para hacer que las plantas a gas sean competitivas con sus contrapartes a carbón más “sucias”. Los inversionistas tendrían que asumir precios de carbono por encima de 25 USD/tCO<sub>2</sub> para preferir el anterior sobre el último. Esto significa que si las oportunidades para el desarrollo de la energía hidroeléctrica y otras energías renovables no son exploradas, varios países en



TABLA 4

**Potencial hidroeléctrico mayor en ALC (MW, % desarrollado)**

País	Potencial MW <sup>a</sup>	Instalado 2004	Potencial planificado capacidad instalada para 2015	
			MW	%
Brasil	260,000	67,792	101,174	39
Colombia	93,085	8,893	9,725	10
Perú	61,832	3,032	3,628	6
México	53,000	9,650	12,784	24
Venezuela, R. B. de	46,000	12,491	17,292	38
Argentina	44,500	9,783	11,319	25
Chile	25,165	4,278	5,605	22
Ecuador	23,467	1,734	3,535	15
Paraguay	12,516	7,410	9,465	76
Guyana	7,600	5	100	1
Costa Rica	6,411	1,296	1,422	22
Guatemala	5,000	627	1,400	28
Honduras	5,000	466	1,099	22
Panamá	3,282	833	1,300	40
Total	646,858	128,290	179,846	28

Fuentes: a. Potencial: cálculos de OLADE. Estadística de energía SIEE, 2006. Capacidad instalada para 2015 basada en los planes nacionales de expansión de 2006. AIE: capacidad instalada 2004.

la región —es decir, los que no tienen acceso al gas natural a bajo costo— probablemente aumentarán la intensidad de carbono de su capacidad de generación de energía basada en los combustibles fósiles, llevando de esta manera a tasas más altas para las emisiones de GEI.

Los planes de expansión actuales requieren la explotación de sólo una pequeña fracción del potencial total de la energía hidroeléctrica en la región —cerca del 28% para el 2015 (Tabla 4)— subiendo posiblemente al 36% para el 2030, según proyecciones de la AIE. Esto se debe en parte a barreras de política existentes en algunos países: precios baratos para los combustibles, engorrosos procesos de certificación, y procedimientos poco claros para el manejo de los asuntos ambientales y sociales. Los impactos derivados del cambio climático crean otro riesgo para las plantas de energía hidroeléctrica, a través del derretimiento acelerado de los glaciares y variaciones en las precipitaciones que necesitan tenerse en cuenta durante la planificación y operación de las plantas de energía hidroeléctrica.

El caso de Brasil ilustra el efecto de estos desafíos ya que es un país que ha sido muy exitoso en el desarrollo de un gran potencial de generación hidroeléctrica a bajo costo, pero ha experimentado demoras en el desarrollo de nuevos proyectos hidroeléctricos. Brasil ha estado utilizando licitaciones públicas desde 2004 para la concesión de contratos de suministro de energía a largo plazo. Sin embargo, la participación de la hidroelectricidad en el proceso licitatorio se vio demorada por los procesos de obtención de licencias ambientales, y tan sólo cerca del 50% de los proyectos hidroeléctricos que tenían la intención de formar parte de la primera licitación a fines de 2005 recibió una licencia ambiental y pudo presentar una propuesta (World Bank, 2008a). Como consecuencia, el Gobierno decidió que los proyectos deberían al menos obtener licencias ambientales preliminares para formar parte de las licitaciones. Así, la adjudicación de contratos de hidroelectricidad para aumentar la capacidad de generación encargados para 2008–2010 ha sido más baja que la prevista en los planes indicativos de expansión de la generación, y como

resultado la proporción de las plantas de combustibles fósiles ha aumentado. El Gobierno planea facilitar las inversiones en energía hidroeléctrica mediante la realización de estudios previos a las inversiones, poniéndolos a disposición de los inversionistas potenciales.

Si bien está motivado por preocupaciones legítimas sobre los impactos ambientales y sociales, el proceso de adjudicación de licencias ambientales es generalmente largo, arriesgado y costoso. Esto puede significar demoras en la preparación y la ejecución de los proyectos, y mayores riesgos y costos para los proyectos. El efecto de tales demoras es difícil de cuantificar, pero uno de los cálculos es que una demora de un año en la puesta en servicio de un proyecto de energía hidroeléctrica en América Central aumentaría los costos de cambiar<sup>74</sup> del carbón a la energía hidroeléctrica en alrededor de 6,5 USD/tCO<sub>2</sub>. Otro estudio reciente<sup>75</sup> calculó que en Brasil, el costo de manejar los asuntos ambientales y sociales durante el desarrollo de la energía hidroeléctrica representa cerca del 12% del costo total del proyecto. Las opciones para manejar algunos de estos obstáculos sin comprometer los objetivos ambientales y sociales del proceso de adjudicación de licencias se exploran en la sección 5.

A pesar de los riesgos mencionados anteriormente, existe un renovado interés en el desarrollo de proyectos de energía hidroeléctrica por parte del sector público y, muy importante también, por parte del sector privado. Ejemplos de esta nueva actividad incluyen un número substancial de plantas que están siendo construidas en Brasil, una reciente licitación en Colombia donde la mayoría de las plantas que ganaron eran hidroeléctricas, un plan para realizar nuevas licitaciones en Perú apuntado a promover el desarrollo de la energía hidroeléctrica, y la existencia de pequeños y medianos empresarios construyendo plantas de energía hidroeléctrica en Honduras. Sin embargo, se debe reconocer que el desarrollo de más de 100.000 MW a través de proyectos hidroeléctricos medianos y grandes en Sudamérica y algunos países de América Central —parte de los planes de expansión de la generación para el 2030— es un desafío considerable.

Al igual que en otras inversiones a largo plazo, como en el caso de la energía hidroeléctrica, los impulsores privados de proyectos eólicos comúnmente

requieren de contratos a largo plazo con precios para la energía lo suficientemente estables como para recuperar sus costos fijos. Mientras que la energía eólica puede ser hoy en día muy competitiva en ciertos países en comparación con los combustibles fósiles, si los precios del petróleo caen en el futuro, el costo de oportunidad puede descender a niveles que no cubran sus costos. Para manejar estos obstáculos, algunos países han aplicado programas de incentivos basados en cuotas y contratos a largo plazo con precios estables, dirigidos a promover el desarrollo de energías renovables. Éstas y otras medidas para explorar el gran potencial regional de energía renovable serán exploradas detalladamente más adelante.

La electrificación descentralizada con energía renovable puede proporcionar beneficios sociales y económicos sustanciales a poblaciones marginadas que son generalmente dependientes de las fuentes tradicionales de energía, como la biomasa, el queroseno, los generadores a diesel y las baterías de automóviles. Comparada con las costosas extensiones de las redes de suministro, la electricidad renovable externa a la red es comúnmente la manera más rentable de suministrar energía a las poblaciones rurales aisladas. En América Latina, alrededor de 50 a 65 millones de personas todavía viven sin electricidad. En Bolivia, en Nicaragua y en Honduras, las tasas de electrificación rural están por debajo del 30 por ciento<sup>76</sup>.

Otros posibles beneficios conjuntos asociados al incremento de la participación de la energía renovable incluyen un aumento en el nivel de “seguridad energética”, así como la posibilidad de evitar la dependencia a mediano plazo (el “lock-in”) de tecnologías de alto contenido de carbono, y proporcionar algún aislamiento de la volatilidad en los precios del petróleo. Con respecto al último punto, ALC tiene varios países importadores de energía que durante estos últimos años han sido impactados negativamente por un aumento en los precios de la energía o por un descenso en el suministro de combustible<sup>77</sup>. La exposición a la volatilidad de los precios del petróleo está impulsando a los países de todo el mundo a tomar medidas para diversificar sus matrices energéticas y reducir la necesidad de importar energía a través del aumento de la generación de energía renovable y de mejoras en la eficiencia energética.

En cuanto al riesgo de “lock-in” de tecnologías que podrían quedar finalmente obsoletas —dado los posibles cambios regulatorios que podrían penalizar las emisiones— vale la pena observar que las inversiones en bienes de capital para la generación de energía pueden durar varias décadas. La región proyecta una tasa anual de crecimiento en la demanda de electricidad del 4,8% para los próximos diez años, correspondiente a un aumento neto de 100.000 MW en la capacidad de generación, de los cuales 60.000 MW no están en construcción y no han sido licitados<sup>78</sup>. La intensidad de carbono de esta nueva capacidad de generación será decidida en los próximos años, a medida que las decisiones de inversión vayan siendo tomadas. Las políticas e incentivos que conducen a las inversiones hacia un camino de bajo contenido de carbono ayudarán a que la región evite la instalación de tecnologías que, en un mundo cada vez más restrictivo respecto del carbono, pronto serían obsoletas, haciendo que la región pierda competitividad.

Mientras que la reciente caída del precio del petróleo hace que la energía renovable parezca menos competitiva, un factor que debe ser considerado como parte de la ecuación de evaluar la energía renovable como una opción para la generación de electricidad, es la inestabilidad de los precios del petróleo, que aumenta los riesgos asociados con los costos de generación de energía térmica (ver recuadro 3).

#### *Biocombustibles*

Los biocombustibles líquidos son una de las pocas alternativas existentes a los combustibles fósiles dentro del transporte. Con los precios del petróleo alcanzando niveles récord durante estos últimos años, Brasil, la Unión Europea y los Estados Unidos, entre otros, han apoyado activamente la producción de biocombustibles basados en varias materias primas agrícolas, generalmente maíz o caña de azúcar para el etanol y varios cultivos oleaginosos para el biodiesel. Mientras que la mitigación del cambio climático ya ha

#### RECUADRO 3

##### **Incorporación de la volatilidad de los precios de combustibles fósiles en la planificación e inversión de energía**

La generación de electricidad con energía renovable, por ejemplo utilizando hidroelectricidad o viento, es caracterizada por la disponibilidad local del recurso, altos costos de capital y costos operacionales bajos y estables. Estas características son diferentes a las de las plantas de energía térmica, que están caracterizadas por los bajos costos de capital y los más altos costos de operación, principalmente para el combustible. Mientras que los precios futuros del petróleo siempre han sido inciertos, los actuales niveles de volatilidad en los precios no tienen precedentes, como lo demuestra la caída en los precios de 2008 de USD 150 por barril a USD 50 por barril. Esta inestabilidad aumenta el riesgo asociado con el costo de la electricidad de una planta de energía térmica. Los planificadores de los sistemas energéticos tradicionalmente han tratado de acomodar la volatilidad de los precios de los combustibles utilizando diferentes niveles para el precio del petróleo, gas y carbón en sus ejercicios de planificación. Mientras que estos métodos proporcionan cálculos puntuales del riesgo de un proyecto en particular

o la sensibilidad de una cartera de generación a nivel de los precios del combustible, no tratan el problema del riesgo causado por la volatilidad del precio. Se están desarrollando nuevas técnicas que toman en cuenta el valor de las opciones con costos más altos pero más estables en comparación con opciones de costos más bajos pero más volátiles.

Estas técnicas permiten a los analistas hacer intercambios específicos entre el rendimiento/costo de una opción de generación y su riesgo relativo. Este dilema entre riesgo y rendimiento también puede destacar el rol de los renovables “de combustible gratuito” en las matrices energéticas. Combinando el poder de los modelos tradicionales de expansión de la generación con técnicas de análisis de carteras, es posible evaluar los riesgos y los rendimientos relativos de una amplia selección de posibles carteras de generación y cuantificar las diferencias entre ellas. El uso de estos métodos permite que el planificador de sistema o el analista de inversiones vea los riesgos de inversión de forma más sistemática que en el pasado.

sido mencionada como uno de los motivos para tales programas de apoyo, existen otros objetivos importantes que conducen a estos programas. Estos incluyen las posibles contribuciones a la “seguridad energética” y la posibilidad de generar empleo rural y aumentar los ingresos agrícolas. Basado en estos supuestos beneficios conjuntos, muchos gobiernos en ALC y en otras partes están considerando o comenzando programas para fomentar el uso y la producción de los biocombustibles.

Con pocas excepciones, el desarrollo de los biocombustibles plantea varios riesgos sociales y ambientales. Éstos incluyen presiones al alza en el precio de los alimentos, una mayor competencia por el uso de la tierra y el agua, daños a ecosistemas y un impacto indirecto en las emisiones debido al cambio en el uso de la tierra, por ejemplo, cuando se convierten bosques para la producción agrícola. Estos últimos impactos son críticos desde el punto de vista de las políticas de mitigación, ya que potencialmente podrían eliminar las contribuciones positivas de los biocombustibles. En resumen, es cada vez más claro que los costos y los beneficios de los biocombustibles necesitan ser evaluados cuidadosamente antes de extender apoyos y subsidios públicos a la industria de los biocombustibles.

Brasil —el participante más importante en el mercado mundial de biocombustibles, con casi la mitad de la producción mundial de etanol— ha desarrollado la capacidad de producir etanol a una fracción del costo de producción en otros países. A causa de las condiciones favorables para el cultivo de la caña de azúcar y de la estructura industrial extraordinariamente flexible para el procesamiento de la caña de azúcar y el etanol, durante los períodos de precios elevados para el petróleo, la industria del etanol de Brasil ha sido competitiva aun sin el apoyo del gobierno. De hecho, Brasil debe ser el único país donde la industria del etanol ha podido mantenerse por sí misma sin ninguna subvención estatal, e incluso en Brasil, éste parece haber sido el caso solo en el período 2004–2005 (pero no en 2006 cuando el precio internacional del azúcar se disparó) y 2007–2008. (La industria brasileña también fue subvencionada durante muchos años para poder llegar a este punto<sup>79</sup>). En otras partes, la producción de biocombustibles no ha sido financieramente viable sin el apoyo o la protección del gobierno. Los productores de

biocombustibles en la Unión Europea y los Estados Unidos reciben un apoyo adicional por encima y más allá de los subsidios agrícolas y del apoyo a los productores, a través de mandatos relativos a los biocombustibles y de créditos impositivos y a través de altos aranceles de importación.

Al evaluar el potencial de mitigación de los biocombustibles, es necesario tomar en cuenta las emisiones derivadas directamente de su producción y quema, relativas a la gasolina, y también las emisiones provenientes de los cambios en el uso de la tierra que se producen por el crecimiento en la producción de forraje. Existen evaluaciones divergentes sobre el impacto general de los biocombustibles en las emisiones de GEI que dependen de las materias primas a partir de las cuales son producidos y de cómo crecen esas cosechas. Sin tener en cuenta los cambios en el uso de la tierra, el etanol brasileño de caña de azúcar puede reducir las emisiones de GEI en un 70 a 90% en comparación con la gasolina. Para el biodiesel, la reducción de las emisiones se calcula entre un 50 a 60% en comparación con la gasolina. Por el contrario, la reducción de GEI alcanzada por el etanol del maíz en los Estados Unidos es de sólo 10 a 30% antes de considerar las emisiones indirectas de GEI derivadas del cambio en el uso de la tierra<sup>80</sup>. De acuerdo a algunos cálculos, el costo de reducir una tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de las emisiones a través de la producción y el uso de etanol a base de maíz podría ser tan alto como USD 500 p/ tonelada<sup>81</sup>. La extensión de los riesgos sociales —principalmente la presión que algunos biocombustibles ejercen en el precio de los alimentos— también varía según el tipo de biocombustible. En contraste con la desviación a gran escala de maíz para la producción de etanol en los EE.UU., la producción del etanol de caña de azúcar en Brasil no parece haber contribuido perceptiblemente al reciente aumento de los precios de las materias primas alimenticias<sup>82</sup>.

El impacto en las emisiones debido a los cambios en el uso de la tierra pueden surgir directamente, cuando las materias primas crecen en áreas que anteriormente no fueron utilizadas para la agricultura, o indirectamente cuando, por ejemplo, la producción de materias primas desplaza a las zonas de cultivo y pasturas, que a su vez se expanden hacia las zonas de bosques. El

problema estriba, sin embargo, en que una vez que los incentivos para producir etanol son establecidos, es imposible asegurar que sólo aquellas tierras de baja productividad serán convertidas, a menos que los países tengan políticas adecuadas, instituciones y sistemas de monitoreo transparentes como para salvaguardar a los otros tipos de tierras de la conversión. Incluso

entonces, es posible que el resultado sea la conversión de tierras en otros países (ver recuadro 4).

ALC tiene la ventaja de tener grandes extensiones de tierra dedicadas a las pasturas y a la agricultura de baja productividad. Mientras exista la posibilidad de aumentar la productividad en estas áreas, la producción de biocombustibles puede, en principio, aumen-

#### RECUADRO 4

##### **Al evaluar el impacto de los biocombustibles en las emisiones de GEI, el cambio en el uso de la tierra es crítico**

La sustitución de los combustibles derivados del petróleo por los biocombustibles reduce las emisiones producidas por los vehículos. Los biocombustibles compensan los GEI liberados durante su combustión mediante la retención de carbono durante su cultivo. Luego de dar cuenta de éste y otros efectos del “ciclo vital” (las emisiones generadas durante el cultivo y procesamiento de las materias primas), las emisiones directamente atribuibles a la quema y producción del etanol de caña de azúcar brasileño dan cuenta de una reducción en las emisiones de GEI de entre un 70 y un 90%, comparado con la gasolina. Por el contrario, la reducción de GEI correspondiente al etanol de maíz de los Estados Unidos es de entre un 10 y un 30%<sup>83</sup>.

Pero la historia no termina ahí. La tierra utilizada para producir la materia prima de los biocombustibles –digamos maíz– deberá ser tomada de la producción de otros cultivos o de algún otro uso actual. Si la tierra para el maíz es transformada a partir de sus otros usos (bosques, praderas, pasturas), se liberan GEI a medida que la tierra es perturbada y que la vegetación que es removida del suelo (que está reteniendo carbono) se quema o se pudre. Al evaluar el impacto general de los biocombustibles, esta única liberación de GEI es análoga a una inversión anticipada, que con el tiempo deberá ser “devuelta” mediante el flujo continuo de reducción de las emisiones que se da al sustituir la gasolina por biocombustibles.

Si la tierra para cultivar maíz se toma de otros cultivos, esto a su vez reduce el suministro y eleva el precio de estos productos. El precio elevado reduce el consumo hasta cierto punto y también proporciona a los otros productores un incentivo para cultivar más. Este incremento en el suministro puede venir de tierras derivadas de otras cosechas y/o de

la transformación de tierras no cultivadas. La tierra es entonces transformada, y tiene el efecto descrito anteriormente de liberar GEI.

El aumento original en la producción de maíz genera una reacción en cadena de cambios en el uso de la tierra en los mercados agrícolas. Dado que los mercados mundiales están muy integrados, los cambios originales en el precio del maíz son transmitidos por todo el mundo, y por lo tanto estos cambios indirectos en el uso de la tierra pueden darse en cualquier parte, no sólo en el país donde la materia prima para el biocombustible es procesada. Una evaluación general del impacto de los biocombustibles en la mitigación de los GEI también necesita tomar en cuenta las emisiones resultantes de los cambios directos e indirectos en el uso de la tierra.

Este tipo de cambio indirecto en el uso de la tierra es especialmente difícil de medir, y debido a esta complejidad a menudo se pasa por alto en las evaluaciones de sustentabilidad de los biocombustibles. Pero las implicaciones son enormes. Por ejemplo, como mencionamos previamente, los análisis de ciclo vital apuntan a un ahorro anual de alrededor del 20% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en relación al petróleo cuando el etanol es producido con maíz en los EE.UU. Sin embargo, cálculos recientes de un estudio sobre transformaciones de la tierra en EE.UU. y en otras partes, muestran que producir más maíz puede de hecho resultar en una duplicación de las emisiones de GEI a lo largo de 30 años y aumentar los niveles de GEI durante 167 años<sup>84</sup>. Este estudio proyectó un aumento de las tierras cultivadas con las principales cosechas templadas, azucareras y ganaderas, utilizando un modelo mundial como consecuencia de un aumento previsto en la producción de maíz-etanol en los EE.UU. de 56 mil millones de litros para el 2016.

*(Recuadro continúa en la siguiente página)*

## RECUADRO 4

## (continuación)

En este modelo, la desviación resultante de 12,8 millones de hectáreas de tierras cultivables en los EE.UU. resultaría en 10,8 millones de hectáreas de tierras cultivadas adicionales, de las cuales 2,8 millones están en Brasil, 2,3 millones en China e India, y 2,2 millones en los EE.UU.<sup>85</sup>, con el impacto sobre las emisiones de GEI dependiendo del tipo de tierra que haya sido transformada. Excluyendo los cambios indirectos en el uso de la tierra, se espera que la caña de azúcar brasileña reduzca las emisiones en un 86 por ciento (con un período de restitución de carbono de sólo 4 años) si la caña de azúcar sólo transformase tierra de pastoreo tropical.

Una evaluación en este estudio está de acuerdo con la conclusión de otros estudios de que los biocombustibles provenientes de los residuos tienen un balance de carbono más favorable, y cuestiona la viabilidad de reducir las emisiones a través de cultivos dedicados incluyendo aquellos en tierras marginales<sup>86</sup>. Estos descubrimientos con respecto a los costos ambientales del cambio en el uso de la tierra están corroborados por estudios que evalúan el tiempo de “devolución” del carbono para la transformación de tipos de tierras específicas, que indican que el etanol de caña de azúcar brasileña es claramente el más eficiente en este sentido<sup>87,88</sup>. (Ver figura del recuadro).

**Años que se necesitan para repagar la deuda de biocombustible de carbono de la conversión de la tierra (\*)**  
(Etanol del maíz o caña de azúcar, biodiesel de aceite de palma o soja)



Como las inversiones y la devolución ocurren en períodos de tiempo diferentes, algunos argumentan que los flujos de devolución necesitan ser descontados, lo cual quizás redujera en algo los períodos de restitución del carbono, pero la elección de una tasa de descuento apropiada para el carbono está rodeada de controversias políticas y pocos estudios han abordado este tema<sup>89</sup>. Un estudio reciente utilizó una gran variedad de tasas de descuento en una evaluación de este período de restitución con diferentes tipos de tierras transformadas para cultivar el etanol en EE.UU. y Brasil. Este estudio indicó un análisis de costo-beneficio favorable para algunos tipos de tierra de baja productividad en Brasil, utilizando cualquiera de las tasas de descuento en consideración<sup>90</sup>.

Al evaluar los impactos en las emisiones generales al producir biocombustibles en diferentes países, una pregunta pertinente es cuánta tierra debe ser tomada de otras cosechas

o transformada para producir cada galón de biocombustible. El rendimiento de etanol por hectárea de caña de azúcar en Brasil es de casi dos veces mayor a la del etanol de maíz en los EE.UU.<sup>91</sup>. Este hecho ha llevado a hacer un cálculo de si el etanol actualmente producido en EE.UU. fuera producido en Brasil<sup>92</sup>, requeriría de sólo 6,4 millones de hectáreas, en vez de 12,8 millones, potencialmente derivando en una reducción de la presión indirecta para el cambio en el uso de la tierra y en ahorros sustanciales en las emisiones de esta fuente. Pero el potencial del etanol brasileño a base de azúcar para reemplazar producciones menos eficientes de otras fuentes está limitado por los actuales aranceles de importación de EE.UU. y otros países de ingreso alto. La reducción de estas barreras comerciales a la importación de etanol brasileño podría derivar en ahorros sustanciales en el costo mundial de producción para el etanol y en un nivel más bajo de cambios en el uso de la tierra.

tar sin causar grandes aumentos en las emisiones debidas a cambios en el uso del suelo, al mismo tiempo que se minimiza la competencia con la producción de alimentos. Que esto realmente suceda en la práctica depende de cuan efectivamente puedan ser controlados los cambios en el uso de la tierra. Aquellos países que estén considerando si deberían promover la producción de biocombustibles y cómo llevar esto a cabo, deberían considerar cuidadosamente si sus instituciones y sistemas legales están en posición de controlar los cambios del uso de la tierra, y también si los beneficios pesan más que los necesarios costos fiscales y de otros tipos.

Se están realizando esfuerzos para desarrollar esquemas de certificación de la sustentabilidad de los biocombustibles, que podrían ayudar a reducir los riesgos ambientales y sociales a largo plazo. Los variados obstáculos a la implementación efectiva de tales esquemas van desde la necesidad de asegurar una amplia participación de todos los productores principales hasta la dificultad, o bien la imposibilidad, de dar cuenta de los cambios indirectos en el uso del suelo. Para aquellos países que no cuentan con el potencial para producir biocombustibles de primera generación de bajo costo, las tecnologías celulósicas de “segunda generación” para la producción de etanol proveniente de los residuos materiales prometen proporcionar beneficios en cuanto a la reducción de GEI con riesgos sociales y ambientales más bajos, pero aún les falta mucho para su comercialización. Mientras tanto, está claro que desde una perspectiva relativa a las emisiones, los costos sociales y de producción económica, el etanol del azúcar de Brasil es superior a otras alternativas. Reducir o eliminar los altos aranceles comerciales y los inmensos subsidios que actualmente tienen muchos países produciría beneficios económicos para Brasil y para sus socios comerciales, y reduciría las emisiones de GEI.

### *Agricultura*

La región ALC posee un gran potencial de mitigación en el sector agropecuario, asociado al despliegue de prácticas agropecuarias mejoradas, así como a medidas para mejorar el almacenamiento de carbono en los suelos o en la capa vegetal. Algunas de estas medidas traen beneficios conjuntos. Sólo un tercio de este

potencial de mitigación, sin embargo, podría ser explotado económicamente, a menos que el carbono tuviese un valor por encima de USD 20 /tCO<sub>2</sub>e<sup>93</sup>. Los obstáculos para la implementación específicos al sector agropecuario incluyen asuntos como la permanencia de las reducciones de GEI (en especial los sumideros de carbono), la lenta respuesta de los sistemas naturales y los altos costos de transacción y monitoreo.

Las emisiones de las tierras cultivadas pueden reducirse mediante el mejoramiento de las variedades de cultivo, extendiendo la rotación de cultivos, y reduciendo la dependencia en fertilizantes de nitrógeno mediante la rotación con legumbres o mejorando la precisión y eficiencia de las aplicaciones de fertilizante. Bajo ciertas condiciones climáticas y de suelo, la siembra directa puede ser efectiva tanto para mejorar el rendimiento, restaurar los suelos degradados y mejorar el almacenamiento de carbono en los suelos. Las emisiones de metano provenientes del ganado rumiante, como los bovinos y ovinos, así como de los porcinos, son una gran fuente de emisiones agropecuarias en la región de ALC. Las medidas para reducir las emisiones del ganado involucran un cambio en las prácticas de alimentación, uso de aditivos dietéticos, criar especies y manejar el ganado con el objetivo de mejorar su productividad y minimizar las emisiones por unidad de producto animal. Otro enfoque en el caso de los animales confinados en áreas pequeñas, como los porcinos y el ganado lechero, es el uso de biodigestivos para procesar los desechos y capturar el metano para su uso posterior. Éste puede quemarse (generando créditos de carbono en potencia, dado que las emisiones de la quema son mucho menos potentes como GEI que el metano) o usarse para generar electricidad o para uso local. En México y Uruguay ya existen proyectos de este tipo.

El potencial para beneficios conjuntos así como la efectividad y costo de las medidas de mitigación derivadas de este conjunto de prácticas agropecuarias varían según la zona climática y las condiciones socioeconómicas. La siembra directa —una práctica agropecuaria que se ha utilizado exitosamente en más del 45% del área cultivable del Brasil— es un ejemplo de ello. Al contrario de los cultivos convencionales, la siembra directa no involucra el arado del suelo e incor-

pora el uso de la rotación para los cultivos y los rastros (la aplicación de residuos de la siembra). El resultado es un incremento del almacenamiento (secuestro) de carbono en el suelo. Los menores requisitos de combustible, dado que la siembra ya no es necesaria, resultan en otra reducción de GEI. Sin embargo, la aplicación de fertilizantes de nitrógeno para contrarrestar el agotamiento de éste, algo que ocurre en los primeros años luego de la conversión de siembra normal a siembra directa, podrían negar algunas de las reducciones en las emisiones de GEI<sup>94</sup>.

Para resumir, si bien existen oportunidades para incrementar la producción agropecuaria a la vez que se reducen las emisiones de GEI, estas prácticas deben evaluarse dentro de situaciones regionales y locales muy específicas, y teniendo en cuenta que no existe una lista de intervenciones deseables de aplicación universal. Más aún, la competencia por la tierra para diferentes usos significa que muchas de estas respuestas son menos costosas y más efectivas a la hora de alcanzar reducciones, cuando se implementan como parte de una estrategia integrada que abarca a los subsectores agropecuarios y forestales. Dado que las soluciones para la mitigación en el sector agropecuario son específicas al contexto, los esfuerzos de investigación necesitan de una fuerte dimensión participativa para asegurar que respondan a las necesidades específicas de los pequeños agricultores.

### *Desperdicios*

El potencial total para la reducción de emisiones de GEI a través de vertederos sanitarios y la producción de abono orgánico no es muy grande dada la pequeña contribución de los desperdicios a las emisiones totales en ALC. Sin embargo, la recolección y disposición correcta de los desechos sólidos trae sustanciales beneficios ambientales, de salud y seguridad pública, convirtiéndolos en una prioridad general.

La recolección inadecuada de los residuos y la resultante disposición ilegal dentro de las ciudades incrementa el riesgo de inundación cuando los desperdicios bloquean las vías fluviales y canales de desagüe urbanos; la quema de desperdicios en las calles citadinas o en vertederos al aire libre emite dioxinas y furanos cancerígenos dada su incompleta combustión y otros con-

taminantes; los vertederos de residuos son una importante fuente de filtraciones hacia fuentes de agua superficiales y subterráneas, y propagan las enfermedades transmisibles por insectos, roedores y aves. Los sitios de disposición de residuos sólidos que no posean sistemas de manejo de gases acompañado por la quema o recuperación de la energía son importantes fuentes de descarga de metano, y las pérdidas de gas metano pueden llevar a explosiones en viviendas particulares o áreas públicas.

La tasa de recolección de residuos municipales en general es aceptable, en especial en las ciudades más grandes de la región. En promedio, las ciudades de más de 500 mil habitantes recolectan más del 80% de sus desperdicios. En las ciudades más pequeñas, sin embargo, las dificultades técnicas y financieras resultan en una menor tasa de recolección, alrededor de 69%. En general, el 62% de los residuos generados en ALC son quemados o terminan en vertederos desconocidos<sup>95</sup>. La buena noticia es que el manejo de residuos sólidos se encuentra en un lugar importante de la agenda política de los gobiernos locales, y varias medidas de mitigación que a la vez aportan beneficios conjuntos pueden ser implementadas a un modesto costo incremental. De hecho, muchos ejemplos de una implementación exitosa de estrategias para el manejo de residuos pueden encontrarse en México, Brasil y Colombia, entre otros países de ALC. Emular estos ejemplos de mejores prácticas podría tener un impacto positivo sustancial.

## **5. Políticas para un futuro de desarrollo con menos carbono**

Mantener a los países de ALC en una trayectoria de alto crecimiento y reducción de la pobreza, al mismo tiempo que se maximiza su contribución a la reducción de las emisiones globales, requerirá de una combinación coherente política en tres niveles. Primero, dado que el cambio climático es inevitable —de hecho ya está ocurriendo— los países de la región deberán adaptar sus propias estrategias de crecimiento y reducción de la pobreza, para minimizar los impactos negativos en sus poblaciones y ecosistemas. Segundo, para que el esfuerzo global de mitigación sea efectivo, eficiente y consistente con consideraciones de equidad,



debe haber un entorno político internacional apropiado, incluyendo (a) la participación total de los países de alto ingreso en un acuerdo sobre el cambio climático y (b) una arquitectura global de políticas de cambio climático que sea “amigable” con las características de ALC. Los países de ALC pueden ejercer un papel activo en la negociación de este acuerdo y en su implementación. Tercero, para que los países de ALC puedan aprovechar las diferentes oportunidades de mitigación eficiente descritas en la sección anterior, se requiere de una serie de nuevas políticas domésticas.

### ***Adaptación eficiente al cambio climático en ALC***

#### **Introducción**

Así como se han adaptado a cambios anteriores en el clima, los seres humanos y los ecosistemas responderán espontáneamente, en cierta medida, a los cambios climáticos venideros, en formas que reducirán los efectos negativos y acentuarán los positivos. En este contexto, un gran desafío para los gobiernos y la comunidad internacional será la creación de políticas, infraestructura institucional y bienes públicos que faciliten y den apoyo al proceso de adaptación autónomo de los seres humanos y ecosistemas naturales. Una estrategia única, sin embargo, no serviría para poder confrontar el cambio climático, dado que la forma de adaptación de cada individuo es muy idiosincrásica. Más aún, en la medida en que la mayoría de las acciones de adaptación tengan muy poco efecto en otros —esto es, tendrán poca o ninguna externalidad— la mayor parte de las políticas de gobierno en apoyo de la adaptación humana seguramente deban ser de índole “facilitadora” (TOL, 2005). En otras palabras, los gobiernos tal vez necesiten enfocarse en medidas no prescriptivas para establecer un marco que guíe a los individuos y les dé el poder necesario, pero que no les obligue a cambiar de comportamiento ni subsidie emprendimientos privados. El objetivo principal debería expandir las opciones y ampliar la capacidad de resistencia económica y movilidad de las familias, su capacidad de tomar decisiones basándose en buena información y llevar a cabo transiciones que mejoren su bienestar adaptándose a los cambios a largo plazo de su ambiente externo.

No todas las políticas de adaptación, sin embargo, serán de carácter facilitador. Claro que habrá áreas donde la intervención e inversión gubernamental serán necesarias para manejar el cambio climático, así como ahora manejan los desastres naturales, tanto para prevenir daños como para ayudar en la recuperación. Se necesitarán intervenciones activas por parte de gobiernos e instituciones internacionales para proporcionar algunos bienes públicos críticos, incluyendo mejoras en los sistemas de manejo de recursos naturales, inversiones en infraestructura para proporcionar protección directa contra amenazas relacionadas con el clima, e inversiones adicionales para el desarrollo e implementación de tecnologías que serán críticas para que los productores se adapten a los cambios climáticos. Más allá de proporcionar estos bienes públicos, las respuestas políticas de carácter facilitador serán importantes en las áreas de monitoreo y pronóstico del clima, protección social, manejo de riesgos derivados del clima, y en el mejoramiento de los mercados del agua y financieros. En nuestra opinión, en la mayoría de estos casos las respuestas en el área de adaptación serán congruentes con las buenas políticas para el desarrollo. En otras palabras, la incorporación de las consideraciones sobre el cambio climático dentro de las políticas de gobierno frecuentemente exigirá medidas del tipo “sin arrepentimientos”.

#### **Políticas públicas de adaptación al cambio climático que van más allá de la facilitación**

La naturaleza del cambio climático en sí y varias características inherentes a las respuestas en el área de adaptación son relevantes a la hora de conformar una política gubernamental óptima. Como hemos visto, el cambio climático es a la vez un asunto de largo plazo y en aspectos importantes incierto en sus efectos sobre el clima en localidades específicas. La realización de grandes inversiones o respuestas políticas en anticipación a futuros impactos climáticos corre un grave riesgo de malgastar recursos o aun incrementar los impactos negativos si esos cambios no se materializan de la manera esperada, o si futuros avances tecnológicos permitieran una respuesta más efectiva en términos de costo. Contrapuesto a ello está el riesgo de que un fracaso a la hora de tomar acciones a tiempo pueda

derivar en daños evitables. Además, algunas inversiones y políticas pueden requerir de bastante tiempo antes de dar frutos. Nuestro argumento es que las políticas deben ser flexibles con el transcurso del tiempo, permitiendo una fácil actualización a medida que surjan nuevos datos, p. ej., inversiones en protección costera que permitan su expansión a medida que surja nueva información relacionada al riesgo de una subida en el nivel del mar. Existe un valor intrínseco en el hecho de esperar que aparezca más información y mejor tecnología, de manera que las decisiones que no sean urgentes puedan ser aplazadas, y las inversiones planeadas de forma modular cuando esto sea posible. Habiendo dicho esto, las siguientes son algunas de las áreas donde las políticas públicas serán críticas para que la adaptación al cambio climático sea efectiva y eficiente.

*Fortalecimiento del manejo de recursos naturales, enfocándose especialmente en el manejo de flujos de agua y en mejorar la capacidad de recuperación de los ecosistemas.* Además de proporcionar un entorno propicio al desarrollo de los mercados del agua, los gobiernos podrían tener que invertir directamente en bienes públicos para mejorar el desagüe en aquellas áreas con mayores precipitaciones, o en nuevas represas para regular el flujo del agua en áreas donde los glaciares se hayan derretido y por ende ya no cumplan esta función. Por otro lado, algunas represas podrían ser redundantes en caso de que el flujo de agua se reduzca lo suficiente. Ésta es un área donde se pueden juntar las agendas en torno a la mitigación y adaptación, en países donde las represas de uso múltiple pueden ayudar al control de inundaciones a la vez que generan electricidad limpia.

También se necesitarán inversiones públicas a fin de preservar los servicios prestados por los ecosistemas, en caso de eventuales impactos debidos al cambio climático. Un componente de corto plazo clave en la estrategia para ayudar a los ecosistemas a adaptarse al cambio climático en las próximas décadas tendrá que ver con la reducción de otras presiones a las que están sometidos esos sistemas y a la optimización de su capacidad de recuperación. Durante las próximas décadas, a medida que las condiciones cambien y más información se haga disponible, se podrán identificar otras estrategias potenciales. Las reservas biológicas y los corredores ecológicos pueden servir como medidas de

adaptación para promover una mayor capacidad de recuperación (Magrin et. al., 2007). Ayudar a la supervivencia de los arrecifes de corales en un entorno de mayores temperaturas oceánicas, por ejemplo, podría requerir una mayor atención al diseño de áreas de protección marinas para identificar y proteger aquellos arrecifes que sean especialmente resistentes, ya sea porque están ubicados donde los afloramientos fríos proveen una protección natural contra los eventos termales o bien porque aparentemente tienen una resistencia natural contra el fenómeno<sup>96</sup>. Algunos ecosistemas o especies individuales tal vez necesiten ser “transplantados” a ambientes más hospitalarios, a medida que sus hábitats presentes se vuelvan demasiado calientes, o al menos algunos corredores preservados para facilitar las migraciones. Proyectos recientes para conservar los arrecifes de coral del Caribe y proteger la integridad del Corredor Biológico Mesoamericano son ejemplos de este tipo de esfuerzos, que pueden ser ampliados en el futuro.

La decisión de invertir en actividades de apoyo a la adaptación de los ecosistemas tiene que sustentarse en datos científicos sólidos, subrayando la necesidad de crear capacidad en la región y transferir recursos para este propósito. La base de las evaluaciones de vulnerabilidad e impacto es la disponibilidad y utilización de datos científicos sólidos. Se necesitan recursos para el fortalecimiento de la capacidad de la comunidad científica local y de las instituciones relevantes en ALC, así como la transferencia/distribución de conocimiento por parte del mundo desarrollado para el desarrollo de una agenda de adaptación para la región. Éste es el foco de varios programas en curso para la región (Recuadro 5).

*Fortalecer la protección directa contra las amenazas relacionadas al clima, en casos donde la acción colectiva es necesaria.* Algunas inversiones tienen características de bien público en el sentido que los beneficios se comparten entre todos y el pago individual se convertiría en algo poco factible. Éstas incluirían aquellas inversiones para hacer que la infraestructura pública sea a “prueba del clima”, control de inundaciones, mejor regulación de los flujos de agua erráticos, y protección a las poblaciones costeras de la elevación del nivel del mar. Mucho de esto deberá llevarse a cabo por medio

## RECUADRO 5

**Proyectos de cambio climático en ALC**

Proyectos actuales en varios países se enfocan en desarrollar la capacidad y generar el conocimiento para evaluar las vulnerabilidades y riesgos asociados con el cambio climático, especialmente aquellos relacionados con los ecosistemas. Algunos ejemplos de estas actividades, que se llevan a cabo en asociación con instituciones académicas locales y de investigación incluyen:

- La expansión de la red de monitoreo de los arrecifes de coral por medio de la instalación de una estación de alerta oportuna con respecto a los arrecifes de coral (CREWS) en Jamaica y la actualización de estaciones de monitoreo del nivel del mar en once países del Caribe.
- La creación de escenarios de proyección climática en el Caribe enfocados en adaptar modelos globales de cambio climático para desarrollar dinámicamente modelos reducidos de cambio climático regionales importantes para la región. Los resulta-

dos de este esfuerzo han servido en la preparación de estrategias nacionales de adaptación.

- La utilización de datos del Simulador de la Tierra del Instituto de Investigación Meteorológico de Japón (MRI) para el diseño de mapas de vulnerabilidad de las cuencas en los Andes tropicales (Bolivia, Ecuador y Perú). Este esfuerzo se complementa con la instalación de una red de monitoreo de ocho estaciones meteorológicas de montañas altas para medir el proceso gradual del repliegue glaciar y el desarrollo de un sistema de monitoreo climático para analizar el ciclo de carbono y agua en los ecosistemas de “*páramo*” de los Andes tropicales.
- El desarrollo de una metodología para la evaluación de los impactos de huracanes intensificados que han sido anticipados en las zonas pantanosas costeras y la cuantificación de estos impactos en México.

de administraciones locales. Por ejemplo, las precipitaciones más intensas amenazarán con desbordar los sistemas de alcantarillado en las ciudades donde las bocas de tormenta no estén separadas de la red cloacal, necesitando una reconstrucción de estos sistemas para evitar peligros a la salud pública. También serán necesarias medidas para combatir los peligros a la salud pública provenientes de enfermedades transmisibles. En relación con esto, la vigilancia y el monitoreo serán especialmente importantes en aquellos países donde se espera que el cambio climático permita la propagación de enfermedades transmisibles hacia nuevas áreas, donde la población carece de inmunidad. Un proyecto actual, por ejemplo, se enfoca en el fortalecimiento de la vigilancia y de sistemas de control para la salud pública en varias municipalidades colombianas, en base a consideraciones relacionadas con el cambio climático. El programa piloto está construyendo un sistema de alerta temprano basado en la incorporación de herramientas del sistema dentro de la vigilancia de la salud pública para detectar incrementos en la transmisión de malaria y dengue, así como ayudar a desarrollar estrategias preventivas.

Allí donde los efectos del cambio climático ya se están sintiendo (p. ej. el derretimiento de los glaciares en los Andes), se podrá necesitar de inversión en infraestructura en el futuro cercano. Se está dando un primer paso a través de un proyecto para asistir en la evaluación del impacto del cambio climático en la hidrología de cuencas específicas en Perú y del peligro que esto supone para el suministro de agua potable, para la agricultura y la generación hidroeléctrica. Para el planeamiento a largo plazo, la posibilidad de un cambio climático futuro debe tomarse en cuenta de varias maneras. Una mayor intensidad de los huracanes, y posiblemente una mayor frecuencia, significa que los riesgos deben ser reevaluados, lo que a su vez significa que un mayor número de diseños de ingeniería resistentes al clima tendrán una relación costo-beneficio favorable. Esto ya está siendo reconocido en proyectos de asistencia a los países caribeños para recuperarse de los recientes huracanes, a medida que se reconstruye la infraestructura en base a requisitos más estrictos.

Claro que esto no significa que todas las inversiones destinadas a fortalecer la infraestructura para prote-

gerse del cambio climático anticipado deban realizarse inmediatamente. En condiciones de incertidumbre, cuando algo de ésta se resuelva a medida que pasa el tiempo, tiene sentido esperar, y esto debe admitirse en el planeamiento. Las herramientas para analizar la relación costo-beneficio que explícitamente tomen en cuenta este tipo de incertidumbre, como un análisis de opciones reales, serán muy útiles en este respecto. Esto significa que en ciertos casos se deberán posponer algunas acciones, y en otros desarrollar una mayor flexibilidad como, por ejemplo, en un diseño modular de la infraestructura.

*Fortalecer las cadenas tecnológicas y flujos de información.*

La adopción de tecnologías mejoradas podría minimizar el tipo de impacto negativo en la productividad agropecuaria que se describió en la sección 2. Los agricultores de zonas templadas deberían poder adaptarse a las mayores temperaturas utilizando variedades que hoy se utilizan en zonas más tropicales. Esto es, las variedades cultivadas en zonas más cálidas pueden trasladarse hacia ambientes en proceso de calentamiento, desde latitudes bajas hasta latitudes más altas. Este proceso asume que los regímenes comerciales y regulatorios estén abiertos a este tipo de transferencia tecnológica. Un asunto que los gobiernos eventualmente deberán considerar es si las regulaciones que gobiernan la introducción de nuevas variedades (MG o no-MG) deben revisarse a la luz del mayor valor que tendrán las innovaciones tecnológicas del exterior<sup>97</sup>. El cálculo costo-beneficio en que se basan estas regulaciones podría verse alterado profundamente por el cambio climático.

En tanto que las variedades existentes pueden en general satisfacer las necesidades de los agricultores en áreas no cercanas al límite de tolerancia de los cultivos, estas condiciones no tienen por qué ser el foco principal de investigación y desarrollo de nuevas variedades. En estos casos, la investigación tendría que enfocarse en las limitaciones productivas para aquellos cultivos que están siendo sembrados en áreas cercanas a sus límites de tolerancia de temperatura. Esto, sin embargo, podría ser una búsqueda llena de desafíos. Muchos cultivos en ALC se siembran dentro de umbrales de temperatura y lluvia muy estrechos, y podrían ser susceptibles a estos efectos limítrofes (Báez and Mason, 2008). El problema puede ser ejemplifi-

cado a través de la experiencia que la Empresa Brasileña de Investigaciones Agropecuarias (EMBRAPA) tuvo al desarrollar variedades genéticas de algunos cultivos que toleran mejor las altas temperaturas y el déficit hídrico, así como las plagas y pestes (híbridos de mandioca y banana). EMBRAPA descubrió que la biotecnología puede ayudar a que los cultivos manejen mejor el estrés climático y aumentos de hasta 2° C de temperatura. Más allá de ese nivel de temperatura, la eficiencia de las mejoras genéticas es limitada debido a que se dificulta la fotosíntesis (Assad and Silveira Pinto, 2008). De cualquier manera, las mejoras genéticas toman tiempo en materializarse y son costosas. Desarrollar y poner en venta nuevas variedades toma entre cinco y diez años, y tal vez más tiempo para que se adapten a las condiciones agro-ecológicas específicas.

### Políticas de adaptación facilitadoras

Muchas veces se recalca que una buena política de desarrollo significa una buena política de adaptación. Un incremento del ingreso y del capital humano aumenta la capacidad de resistencia a los impactos de todo tipo y brinda a los hogares la capacidad de manejar mejor los cambios. Este axioma se ilustra muy bien mediante un tipo de experimento natural en la península mexicana de Yucatán, donde dos huracanes golpearon la península con una separación de 22 años. El huracán Janet impactó en 1955 como una tormenta de categoría 5, y mató a más de 600 personas. El huracán Dean impactó casi en el mismo lugar en 2007 siendo una tormenta ligeramente más poderosa, pero no causó pérdida de vidas. Durante esos 52 años de separación, claro está, aumentaron los ingresos privados y se desarrollaron las instituciones gubernamentales, permitiendo que todos estuvieran mejor preparados<sup>98</sup>.

El hecho de que las políticas de adaptación y desarrollo tengan mucho en común son buenas noticias en cuanto que los pros y los contras de actuar ahora o más tarde no están tan definidos. Para muchas medidas que constituyen buena política económica, pero que enfrentan oposición política o no tienen una prioridad muy elevada, el espectro del cambio climático puede alterar el cálculo político a favor de las reformas correspondientes. En estos casos, no debería haber demoras.

Existen otras áreas donde se justifica la urgencia de atender el cambio climático en curso o prevenir un daño irreversible, en especial en aquellos ecosistemas que ahora mismo están bajo estrés climático. Para las demás medidas, sin embargo, el alto nivel de incertidumbre asociado con la predicción de cambios a largo plazo genera riesgos que pueden ser mayores que cualquier posible ventaja de un accionar rápido. Se necesita algún tipo de determinación de prioridades para identificar aquello que debe realizarse en el corto plazo y aquello que puede posponerse. Los siguientes son algunos de los ejemplos más importantes de políticas que facilitan la adaptación, y en general son buenas políticas para el desarrollo.

*Fortalecimiento de las herramientas de monitoreo y pronóstico del tiempo*

Esto generará mejor información para reducir la incertidumbre y ayudar a que las personas escojan en base a una buena información. Algunas de las herramientas más útiles para reducir la incertidumbre son una base de datos histórica sobre el clima, instrumentos de monitoreo climático, sistemas para analizar los datos climáticos y así determinar patrones de variabilidad y extremos intra-anales e inter-estacionales, datos sobre vulnerabilidad sistémica y efectividad adaptativa (p. ej. capacidad de resistencia, umbrales críticos) (FAO, 2007). Estudios recientes, por ejemplo, han cuantificado el potencial valor económico de los pronósticos meteorológicos sobre el fenómeno de Oscilación Meridional-El Niño (ENSO<sup>99</sup>). Han concluido que los incrementos monetarios netos derivados de un mejor pronóstico climático y los subsiguientes ajustes en las prácticas agropecuarias podrían alcanzar el 10% para las papas y cereales de invierno en Chile; 6% para el maíz y 5% para los granos de soja en la Argentina; y entre 20% y 30% para el maíz en México, cuando se optimizan las prácticas de manejo de cultivos (p. ej. fecha de siembra, fertilización, riego, variedades de cultivo). Ajustar la mezcla de cultivos podría significar beneficios cercanos al 9% en la Argentina. (IPCC, 2007, cap. 13). El suministro de pronósticos confiables junto a la investigación agropecuaria ha resultado en una disminución del daño a los cultivos durante las sequías en Perú y Brasil (Charvériat, 2000). Aun así,

en ALC, hasta la maquinaria es inadecuada y en algunos casos la situación ha empeorado a través del tiempo a medida que la infraestructura para recolectar datos meteorológicos se ha deteriorado. La densidad de estaciones meteorológicas ha disminuido en la mayor parte de los países de la región, en parte debido a las restricciones fiscales para el mantenimiento de los equipos y personal capacitado. Por ejemplo, en Bolivia, existen actualmente alrededor de 300 estaciones meteorológicas en funcionamiento, de 1.000 que existían unos pocos años atrás. Asimismo, Jamaica está operando alrededor de 200 estaciones meteorológicas, de un total de 400 en 2004, y situaciones similares pueden encontrarse en Guatemala y Honduras. Establecer mecanismos para la difusión de información climática también es crítico. Varias consultas públicas llevadas a cabo en países de la región han demostrado que si bien la información climática en principio está disponible, ésta no llega a los interesados de forma correcta.

*Fortalecimiento de la protección social*

La evidencia muestra que el consumo básico (inclusive de alimentos), la educación, salud y nutrición son especialmente vulnerables a los impactos de choques externos. Las redes de seguridad correctamente focalizadas, ampliables y contra cíclicas pueden evitar que los pobres caigan en una “trampa de pobreza permanente” y estén forzados a buscar estrategias de producción de “bajo riesgo y recompensa” o a liquidar sus bienes productivos como respuesta a un impacto climático. Varios países de la región de ALC han estado a la vanguardia en el desarrollo de programas con transferencia condicionada de efectivo como una herramienta de las redes de seguridad. Como ejemplos pueden citarse los programas *Familias en Acción* (Colombia), *Bolsa Familia* (Brasil), *Red Solidaria* (El Salvador), *Oportunidades* (México), *Red de Protección Social* (Nicaragua), *Programa de Asignación Familiar* (Honduras), y el programa piloto *Atención a Crisis* en Nicaragua, diseñado específicamente para responder a los impactos meteorológicos.

Existe considerable evidencia de que estos programas pueden ser efectivos a la hora de responder a impactos de diverso tipo. Las viviendas rurales en el

área de influencia del programa *Oportunidades* de México están en contacto continuo con peligros atmosféricos: en seis rondas de encuestas llevadas a cabo entre 1998 y 2000, alrededor del 25% experimentaron un desastre natural. Luego de tales impactos, muchas familias se vieron obligadas a sacar a sus hijos de la escuela, corriendo el riesgo de terminar en una trampa de pobreza multigeneracional. Pero el seguro indirecto proporcionado por el programa resulta en un niño adicional que permanece en la escuela por cada cinco niños protegidos (de Janvry et al., 2006). Como respuesta a la crisis del café de 2000–2003, el consumo de los participantes del programa *Red de Protección Social* en Nicaragua disminuyó solo 2%, en comparación con más de 30% en aquellos que no participaron (Vakis, et al., 2004). Resultados similares surgen del *Programa de Asignación Familiar* en Honduras, en cuanto a la protección del consumo y de la inversión en capital humano infantil de las viviendas

productoras de café inscritas en este programa, frente a la crisis del café (Banco Mundial, 2005a). Los Fondos Sociales también han probado ser un buen instrumento para incrementar la capacidad de resistencia a los impactos climáticos, y tienen la ventaja de poder responder rápidamente (Vakis, 2006) (Recuadro 6).

Claro que cada tipo de red de protección tiene sus puntos fuertes, débiles y desafíos para su implementación, así como también es probable que su efectividad varíe según el país y tipo de impacto climático. Ningún modelo se ajusta a todas las necesidades a la hora de diseñar intervenciones efectivas, y las opciones de las autoridades responsables de formular políticas deben tomar en cuenta este grado de heterogeneidad entre los diferentes programas. Algunas características específicas podrían ser incorporadas en el diseño de estos instrumentos para sobrellevar impactos negativos; por ejemplo, condicionantes que desalienten la exposición al riesgo climático.

#### RECUADRO 6

##### Fondos sociales y desastres naturales: El ejemplo del Fondo Hondureño de Inversión Social y el Huracán Mitch

A pesar de que el huracán Mitch mató a miles de hondureños, dejó a un millón sin vivienda, e infligió daños equivalentes a dos tercios del PBI, la pobreza a su paso sólo aumentó moderadamente.

Esta sorprendente realidad es atribuible mayormente a la eficacia del Fondo Hondureño de Inversión Social (FHIS), un programa público creado en 1990 para financiar inversiones a pequeña escala en comunidades pobres. Originalmente concebido como un antídoto a los efectos adversos de las políticas de ajuste estructural, el FHIS hábilmente se convirtió en un tipo de programa de atención de emergencias luego de que Mitch devastara al país en 1998.

El FHIS exitosamente previno que el desastre agravara la pobreza al rejuvenecer la actividad económica y restaurar los servicios sociales básicos. Antes de que se cumplieran 100 días del huracán, el programa aprobó USD 40 millones para 2.100 proyectos comunitarios; al final de 1999, el FHIS había financiado 3.400 proyectos, cuatro veces más que el número financiado en cualquier período simi-

lar anterior al huracán. Los proyectos dieron prioridad a la limpieza de escombros y a la reparación o reconstrucción de las tuberías de agua, sistemas de saneamiento, centros de salud y escuelas, de esta manera acelerando la recuperación nacional y generando alrededor de 100.000 meses-hombre de empleo en los tres meses siguientes a la crisis.

La estructura descentralizada y flexibilidad institucional del FHIS posibilitó su rápida e influyente respuesta. Partiendo de fuertes asociaciones previas con municipios y comunidades, los directores del FHIS establecieron 11 oficinas regionales provisorias y rápidamente delegaron recursos y responsabilidades. Los directores redujeron el número de pasos en el ciclo del subproyecto de 50 a 8, estableciendo garantías para asegurar la responsabilidad y transparencia, y accedieron exitosamente al financiamiento de la Asociación Internacional de Fomento. Como concluyó un artículo de revisión de resultados varios años después, “el FHIS demuestra que un fondo social puede jugar un rol vital como parte de la red de seguridad social en situaciones de desastre natural”.

La novedad del programa piloto *Atención a la Crisis* en Nicaragua, diseñado específicamente en torno a los riesgos meteorológicos, fue agregar dos intervenciones (capacitación vocacional y un paquete de inversión productiva) al paquete nutricional y educativo estándar para mejorar la capacidad de resistencia de las viviendas rurales pobres ante los riesgos meteorológicos y desaceleraciones económicas.

En particular, estas intervenciones toman en cuenta la reducción del uso de estrategias previas de manejo y adaptación al riesgo ineficientes y costosas (en términos de bienestar humano). De hecho, la evaluación ha mostrado, además de los efectos en el consumo, educación y nutrición, que estos paquetes suplementarios mejoraron la diversificación del ingreso y el uso de ahorro previo, así como la reducción del trabajo infantil y la venta de bienes para enfrentar estos impactos. Otras lecciones para el diseño de programas incluyen la importancia de que el programa esté diseñado para agrandarse y acortarse rápidamente, y que los pagos estén bien focalizados. Dos enfoques para la focalización son (i) la selección previa al impacto en base al grado de exposición al riesgo y a la pobreza/vulnerabilidad, y (ii) la selección post-factum incorporando los niveles reales de daño e impacto.

*Fortalecimiento de la capacidad de los hogares y los gobiernos de manejar riesgos, especialmente los impactos climáticos*

Para facilitar los esfuerzos de adaptación privados, es importante fortalecer los mercados de seguros privados, sobre todo para tratar impactos climáticos específicos. De todas las regiones en desarrollo, ALC está segunda detrás de Asia en cuanto a primas para seguros climáticos, pero el mercado aún es muy pequeño. Asimismo, los seguros climáticos indexados, que a largo plazo son probablemente la forma más viable, son aún algo fuera de lo común en la mayoría de los países, a pesar de tener una significativa ayuda técnica para su introducción. Para hacer crecer este mercado, se deben resolver un número de obstáculos. Uno de ellos es el hecho que los mercados de seguros en conjunto están poco desarrollados en ALC. Medidos en base a primas como el porcentaje del PBI, ALC va a la zaga de regiones como Asia, África y Europa Oriental

(Swiss Re). Otro obstáculo es la falta de un marco regulatorio propicio para este tipo de seguros en la mayor parte de los países de ALC. Un tercer obstáculo es que las aseguradoras locales no tienen la capacidad o voluntad de exponerse al riesgo asociado con las catástrofes. Una lección aprendida de la experiencia de haber proporcionado asistencia técnica para el desarrollo de este mercado es que algunas veces los gobiernos necesitan asumir este segmento de mercado de alto riesgo, tal vez derivando algo del riesgo en los mercados de reaseguros internacionales. El vacío con respecto a la información climática también es un problema y, como se mencionó anteriormente, parece empeorar. Innovaciones institucionales internacionales como el Mecanismo de Seguro contra Riesgo Catastrófico del Caribe están ayudando a los gobiernos de la región a gestionar su propia exposición al riesgo, y se está trabajando para desarrollar un mecanismo similar para América Central. Pero debe reconocerse que mientras los seguros pueden ayudar a enfrentar los impactos climáticos a corto plazo, los cuales pueden agravarse en el futuro, no pueden compensar por las tendencias climáticas a largo plazo. Incluso los gobiernos pueden necesitar ajustar sus propias políticas de seguros internas así como sus políticas de compensación de daños. Si éstas aseguran el propio comportamiento riesgoso de las personas, compensándolas por cualquier pérdida derivada del riesgo climático, entonces podrían debilitar los incentivos para adaptarse adecuadamente a un clima cambiante.

*Fortalecimiento de los mercados*

A nivel nacional, dos tipos de mercados ameritan una prioridad especial porque actualmente están poco desarrollados en la mayoría de los países en desarrollo y también porque serán especialmente importantes cuando haya que adaptarse al cambio climático.

(1)  *Mercados del agua.* Muchos de los impactos más importantes que generará el cambio climático tendrán como intermediario la disponibilidad del agua. Sin embargo, los derechos de aguas están muy poco definidos hoy en día y el agua tiene muy poco valor en la mayoría de los países. Prácticamente en todos los sistemas de agua del mundo<sup>100</sup>, grandes cantidades de agua están siendo usadas para cultivar productos de poco

valor. Dentro de ALC, Chile y México han avanzado considerablemente, pero aun en estos países los mercados están lejos de un diseño adecuado que permita asignar el suministro de agua para usos de mayor importancia. Hay estudios que indican que destinar el agua para su mejor uso puede reducir significativamente los efectos negativos del cambio climático. Un estudio de antecedentes preparado para este reporte, utilizó una simulación muy ilustrativa para cuantificar el costo económico de la escasez de agua prevista para 2100 en la cuenca del Río Bravo, en México<sup>101</sup>. En una situación de “adaptación inadecuada”, la escasez se solucionó a través de reducciones proporcionales para todo tipo de uso (agricultura, industria y residencial). En otra situación, el agua fue asignada a usos de mayor importancia, como ocurriría de estar eficientemente valorada. El costo económico de la primera situación fue cientos de veces superior al de la segunda situación, subrayando la capacidad de las políticas de adaptación eficientes de reducir los costos del cambio climático, sin descartar medidas complementarias que sirvan para enfrentar los costos del ajuste y las implicancias distributivas. En algunos casos, las transferencias entre cuencas hídricas pueden ser útiles a la hora de manejar una escasez regional, como ha pasado en California. En ALC, existe potencial para este tipo de opciones en la cuencas del Yacambu (Venezuela), Catamayo-Chira (Ecuador y Perú), Alto Piura y Mantaro (Perú) y el São Francisco (Brasil) (Magrin et. al.). Pero la organización de dichas transferencias requiere de una sustancial coordinación, en algunos casos hasta internacional, en los planes e inversiones. Se necesitarán instituciones internacionales efectivas, no sólo para facilitar el intercambio entre fronteras, sino también para mejorar los mecanismos de mediación para los conflictos provocados por cambios en la disponibilidad del agua (Fundación ONU).

(2)  *Mercados financieros.* Los mercados financieros juegan dos roles con respecto a la adaptación al cambio climático. A corto plazo, permiten a los individuos ajustarse eficientemente a los impactos a través del uso de ahorros para mantener relativamente estables los niveles de consumo. A largo plazo, las instituciones financieras son fuentes de inversión de capital que serán necesarias para financiar los gastos de adaptación. Mientras que las áreas urbanas en varios países de

ALC están suficientemente atendidas por las instituciones financieras, las áreas rurales, en especial los pequeños productores, en general no lo están, por razones relacionadas con los altos costos de las transacciones y la poca capacidad de los clientes de proporcionar una garantía confiable. Sin embargo, existen buenos ejemplos de cómo estas barreras pueden ser superadas. El capital social y el monitoreo de iguales pueden usarse para beneficio propio. Enfocándose en las cadenas de valor, el FUNDEA de Guatemala, por ejemplo, financia los insumos y la producción de los pequeños productores, aceptando los cultivos como garantía. Asimismo, las políticas públicas pueden apoyar las pruebas piloto de aquellas innovaciones tecnológicas que reduzcan los costos y riesgos de ofrecer instrumentos financieros a pequeños productores rurales. Así como los teléfonos celulares pueden acelerar la información con respecto a precios y mercados que llega a los productores, la así llamada “banca móvil o ‘m-banking’”, ahora siendo probada en Brasil, también puede reducir dramáticamente los costos administrativos de las transacciones financieras<sup>102</sup>. De ser necesario, la regulación financiera puede reformarse para eliminar la tasa de interés máxima y así permitir que las instituciones puedan movilizar los ahorros, tal vez a través de la banca sin sucursales, aprovechando las oficinas de correo, estaciones de servicio y otras tiendas de expendio existentes como conductos para las transacciones financieras rurales. Estimular la recolección de datos a través de las agencias de informes de crédito también puede reducir la prima de riesgo asociada con la banca rural, debido a la falta de información necesaria para evaluar el comportamiento de los prestamistas potenciales. Las finanzas rurales para pequeños productores también se beneficiarían de la creación y expansión de los seguros contra pérdidas y, en algunos países, éstos han sido empaquetados junto a los microcréditos.

En conexión con el papel de los mercados de crédito de “suavizar” el consumo de los hogares, la naturaleza misma de los impactos climáticos tiene implicancias de política importantes. Los impactos climáticos tienden a estar bastante correlacionados a través de grandes extensiones. Esto significa que una institución financiera cuya base de clientes se concentra en una sola área —en especial el ámbito rural, donde muchos clientes



dependen directa o indirectamente de la agricultura—probablemente esté mal equipada para manejar algún impacto, dado que todos sus depositantes necesitarían hacer retiros al mismo tiempo. Una manera de solucionar esto es asegurar los préstamos contra riesgos climáticos. La otra estrategia sería confiar en la diversificación geográfica. La política regulatoria puede alentar la confianza en el seguro, por ejemplo, a través de la imposición de primas a préstamos asegurados a la hora de calcular las tasas de adecuación del capital. Como alternativa (o además de), puede promover el desarrollo de instituciones financieras con una clientela que no sea exclusivamente rural, y que no esté altamente expuesta a los riesgos climáticos. Sobre todo en los países pequeños, los bancos extranjeros están mejor posicionados para llevar a cabo este papel; en todo caso, el marco regulatorio puede diseñarse para promover el desarrollo de vínculos que vayan más allá de la clientela rural.

### ***Es imprescindible la participación de una masa crítica de países de altos ingresos***

Especialmente en el área de políticas de mitigación, un fuerte liderazgo por parte de todos los países ricos es una condición previa para el progreso en la lucha contra el calentamiento global, por ejemplo, a través de un acuerdo global del que todos estos países sean signatarios. Esto es importante no sólo como ejemplo para aquellos países que estén dirigiéndose hacia un desarrollo de bajo impacto de carbono, sino también para que un acuerdo de ese tipo sea considerado equitativo, haciéndolo más creíble. Desde una perspectiva económica, este tipo de participación también es necesaria para crear un mercado de suficiente tamaño como para generar incentivos para las grandes inversiones en investigación, desarrollo y producción que serían necesarias. El mercado podría estar mayormente impulsado por los incentivos creados a través de la valoración de las emisiones de carbono, ya sea a través de algún tipo de impuesto al carbono o de un sistema para limitar y negociar las emisiones. También, cada país individualmente puede tener regulaciones, impuestos y subsidios locales de diverso tipo. En la medida de lo posible, sin embargo, el sistema en su conjunto idealmente generaría un precio neto para las emisiones de carbono que fuera uniforme para todos los países y actividades.

Además del acuerdo para actuar agresivamente en la reducción de sus propias emisiones, se necesita de la acción de los países de altos ingresos en otras áreas:

### **La necesidad de liderazgo en el desarrollo y transferencia de tecnología por parte de los países de altos ingresos**

Mientras que la cotización del carbono automáticamente creará los incentivos para el progreso de las tecnologías para la reducción de emisiones, la índole de bien público de este conocimiento necesitará del financiamiento público de algunos tipos de investigación, para dar apoyo a la mitigación y adaptación al cambio climático en los países en desarrollo. Éste es el caso de la investigación básica (la generación de conocimiento que no tiene una aplicación comercial a corto plazo) y en especial de la investigación en torno a tecnologías cuyo principal mercado reside en países donde la población tiene un bajo poder adquisitivo. Los países de alto ingreso tienen la base educativa y comercial para investigar y desarrollar tecnologías de punta para la generación de electricidad de bajo impacto de carbono y el aumento de la eficiencia energética. Mucha de la tecnología de vientos de baja velocidad que está siendo utilizada en granjas eólicas de la región, por ejemplo, es alemana, mientras que la tecnología para la modernización de las flotas de autobuses con motores híbridos proviene de Japón, Brasil y los EE.UU. Parte de esta renovación tecnológica se ha financiado a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Además, proyectos de donantes en pequeña escala han, por años, financiado inversiones en tecnologías limpias tales como micro plantas hidroeléctricas en Perú y bombas de irrigación de energía solar en Brasil. Pero es necesario encontrar formas más innovadoras para acelerar este proceso en el futuro. Varias ideas han sido propuestas en relación a mecanismos mediante los cuales los donantes puedan promover el desarrollo y difusión de tecnología en esos países. Los mecanismos pueden incluir compromisos anticipados para la compra de un número dado de bienes, la compra de derechos de propiedad existentes para hacer la tecnología correspondiente ampliamente disponible, o premios para tipos específicos de tecnología.

El apoyo a la investigación internacional sobre el cambio climático será importante, y también lo será el apoyo a la investigación sobre adaptación. Las tecnologías para mantener la productividad agrícola serán especialmente importantes. En esta esfera, las empresas semilleras privadas están invirtiendo sustancialmente en el desarrollo de variedades, incluyendo las genéticamente modificadas, con las características necesarias para enfrentar las cambiantes condiciones climáticas. Pero no puede esperarse que éstas se enfoquen en variedades de libre polinización más útiles para los pequeños productores de los países en desarrollo. Para esto, se necesitará de investigaciones apoyadas internacionalmente por centros CGIAR (Grupo Consultor para la Investigación Agropecuaria Internacional).

### **Financiamiento de adaptación humana y de ecosistemas en países en desarrollo**

Como se trató en la sección 3, las consideraciones de equidad requieren que los países de altos ingresos —que tienen la mayor responsabilidad de los gases de efecto invernadero causantes del calentamiento global— subsidien los costos de adaptación en los países en desarrollo, tal vez tomando en cuenta los variados niveles de responsabilidad y capacidad de cada país. El mecanismo a través del cual se administran los subsidios es importante, e idealmente sería consistente con los principios económicos que darán forma al comportamiento de adaptación. Dado que la política de adaptación coincide mayormente con la política de desarrollo, tendría más sentido aumentar los flujos de ayuda a través de los mecanismos existentes (multilaterales y/o bilaterales), en vez de crear nuevos mecanismos, en tanto que (a) este financiamiento sea transparentemente adicional a los flujos normales y (b) que la ayuda sea de carácter concesionario, aun para los países de ingreso medio.

Además de apoyar la adaptación humana al cambio climático, es muy importante que los países de altos ingresos proporcionen apoyo financiero y técnico a los países en desarrollo para conservar el bien público global que es la biodiversidad. Muchos ecosistemas amenazados por el cambio climático en ALC son de importancia global. Ya hay proyectos financiados internacionalmente que están siendo probados por el

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), y aquellos que sean exitosos podrán expandirse e imitarse. Existe también un componente de adaptación en los nuevos Fondos de Adaptación Climáticos manejados por el Banco Mundial, a los que pueden contribuir los países donantes.

### **Mantenimiento de un régimen abierto de comercio internacional para facilitar una eficiente adaptación y mitigación**

Mientras que todos los países miembros de la Organización Mundial de Comercio (OMC) jugarán un papel, el liderazgo por parte de los países de altos ingresos será crítico a la hora de llegar a un acuerdo sobre algunos temas dentro de la OMC que son especialmente relevantes en la lucha global contra los desafíos creados por el cambio climático. Primero, todas las barreras para el comercio de alimentos deberán ser efectivamente disciplinadas. Esto facilitará cambios en los patrones de comercio de los alimentos, a medida que el cambio climático altere los patrones productivos a largo plazo. También ayudará a diluir los efectos de los choques de oferta de corto plazo y asegurará que los consumidores y productores respondan adecuadamente. Con una participación cercana al 11% del total de exportaciones agropecuarias, ALC es una de las principales regiones exportadoras. Pero algunos países podrían sufrir grandes pérdidas en la productividad, derivando en cambios drásticos de los patrones de comercio agropecuario dentro y fuera de la región. Por lo tanto, este asunto es de vital importancia para la región de ALC.

Una de las lecciones de las recientes y abruptas alzas en el precio de los alimentos es que cuando surge la escasez, hay una tendencia por parte de los países a reaccionar con políticas comerciales que empobrecen a sus vecinos y que aislan a los consumidores y productores domésticos de los movimientos de precios internacionales, desviando de esa manera los costos del ajuste hacia los demás. Esto incluye reducciones *ad hoc* en los aranceles de importación, e incrementos en los de exportación, ninguno de éstos punible bajo las presentes reglas de la OMC. Varios gobiernos también han respondido a la crisis alimenticia enfocándose en medidas que aumentan el nivel de autosuficiencia ali-

menticia. En el futuro, a medida que el cambio climático encarece la producción agropecuaria en algunos países, mantener esos niveles de autosuficiencia será algo cada vez más costoso. Esto resalta la importancia de mantener abierto el sistema de comercio para dar confianza a todos los países de que pueden contar con dicho sistema para sus necesidades alimenticias.

Segundo, las barreras al comercio de bienes y servicios que ayuden a la reducción de las emisiones idealmente serían eliminadas. Éstas están siendo abordadas en las negociaciones de la Ronda de Doha, pero el progreso ha sido limitado. De particular interés para ALC es la reducción de las barreras al comercio de etanol. Esto tiene un interés especial para Brasil, que es el productor de más bajo costo en el mundo, pero podría ser importante para otros países de la región donde el etanol puede ser producido eficientemente a partir de la caña de azúcar. Desde una perspectiva dual de eficiencia y efectividad a la hora de reducir las emisiones, es parte del interés global asegurarse que el etanol sea producido allí donde sea más eficiente, en lugar de en países en donde se necesitan grandes subsidios y elevadas barreras arancelarias. Las actuales políticas comerciales y subsidios en países de altos ingresos han generado grandes distorsiones en los mercados agrícolas, impactando adversamente en los consumidores pobres de todo el mundo, mientras que, como mucho, han logrado mínimas reducciones de las emisiones de carbono.

Finalmente, el Comité sobre Barreras Técnicas al Comercio de la OMC ya está involucrado en la revisión del creciente número de estándares y requerimientos de etiquetado dirigidos a la eficiencia energética o al control de emisiones. También podría jugar un papel importante a la hora de asegurar que diferentes políticas comerciales —incluyendo las tarifas basadas en el compromiso para la reducción de emisiones o en las regulaciones ambientales del país productor— no sean discriminatorias ni restrinjan innecesariamente el comercio.

***La necesidad de una arquitectura política internacional en el área de cambio climático global que sea amigable a ALC***

Para ALC, como para otros países en desarrollo, la creación del régimen climático post 2012 será crítica. Así

como está diseñado, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) no es suficiente para desarrollar el potencial de ALC para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de una manera más efectiva en términos de costo<sup>103</sup>. Para ALC, existen dos importantes asuntos a tomar en cuenta a la hora de diseñar el régimen post 2012. Primero, desde una perspectiva tendiente a la mitigación de gran volumen y efectiva en términos de costo, así como a la protección de la biodiversidad crítica, la nueva versión del régimen debe incorporar la reducción de emisiones provenientes de la deforestación y degradación de la tierra (REDD). Segundo, desde la perspectiva del crecimiento económico a largo plazo con baja intensidad de carbono (sustentable), la región necesita de un mecanismo de financiación que vaya más allá del enfoque basado en proyectos individuales del MDL. Esto será necesario para poder generar los incentivos para realmente alterar la intensidad de carbono de las inversiones que se harán en los sectores de la energía y el transporte, y aprovechar las variadas oportunidades de incrementar la eficiencia energética.

***Incorporar REDD a la arquitectura climática internacional***

El asunto más importante para ALC en las negociaciones sobre el régimen post 2012 es la incorporación de REDD en la arquitectura internacional de políticas para controlar el cambio climático. El primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto sólo reconoció los proyectos de forestación y reforestación en el MDL, y no incluyó la reducción de emisiones logradas a través de la prevención de la deforestación u otros tipos de manejo forestal en los países en desarrollo. Las negociaciones internacionales más recientes se han dirigido al reconocimiento de la disminución en la deforestación y degradación forestal a partir de un nivel inicial como base para créditos y/o compensaciones dentro de un régimen post 2012. Un desafío importante a la hora de diseñar estos esquemas es cómo reconocer a los países que han conservado sus bosques eficientemente y por lo tanto parten de un nivel inicial de deforestación muy bajo.

En años recientes han surgido varios tipos de propuestas para la incorporación de REDD. Tal vez la principal diferencia entre las propuestas resida en la

posibilidad —o no— de que los países desarrollados puedan obtener créditos de posibles contribuciones a los esfuerzos de REDD en el mundo en desarrollo. Un número alto de países en desarrollo, incluyendo varios de ALC, favorecen una perspectiva de mercado donde las actividades de REDD den lugar a créditos negociables. Otros países favorecen un mecanismo no mercantil basado en “fondos”. Brasil, en particular, ha establecido un fondo dedicado a REDD. El Fondo Amazónico recibirá contribuciones de países industrializados, pero éstas no formarán parte de los compromisos de mitigación de estos países. El Fondo proporcionará incentivos económicos para aquellas reducciones en la tasa de deforestación que estén debajo de las líneas de base que sean establecidas. Otras propuestas combinan aspectos basados tanto en el mercado como en los fondos, a la vez que establecen incentivos financieros para cada tonelada de CO<sub>2</sub> evitada<sup>104</sup>.

### Mejorar los mecanismos de apoyo al desarrollo con menos carbono

Ciertas características de la arquitectura internacional podrían mejorar su capacidad de proporcionar incentivos a las inversiones en tecnologías de bajo carbono. Primero, para mantener el perfil relativamente limpio de la generación de energía en la región, es importante que la arquitectura de comercio del carbono reconozca el valor de la energía hidroeléctrica. Hoy en día, la Unión Europea, principal comprador en el mundo, requiere que las reducciones certificadas de emisiones derivadas de proyectos hidroeléctricos mayores a 20MW cumplan las normativas de la Comisión Mundial sobre Represas. En la práctica, este requisito ha agregado complejidad al registro de proyectos y ha impedido el registro de todos menos de los más pequeños. Una mayor incorporación de la energía hidroeléctrica en el mecanismo global podría reforzar las acciones de política nacionales que, como se describe posteriormente, también serían necesarias.

Existe un número adicional de preocupaciones respecto al funcionamiento del MDL, que deben abordarse para poder aprovechar todo el potencial que tiene ALC para contribuir a la reducción de las emisiones. Un problema reside en que el presente MDL se enfoca en las reducciones de las emisiones a nivel proyecto, en

relación a ciertas líneas de base. Este tipo de enfoque de proyectos individuales hace que difícilmente se “catalicen los cambios profundos y duraderos que se necesitan en las intensidades de GEI de los países en desarrollo” (Figueres, Haites y Hoyt; 2005). Muchas de las potencialmente buenas opciones de reducción —en especial en eficiencia energética y en agricultura— involucran medidas o inversiones que individualmente tienen un efecto reducido sobre las emisiones, por lo que no pueden calificar como proyectos, o bien son muy pequeñas para justificar los costos de transacción asociados con el MDL, pero sumadas sí son significativas. Un enfoque más efectivo involucraría la transformación de las propias líneas de base, logrando que los diferentes caminos hacia el desarrollo sean más “carbono-amigables” (Heller y Shukla, 2003). En este contexto, en vez de enfocarse en las acciones a nivel proyecto, los esfuerzos de mitigación en los países en desarrollo deberían dirigirse a la promoción de reformas a lo largo de sectores completos, por ejemplo, energía, transporte, agricultura, forestación.

Una manera de lograr esto es ampliando el MDL para que incluyan las reducciones obtenidas por los países en desarrollo mediante la implementación de políticas “amigables” con el clima. Un primer paso importante en este sentido fue la decisión de incluir programas de actividades en el MDL, tomado en diciembre de 2005 en Montreal. Este llamado “enfoque programático” podría ser especialmente relevante para las áreas de eficiencia energética y conversión de combustibles fósiles, donde el despliegue de tecnologías de bajo uso del carbono normalmente ocurre a través de múltiples acciones coordinadas en el tiempo, muchas veces por un número elevado de hogares o empresas, como resultado de una medida del gobierno o de un programa voluntario. En este nuevo enfoque, aquellos programas de actividades —y no sólo los proyectos individuales— pueden reunir los requisitos para la venta de créditos por la reducción de emisiones, algo que reduce sustancialmente el costo de las transacciones y por ende facilita la participación dentro del mecanismo de países pequeños y medianos menos desarrollados.

Otras ampliaciones propuestas para el MDL —pero aún no aceptadas— incluyen los llamados enfoques

“basados en políticas” y “sectoriales”. El primero intenta crear incentivos para transformar las políticas de desarrollo en general y hacerlas más “amigables” con el clima. Los créditos por la reducción de emisiones serían entregados a los países en desarrollo que cumplan exitosamente compromisos no vinculantes para reducir las emisiones de GEI, mediante políticas y medidas dirigidas principalmente a cumplir metas en torno al desarrollo sostenible. El primer paso en esta dirección fue la decisión tomada en 2005 de incluir los programas de actividades en el MDL, pero se necesita un mayor desarrollo para poder amplificar el impacto de este mecanismo. Bajo el enfoque “sectorial” (Samaniego y Figueres, 2002), los créditos por la reducción de las emisiones serían otorgados a aquellos países en desarrollo que sobrepasen las metas de mitigación adoptadas voluntariamente para sectores específicos. Estas metas podrían tomar la forma de reducción de emisiones, cambios en la intensidad de las emisiones (por unidad de producto) o la adopción de políticas que resulten en reducción de emisiones.

### **Políticas domésticas de mitigación prioritarias para ALC**

Para entender mejor la importancia relativa de las políticas de mitigación en los países de la región, sería útil agruparlos en tres categorías diferentes, dependiendo de sus emisiones totales: a) grandes emisores, aquellos países que exceden el 1% de las emisiones globales; b) pequeños emisores, incluyendo aquellos que emiten menos de una milésima parte de las emisiones globales; y (c) un grupo intermedio.

Como indicamos anteriormente, los mayores emisores de GEI en la región son Brasil y México (alrededor de 2,3 y 0,7 miles de millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año respectivamente, considerando todos los GEI)<sup>105</sup>. Éstos son los únicos países de la región que emiten más de un 1% del total de emisiones, y dan cuenta de más del 60% del total regional. Ambos son miembros del grupo de grandes países en desarrollo que están en el centro de las discusiones sobre la reducción de emisiones. En el mediano plazo, estos dos países seguirán dominando el panorama regional del CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, los esfuerzos de mitigación para la región seguramente continuarán enfocándose en estas dos econo-

mías. Dentro del tercer grupo de emisores “intermedios” —compuesto por once países, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y Venezuela— las acciones de mitigación también podrían tener algún efecto global. Sin embargo, es un grupo diverso y las prioridades de mitigación varían considerablemente por país (ver sección 4 y Anexo 1).

La mayoría de los otros países de la región, sin embargo, son economías de bajo uso del carbono, definidas como aquellas con una huella de carbono por unidad de producto menor a 40 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año. La mayoría de éstas también tienen una baja intensidad en el uso del carbono por unidad de producto. Esta categoría incluye Costa Rica, El Salvador, Honduras, Uruguay y las naciones caribeñas. En conjunto, este grupo contribuye menos de 250 mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (alrededor de 0,55% de las emisiones globales). Además, ya sea por su escasa población o como consecuencia de la composición de sus emisiones, típicamente dominadas por los sectores de energía y transporte o, en algunos casos, por modestas tasas de cambio en el uso de la tierra, es muy poco probable que las emisiones de esas naciones muestren cambios significativos en el futuro. Aun si lo hicieran, el impacto neto global sería imperceptible. Vale la pena observar, sin embargo, que aun dentro de este grupo de pequeños emisores las opciones “sin arrepentimiento” podrían representar oportunidades nada despreciables de abordar importantes desafíos para el desarrollo mientras se benefician del apoyo financiero y económico de la comunidad internacional.

A la hora de establecer prioridades para los esfuerzos de mitigación en ALC, sería razonable esperar que se diera prioridad a las muchas medidas que tienen un costo neto reducido (tomando en cuenta los beneficios conjuntos) y que ofrecen grandes reducciones, mientras se buscan oportunidades para beneficiarse de los flujos financieros canalizados por los mercados del carbono. Claro que las prioridades variarán dependiendo de las circunstancias de cada país, pero en la región, los sectores que mejor parecen encajar dentro de estos criterios son (a) el uso del suelo y cambios en éste (en especial la forestación), (b) la generación de energía, (c) el transporte y (d) la eficiencia energética<sup>106</sup>. Todos los

países se beneficiarían de analizar detenidamente sus políticas y regímenes regulatorios domésticos para asegurarse de que proporcionen un marco propicio para el aprovechamiento de las oportunidades en el mercado de carbono. Esto da la pauta de la urgencia que tienen los objetivos de política que se tratan en las próximas secciones.

### Reducción de emisiones provenientes del cambio en el uso del suelo

Si bien para ALC es sumamente importante que la arquitectura climática futura incorpore las actividades de REDD, esta también es una agenda que a los países les convendría desarrollar fuera de la arquitectura global, ya sea unilateral o bilateralmente.

Tener políticas forestales domésticas es parte fundamental de los esfuerzos por reducir las emisiones de esta fuente, así como para incrementar la capacidad de resistencia y adaptación de estos ecosistemas frente al cambio climático. Varios países de la región de ALC han diseñado buenas leyes y regulaciones para el sector forestal, pero ha sido difícil implementarlas efectivamente y asegurar que cumplan los objetivos de preservación forestal. Algunas de las limitaciones a la hora de detener la deforestación son: (a) el hecho que se requieran acciones políticamente difíciles; (b) la necesidad de hacer ajustes en estrategias de desarrollo que van más allá de los bosques pero que los impactan (incluyendo la agricultura, el transporte, la minería y la energía); y (c) una creciente presión demográfica.

Dos enfoques importantes para el manejo de bosques son las áreas protegidas y las concesiones reguladas en tierras privadas. Los bosques privados incluyen las áreas manejadas por comunidades locales, gobiernos locales o propietarios individuales. El manejo de una pequeña pero creciente proporción de los bosques en ALC está siendo descentralizado y depositado en manos de gobiernos y comunidades indígenas locales, sobre todo teniendo en cuenta la receptividad que tiene el reconocimiento de los derechos de propiedad indígenas en la región. La proporción de bosques privados en ALC supera ampliamente a la de otras regiones, empezando por América Central con el 56%; América del Sur excluyendo Brasil, 17%; y 15% en el Caribe, en comparación con un promedio global de

13%<sup>107</sup>. El manejo comunitario de los bosques en México ha alcanzado niveles sin comparación en el mundo; alrededor del 75% de los bosques mexicanos son de propiedad comunal, tanto de *ejidos* como de comunidades indígenas.

El tipo de propiedad importa a la hora de manejar los bosques. Comparaciones empíricas recientes entre diferentes tipos de propiedad forestal indican que, en los bosques comunales, para maximizar los beneficios del secuestro de carbono y el sustento individual se deben aplicar ciertas medidas. Éstas incluyen incrementar el área forestal bajo control comunitario, otorgarles a las comunidades locales mayor autonomía en el manejo de sus bosques, y compensarlas por el uso reducido de éstos<sup>108</sup>. Para otros tipos de bosques privados, los enfoques más exitosos e innovadores incluyen un cambio de la regulación hacia instrumentos económicos como las obligaciones forestales transferibles en el Amazonas brasileño, y programas de pagos por servicios ambientales. Las áreas protegidas manejadas por el gobierno central tienden a ser más efectivas si cuentan con el personal suficiente; los guardias forestales son importantes para transformar los “parques de papel” en parques activos y para trabajar junto a los residentes locales<sup>109</sup>. Muchas veces, sin embargo, estas áreas protegidas están insuficientemente financiadas, por lo que no hay ninguna disminución en la tasa de deforestación. Por otro lado, una vigilancia demasiado estricta puede traer consecuencias sociales adversas para las comunidades locales si las regulaciones prohíben el uso de productos del bosque. Los costos económicos y políticos de crear parques deben ser sopesados contra las oportunidades representadas por otros tipos de manejo, de manera a mejorar tanto los resultados sociales como la viabilidad política de las medidas de protección forestal.

Las políticas y las grandes inversiones fuera del sector forestal —política energética y agropecuaria, construcción de caminos y otros grandes proyectos de infraestructura— tienen un gran impacto en los recursos forestales. Al abrir nuevas fronteras forestales a las actividades agropecuarias y madereras, los caminos son el principal promotor de la deforestación. La zonificación agro-ecológica es una de las maneras de mitigar la presión por la deforestación creada debido a la cons-

trucción de caminos. El proceso agro-ecológico participativo involucra la identificación de aquellas áreas con alto valor por su biodiversidad y la priorización de la infraestructura y demás desarrollos en las fases iniciales del proceso de planeación, teniendo en cuenta los objetivos de crecimiento económico y conservación. Esfuerzos recientes de modelaje muestran que una mejor planeación de caminos, la zonificación agro-ecológica y un efectivo control de los objetivos de conservación para las áreas protegidas y tierras privadas pueden reducir las emisiones provenientes de la deforestación en Brasil a la mitad<sup>110</sup>.

Solamente un enfoque coordinado y multisectorial puede hacer que la reconversión forestal sea menos atractiva en comparación con otras opciones para el uso de la tierra, y así reducir las presiones provenientes de estos sectores. Pero es necesario contar con soluciones hechas a medida para poder contrarrestar las causas específicas de la deforestación al mismo tiempo que se reconocen las particularidades del entorno social y económico de cada país y el estado de sus recursos forestales. En este sentido, la región de ALC ofrece un amplio espectro de situaciones: desde la elevada deforestación (p. ej. en Nicaragua), pasando por la reforestación neta (p. ej. en Costa Rica) hasta una baja deforestación histórica (Guyana). A menudo la agricultura es una causa clave de la deforestación, a veces como resultado de incentivos a la ganadería extensiva o a ciertas cosechas. Se debe corregir también la tenencia poco clara de tierras, la cual es una característica predominante de varios países de la región. De particular relevancia para REDD es la capacidad técnica y humana para el monitoreo, y el conocimiento y capacidad de manejo forestal, los cuales varían significativamente entre los países de la región. Por lo tanto, se necesita de una combinación de políticas individualizadas para enfrentar el nexo bosque-clima en cada uno de los países de la región. Iniciativas tales como el Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) del Banco Mundial reconocen la heterogeneidad entre los países, y buscan apoyar la capacidad de producir soluciones hechas a medida que atiendan la REDD (Recuadro 7).

Los países de la región de ALC son líderes mundiales a la hora de implementar esquemas de incentivos monetarios para la conservación forestal. En 1996,

Costa Rica aprobó la Ley Forestal 7575, reconociendo que los ecosistemas forestales generan valiosos servicios ambientales y estableciendo la base legal para que los propietarios de tierras forestales puedan vender esos servicios. Como resultado, un gran número de contratos fueron realizados por intermedio del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). La mayor parte de estos desembolsos fueron hechos por servicios hidrológicos y protección de cuencas hídricas —financiados por empresas como hidroeléctricas y municipios— pero la disponibilidad de nuevos recursos a través del MDL para la forestación y reforestación, así como para REDD, es una prometedora fuente futura de ingresos para Costa Rica (Pagiola, 2008). Este país es reconocido como el pionero mundial en pagos por los servicios ambientales producidos por los bosques. La experiencia mexicana con el Programa ProÁrbol (Recuadro 8) ilustra el gran potencial que tienen estos programas para interesar a los propietarios de tierras. Pero para ser efectivos, deben ser diseñados cuidadosamente, con criterios claros que permitan focalizarlos de manera consistente con los objetivos del programa. Los esquemas bancarios de conservación (Recuadro 9) proporcionan ejemplos adicionales de las innovaciones que están emergiendo en esta área.

El diseño de políticas efectivas, sin embargo, requiere de buena información sobre cómo el cambio en el uso de la tierra afecta las emisiones. En general, aquellos países interesados en avanzar con una estrategia REDD deberían considerar los siguientes pasos: (a) hacer cálculos más precisos de las emisiones provenientes del cambio en el uso de la tierra a nivel subnacional, utilizando imágenes de alta resolución (p. ej.: Landsat con una resolución de 30 m); (b) realizar un inventario forestal nacional para calcular las existencias de carbono; (c) adoptar un enfoque explícitamente espacial para predecir la deforestación futura; y (d) establecer un sistema nacional de monitoreo, reporte y verificación capaz de dar seguimiento a los cambios en la deforestación y degradación forestal, y a las emisiones de GEI resultantes. Varios países de ALC ya están utilizando o planificando el uso de técnicas de detección remotas de alta resolución para establecer líneas de base para las tendencias a la deforestación y para monitorear a esta última a través del tiempo. Además,

## RECUADRO 7

**Respaldar soluciones a la medida a través del Forest Carbon Partnership Facility**

El Forest Carbon Partnership Facility intenta instalar en los países en desarrollo, incluyendo al menos diez de ALC (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Guyana, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay y Perú), la capacidad de beneficiarse de cualquier sistema futuro que proporcione incentivos para REDD. Para construir esa capacidad, los países recibirán asistencia con el fin de adoptar o refinar sus estrategias nacionales para la reducción de las emisiones provenientes de la deforestación y degradación forestal.

Las propuestas presentadas por los países de ALC que participan del Forest Carbon Partnership Facility sugieren, hasta el momento, que la mayoría de los programas y actividades diseñados para reducir las emisiones provenientes de la deforestación y la degradación pertenecen a las siguientes categorías: (a) políticas y regulaciones económicas generales; (b) políticas y regulaciones forestales; (c) mecanismos económicos para la conservación forestal; (d) programas de desarrollo rural; y (e) programas sociales.

Ejemplos de **políticas y regulaciones económicas generales** para REDD incluyen los planes de Guyana para promover prácticas menos destructivas en la minería y el desarrollo de caminos, y los esfuerzos mexicanos de incorporar la conservación forestal en la agricultura y el transporte.

Las **políticas y regulaciones forestales** probablemente formen la mayor parte de los programas y actividades de REDD en ALC. Argentina, México y Nicaragua están estableciendo prácticas alternativas de manejo forestal que promueven la creación de oportunidades económicas para aquellas comunidades dependientes de los bosques. Bolivia y México promueven el manejo forestal comunitario. Colombia y Guyana están promoviendo la tala de árboles de bajo impacto. Costa Rica, Guyana, México, Nicaragua y Panamá están proporcionando incentivos para la reforestación y las plantaciones, como forma de disminuir la presión en los bosques naturales. Costa Rica y México reconocen la necesidad de reforzar la protección y manejo de sus sistemas de áreas protegidas. Varios países recalcan la necesidad de hacer respetar las leyes forestales. Paraguay desea descentralizar el manejo forestal para empoderar a los gobiernos locales en la conservación y uso sustentable de

los recursos forestales. Guyana enfatiza el etiquetado y rastreo de maderas para reducir la tala ilegal.

Varias clases de **mecanismos económicos para la conservación forestal** están siendo usados o preparados por los países de ALC. Costa Rica y México continuarán apoyándose en el pago de servicios ambientales para la protección, reforestación y regeneración forestal, y tal vez Colombia comience a hacerlo. Guyana ha estado utilizando las concesiones forestales. Panamá podría expandir sus experiencias con el canje de “deuda por naturaleza”. Bolivia está considerando experimentar con permisos para deforestar negociables.

Con respecto a los **programa de desarrollo rural**, Bolivia reconoce la necesidad del uso de sistemas silvo-pastorales como una alternativa más eficiente y menos destructiva para la ganadería extensiva, y para el desarrollo de actividades generadoras de ingreso en el altiplano, para así reducir las migraciones hacia las tierras bajas de la región amazónica. Guyana propone promover el ecoturismo, las artesanías que utilicen productos forestales no madereros, la acuicultura y la electrificación rural. Panamá mejorará su sistema de administración de tierras y también continuará promoviendo proyectos de inversión a nivel subnacional para el mejoramiento de los ingresos rurales, mientras que Perú está introduciendo varios proyectos REDD piloto para identificar las actividades que son necesarias para reducir la pobreza.

Finalmente, varios países de ALC proponen una serie de **programas sociales** que se espera generen beneficios directos o indirectos en términos de REDD. Argentina propone otorgar derechos de propiedad de las áreas forestales a comunidades indígenas y rurales, y así detener el desplazamiento interno de los pueblos indígenas. Bolivia quiere promover el uso sustentable de los recursos forestales no madereros, la fauna y los servicios ambientales por parte de las comunidades campesinas y poblaciones indígenas, de acuerdo a sus conocimientos, usos y costumbres. Guyana dialogará con las comunidades amerindias para hacer un uso sustentable de sus tierras. Panamá se apoyará en el programa para el Desarrollo Rural Sustentable en curso de la Región Ngöbe Buglé, en un esfuerzo por reducir la pobreza y la deforestación relacionada con la pobreza.



## RECUADRO 8

**Pagar para proteger los bosques mexicanos a través de ProÁrbol**

En 2003, México instituyó un programa de pagos por los servicios hidrológicos ambientales. Esto evolucionó a un programa más amplio de pagos por servicios ambientales de los bosques, que a su vez es parte de un programa de apoyo a los bosques, ProÁrbol. Alrededor de 1,4 millones de hectáreas estaban reguladas por contratos de conservación a principios de 2008; los contratos de este año llevarán esta cifra a más de 2 millones de hectáreas. El programa les paga a los propietarios para que conserven los bosques existentes, sobre todo por los servicios que proveen en el manejo de los recursos hídricos. Los pagos se realizan post Factum,

luego de que la conservación ha sido verificada. Los contratos de conservación duran cinco años, y son renovables condicionalmente. Los participantes reciben alrededor de USD 40 por hectárea por año en el caso de los bosques nuevos y USD 30 por hectárea por año para los demás bosques. Si bien el programa ha crecido rápidamente, en sus inicios no estuvo bien focalizado. En años recientes se ha intentado mejorar significativamente su focalización mediante la introducción de criterios de priorización claros. También se están realizando esfuerzos para ajustar el programa a las condiciones locales existentes en diferentes partes del país.

## RECUADRO 9

**Banca conservacionista para reducir la deforestación y proteger la biodiversidad**

Otra innovación regional en aras de reducir la deforestación es la propuesta del presidente guyanés Jagdeo de ceder el manejo de la totalidad de la selva en su país (más de 18 millones de hectáreas, que cubren más del 80% del territorio de ese país) al gobierno británico, a cambio de asistencia financiera. Mientras la propuesta permanece abierta, el gobierno y la Reserva Forestal Iwokrama de 371 mil hectáreas aparentemente han negociado un acuerdo más limitado con Canopy Capital, un grupo inversor. Acuerdos similares en otros países en desarrollo

incluyen una inversión de USD 9 millones por parte de Merrill Lynch en Sumatra, con la expectativa de eventuales beneficios producto de la venta de créditos de carbono, y un “esquema bancario para la conservación de la fauna” en Malasia establecido por New Forests (un grupo inversor de Sydney), que espera lograr un retorno económico del 15–25% vendiendo “créditos de biodiversidad”. Esto pone en relieve el potencial que tienen los bosques de generar recursos financieros aun fuera del mercado de carbono formal.

varios inventarios de existencias forestales están siendo planificados en aquellos países que hasta hoy en día carecen de uno; pocos lo tienen, debido a su alto costo.

**Transformación del transporte urbano**

Muchos “frutos maduros” en el área de mitigación están disponibles en el sector transporte de la región, pero pocos han sido efectivamente cosechados. ¿Cuáles son las medidas de política en el sector que serían cruciales para enfrentar las barreras regulatorias e institucionales que podrían haber prevenido la implementación de las medidas más promisorias, con

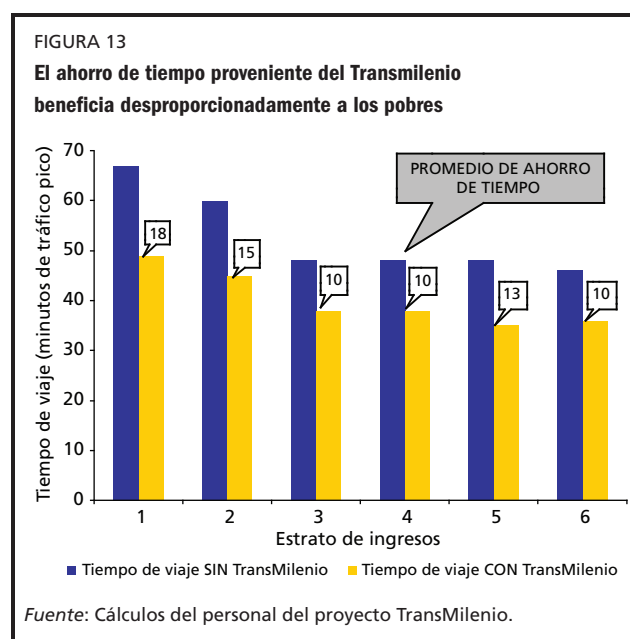
el mayor potencial de mitigación, menores costos y mayores beneficios conjuntos?

A diferencia de la mayoría de los enfoques iniciales que tendían a centrarse en soluciones técnicas o económicas individuales o aisladas, las políticas de mitigación son más efectivas si amplían el enfoque y simultáneamente abordan varios aspectos del problema del transporte: aumento en el uso de vehículos particulares, deterioro del sistema de transporte público, escasas instalaciones para el transporte no motorizado y falta de integración intermodal. Esto requiere de estrategias exhaustivas que integren el sec-

tor transporte con la planificación urbana. Una manera de lograr esta integración es mediante la provisión de alternativas al desplazamiento en automóviles privados, tales como los sistemas de transporte rápido en autobuses (BRT) o sobre rieles. Las experiencias regionales pioneras con sistemas BRT —p. ej. carriles exclusivos, tarifas prepagas, y conexiones intermodales eficientes— son un punto de partida para un proceso más amplio de transformación urbana dirigido a establecer ciudades más habitables, con menos congestión y mejor planeamiento territorial.

Los beneficios de los sistemas de transporte masivo y del BRT se magnifican cuando se combinan con un grupo más amplio de políticas para el uso del suelo para propiciar la densificación de los principales corredores de transporte y promover la integración intermodal con el transporte no motorizado y con otras formas de transporte, incluyendo los automóviles particulares. Este grupo de medidas complementarias pueden reducir el tiempo de viaje, las emisiones locales y globales, y proporcionar otros beneficios sociales. En el caso mexicano, se espera que una combinación de medidas como reducir las distancias de los viajes urbanos mediante un desarrollo urbano más denso, y la implementación de estándares de eficiencia para los vehículos, reduzcan las emisiones en el período 2009–2030 en 117 y 185 MtCO<sub>2</sub>e respectivamente, además de tener otros beneficios sociales y ambientales<sup>111</sup>. Una gran proporción de los beneficios conjuntos derivados de estos sistemas de transporte público más eficientes recaerán sobre los más pobres. Así lo sugiere la evidencia proporcionada por la evaluación de la distribución de beneficios en términos de ahorro de tiempo producidos por el sistema BRT Transmilenio en Bogotá (Figura 13).

Además de proporcionar alternativas al uso de vehículos privados, los incentivos para disminuir el uso de estos y mejorar su eficiencia son otro elemento clave de la agenda de mitigación. Cualquier política de mitigación exitosa en el sector transporte necesita abordar el crecimiento en el uso de los vehículos privados y las emisiones relacionadas, en especial dentro de las áreas urbanas de la región. Esto puede lograrse mediante el mejoramiento de la eficiencia de esos vehículos e intro-



duciendo combustibles de bajo nivel de carbono. Aún más importantes son las políticas que tornan menos atractivo el uso de automóviles y que generan incentivos para el uso de transporte público. Estudios recientes en Brasil calculan que si se implementan estándares para mejorar la eficiencia en el uso de combustible en los automóviles se podrían reducir las emisiones en alrededor de 25 MtCO<sub>2</sub> por año, mientras que al mismo tiempo se generan ahorros financieros sustanciales y se reduce la contaminación local. En Perú, la renovación de la flota vehicular también podría significar grandes reducciones en las emisiones, de alrededor de 7 MtCO<sub>2</sub> por año a costo negativo (considerando el ahorro de combustible). Finalmente, en Colombia la optimización de las operaciones de transporte público y de cargas podría permitir una reducción en las emisiones de 95 MtCO<sub>2</sub>e entre 2007 y 2030<sup>112</sup>.

Reducir las emisiones, congestión y contaminación del aire derivadas del transporte de carga en América Latina se ha convertido en otra de las grandes prioridades para las agendas de política ambiental y de transporte. Estudios regionales en curso sobre mejoras logísticas y proyectos para obtener esas mejoras han identificado varias oportunidades de simultáneamente mejorar el rendimiento del combustible, y reducir las

emisiones de GEI y la contaminación local<sup>113</sup>. Medidas específicas como los programas para mejorar las operaciones, el mantenimiento de flotas y el comportamiento de los conductores, enfocadas en los grandes operadores transportistas y compañías de cargas, pueden generar un gran ahorro de combustible, elevados beneficios económicos y reducción de las emisiones de GEI.

Por último, poner los marcos generales para la recolección de datos básicos y de evaluación a disposición de los tomadores de decisiones y de los interesados en general mejoraría la comprensión sobre la conexión fundamental entre el transporte, el cambio climático, y demás beneficios económicos y ambientales. La cuantificación de estos beneficios conjuntos y las evaluaciones de viabilidad son un componente importante de una evaluación general de opciones alternativas —y a veces complementarias— para la mitigación. La disponibilidad de información de diferentes países sobre el potencial de reducción de emisiones en el sector transporte es una importante contribución para facilitar la elaboración de prioridades para las políticas sectoriales de mitigación. Sin embargo, los cálculos surgidos de los estudios disponibles no son directamente comparables debido al uso de supuestos divergentes y a veces poco claros. Dentro del sector transporte, estas evaluaciones tienen que considerar el potencial de mitigación y los beneficios a obtener del ahorro de energía, reducción de la contaminación local y ahorro de tiempo, utilizando metodologías consistentes para asegurar la comparabilidad entre países. Dada su naturaleza de bien público, el abastecimiento más eficiente de este tipo de información en los países en desarrollo requeriría una armonización de criterios a nivel global o al menos regional.

Las decisiones actuales de política de transporte tendrán un profundo impacto en la capacidad de controlar las emisiones globales futuras de gases de efecto invernadero provenientes del sector. Las políticas presentes también en parte determinarán el alcance de otros objetivos de desarrollo clave, incluyendo en las áreas de la salud, la eficiencia económica y la mejora en la calidad de vida en las áreas urbanas. La implementación de políticas que promueven la motorización —como las grandes inversiones en caminos y carreteras y una pla-

nificación urbana que favorece la expansión de las ciudades en lugar del transporte público y la densificación de las áreas urbanas— hace que luego sea más difícil regresar a opciones de transporte más sustentables. Por lo tanto, las políticas de transporte deben ser evaluadas con un horizonte a largo plazo y teniendo en cuenta el impacto futuro de las decisiones tomadas hoy en día.

### **Continuar reduciendo la intensidad de carbono del crecimiento a través del uso de la energía hidroeléctrica**

Para combinar un elevado crecimiento del ingreso —y el consiguiente crecimiento en la demanda de energía— con bajas emisiones, América Latina deberá seguir dependiendo de fuentes de energía limpias para la generación de buena parte de su capacidad. La manera más obvia de lograr esto es desarrollando la capacidad hidroeléctrica, donde la región en conjunto tiene un gigantesco potencial inutilizado. Como se mencionó en la sección 4, la expansión de la hidroelectricidad enfrenta serias barreras de política, incluyendo los desafíos propios del proceso de adjudicación de licencias. Esto es necesario en función de que los proyectos hidroeléctricos pueden tener serias consecuencias ambientales y sociales. Pero aunque estas motivaciones son legítimas, el proceso a veces es innecesariamente largo, con resultados inciertos, y termina elevando el costo final de los proyectos.

Sin embargo, se ha aprendido e internalizado bastante acerca de cómo desarrollar proyectos hidroeléctricos sin consecuencias ambientales o sociales negativas. Un estudio reciente<sup>114</sup> en Brasil sugiere que los costos regulatorios podrían disminuir, sin descuidar los aspectos ambientales y sociales mediante cambios legislativos y regulatorios que racionalicen y coordinen mejor el proceso. Minimizar las consecuencias ambientales y sociales adversas de la hidroelectricidad y otros proyectos de energía limpia que involucren grandes trabajos de infraestructura requiere de un planeamiento estratégico a nivel sectorial y subsectorial, un marco regulatorio efectivo, información ambiental, e instituciones que puedan monitorear y hacer cumplir los estándares y regulaciones. Incorporar consideraciones ambientales y sociales en el diseño de

proyectos de infraestructura en una etapa temprana puede reducir significativamente la huella ambiental de los mismos. Esto puede lograrse eludiendo los hábitats naturales críticos a la hora de escoger la ubicación de la infraestructura, minimizando el daño a otros (menos críticos) hábitats naturales, y a través de medidas de mitigación como un cuidadoso diseño de ingeniería y programas de compensación ecológica. Entre las opciones amigables para el ambiente que pueden considerarse al diseñar un proyecto, están el uso de centrales de pasada en lugar de represas, o diferentes tecnologías de turbinas para los generadores.

Utilizar otros instrumentos para complementar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) —incluyendo los planos de zonificación y las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE)— mejorará la planificación de la infraestructura y la evaluación de su impacto ambiental. La ventaja de las EAE es la posibilidad de evaluar los efectos acumulativos (por ejemplo, el impacto de construir varias plantas hidroeléctricas en la misma cuenca, en lugar de una) y comparar alternativas que no son evaluadas en el proceso EIA estándar. Los planes de zonificación también pueden ayudar a seleccionar la ubicación de las plantas hidroeléctricas y represas, así como eludir los hábitats zoológicos críticos. Este enfoque se ha implementado exitosamente en la planificación de redes de caminos —eludiendo de esa manera hábitats críticos e incrementando los beneficios sociales— en el estado de Tocantins en Brasil. El uso de estas herramientas complementarias puede optimizar el proceso EIA, mejorar su eficacia, reducir los costos regulatorios y demoras; superando de esa manera los principales obstáculos para la realización del potencial regional de satisfacer una cuota cada vez más alta de la demanda de energía mediante fuentes de baja intensidad de carbono.

En resumen, las realidades del cambio climático y la consecuente necesidad de reducir las emisiones aumentaron los beneficios de la hidroelectricidad, a la vez que la experiencia y los avances de las herramientas de licenciamiento ambiental y social han reducido los riesgos. A la luz de esto, sería conveniente que todos los interesados revisaran nuevamente el cálculo costo beneficio del desarrollo hidroeléctrico.

### Lograr que la generación y uso de energía sean más eficientes

A pesar de algunos éxitos, y si bien la mayoría de los países de ALC ya ha adoptado políticas de eficiencia energética, los ahorros de energía alcanzados hasta ahora han sido modestos. Políticas públicas más fuertes podrían crear incentivos para que el sector privado, o bien los individuos, invierta en medidas de eficiencia energética rentables. Mientras que las tecnologías para la mejora de la eficiencia energética sólo pueden ser implementadas una a la vez, las mejores prácticas involucran paquetes de medidas. Y mientras que la implementación puede ocurrir de manera aislada, en un sitio único, como en el caso de una fábrica o edificio, se puede lograr un impacto mucho mayor cuando esas medidas de eficiencia energética se implementan de una manera amplia y sistemática, entre muchos usuarios y utilizando una combinación de incentivos, información y políticas para alcanzar la transformación que es necesaria en el mercado. Pero promover la eficiencia energética no siempre es fácil. Uno de los problemas es que la parte encargada de la inversión inicial (p. ej., el propietario de un edificio que contemple la instalación de un mejor aislante que reducirá el costo de calefacción de los inquilinos) puede no tener la capacidad de usufructuar los beneficios del ahorro energético sin incurrir en elevados costos de transacción. Otro obstáculo está en que la reducción de los subsidios al consumo energético ha demostrado ser políticamente delicada. Ésta es una de las razones de que, en análisis agregados, estas opciones parecen siempre tener un “costo negativo” o “sin arrepentimientos”, pero raramente se llevan a la práctica. Aun así, cualquier esfuerzo serio para mejorar la eficiencia energética involucrará un paquete integrado de políticas en varios frentes.

Las medidas más importantes para muchos países incluirían:

- *Promover un cambio hacia tecnologías que ahorran energía.* Esto se puede lograr a través de la promulgación de regulaciones para la señalización de la eficiencia (p.ej., en etiquetas), estándares de desempeño, promoción de la eficiencia energé-

tica entre las asociaciones industriales, y programas especiales para aumentar la conciencia de y el financiamiento para el uso de tecnologías energéticamente eficientes.

- *Mejorar la eficiencia energética en ambos lados de la ecuación oferta y demanda de energía.* Por el lado de la demanda, además de promover equipos eléctricos y electrodomésticos más eficientes, esto incluiría (a) el apoyo para la creación de compañías de servicios energéticos para asistir en la identificación y financiamiento de oportunidades para la eficiencia energética en el consumo comercial e industrial, (b) promover la eficiencia energética en instituciones públicas como hospitales, escuelas y edificios gubernamentales a través de programas de concientización y cambios en las reglas de adquisición para reconocer las oportunidades de ahorro a largo plazo que la inversión en productos energéticamente eficientes puede crear, (c) programas de manejo de la demanda realizados por las empresas distribuidoras de energía —incluyendo cambios en los incentivos regulatorios— que promuevan la conservación de energía y la adopción de prácticas y equipos eficientes, y (d) la reducción del uso de electricidad por el sector de aguas, sobre todo para el bombeo, mediante una reducción de las pérdidas de agua y a través de mejores prácticas administrativas y la instalación de equipos energéticamente eficientes.

Por el lado de la oferta, existen varias maneras de mejorar la eficiencia del suministro de electricidad. Éstas incluyen mejorar la eficiencia en la generación y reducir las pérdidas durante la distribución. Varios países, incluyendo la República Dominicana, Honduras y Ecuador, experimentan pérdidas significativas durante la distribución, debido a sus antiguas e ineficientes líneas de distribución y subestaciones, y también pérdidas comerciales derivadas del hurto y falta de pago. Éstas pueden mejorarse a través de inversiones para el mejoramiento del sistema de distribución, y un mejor manejo, medición y control. Una manera importante de mejorar la eficiencia de la generación eléctrica en la indus-

tria y en el sector energético es a través de la generación conjunta. México sigue bajando su intensidad de carbono mediante el reemplazo de plantas antiguas e ineficientes, y extendiendo la generación termal basada en plantas de gas natural altamente eficientes (turbinas de gas de ciclo combinado, TGCC). La compañía energética CFE espera que la eficiencia termal promedio del grupo de plantas termoeléctricas convencionales aumente del 39 al 46% durante 2006–2017, a la par del incremento en la participación de las TGCC en ese grupo de 43 a 60%.

- *Reducir y focalizar mejor los subsidios al consumo energético.* Mientras que los subsidios bien focalizados son a menudo esenciales para asegurar el acceso a la energía por parte de grupos sociales de bajo ingreso o desfavorecidos, los subsidios para el combustible y la electricidad mal implementados resultan en un consumo excesivo de energía y mayores emisiones de carbono. En 2005, los subsidios para el combustible representaban en promedio el 2,3% del PBI en la región de ALC<sup>115</sup>. Por ejemplo, México y Venezuela subsidian fuertemente el uso de productos de petróleo, por ejemplo el kerosén utilizado en las cocinas y el diesel para el transporte. Evidentemente, reducir estos subsidios es políticamente difícil, pero el cambio climático proporciona una motivación adicional, y el mercado de carbono tal vez una fuente de recursos financieros para compensar en parte a los que salgan perdiendo, facilitando así la transición.

### **Lograr que las políticas domésticas favorezcan el comercio de carbono**

Los países pueden moverse en diversos frentes a la hora de hacer que su entorno sea conducente al desarrollo de un mercado activo para los créditos de carbono. Una encuesta de inversores en proyectos MDL de 2006 encontró que ALC poseía algunas ventajas sobre otras regiones, pero también un proceso más lento para la aprobación de proyectos, más requisitos nacionales y más diferencias de procedimiento entre los países de la región. Estas deficiencias podrían minimizarse mediante la reducción de los requisitos de procedi-

miento y la agilización de los procesos nacionales para la aprobación de proyectos MDL. Sería útil también que más países incluyeran estrategias para aprovechar el MDL dentro de sus estrategias nacionales contra el cambio climático. Hoy en día, entre los países de la región, sólo México y Brasil poseen dichas estrategias. Esto incluiría integrar las oportunidades de comercio de carbono dentro de las estrategias sectoriales, por ejemplo, como fuente potencial de recursos para financiar proyectos. Una medida relacionada sería una participación más profunda de las empresas públicas en los mercados de carbono.

## 6. Resumen y conclusiones

Los países latinoamericanos y caribeños ya están experimentando las consecuencias negativas del cambio climático. Más aún, bajo las tendencias actuales esos impactos serán mucho más graves en las próximas décadas. La abundante biodiversidad de la región, en especial, corre mucho peligro, y la productividad agropecuaria seguramente sufrirá dramáticamente a medida que las condiciones climáticas se tornen intolerables para las variedades agrícolas actualmente disponibles.

El impacto del cambio climático variará enormemente entre países y regiones latinoamericanas, no sólo por sus niveles diferenciados de exposición a los impactos climáticos, sino también por sus distintas habilidades para adaptarse. Las naciones del Caribe, por ejemplo, probablemente reciban impactos en diversos frentes, incluyendo desastres naturales más intensos y la muerte paulatina de los ecosistemas marinos. Como resultado, esas naciones sufrirán relativamente más, con pérdidas económicas permanentes, alcanzando varios puntos porcentuales de su PBI según algunos cálculos. Otros países experimentarán consecuencias negativas sólo en algunas regiones —por ejemplo, los agricultores en las zonas áridas del Nordeste brasileño y algunos valles del centro de Chile— y, en algunos casos, los efectos pueden ser positivos, por ejemplo, el sur de Brasil y algunas de las zonas septentrionales de Chile, que se podrían beneficiar con mayores temperaturas y más agua, respectivamente.

Dado que muchos de los impactos ambientales que probablemente afecten a la región son en buena parte inevitables —dada la inercia existente y los largos

retrasos en el sistema climático de la Tierra— los gobiernos de la región tienen que considerar políticas de adaptación e inversiones adecuadas. La incertidumbre con respecto a la índole y ubicación de los impactos del cambio climático significa que para algunos tipos de respuesta puede ser ventajoso esperar. Esto es especialmente cierto para aquellas inversiones que responden a efectos específicos sobre los cuales la evidencia científica no es aún suficientemente clara (por ejemplo, la magnitud de la elevación del nivel del mar). Las respuestas a los impactos actuales son más urgentes. Afortunadamente, las buenas políticas de adaptación son básicamente congruentes con buenas políticas de desarrollo. En otras palabras, muchas medidas de adaptación pueden ser descritas como “sin arrepentimientos” en el sentido que deben ser implementadas de todas maneras, como parte de una estrategia general de desarrollo. Ejemplos en este sentido incluyen acciones para mejorar el manejo de los recursos naturales de la región e incorporar la posibilidad de peligros ambientales en el diseño de inversiones de infraestructura a largo plazo. Además, los gobiernos también pueden jugar un papel importante en la facilitación de respuestas privadas al cambio climático, incrementando la flexibilidad y las opciones para los hogares. Algunos ejemplos importantes de este tipo de políticas de respuesta son el mejoramiento del monitoreo y pronóstico meteorológico, la mejora de las redes de seguridad social para permitirle a los hogares manejar mejor los impactos del cambio climático, y el mejoramiento del funcionamiento de los mercados de tierras, agua y financieros.

Más allá de las políticas de adaptación, hay buenas razones para que América Latina tenga una participación activa en los esfuerzos globales para mitigar el cambio climático a través de reducciones drásticas de las emisiones globales de GEI. Como se argumentó en este estudio, para que esos esfuerzos coordinados y globales de mitigación resulten efectivos y eficientes, deben necesariamente contemplar reducciones de emisiones también en el mundo en desarrollo, especialmente en los países de ingresos medios de mayor tamaño. La efectividad implica la participación de América Latina porque aun en el supuesto de que los países de altos ingresos redujeran sus emisiones a cero,

esto no sería suficiente para mantener las concentraciones de GEI debajo de niveles “peligrosos”. La eficiencia también requiere la participación de América Latina porque una gran parte del potencial de mitigación de gran impacto y bajo costo está localizado en las economías emergentes. Sin embargo, para que los esfuerzos globales y coordinados de mitigación puedan incorporar contribuciones constructivas de los países de ingresos medios, inclusive los de América Latina, será necesario que los mismos sean implementados de manera consistente con consideraciones de equidad. En otras palabras, será necesario un marco que incluya mecanismos para separar el sitio de los esfuerzos de mitigación de los financistas de dichos esfuerzos y que haya mecanismos que permitan a los países compartir el costo de mitigar el cambio climático, con base en sus diferentes niveles de “responsabilidad” y “capacidad”.

Dada su historia de desarrollo con una baja intensidad de carbono, su riqueza de recursos naturales y su nivel intermedio de ingreso —visto a nivel global— muchos países latinoamericanos están bien posicionados para liderar la respuesta del mundo en desarrollo al desafío impuesto por el cambio climático. Esto no solamente es posible, es también en el interés de América Latina. De hecho, varias de las acciones requeridas para reducir el crecimiento de las emisiones regionales son del tipo “sin arrepentimientos”: serían ventajosas desde un punto de vista social independientemente de su impacto sobre la mitigación del cambio climático.

Además, la adopción de un patrón de desarrollo con baja intensidad de carbono también sería beneficiosa para la competitividad de la región, especialmente si las fronteras tecnológicas globales se mueven hacia tecnologías “de bajo carbono”.

Aprovechar estas oportunidades, sin embargo, requiere de un entorno político internacional apropiado, en el que una masa crítica de países de altos ingresos ejerza un papel de liderazgo global. Esto es importante no sólo para que el marco global sea equitativo, brindándole credibilidad, sino también para generar suficientes incentivos y suficiente impulso para que el sector privado invierta en tecnologías con baja intensidad de carbono. Además, para que el mundo se beneficie de las oportunidades de mitigación eficiente que existen en América Latina, el marco internacional necesita ser receptivo a —y acoger— las contribuciones potenciales de la región en áreas como la preservación de los recursos forestales, las fuentes de energía renovables y los biocombustibles ambientalmente sustentables. Finalmente, a pesar de que para aprovechar estas oportunidades serán necesarias políticas domésticas específicas, es imprescindible que la comunidad internacional desarrolle mecanismos de financiamiento en el área de cambio climático que vayan más allá del enfoque basado en proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, y que, de manera general, apoyen las políticas de desarrollo que sean amigables al clima.

## Anexo 1: Potencial de mitigación por país y por tipo de emisiones

CUADRO A1

Importancia relativa del potencial de mitigación de las emisiones energéticas y no energéticas basadas en la tasa de crecimiento de las emisiones y la proporción de emisiones como parte del PBI<sup>116</sup>

	Emisiones de energía (CO <sub>2</sub> )	Cambio en el uso de la tierra (CO <sub>2</sub> )	Emisiones sin CO <sub>2</sub>	Total de emisiones GEI en 2000 (Mt/CO <sub>2</sub> e)
Brasil	Baja	Alta	Alta	2,333
México	Mediana	Baja	Baja	682
Venezuela, R.B. de	Mediana	Baja	Baja	384
Argentina	Mediana	Baja	Baja	353
Colombia	Baja	Baja	Alta	274
Perú	Baja	Alta	Mediana	257
Bolivia	Alta	Alta	Alta	144
Chile	Alta	Baja	Baja	99
Ecuador	Alta	Baja	Baja	99
Guatemala	Mediana	Alta	Mediana	84
Nicaragua	Alta	Alta	Mediana	66
Panamá	Mediana	Alta	Baja	58
Paraguay	Mediana	Alta	Alta	54
Guyana	Mediana	Alta	Alta	39
Honduras	Mediana	Alta	Mediana	31
República Dominicana	Alta	Baja	Baja	30
Trinidad y Tobago	Mediana	Baja	Mediana	29
Belice	Alta	Alta	Alta	23
Costa Rica	Mediana	Baja	Baja	21
Jamaica	Mediana	Baja	Baja	16
Uruguay	Baja	Baja	Mediana	16
El Salvador	Mediana	Baja	Baja	15
Haití	Baja	Baja	Alta	11
Suriname	Mediana	n/a	Alta	4
Antigua y Barbuda	Baja	n/a	Alta	2
Granada	Mediana	n/a	n/a	0.3
Dominica	Baja	n/a	n/a	0.2



CUADRO A2

**Importancia relativa del potencial de mitigación de las emisiones energéticas basándose en la tasa de crecimiento del uso de energía y de las emisiones, y la proporción de emisiones en relación con la energía<sup>117</sup>**

	Intensidad energética (por USD de PBI)	Energética: intensidad de carbono	Transporte: intensidad de carbono	Industria y edificios: intensidad de carbono
Brasil	Mediana	Mediana	Baja	Mediana
México	Mediana	Mediana	Baja	Mediana
Venezuela, RB	Alta	Baja	Baja	Mediana
Argentina	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Colombia	Baja	Baja	Baja	Mediana
Perú	Baja	Mediana	Baja	Mediana
Bolivia	Alta	Mediana	Mediana	Alta
Chile	Baja	Mediana	Mediana	Alta
Ecuador	Mediana	Alta	Mediana	Mediana
Guatemala	Alta	Alta	Alta	Mediana
Panamá	Baja	Alta	Alta	Mediana
Paraguay	Mediana	n.a.	Alta	Baja
Honduras	Mediana	Alta	Alta	Mediana
Costa Rica	Mediana	Mediana	Mediana	Baja
Uruguay	Baja	Baja	Mediana	Baja
El Salvador	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Haití	Alta	Baja	Mediana	Mediana

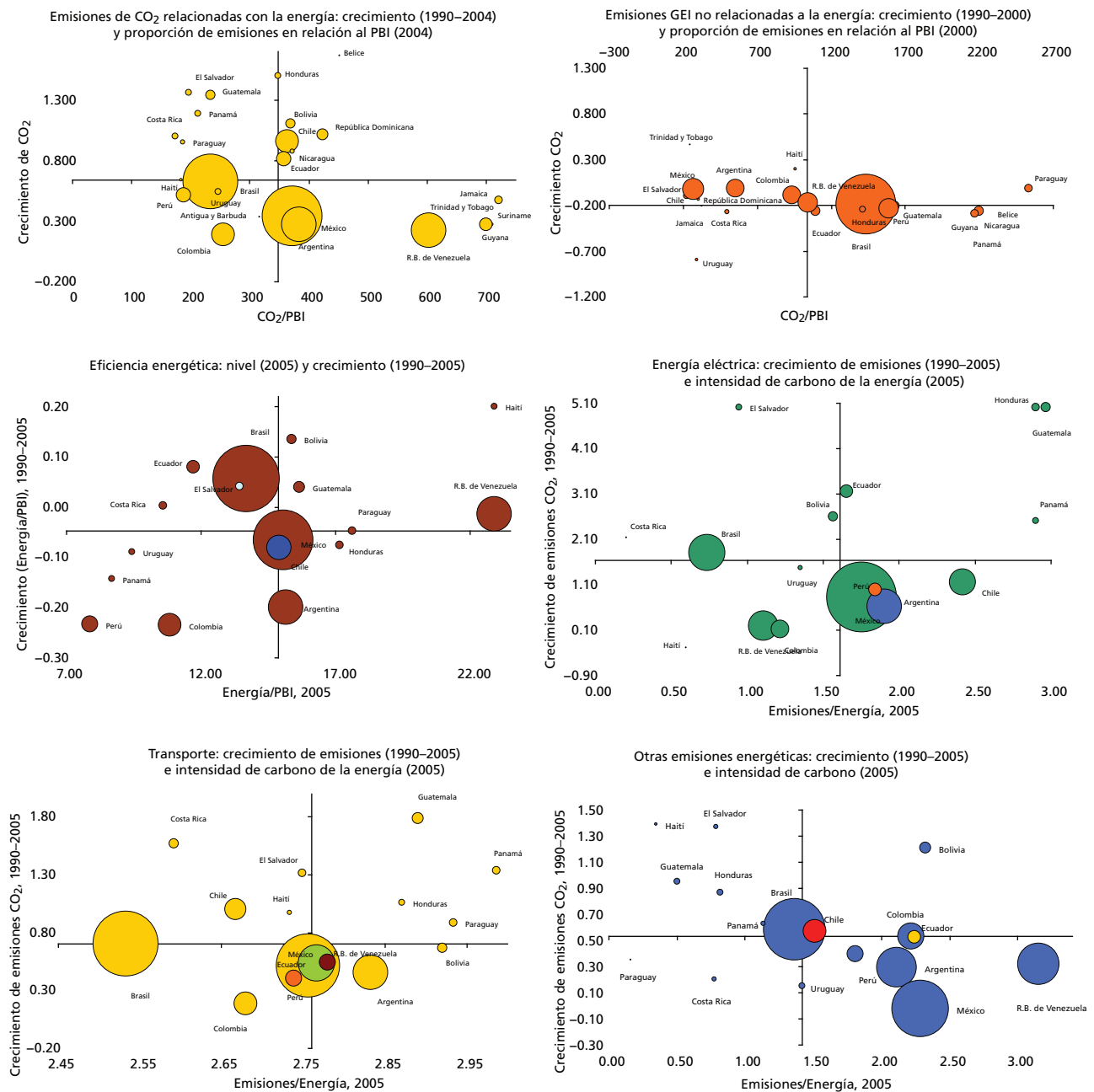
CUADRO A3

**Importancia relativa del potencial de mitigación de las emisiones no energéticas basándose en la tasa de crecimiento de las emisiones y la proporción de emisiones como parte del PBI<sup>118</sup>**

	Agricultura	Residuos	Otros sin CO <sub>2</sub>
Brasil	Alta	Baja	Baja
México	n.a.	Mediana	Mediana
Venezuela, RB	Baja	Mediana	Mediana
Argentina	Baja	Baja	Mediana
Colombia	Alta	Alta	Mediana
Perú	Baja	Alta	Mediana
Bolivia	Alta	Alta	Baja
Chile	Baja	Baja	Baja
Ecuador	Baja	Alta	Mediana
Uruguay	Alta	Baja	Baja

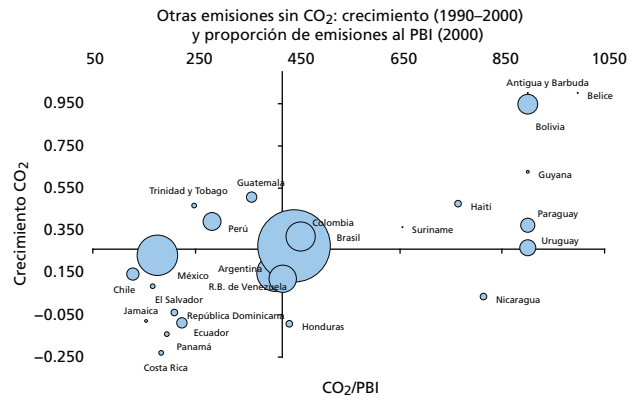
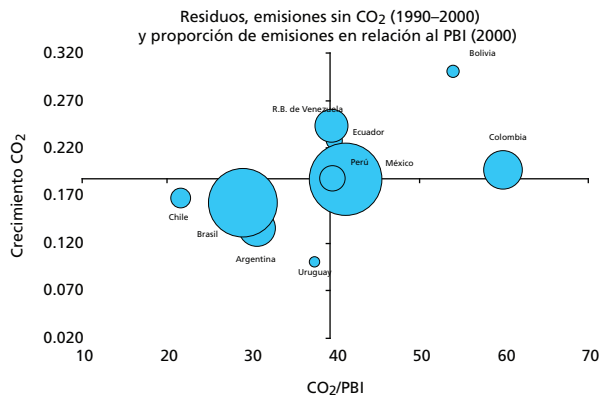
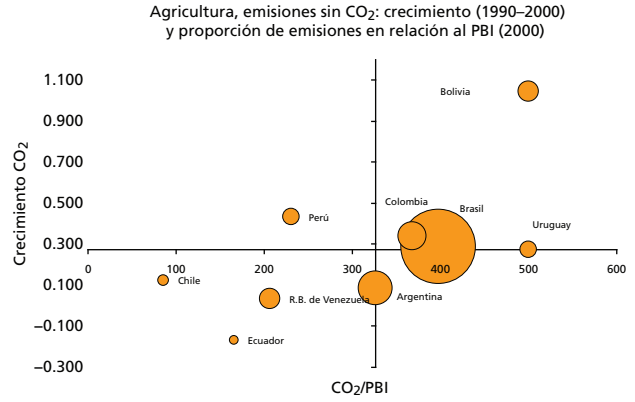
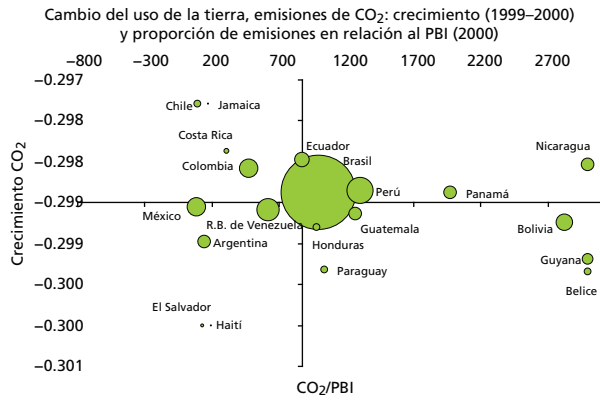
FIGURA A1

Tasas de crecimiento de las emisiones y proporción de emisiones en relación al PBI



(Figura continúa en la siguiente página)

FIGURA A1  
(continuación)



## Anexo 2: Impacto económico anual del cambio climático en los países de CARICOM para el año 2080 (en millones de USD de 2007)<sup>119</sup>

	Subtotal previo	Subtotal	Total
<b>Pérdida total de PBI debido a desastres relacionados con el cambio climático (huracanes, inundaciones):</b>			<b>4,939.90</b>
Gastos por turismo		447	
Pérdidas de empleos		58.1	
Pérdidas estatales debido a huracanes		81.3	
Daños por inundaciones		363.2	
Daños por sequía		3.8	
Daños por tormenta de viento		2,612.20	
Muertes (PBI per cápita) debidas a mayor incidencia de desastres relacionados con huracanes (tormenta de viento, inundaciones y deslizamientos)		0.1	
DALY por inundación (PBI per cápita)		0.8	
<b>Subida del nivel del mar</b>			<b>1,888.50</b>
Pérdidas de tierras			20.2
Pérdidas de exportaciones pesqueras (temperaturas crecientes, huracanes y nivel del mar)			93.8
Pérdidas de arrecifes de coral (temperaturas crecientes, huracanes y nivel del mar)			941.6
Costo de reemplazo de habitaciones de hotel			46.1
Pérdidas de ingresos por entretenimientos turísticos relacionados con el mar			88.2
Reemplazo de viviendas			567
Pérdidas de infraestructura del tendido eléctrico			33.1
Inversiones necesarias para revertir las pérdidas en la infraestructura telefónica			3.9
Inversiones por pérdidas en la infraestructura de las conexiones de agua			6.7
Inversiones por pérdidas en la infraestructura de las conexiones cloacales			9
Inversiones por pérdidas en la infraestructura vial			76.1
Inversiones por pérdidas en la infraestructura de vías férreas			2.7
<b>Aumento de temperatura</b>			
Pérdidas de ingresos turísticos			4,027.40
<b>Cambio climático en general</b>			
Pérdidas agropecuarias			220.5
Estrés hídrico: costo del suministro de agua adicional			104
<b>Salud</b>			
DALY de malaria (PBI per cápita)			0.003
Otros gastos por enfermedad			7.1
<b>Total</b>	<b>Gran total</b>		<b>11,187.30</b>
	<b>% of GDP</b>		<b>11.26%</b>

Fuente: Toba (2008a).

## Bibliografía

- Agrawal, A. 2008. "Livelihoods, Carbon, and Diversity in Community Forests: Tradeoffs or Win-Wins?" Presentation at conference on "Rights, Forests, and Climate Change," October 15–17, 2008, organized by Rainforest Foundation Norway and the Rights and Resources Foundation. <http://rightsandclimate.org/>.
- Alaimo and Lopez. 2008. *Oil Intensities and Oil Prices: Evidence for Latin America*. Washington, DC: World Bank.
- Aldy J.D., Ley, E., Parry, I.W.H. 2008. "A Tax-Based Approach to Slowing Climate Change." *Resources for the Future*.
- Alencar, A., D. Nepstad and M.D.V. Diaz. 2006. "Forest understorey fire in the Brazilian Amazon in ENSO and non-ENSO years: area burned and committed carbon emissions." *Earth Interactions* 10: 1–17.
- Arnell, N.W. 2004. "Climate change and global water resources: SRES scenarios emissions and socio-economic scenarios." *Global Environmental Change* 14: 31–52.
- Assad, E., and H. Silveira Pinto. 2008. "Aquecimento Global e Cenários Futuros da Agricultura Brasileira." Mimeo, EMBRAPA and Unicamp. Available at: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2008/novembro/1a-semana/site-mostra-estudo-sobre-aquecimento-global-e-seus-impactos-na-agricultura/?searchterm=silveira%20pinto>.
- Assuncao, Juliano J., and Flavia Fein Cheres. 2008. "Climate Change, Agricultural Productivity and Poverty." Mimeo, background paper for this report. World Bank, Washington, DC.
- Avato, Patrick A. 2007. *Bioenergy: An Assessment*. Washington, DC: World Bank: Background study for the International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development.
- Avissar, R. and Werth, D. 2005. "How many realizations are needed to detect a significant change in simulations of the global climate?" *Eos Trans AGU*.
- Bacon R., and S. Bhattacharya. 2007. "Growth and CO<sub>2</sub> Emissions: How Do Different Countries Fare?" World Bank Environment Department Papers 113, November. World Bank, Washington, DC.
- Baez, J., and A. Mason. 2008. "Dealing with Climate Change: Household Risk Management and Adaptation in Latin America." Background paper for World Bank Flagship Report on Climate Change, World Bank Latin American and Caribbean Region.
- Binswanger, H., and M. Rozensweig. 1993. "Wealth, Weather Risk and the Composition and Profitability of Agricultural Investments." *The Economic Journal* 103: 56–78.
- Blanco, Javier T., and Diana Hernández. Forthcoming (2009). "The Costs of Climate Change in Tropical Vector-Borne Diseases—A Case Study of Malaria and Dengue in Colombia." In W. Vergara, ed., *Assessing the Consequences of Climate Destabilization in Latin America*. Sustainable Development Working Paper, LCSSD. Washington, DC: World Bank.
- Boucher, O., and M.S. Reddy. 2007. "Climate trade-off between black carbon and carbon dioxide emissions." *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2007.08.039.
- Bradley, N.L., A.C. Leopold, J. Ross, and W. Huffaker. 1999. "Phenological changes reflect climate change in Wisconsin." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 9701–9704.
- Bradley, R., M. Vuille, H. Diaz, and W. Vergara. 2006. "Threats to water supplies in the tropical Andes." *Science* 312: 1755.
- Bresnayan, E., and P. Werbrouck. N.d. "Value Chains and Small Farmer Integration." World Bank, LCSAR, Agriculture for Development series.
- Brown, J.L., S.H. Li, and N. Bhagabati. 1999. "Long-term trend toward earlier breeding in an American bird: A response to global warming?" *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 5565–5569.
- Buddemeier, R.W., P.L. Jokiel, K.M. Zimmerman, D.R. Lane, J.M. Carey, G.C. Bohling, and J.A. Martinich. 2008. "A modeling tool to evaluate regional coral reef responses to changes in climate and ocean chemistry." *Limnology and Oceanography Methods* 6, 395–411.
- Callaway, J. M. 2004a. "Adaptation Benefits and Costs: Are they important in the global policy picture, and how can we measure them?" *Global Environmental Change* 14 (2004): 272–282.
- . 2004b. "The Benefits and Costs of Adapting to Climate Variability and Change." In *OECD, The Benefits and Costs of Climate Change Policies: Analytical and Framework Issues*. Paris: OECD.
- Caso, M., I. Pisanty, and E. Ezcurra. 2004. *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. Vol. I y II. INE/Semarnat.
- CST (Center for Sustainable Transport). 2008. "MEDEC Transport Sector." Paper commissioned for the World Bank as part of the Mexico Low-Carbon Study (MEDEC).
- Charveriat, C. 2000. "Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk." *IADB Working Paper*, No. 434, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Chomitz, K., et al. 2007. "At Loggerheads? Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests." World Bank, Washington, DC.
- Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R. K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C. G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr, and P. Whetton. 2007. "Regional Climate Projections." In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Salomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller, eds.]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

- Cox, P.M., Betts, R.A., Collins, M., Harris P.P., Huntingford, C., Jones, C.D. 2004. "Amazonian Forest Dieback Under Climate Carbon Cycle Projections for the 21<sup>st</sup> Century." *Theor Appl Climatol* 78: 137–156.
- Cox, P.M., Harris, P., Huntingford, C., Betts, R.A., Collins, M., Jones, C.D., Jupp, T.E., Marengo J., and Nobre, C. 2008. "Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aerosol pollution." *Nature* 453: 212–216.
- Cline, W.R. 2007. "Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country." Washington DC: Center for Global Development, Peterson Institute for International Economics.
- Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue, R.S. Kovats, B. Revich and A. Woodward. 2007. Human Health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson, eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 391–431.
- Curry, J.A., P.J. Webster, and G.J. Holland 2006. "Mixing Politics and Science in Testing the Hypothesis That Greenhouse Warming Is Causing a Global Increase in Hurricane Intensity." *The Bull. Amer. Met. Soc.* 87(8): 1025–1037.
- Curry J., M. Jelinek, B. Foskey, A. Suzuki, and P. Webster. Forthcoming (2009). "Economic impacts of hurricanes in México, Central America, and the Caribbean ca. 2020–2025." In W. Vergara, ed., *Assessing the Consequences of Climate Destabilization in Latin America*. Sustainable Development Working Paper, LCSSD. Washington, DC: World Bank.
- Dasgupta, S., B. Laplante, C. Meisner, D. Wheeler, and J. Yan. 2007. "The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis." Working Policy Research Paper Series 4137, February 2007.
- de Gorter, H., and D.R. Just. 2008. "'Water' in the U.S. Ethanol Tax Credit and Mandate: Implications for Rectangular Deadweight Costs and the Corn-Oil Price Relationship." Paper presented at the ASSA Annual Meeting, New Orleans, Jan. 4–6, 2008.
- de Gorter, H., and Y. Tsur. 2008. "Towards Genuine Sustainability Criteria for Biofuel Production." Background paper for this report, July.
- De Janvry, A., Finan, F., Sadoulet, E., and Vakis, R. 2006. "Can Conditional Cash Transfers Serve as Safety Nets in Keeping Children at School and from Working When Exposed to Shocks?" *Journal of Development Economics* 79(2): 349–373.
- Dunn, P.O., and D.W. Winkler. 1999. "Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America." *Proceedings of the Royal Society of London B* 266: 2487–2490.
- Dussan, M. 2008. *Assessment of Climate Implications of the Energy Sector in Latin America*. The Inter-American Development Bank.
- Economist, The*. 2007. "Adiós to poverty, hola to consumption." August 16.
- Enkvist, Per-Andres, Tomas Naucler, and Jerker Rosander. 2007. "A Cost Curve for Greenhouse Gas Reduction." *The McKinsey Quarterly* 1: 35–45.
- ESMAP (Energy Sector Management Assistance Program). 2007. "LCR, Energy Sector Retrospective Review and Challenges." ESMAP, World Bank, Washington, DC.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2005. "Global Forest Resource Assessment 2005—Progress towards sustainable forest management." In *FAO Forestry Papers* 147.
- . 2007. "Adaptation to Climate Change in agriculture, forestry, and fisheries: Perspective, Framework, and Priorities." Rome: Interdepartmental Working Group on Climate Change.
- Fargione, J., J. Hill, D. Tilman, S. Polasky, and P. Hawthorne. 2008. "Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt." *Science Express* 2: 1–3.
- Farrel, Alexander E., Richard J. Plevin, Brian T. Turner, Andrew D. Jones, Michael O'Hare, and Daniel M. Kammen. 2006. "Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals." *Science* 311 (5760): 506–8.
- Figueres, C. 2008. "The Global Challenge: Developing an International Climate Change Architecture." Background paper for this report.
- Figueres, C., E. Haites, and E. Hoyt. 2005. "Programmatic CDM project activities: Eligibility, methodological requirements, and implementation." Washington, D.C.: World Bank Carbon Finance Unit Working Paper.
- Foden, W., Mace, G., Vié, J.-C., Angulo, A., Butchart, S., DeVantier, L., Dublin, H., Gutsche, A., Stuart, S., and Turak, E. 2008. "Species susceptibility to climate change impacts." In J.-C. Vié, C. Hilton-Taylor and S.N. Stuart, eds., *The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species*. Switzerland: IUCN Gland.
- Francou, B., and A. Coundrain. 2005. "Glacier shrinkage in the Andes and consequence for water resources." *Hydrology Science Journal*.
- Gerolomo, M., and M.L.F. Penna. 1999. "The seventh pandemic of cholera in Brazil." *Informe Epidemiológico do Sus* 8(3): 49–58.
- Giambiagi and Ronci. 2004. "Fiscal Policy and Debt Sustainability: Cardoso's Brazil, 1995–2002." IMF Working Paper 04/156. IMF, Washington, DC.
- Gibbs, H., M. Johnston, J. Foley, T. Holloway, C. Monfreda, N. Ramankutty, and D. Zaks. 2008. "Carbon Payback Times for Crop-Based Biofuel Expansion in the Tropics: the Effects of Changing Yield and Technology." *Environmental Research Letters* 3: 1–10.
- Gisselquist, D. J. Nash, and C. Pray. 2002. "Deregulating the Transfer of Agricultural Technology: Lessons from Bangladesh, India, Turkey, and Zimbabwe." *World Bank Research Observer* 17(2): 237–266.

- Glantz, M., and D. Jamieson. 2000. "Societal response to Hurricane Mitch and intra versus intergenerational equity issues: Whose norms apply?" *Risk Analysis* 20(6): 869–882.
- . 2002. "Societal Response to Hurricane Mitch and Intra- versus Intergenerational Equity Issues: Whose Norms Should Apply?" *The Journal of Risk Analysis*.
- Goland, C. 1993. "Field Scattering as Agricultural Risk Management: A Case Study from Cuyo Cuyo, Department of Puno, Peru." *Mountain Research and Development* 13(4): 317–338.
- Gurgel, Angelo, John M. Reilly, and Sergey Paltsev. 2008. "Potential Land Use Implications of a Global Biofuels Industry." MIT Program on the Science and Policy of Global Change. Report No. 155.
- Harris, N., S. Grimland, T. Pearson, and S. Brown. 2008. "Climate mitigation opportunities from reducing deforestation across Latin America and the Caribbean." Report to World Bank, October 2008. Winrock International.
- Heller, T.C., and P.R. Shukla. 2006. "Development and climate: engaging developing countries." In *Beyond Kyoto: Advancing the International Effort against Climate Change*. Pew Center on Global Climate Change.
- Hill, Jason, Nelson Erik, David Tilman, Stephen Polasky, and Douglas Tiffany. 2006. "Environmental, Economic and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels." *PNAS* 103(30): 11206–10.
- Houghton. 2005a. "Above Ground Forest Biomass and the Global Carbon Balance." *Global Change Biology* 11: 945–958.
- . 2005b. "Tropical deforestation as a source of greenhouse gas emission." In *Tropical Deforestation and Climate Change*, P. Moutinho and S. Schwartzman, eds., pp. 13–22.
- Howitt, R., and E. Pienaar. 2006. "Agricultural Impacts." Pp. 188–207 in J. Smith and R. Mendelsohn, eds., *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Hoyos, C.D., P.A. Agudelo, P.J. Webster, and J.A. Curry, 2006. "Deconvolution of the factors contributing to the increase in global hurricane intensity." *Science* 312: 94–97.
- Huntingford, C., R.A. Fisher, L. Mercado, B.B. Booth, S. Sitch, P. P. Harris, P. M. Cox, C. D. Jones, R. A. Betts, Y. Malhi, G. R. Harris, M. Collins, and P. Moorcroft. 2007. "Towards Quantifying Uncertainty in Predictions of Amazon 'dieback'." *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 363(1498): 1857–1864.
- Hurd, B., J. Callaway, J. Smith, and P. Kirshen. 1999. "Economics Effects of Climate Change on U.S. Water Resources." In R. Mendelsohn and J. Smith, eds., *The Impact of Climate Change on the United States Economy*, pp. 133–177. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [R.T. Watson, M.C. Zinyowera, and R.H. Moss, eds.] Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press, pp. 1–18.
- . 2001. *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability—Contribution of Working Group II to the IPCC Third Assessment Report*.
- . 2007. *Synthesis Report, An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Figure 2.1 (c). Share of different sectors in total anthropogenic GHG emissions in 2004 in terms of CO<sub>2</sub> eq.
- International Energy Agency. 2007. *World Energy Outlook*.
- International Road Federation (IRF). 2006. *World Road Statistics 2006*. Geneva: IRF.
- Kasa and Naess. 2005. "Financial Crisis and State-NGO Relations: The Case of Brazilian Amazonia, 1998–2000." *Society and Natural Resources* 18: 791–804.
- Kartha, Sivan. 2006. "Environmental Effects of Bioenergy." In Peter Hazell and R.K. Pachauri, eds., *Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Kaya, Y. 1990. "Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios." Paper presented to IPCC energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group.
- Knight, F. 1921. *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston MA
- Kojima, Masami, Donald Mitchell, and William Ward. 2007. "Considering trade policies for liquid biofuels." ESMAP report. World Bank, Washington, DC.
- Koplow, D. 2006. "Biofuels—At What Cost?" Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development. Geneva.
- Lal, R. 2004. "Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security." *Science* 304: 1623–1627.
- Landell-Mills, N. 2002. "Developing markets for forest environmental services: an opportunity for promoting equity while securing efficiency?" In *Carbon, Biodiversity, Conservation and Income: An Analysis of a Free-Market Approach to Land-Use Change and Forestry in Developing and Developed Countries*, I. R. Swingland, E. C. Bettelheim, J. Grace, G. T. Prance, and L. S. Saunders, eds. The Royal Society, London, 1817–1825.
- Lund, J., T. Zhu, S. Tanaka, M. Jenkins. 2006. "Water Resource Impacts." In J. Smith and R. Mendelsohn, eds., *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, pp. 165–187.
- Magrin, G., C. Gay García, D. Cruz Choque, J.C. Giménez, A.R. Moreno, G.J. Nagy, C. Nobre and A. Villamizar. 2007. Latin America. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*

- Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, eds., Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 581–615.
- Marland, G., M. Obersteiner, and B. Schlamadinger, 2007. “The carbon benefits of fuels and forests.” *Science* 318: 1066.
- Mata, L. J., and C. Nobre. 2006. “Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Latin America.” Background paper for UNFCCC. 2007. Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries. UNFCCC Report. Available at: [http://unfccc.int/files/adaptation/adverse\\_effects\\_and\\_response\\_measures\\_art\\_48/application/pdf/200609\\_background\\_latin\\_american\\_wkshp.pdf](http://unfccc.int/files/adaptation/adverse_effects_and_response_measures_art_48/application/pdf/200609_background_latin_american_wkshp.pdf).
- McKinley, G.A., M. Zuk, M. Höjer, M. Avalos, I. Gonzalez, R. Iniestra, I. Laguna, M.A. Martinez, P. Osnaya, and J. Martinez. 2005. “Quantification of local and global benefits from air pollution control in Mexico City.” *Envi. Sci. Technol.* 39: 1954–1961 (doi:10.1021/es035183e).
- Medvedev, D., and van der Mensbrugge. 2008. “Climate Change in Latin America: Impact and Mitigation Policy Options.” The World Bank, Washington, DC.
- Melillo, J.M., A.D. McGuire, D.W. Kicklighter, B. Moore, C. J. Vorosmarty, A. L. Schloss. 1993. “Global Climate Change and Terrestrial Net Primary Production.” *Nature* 363: 234–240.
- Mendelsohn, R. 2008a. “Impacts and Adaptation to Climate Change in Latin America”, background paper for this report (September 9).
- . 2008b. “Impact of Climate Change on the Rio Bravo River.” July 2. World Bank, Washington, DC.
- Mendelsohn, R., ed. 2007. *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, pp 165–187.
- Mendelsohn, R., et al. 2008. “Long-Term Adaptation: Selecting Farm Types Across Agro-Ecological Zones in Africa.” The World Bank, Washington, DC.
- Mendelsohn, R., P. Christiansen, and J. Arellano-Gonzalez. 2008. “Ricardian Analysis of Mexican Farms.” Background paper for this report (September 9). World Bank, Washington, DC.
- Mendelsohn, R., and L. Williams. 2004. “Comparing Forecasts of the Global Impacts of Climate Change.” *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 9: 315–33.
- Mendelsohn, R.O., Morrison, W.N., Schlesinger, M.E., Andronova, N.G., 1998. “Country-specific market impacts of climate change.” *Climatic Change* 45(3–4), 553–69.
- MEDEC (2008). Mexico Low-Carbon Study (MEDEC), World Bank, 2009 (forthcoming).
- Michaels, P. 2008. “Confronting the Political and Scientific Realities of Global Warming.” Washington DC: Cato Institute for the Hokkaido G8 Summit.
- Milly, P.C.D., K.A. Dunne, and A.V. Vecchia. 2005. “Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate.” *Nature* 434: 561–562.
- Mitchell, D. 2008. “A Note on Rising Food Prices.” Draft, Development Economics Vice-Presidency (DECPG), The World Bank, Washington, DC.
- Mueller and Osgood. 2008. “Long-term Impacts of Droughts on Labor Markets in Developing Countries: Evidence from Brazil.” *Journal of Development Studies*.
- Nepstad, D. C., R. E. Gullison, P. C. Frumhoff, J. G. Canadell, C. B. Field, K. Hayhoe, R. Avissar, L. M. Curran, P. Friedlingstein, C. D. Jones, C. Nobre. 2007. “Tropical Forests and Climate Policy.” *Science* 316(5827).
- Nordhaus, W. 2007. *The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy*. MIT Press.
- Nordhaus W.D., and Boyer J. 2000. *Warming the World, Economic Models of Global Warming*. MIT Press.
- Nyberg, J. 2007. “Sugar-Based Ethanol International Market Profile.” Background paper for the Competitive Commercial Agriculture in Sub-Saharan Africa (CCAA) Study. FAO and World Bank, citing figures from UNICA. Available at: [http://siteresources.worldbank.org/INTAFRICA/Resources/257994-1215457178567/Ethanol\\_Profile.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTAFRICA/Resources/257994-1215457178567/Ethanol_Profile.pdf).
- Pagiola, Stefano. 2008. “Payments for Environmental Services in Costa Rica.” *Ecological Economics* 65(4): 712–724. Special Issue on “Payments for Environmental Services in Developing and Developed Countries,” edited by Sven Wunder, Stefanie Engel, and Stefano Pagiola.
- Parmesan, C. 1996. “Climate and species’ range.” *Nature* 382: 765–766.
- Pielke R.A., Joel Gratz, Christopher W. Landsea, Douglas Collins, Mark A. Saunders, Rade Musulin. 2008. “Normalized Hurricane Damage in the United States: 1900–2005.” *Natural Hazards Review*, ASCE.
- Proost, S., and Denise Van Regemorter. 2003. “Interaction between local air pollution and global warming and its policy implications for Belgium.” *International Journal of Global Environmental Issues* 3(3): 266–286.
- Pyndick, R.S. 2007. “Uncertainty in Environmental Economics.” *Review of Environmental Economics and Policy* 1(1) (winter): 45–65.
- Raddatz, C. 2008. “The Macroeconomic Costs of Natural Disasters: Quantification and Policy Options.” World Bank, Washington, DC.
- Raupach, Michael R., Gregg Marland, Philippe Ciais, Corinne Le Quéré, Josep G. Canadell, Gernot Klepper, and Christopher B. Field. 2007. “Global and regional drivers of accelerating CO<sub>2</sub> emissions.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 04 (24) (June): 10288–10293.
- Reilly, J.M., and D. Schimmelpfening. 1999. “Agricultural impact assessment, vulnerability, the scope for adaptation.” *Climate Change* 43: 745–788.
- Rios Roca, A. R., M. Garron B., and P. Cisneros. 2005. “Targeting Fuel Subsidies in Latin American and the Caribbean:



- Analysis and Proposal." Latin American Energy Organization (OLADE), June.
- Rosegrant, Mark W., Tingju Zhu, Siwa Msangi, Timothy Sulser, "The Impact of Biofuel Production on World Cereal Prices." Unpublished paper quoted with permission July 2008. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Rosenzweig, M.R., and H.P. Binswanger. 1993. "Wealth, Weather Risk and The Composition and Profitability of Agricultural Investments." *Economic Journal* 103: 56–78.
- Ruiz-Carrascal et al. 2008. Bi-monthly report to the World Bank on Environmental Changes in Páramo Ecosystems. LCSSD, World Bank, Washington, DC.
- Ruta and Hamilton. 2008. "Environment and the global financial crisis." Mimeo, World Bank.
- Samaniego, J., and C. Figueres. 2002: "Evolving to a Sector-Based CDM." Chapter 4 in *Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate*, Kevin Baumert, ed. World Resources Institute.
- Sawyer, D. 2008. "Climate Change, Biofuels and Eco-Social Impacts in the Brazilian Amazon and Cerrado." *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363: 1747–52.
- Schlamadinger, Bernhard, Tracy Johns, Lorenzo Ciccarese, Matthias Braun, Atsushi Sato, Ahmet Senyaz, Peter Stephens, Masamichi Takahashi, and Xiaoquan Zhang. 2007. "Options for including land use in a climate agreement post-2012: improving the Kyoto Protocol approach." *Environmental Science and Policy* 10: 295–305.
- Schneider, S. H., and J. Lane. 2006. "An Overview of Dangerous Climate Change." In Schellnhuber, H., ed., *Avoiding Dangerous Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press, Chapter 2, pp. 7–23.
- Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan, I. Burton, C.H.D. Magadza, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez, and F. Yamin. 2007. "Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change." *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 779–810.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., and Yu, T-H. 2008. "Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases through Emissions from Land Use Change." *Science Express* 319: 1238–1240.
- Seo and Mendelsohn. 2008. "An analysis of crop choice: Adapting to climate change in South American farms." *Ecological Economics* 67: 109–116.
- Smith, Pete, Daniel Martino, Zucong Cai, Daniel Gwary, Henry Janzen, Pushpam Kumar, Bruce McCarl, Stephen Ogleh, Frank O'Mara, Charles Rice, Bob Scholes, Oleg Sirotenko, Mark Howden, Tim McAllister, Genxing Pan, Vladimir Romanenkov, Uwe Schneider, and Sirintornthep Towprayoon. 2007. "Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 6–28. Online at sciencedirect.com.
- Smith J., and R. Mendelsohn, eds. 2006. *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, pp. 188–207.
- Soares-Filho, B. et al. 2006. "Modelling conservation in the Amazon basin." *Nature* 440 (23 March): 520–523.
- Sohngen and Sedjo, 2006 reference, GCOMAP (Sathaye et al., 2007 reference), and IIASA-DIMA Benitez-Ponce et al., 2007 reference.
- Spence et al. 2008. *The Growth Report, Strategies for Sustained Growth and Inclusive Development*. Commission on Growth and Development.
- Stern, N. 2008. "The Economics of Climate Change." *American Economic Review* 98(2): 1–37.
- Strzepek, K., D. Yates, and D. El Quosy. 1996. "Vulnerability assessment of water resources in Egypt to climatic change in the Nile Basin." *Climate Research* 6: 89–95.
- Swiss Re. 2007. Insurance in Emerging Markets: Sound Development. Greenfield for Agricultural Insurance. Sigma No.1/2007. Zurich, Switzerland.
- Szklo, A.S., Schaeffer, R., Schuller, M.E., Chandler, W. 2005. "Brazilian Energy Policies Side-Effects on CO<sub>2</sub> Emissions Reduction." *Energy Policy* 33(3): 343–64.
- Thomas, Chris D., Alison Cameron, Rhys E. Green, Michel Bakkenes, Linda J. Beaumont, Yvonne C. Collingham, Barend F. N. Erasmus, Marinez Ferreira de Siqueira Alan Grainger, Lee Hannah, Lesley Hughes, Brian Huntley, Albert S. van Jaarsveld, Guy F. Midgley, Lera Miles, Miguel A. Ortega-Huerta, A. Townsend Peterson, Oliver L. Phillips, and Stephen E. Williams. 2004. "Extinction risk from climate change." *Nature* 427 (8 January): 145–48.
- Toba, N. Forthcoming (2009). "Economic Impacts of Climate Change on the Caribbean Community." In W. Vergara, ed., *Assessing the Consequences of Climate Destabilization in Latin America*. Sustainable Development Working Paper, LCSSD. Washington, DC: World Bank.
- Tol, R.S.J. 2002. "Estimates of the Damage Costs of Climate Change." *Environmental and Resource Economics* 21: 47–73.
- . 2005. "The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties." *Energy Policy* 33(16).
- Tol, R.S.J., and G.W. Yohe. 2006. "A Review of the Stern Review." *World Economics* 7(3): 233–50.
- Turner, B.T., R.J. Plevin, M. O'Hare, and A. E. Farrell. 2007. "Creating Markets for Green Biofuels." Report No. TRCS-

- RR-1. Berkeley: University of California. Available at: <http://repositories.cdlib.org/its/tsrc/UCB-ITS-TSRC-RR-2007-1/>.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2006a. "Background paper—Impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Latin America." UNFCCC Secretariat. Bonn, Germany: Available at: [http://unfccc.int/files/adaptation/adverse\\_effects\\_and\\_response\\_measures\\_art\\_48/application/pdf/200609\\_background\\_latin\\_american\\_wkshp.pdf](http://unfccc.int/files/adaptation/adverse_effects_and_response_measures_art_48/application/pdf/200609_background_latin_american_wkshp.pdf).
- . 2007b. "Report on the Second Workshop on Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries." Available at: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbsta/eng/03.pdf>.
- Vakis, R. 2006. "Complementing Natural Disasters Management: The Role of Social Protection." Social Protection Discussion Paper, No. 0543. World Bank, Washington, DC.
- Vakis, R., Kruger, D., and Mason, A. 2004. "Shocks and Coffee: Lessons from Nicaragua." Draft, Human Development Department, Latin America and the Caribbean Region, World Bank, Washington, DC.
- Van Lieshout, M., R.S. Kovats, M.T.J. Livermore, and P. Martens. 2004. "Climate change and malaria: analysis of the SRES climate and socio-economic scenarios." *Global Environment. Chang.* 14: 87–99.
- Vardy F. 2008. *Preventing International Crises: A Global Public Goods Perspective*. Washington, DC: World Bank.
- Vasquez-Leon et al. and Conde, C., and H. Eakin. 2003. "Adaptation to climatic variability and change in Tlaxcala, Mexico." In J. Smith, R. Klein, and S. Huq, eds., *Climate Change, Adaptive Capacity and Development*. London: Imperial College Press.
- Vergara, W. 2005. "Adapting to Climate Change, Lessons Learned, Work in Progress and Proposed Next Steps for The World Bank in Latin America." Latin America and Caribbean Region, World Bank, Washington, DC.
- Vergara, W., A.M. Deeb, A.M. Valencia, R.S. Bradley, B. Francou, A. Zarzar, A. Grunwaldt, and S.M. Hausseling. 2007. "Economic Impacts of Rapid Glacier Retreat in the Andes." *EOS Transactions American Geophysical Union* 88: 261–268.
- Vergara, Walter, Natsuko Toba, Daniel Mira-Salama, and Alejandro Deeb. Forthcoming (2009). "The consequences of climate-induced coral loss in the Caribbean by 2050–2080." In *Assessing the Potential Consequences of Climate Destabilization in Latin America*. Sustainable Development Working Paper. World Bank, Washington, DC.
- Webster, P. J., G. J. Holland J. A. Curry, and H.-R. Chang. 2005. "Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment." *Science* 309(5742): 1844–46.
- Weitzman, M.L. 2007. "A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change." *Journal of Economic Literature*.
- West, J. M., and R. V. Salm. 2003. "Resistance and Resilience to Coral Bleaching: Implications for Coral Reef Conservation and Management." *Conservation Biology* 17(4): 956–67.
- World Bank. 2008. "Environmental Licensing for Hydroelectric Projects in Brazil: A Contribution to the Debate. Brazil Country Management Unit." Report 40995-BR. World Bank, Washington, DC.
- . Forthcoming (2009). *Mexico Low-Carbon Study (MEDEC)*. LCSSD. Washington, DC: World Bank.
- Worldwatch Institute. 2006. *Biofuels for Transportation. Global Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century*. Washington, DC: Worldwatch Institute.
- Yamin, Farhana, and Eric Haites. 2006. "The São Paulo Proposal for an Agreement on Future International Climate Policy." Discussion Paper for COP-12 & COP/MOP 2.
- Yamin F., J.B. Smith, and I. Burton. 2006. "Perspectives on Dangerous Anthropogenic Interference; or How to Operationalize Article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change." In Schellnhuber, H., ed., *Avoiding Dangerous Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press, Chapter 2, pp. 82–91.
- Zah, R., H. Boni, M. Gauch, R. Hischier, M. Lehmann, and P. Wager. 2007. "Life Cycle Assessment of Energy Products: Environmental Impact Assessment of Biofuels." Executive Summary. Mimeographed. Empa, St. Gallen, Switzerland.
- Zomer, R. J., Trabucco, A., van Straaten, O., Vercot, L.V., and Muys, B. 2005. "ENCOFOR CDM-AR Online Analysis Tool: Implications of forest definition on land area eligible for CDM-AR." Published online: [www://csi.cgiar.org/encofor/forest/](http://www://csi.cgiar.org/encofor/forest/).
- Zomer, R.J., Trabucco, A., Bossio, D.C., and Verchot, L.V. 2008. "Climate Change Mitigation: A Spatial Analysis of Global Land Suitability for Clean Development Mechanism Afforestation and Reforestation." *Agricultural Ecosystems and Environment* 126(1–2): 67–80.

## Notas finales

1. Por ejemplo, ver Ruta y Hamilton (2008), "Environment and the global financial crisis". Mimeografiado, Banco Mundial.

2. Giambiagi y Ronci (2004), "Fiscal Policy and Debt Sustainability: Cardoso's Brazil, 1995-2002", documento de trabajo 04/156 del FMI.

3. Ver Kasa y Naess (2005), "Financial Crisis and State-NGO Relations: The Case of Brazilian Amazonia, 1998-2000", *Society and Natural Resources* 18: 791-804.

4. Cuarto Informe de Evaluación de IPCC (2007). El informe fue publicado en septiembre de 2007 y producido por más de 450 autores de más de 130 países, con más de 2500 críticos expertos.

5. El GEI más importante es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que en 2004 representaba el 77% del total de emisiones GEI. Otros GEI importantes son el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Las concentraciones atmosféricas globales de CO<sub>2</sub> se han incrementado en 33% entre 1750 y 2005, mientras que las de CH<sub>4</sub> y óxido nitroso N<sub>2</sub>O se han incrementado en un 148 y 18% respectivamente, durante el mismo período.

6. Francou et al. (2005).

7. En 2004, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de combustibles fósiles representaron el 56,6% del total de emisiones de GEI, mientras que las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del cambio en el uso de la tierra fueron del 17,3%. La agricultura fue responsable del 13,5% del total de emisiones GEI, dando cuenta de casi 90% de las emisiones de N<sub>2</sub>O (que a su vez fueron 8% del total de emisiones GEI) y más de 40% de las emisiones de CH<sub>4</sub> (que representaron 14% del total de emisiones de GEI). Otras fuentes de CH<sub>4</sub> incluyen las emisiones de las áreas de desechos, aguas residuales y la producción y utilización de bioenergía. IPCC (2007).

8. Estos niveles de concentración están expresados en términos de unidades de "CO<sub>2</sub> equivalente". Esto es, son el promedio ponderado de todas las reservas de todos los GEI, ponderados según el potencial relativo de calentamiento de cada gas con respecto al CO<sub>2</sub>. De aquí en adelante estas unidades serán consideradas como partes CO<sub>2</sub> equivalentes por millón o "ppm de CO<sub>2</sub>e".

9. La figura representa el trayecto de las emisiones correspondientes a las principales situaciones estudiadas por el Informe Especial sobre Situaciones de Emisiones del IPCC (2001). La familia A1 de situaciones está basada en supuestos de rápido crecimiento económico, bajo crecimiento de población y la rápida introducción de nuevas y más eficientes tecnologías, con diferentes grados de intensidad de combustibles fósiles en diferentes sub-escenarios. Bajo la situación B1, la población mundial llegaría a su pico más alto a mediados de siglo, para luego decaer. La situación B2 presenta un crecimiento moderado de la población y niveles intermedios de desarrollo económico. La figura también representa trayectos de emisiones que

permitirían a las reservas de GEI estabilizarse en diferentes niveles de concentración (450 y 650 ppm).

10. Magrin et al. (2007): La frecuencia de las lluvias intensas, por ejemplo, se incrementó para el noreste brasileño y para el centro de México.

11. Ver Bradley et al (2006). La evidencia se basa en un análisis de un conjunto de productos salidos de modelos de circulación global y otros análisis de datos de campo confirman esta tendencia.

12. Comunicaciones Nacionales para la UNFCCC (2001, 2004, 2007).

13. Caso et. al. (2004). Los pantanos del Golfo de México han sido identificados por el Instituto Nacional de Ecología de México como uno de los ecosistemas más críticos y amenazados, a través del anticipo de cambios climáticos. Datos publicados sobre el cálculo de cambios hidro-climáticos forzados, como parte de las evaluaciones del IPCC (Milly et al., 2005) indican que México podría experimentar disminuciones significativas del caudal, en el orden de 10 a 20% negativo en todo el país, y hasta 40% en los pantanos de la costa del Golfo, como resultado del cambio climático global. Esto ha sido documentado en la tercera comunicación nacional de México a la UNFCCC.

14. Estos resultados se basan en un análisis VAR de la muestra de países que han experimentado al menos un desastre desde 1950, y excluye aquellos casos donde los desastres afectaron a menos del 1% de población nacional o del PBI. Ver Raddatz (2008).

15. *Notas*: El grupo de países incluye Anguilla; Antigua y Barbuda; Antillas Holandesas; Argentina; Bahamas; Barbados; Belice; Bolivia; Brasil; Chile; Colombia; Costa Rica; Cuba; Dominica; Ecuador; El Salvador; Grenada; Guadalupe; Guatemala; Guayana Francesa; Guyana; Haití; Honduras; Islas Caimán; Islas Turks y Caicos; Islas Vírgenes (RU); Islas Vírgenes (EE.UU.); Jamaica; Martinica; México; Montserrat; Nicaragua; Panamá; Paraguay; Perú; Puerto Rico; Rep. Dominicana; San Cristóbal y Nieves; San Vicente y las Granadinas; Santa Lucía; Surinam; Trinidad y Tobago; Uruguay; Venezuela. Incluye desastres que cumplen al menos uno de los siguientes criterios: (1) 10 o más personas reportadas como fallecidas, (2) 100 personas reportadas como afectadas, (3) declaración de un estado de emergencia, (4) búsqueda de asistencia internacional.

16. Christensen et al. (2007).

17. Existen cálculos de una reducción de hasta 90% de la precipitación para finales de este siglo (Cox, 2004, 2007). Sin embargo, algunos cálculos sugieren que una reducción del 40% bastaría para iniciar un proceso de muerte paulatina.

18. De acuerdo a la Evaluación Global de Recursos Forestales 2005 de la FAO. América Latina representa alrededor del 33% de la biomasa forestal mundial. Más aún, estimaciones de Houghton (2005) sugieren que la región posee 50% de las selvas tropicales y 65% de la biomasa forestal tropical. *Global*

*Change Biology* 11: 945–958, *Above Ground Forest Biomass and the Global Carbon Balance*.

19. [http://www.usaid.gov/locations/latin\\_america\\_caribbean/issues/biodiversity\\_issue.html](http://www.usaid.gov/locations/latin_america_caribbean/issues/biodiversity_issue.html).

20. IPCC 2007, Thomas *et al.* 2004

21. Los hormigueros forman una gran familia de aves, *Thamnophilidae*, que se encuentran por todo Centro y Sudamérica tropical y subtropical, desde México hasta Argentina. Los formicarios, o *Formicariidae*, son una familia de pequeñas aves de Centro y Sudamérica subtropical y tropical. La familia *Pipridae* se encuentra desde el sur de México hasta el norte de Argentina, Paraguay y sur de Brasil; y también en Trinidad y Tobago. La mayoría de las especies viven en las llanuras húmedas tropicales, algunas en los bosques secos, bosques ribereños y en los Andes subtropicales. Fuente: Wikipedia.org.

22. Mendelsohn (2008).

23. Seo y Mendelsohn (2008d).

24. Mendelsohn *et al.* (2008).

25. Mendelsohn y Williams, 2003.

26. Tol 2002

27. Medvedev and van der Mensbrugge (2008).

28. El uso de una tasa de descuento de 5,5% es consistente con Nordhaus (2007). *Journal of Economic Literature*. XLV (septiembre 2007): 686–702, *A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change*.

29. La metodología sólo se aplica en países donde los datos económicos completos son de fácil consulta, específicamente: Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Cuba, Dominica, Grenada, Haití, Honduras, Islas Vírgenes Británicas, Jamaica, México, Nicaragua, Puerto Rico, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía y San Vicente y las Granadinas.

30. Toba, N., próximamente, 2008: *Economic Impacts of Climate Change on the Caribbean Community*, en W. Vergara (ed.): *Assessing the Consequences of Climate Destabilization in Latin America*.

31. Si uno incluye a México en el grupo de países afectados, las pérdidas calculadas ascienden a entre 0,5 y 1,2% del PBI. El modelo de Producción de Mortandad y Descoloramiento de Corales (COMBO por sus siglas en inglés), desarrollado por Buddenmeier y colegas (Buddenmeier *et al.*, 2008) modela la respuesta del crecimiento del coral a los cambios en la temperatura del agua en la superficie (SST por sus siglas en inglés), la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico y los eventos de descoloramiento relacionados a las altas temperaturas. COMBO estima el crecimiento y mortandad del coral a lo largo del tiempo, basado en predicciones sobre el clima futuro y en la probabilidad y efectos de que una ocurrencia de descoloramiento relacionada a las altas temperaturas ocurra en el área. Buddemeier, R. W.; Jokiel, P. L.; Zimmerman, K. M.; Lane, D. R.; Carey, J. M.; Bohling, G. C.; Jeremy, A.; Martinich, J. A., 2008: *Limnology and Oceanography Methods* 6: 395–411.

32. Javier T. Blanco y Diana Hernández: *The Costs of Climate Change in Tropical Vector-Borne Diseases — A Case Study of Malaria and Dengue in Colombia*. En W. Vergara (ed.): *Assessing the consequences of Climate Destabilization in Latin America*.

33. Van Lieshout *et al.*, 2004.

34. Gerolomo y Penna, 1999.

35. El llamado efecto invernadero puede describirse brevemente de la siguiente manera. El clima promedio de la Tierra está determinado por el balance de energía entrante y saliente de la atmósfera. La mayor parte de la energía que la tierra recibe del Sol es absorbida por el planeta, pero una fracción es reflejada de nuevo hacia el espacio. La cantidad de energía devuelta al espacio depende de la concentración de los llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre. Estos gases atrapan algo de la radiación recibida del Sol y permiten que la temperatura terrestre sea alrededor de 30° C más alta de lo que sería si no estuviesen. Mientras que el efecto invernadero es un proceso natural sin el cual el planeta probablemente fuese demasiado frío para permitir la vida, la concentración de gases invernadero en la atmósfera se ha estado acelerando en los últimos 250 años. De acuerdo al IPCC (2007), existe una probabilidad del 95% de que el incremento en las concentraciones de GEI sea responsable por el incremento en la temperatura media global y otras tendencias climatológicas observadas en el último siglo.

36. Las interrelaciones negativas (“trade-offs”) están relacionadas a la posibilidad de que los gastos de mitigación desplacen a los recursos disponibles para la adaptación, o viceversa. Tol y Yohe (2007), por ejemplo, reportan que en el caso del África subsahariana, el valor total de los daños climáticos esperados por fuera del mercado es más alto en el escenario de mitigación más ambicioso, sobre todo porque la mitigación desplaza a la salud pública. En cuanto a las sinergias, éstas derivan principalmente del hecho de que un exitoso esfuerzo de mitigación global debería en principio reducir la necesidad de invertir en adaptaciones, p. ej., reduciendo exitosamente la tasa de calentamiento global a través de reducciones en la concentración de GEI. Además, algunos esfuerzos de mitigación podrían extender la capacidad de los sistemas naturales y humanos de adaptarse a los impactos derivados del cambio climático. Los esfuerzos por reducir la deforestación, por ejemplo, podrían promover un desarrollo sustentable más resistente al clima. Ver, por ejemplo, Lal (2004) y Landell-Mills (2002).

37. El nivel óptimo de adaptación depende de la comparación entre los daños esperados del cambio climático con y sin respuestas de adaptación, así como del costo de dichas respuestas, y de los costos asociados con una adaptación errónea, p. ej., sobrellevar respuestas de adaptación en un escenario donde los impactos del cambio climático no se materializan. Ver Callaway (2007).

38. Para ver por qué una curva que muestra los daños marginales en función de la reducción de emisiones realizada en el

presente es descendente, se deben considerar dos puntos posibles en la curva y asumir que en el futuro el mundo implementará pocas o ninguna reducción adicional de las emisiones (p. ej., la curva entera se grafica asumiendo la misma trayectoria “de siempre” para las emisiones futuras). El primer punto (que estaría en el extremo izquierdo de la curva) indicaría que no hay ningún esfuerzo por reducir las emisiones desde sus niveles actuales. Utilizando las predicciones de Stern (2008), la Tierra eventualmente podría enfrentar 50% de probabilidades de un calentamiento global en exceso de 5°C, lo que a su vez implicaría una gran probabilidad de daños muy grandes. Por lo tanto, comenzando en este punto a la izquierda de la curva, una reducción de emisiones marginal traería grandes beneficios, asumiendo que podrían evitar algunos de esos daños muy grandes. Por el contrario, comenzando desde un punto a la derecha de la curva, p. ej., asumiendo que el mundo implementa reducciones de emisiones a gran escala, al menos de una vez y para siempre, se puede prever que al menos los potenciales daños catastróficos pueden posponerse, lo que implica que el beneficio marginal de las reducciones adicionales de emisiones sería menor (al menos si se asume una tasa de descuento positiva).

39. Ver Vardy (2008).

40. Ver Knight, F. (1921): *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston MA.

41. Para ilustrar las dificultades asociadas con las predicciones climáticas, sería útil considerar brevemente todos los pasos eventuales. Uno debe poder calcular las tendencias demográficas y económicas globales a largo plazo para predecir el flujo y cantidades futuras de emisiones de GEI, donde el salto del primero al segundo involucra desafíos científicos nada triviales asociados con el llamado “ciclo del carbón”. Luego, uno debe calcular el impacto que las crecientes existencias de GEI tendrán en las temperaturas globales promedio y otros parámetros climáticos críticos. Finalmente, uno debe traducir los cambios globales esperados a situaciones regionales y evaluar cuáles serán los impactos correspondientes en sistemas humanos y naturales específicos. Una vez más, esto requiere un enorme esfuerzo de cálculo y una masiva recopilación de información, y aún así el resultado final dejará espacio a mucha incertidumbre.

42. Ver Schneider y Lane (2007) y Yamin, Smith y Burton (2007).

43. Bajo el marco de la UNFCCC, el Protocolo de Kyoto de 1997 estableció un compromiso vinculante por parte de los países industrializados de reducir sus emisiones GEI, durante el período 2008–2012, 5% con respecto al nivel de 1990. El Protocolo fue posteriormente ratificado por 162 países, si bien algunos países clave —como los EE.UU.— no lo hicieron. El desafío presente es alcanzar un acuerdo posterior que, dada la más reciente evidencia científica, debería extender Kyoto tanto en términos de ambición en sus metas como en su alcance global.

44. Esto mide el incremento esperado de la temperatura asociado a una duplicación en la concentración de GEI.

45. O bien en una situación donde, como sugiere Stern (2008), todos los países del mundo acordarían una convergencia hacia un nivel común de emisiones per capita para 2050, los países industrializados deberían reducir sus emisiones GEI per capita a entre 23 y 34% de su nivel en 2000, mientras que los países en desarrollo necesitarían reducir el suyo a entre 64 y 96% de su nivel en 2000.

46. Para alcanzar la meta menos severa de entre 535 y 590 ppm de CO<sub>2</sub>e, el IPCC calcula un precio promedio de 45 USD/tCO<sub>2</sub> para 2030, mientras que los modelos de cálculo varían de 18 a 79 USD/tCO<sub>2</sub> para ese año, y entre 30 y 155 USD/tCO<sub>2</sub> para 2050.

47. De acuerdo al IPCC, los incrementos en la eficiencia energética de los edificios proporcionarían entre un quinto y un tercio del potencial de mitigación global. Además, el suministro energético, la industria y la agricultura cada una proporcionarían entre 15 y 20% del potencial total, mientras que la forestación contribuiría de 8 a 14%, dependiendo del escenario. Las reducciones de emisiones en el sector del transporte representarían menos del 10% y aquellas en el sector de residuos alrededor del 3% del potencial de mitigación global.

48. Medvedev y van der Mensbrugge (2008). Las simulaciones se llevan a cabo respecto a un impuesto global al carbono uniforme y a un grupo de impuestos al carbono específicos para cada país, p. ej., con impuestos más altos en países con menos potencial, para poder alcanzar la misma reducción de las emisiones de 55% en todos y cada uno de los países.

49. La diferencia entre ambos grupos de países es menor pero aún así significativa cuando se consideran no sólo las emisiones energéticas, sino también derivadas del uso del suelo, para el período más corto de 1950–2000. Los cambios en el uso del suelo no están disponibles para períodos previos. En este caso las emisiones acumuladas de los países industrializados serían de 457 tCO<sub>2</sub> per capita, en comparación con 103 tCO<sub>2</sub> per capita para los países en desarrollo. Datos del WRI (2008): <http://cait.wri.org/cait.php> (9 de septiembre de 2008).

50. En el caso de *Brasil*, en octubre de 2008 el Ministro de Medio Ambiente anunció que el país podría conseguir una reducción del 10–20% en las emisiones en 2004 durante el período 2012–2020; se supone que mediante la reducción de la tasa de deforestación ilegal. Sin embargo, el gobierno previno que estas reducciones están condicionadas a ciertos prerrequisitos internacionales, que el gobierno brasileño anunciará en una fecha posterior. De manera similar, la Estrategia Nacional de Cambio Climático (Semarnat, México, 2007) de *México* reconoce la importancia de acciones urgentes y coordinadas respecto a la mitigación y adaptación al cambio climático. La Estrategia se focaliza en la predisposición mexicana de participar en un marco para el cambio climático más ambicioso que el establecido para el Protocolo de Kyoto, así también en su predisposición a adoptar metas de largo plazo de naturaleza no vinculante. Los dos sectores que serán blancos de la mitigación son la ener-

gía y cambio en el uso del suelo y forestación. La Estrategia para 2007 identifica un potencial de mitigación total de 107 millones de t en el sector energético para 2014 (representando una reducción de 21% con respecto a BAU en los próximos seis años), derivado de una mayor eficiencia energética por parte del sector consumidor, mayor uso del gas natural, y un incremento del potencial de generación conjunta en las industrias del cemento, acero y azúcar. Sin embargo, la mayor parte del potencial de mitigación mexicano vendría del uso de la tierra. La Estrategia identifica un potencial de mitigación que varía de 11 a 21 mil millones de t de CO<sub>2</sub> en el sector uso del suelo y forestación para 2012, la mayor parte del cual provendrá de la reforestación pública y de las plantaciones privadas, y dependerá del nivel de recursos disponibles. Fuera de ALC, *China* ya está implementando una amplia gama de políticas energéticas e industriales que, si bien no se deben a preocupaciones en torno al cambio climático, contribuyen a los esfuerzos climáticos a través de la desaceleración de las emisiones chinas de GEI. El 11° Plan Quinquenal chino incluye un gran programa para mejorar la eficiencia energética en todo el país, incluyendo una meta para la reducción de la intensidad energética (consumo energético por unidad de PBI) un 20% por debajo de los niveles de 2005 para el año 2010. El gobierno calcula que la realización de esta meta reduciría las emisiones de GEI chinas en un 10% por debajo de una proyección normal; los investigadores calculan que se lograrían reducciones de más de 1.500 t de CO<sub>2</sub> (Pew Center for Climate Change: *Climate Change Mitigation Measures in the People's Republic of China*. International Brief 1, abril de 2007). En el caso de *India*, en junio de 2008 el Primer Ministro Singh publicó el primer Plan de Acción Nacional para el Cambio Climático (NAPCC por sus siglas en inglés) del país, delineando los futuros y presentes programas y políticas para enfrentar la mitigación y adaptación climática. El plan identifica ocho “misiones nacionales” núcleo hasta el 2017, e instruye a los ministerios a suministrarle planes de implementación detallados al Consejo sobre Cambio Climático del Primer Ministro antes de diciembre de 2008 (<http://www.pewclimate.org/international/country-policies/india-climate-plan-summary/06-2008>). Subrayando la prioridad primordial de mantener tasas de crecimiento económico altas para elevar el nivel de vida, el plan “identifica medidas para promover nuestros objetivos de desarrollo a la vez que genera beneficios conjuntos para enfrentar el cambio climático efectivamente”. Éstas medidas incluyen: triplicar el uso de energías renovables hasta llegar al 10% de la capacidad instalada para 2012; un incremento de 500% de la energía nuclear (hasta 20 GW) para 2020; disminuir el número de plantas a carbón en 7% para 2012 y otros 10.000 MW para 2017; e incrementando la eficiencia energética hasta ahorrar 10.000 MW para 2012. En *Sudáfrica*, en julio de 2008 el gobierno aprobó una política progresiva sobre el cambio climático que coloca al país en un sendero de desarrollo económico de bajo carbono (Department of Environmental

Affairs and Tourism: *Long Term Mitigation Scenarios: Strategic Options for South Africa*. Pretoria, Sudáfrica, 2007). La medida política establece un pico de emisiones en 546 megatoneladas de carbono para 2025, y un descenso en términos absolutos para 2030–35. Una de las medidas en consideración es un impuesto al carbono, introducido por el Ministro de Finanzas durante su discurso presupuestario en febrero de 2008. El gabinete ha ordenado al Tesoro Público que estudie un impuesto al carbono adicional como medida potencial. Otras medidas en consideración son estándares de eficiencia vehicular más estrictos, el desarrollo de 10.000 GW/h de energía derivada de fuentes renovables para 2012, el uso obligado de captura y almacenamiento de carbono (CAC) para todas las plantas de energía a carbón nuevas, y una mayor generación de energía nuclear. Finalmente, si bien *Corea del Sur* no ha formalizado sus intenciones post 2012 en forma escrita, en agosto de 2008 el embajador Rae-Kwon Chung, principal negociador para el clima del país, anunció que Corea del Sur adoptaría una meta nacional para la reducción de carbono el próximo año. Unos meses después abogó por el establecimiento de un registro internacional para países en desarrollo que registre sus políticas domésticas para la reducción de emisiones. El registro sería voluntario, pero el establecimiento de una política doméstica se traduciría en un compromiso internacional que podría ser monitoreado y verificado.

51. Los datos sobre biomasa forestal son de Houghton (2005), basados en datos de la FAO de 2000. Los datos sobre la participación sobre el total de biomasa forestal son de la FAO (2005): *Global Forest Resource Assessment*.

52. Datos de la Agencia Internacional de Energía.

53. La figura 8 sigue el enfoque propuesto por Kaya (1990) para descomponer las emisiones de CO<sub>2</sub> fósil en los siguientes factores: (i) el cambio en la intensidad de carbono de la energía (emisiones por unidad de energía); (ii) el cambio en la intensidad energética de las emisiones (energía consumida por unidad de PBI); (iii) el cambio en el PBI per capita; y (iv) el cambio en la población. Si bien la descomposición “Kaya” no se basa en un modelo calculado de causas enlazadas entre las variables relevantes, puede ser útil para descubrir los principales factores que empujan los cambios en las emisiones de CO<sub>2</sub> (ver Bacon y Bhattacharya, 2007). La imagen representa los cambios en las emisiones fósiles que pueden ser atribuidos a diferentes factores, expresados como porcentaje de los niveles iniciales en 1980. La imagen muestra que durante los últimos 25 años, los cambios en la intensidad energética de las emisiones contribuyeron a incrementar las emisiones en 15%, pero la decreciente intensidad de carbono regional actuó para reducir las emisiones en 17%. En contraste, a nivel global la decreciente intensidad energética contribuyó a una reducción de las emisiones de 35% y la reducción en la intensidad del carbono ayudó a reducir las emisiones en 9%. Para terminar, las tasas relativamente bajas de crecimiento del PBI per capita en ALC se reflejan en una menor contribución de este factor en las emisiones fósiles, equivalentes

a 23% de su nivel inicial, comparado con el 82% a nivel global, 51% en el caso de los países de alto ingreso y hasta 309% en China e India.

54. Como muestran Alaímo y López (2008), en contraste con la evidencia para la OCDE, la intensidad del petróleo y energía en los países latinoamericanos (excluyendo a los exportadores de petróleo) no se ha visto afectada por los altos precios del petróleo. Para usar un término más técnico, los precios altos para el petróleo no han causado cambios, en el sentido de Granger, en las intensidades energéticas de los países en cuestión.

55. Los mensajes principales para el grupo de siete emisores más grandes son los siguientes. Primero, entre aquellos países con tasas de emisión energética altas o de crecimiento alto, el elevado nivel de consumo energético por unidad de PBI (p. ej., eficiencia energética) es un problema especial para Venezuela, mientras que unas tasas de emisión por unidad de energía relativamente altas serían una preocupación para México, Argentina y Chile. En este último país, las emisiones son relativamente altas y crecen a un ritmo elevado para la industria y el sector constructor. Segundo, fuera de la energía, los cambios en el uso de la tierra son especialmente importantes en Brasil y Perú, las emisiones agropecuarias son altas o crecen rápidamente en Brasil y Colombia, y las emisiones de los desechos deberían ser una preocupación especial en Colombia y Perú.

56. World Energy Outlook (2006).

57. El estudio observó el costo de reducir el uso de electricidad en 143.000 GWh para 2018, utilizando medidas de eficiencia energética ampliamente disponibles por USD 16 mil millones, comparado a un costo de alrededor de USD 53 mil millones para construir el equivalente a 328 generadores de gas de ciclo abierto (de 250 MW cada uno), necesarios para producir esos 143.000 GWh de poder.

58. MEDEC (2008).

59. Las presentaciones fueron hechas en la CEPAL (Santiago de Chile) el 16 de octubre de 2008 por representantes de la Fundación Bariloche, la Universidad de Chile, PSR/COPPE, Universidad de los Andes y la Universidad Católica del Perú.

60. Además, la capacidad de obtener futuros pagos mediante el financiamiento del carbono puede agregar valor a las tierras marginales. Alquileres más elevados pueden mejorar la posición económica de los propietarios y mejorar su capacidad de adaptación (Lal, 2004). Más aún, se crean efectos acumulativos para los productos madereros y no madereros derivados de los bosques cuando se permite la explotación forestal por encima del suministro de servicios ambientales (Landell-Mills, 2002).

61. La disponibilidad y ubicación potencial de la tierra para proyectos A/R para cada país de la región ALC se obtuvo mediante la aplicación de la herramienta online *ENCOFOR CDM-AR Online Analysis Tool* (Zomer et al., 2008) al límite de cubierta arbórea definido por cada país bajo el Protocolo de Kioto. Esta herramienta está disponible en <http://csi.cgiar.org/encofor/forest/>.

62. Este tercer grupo de estudios modela a la forestación junto a otros sectores (p. ej., la agricultura y en algunos casos también la energía) y terminan derivando curvas de oferta. Ver por ejemplo, Boucher (2007).

63. Las tasas de deforestación esperadas, en particular, están basadas en múltiples variables incluyendo las tendencias actuales de deforestación, catalizadores del cambio en el uso de la tierra (p. ej., crecimiento de caminos y población) y de las alternativas al uso de la tierra, entre otros; mientras el contenido de carbono está determinado por una serie de supuestos sobre el tipo de vegetación y grupos de carbono.

64. International Road Federation (IRF), 2006: *World Road Statistics 2006*. Ginebra: IRF.

65. MEDEC (2008).

66. *The Economist*, 2007: *Adiós to poverty, hola to consumption*. 16 de agosto de 2007.

67. <http://www.time.com/time/world/article/0,8599,1733872,00.html>.

68. Los cálculos varían entre 30 y 50%, de acuerdo a Burtaw et al. (2003) y Proost y Regemorter (2003), a tres a cuatro veces el total de gastos de mitigación (Aunana et al., 2004; McKinley et al., 2005), dependiendo de la rigurosidad del nivel de mitigación, el sector fuente, y la medida y valor monetario atribuido a los riesgos de mortandad.

69. Aunana et al. 2004; McKinley et al, 2005. Estas muertes se evitan gracias a la reducción de la contaminación aérea, incluyendo a las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, y partículas de materia provenientes de vehículos y fuentes de calor y energía.

70. El CFE mexicano ha estimado el potencial de realización de la energía eólica entre 7 y 12 GW, comparado con la presente capacidad instalada de 51 GW, habiendo completado detallados estudios de recursos para Baja California (1500–2500 MW) y el Istmo de Tehuantepec, centrado en Oaxaca (2000–3000 MW).

71. Los proyectos eólicos estudiados son aquellos con elevados factores de capacidad (alrededor de 37%). Es importante recalcar, sin embargo, que la evaluación económica de las alternativas de generación es mucho más compleja que el análisis simplificado aquí arriba, basado en costos nivelados. Uno debería considerar también factores como los costos de transmisión relacionados con la conexión del proyecto a la red nacional; diferencias locales en costos operativos y en la fiabilidad del sistema interconectado de energía; precio del combustible y riesgo de la demanda; externalidades como el impacto ambiental de los proyectos; y costos del transporte de combustibles y de almacenamiento. Desde un punto de vista privado, la evaluación económica también debe tomar en cuenta el costo para las empresas privadas; los riesgos del proyecto, mercado y país; costo del abastecimiento de combustible para la compañía; incentivos fiscales y financieros; costos de la transacción; costos de conexión y transmisión; y las reglas y precios del mercado energético. Ver Dussan (2008).

72. Dussan (2008). Los proyectos hidroeléctricos de bajo costo considerados tienen un costo de inversión menor de USD 1.200/kW. Los costos nivelados de generación cubren costos fijos y variables. Por lo tanto incluyen los costos de inversión, operación y mantenimiento. Los costos de generación para las alternativas termoeléctricas varían de 41 a 65 USD/MWh para las plantas a carbón; de 49 a 83 USD/MWh para las plantas a gas natural (excepto en Perú donde el costo estimado es de 29,4 USD/MWh, y Colombia en un escenario de precios bajos para el petróleo y el gas, donde los costos estarían en 35,5 USD/MWh); y de 88 a 132 USD/MWh para las plantas a diesel.

73. Las presentaciones fueron hechas en la CEPAL (Santiago de Chile) el 16 de octubre de 2008 por representantes de la Universidad de Chile, PSR/COPPE y la Universidad Católica del Perú.

74. El “costo de cambiar” sería el precio mínimo para que el carbono fuera económicamente viable a la hora de invertir en una tecnología de baja emisión, en vez de utilizar una tecnología que tenga costos iniciales bajos, pero emita más carbón.

75. Banco Mundial, 2008: *Environmental Licensing for Hydroelectric Projects in Brazil: A Contribution to the Debate*. Unidad de país Brasil, Reporte 40995–BR.

76. Estudio ESMAP: *Latin America and the Caribbean, Energy Sector — Retrospective Review and Challenges*. 15 de junio de 2007.

77. Dentro de Sudamérica, Chile y Uruguay son importadores netos de energía, por lo tanto vulnerables a la volatilidad de los precios y la oferta energética. Sin embargo, la dependencia de los hidrocarburos importados es mayor entre los países centroamericanos y caribeños, incluyendo Barbados (86%), Jamaica (86%), Panamá (72%) y la República Dominicana (78%). ESMAP (2007).

78. ESMAP (2007).

79. Ver Kojima, M.; D. Mitchell y W. Ward: *Considering Trade Policies for Liquid Biofuels*. Energy Sector Management Assistance Program Renewable Energy Special Report. Banco Mundial: 004/07, 2007.

80. Farrell, 2006; Hill y otros, 2006; Kartha, 2006; reseña de estudios reportada por el Worldwatch Institute, 2006; y Kojima, Mitchell y Ward, 2006.

81. Koplou, 2006.

82. Mitchell, 2008.

83. Farrell, 2006; Hill y otros, 2006; Kartha, 2006; reseña de estudios reportada por el Worldwatch Institute, 2006; y Kojima, Mitchell y Ward, 2006.

84. Searchinger 2008.

85. Searchinger y otros (2008).

86. Zah y otros (2007), Gibbs y otros (2008).

87. Gibbs y otros (2008).

88. Otro estudio que también calcula el período de amortización del carbono concluye que “reconvertir” a las selvas, turberas, sabanas o pastizales para producir biocombustibles derivados de los alimentos en Brasil, el Sudeste de Asia o los

EE.UU. crearía un “déficit de carbono por parte de los biocombustibles”, al emitir de 17 a 420 veces más CO<sub>2</sub> que las reducciones en GEI que estos biocombustibles proporcionarían al desplazar a los combustibles fósiles”. Fuente: Fargione et al. (2008).

89. De Gorter y Tsur (2008).

90. De Gorter y Tsur (2008).

91. El primero es de 7.225 l/ha, comparado con 3.750 l/ha. De acuerdo a Nyberg, J.: *SUGAR-BASED ETHANOL International Market Profile*. Documento de antecedentes para el estudio «Competitive Commercial Agriculture in Sub-Saharan Africa (CCAA)», 2007. FAO y Banco Mundial, citando cifras de UNICA. Disponible en: [http://siteresources.worldbank.org/INTAFRICA/Resources/257994-1215457178567/Ethanol\\_Profile.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTAFRICA/Resources/257994-1215457178567/Ethanol_Profile.pdf)

92. De Gorter y Tsur (2008).

93. Smith y otros (en imprenta).

94. IPCC (2007).

95. Sin embargo, el procesamiento de residuos en general es deficiente. Solo el 23% de los residuos recolectados es procesado en vertederos sanitarios, otro 24% se dirige a vertederos controlados, mientras que el resto termina en basurales abiertos o en cursos de agua. Organización Panamericana de la Salud, 2005.

96. West, J. M. y R. V. Salm, 2003: *Resistance and Resilience to Coral Bleaching: Implications for Coral Reef Conservation and Management*. *Conservation Biology*, 17 (agosto), n.º 4: 956–967.

97. Gisselquist, Nash y Pray (2002) encontraron que las regulaciones para semillas demasiado restrictivas interfieren con el flujo de tecnología, en especial para algunos países en desarrollo.

98. P. Michaels, 2008: *Confronting the Political and Scientific Realities of Global Warming*. Washington, DC: Cato Institute for the Hokkaido G8 Summit.

99. ENSO, un fenómeno global conjunto entre el océano y la atmósfera, está asociado con inundaciones, sequías, y otros disturbios en múltiples ubicaciones alrededor del mundo.

100. Ver, for example, Howitt, R. y E. Pienaar, 2006: *Agricultural Impacts*. En J. Smith y R. Mendelsohn (ed.): *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing: 188–207; Hurd, B.; J. Callaway; J. Smith y P. Kirshen, 1999: *Economic Effects of Climate Change on US Water Resources* in R. Mendelsohn and J. Smith (eds) *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge, RU: Cambridge University Press: 133–177; Lund, J.; T. Zhu; S. Tanaka; M. Jenkins, 2006: *Water Resource Impacts*. En J. Smith y R. Mendelsohn (ed.): *The Impact of Climate Change on Regional Systems: A Comprehensive Analysis of California*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing: 165–187; Strzepek, K.; D. Yates y D. El Quosy, 1996: *Vulnerability assessment of water resources in Egypt to climatic change in the Nile Basin*. *Climate Research* 6: 89–95.



101. Mendelsohn, R., 2008: *Impact of Climate Change on the Rio Bravo River*. 2 de julio.

102. E. Bresnayan y P. Werbrouck: *Value Chains and Small Farmer Integration*. Banco Mundial, LCSAR, serie "Agriculture for Development".

103. El MDL fue creado bajo el Protocolo de Kyoto. Este mecanismo permite hoy en día a los países industrializados alcanzar algunas de sus metas de mitigación mediante la inversión en reducción de emisiones en países en desarrollo.

104. Por ejemplo, en una propuesta para reducir la tasa de deforestación en el Amazonas brasileño (Nepstad et al., 2007), los incentivos financieros serían utilizados para compensar parcialmente a la población local asentada en los bosques y a los propietarios privados, respectivamente, por su papel en el "manejo de bosques" y esfuerzos de conservación forestal. Además, un "fondo gubernamental" compensaría al gobierno por los gastos incurridos por encima de los gastos corrientes, incluyendo el manejo de bosques públicos, la prestación de servicios a la población local y el monitoreo de bosques privados (incluyendo las licencias ambientales expandidas). Se estima que en un período de 30 años, el área deforestada sería menor en 490.000 km<sup>2</sup> y evitaría emisiones por 6,3 mil millones de toneladas de carbono, en comparación a un escenario donde nada se haga, estimado por Soares Filho et al. (2006).<sup>1</sup> El costo general de dicho programa sería de alrededor de USD 8,2 mil millones, o USD 1,3 por tonelada de emisiones de carbono evitada. Vale la pena aclarar, sin embargo, que un problema con la propuesta de Nepstad et al. (2007) es que no considera necesario que el incentivo financiero diseñado para evitar la conversión de bosques en soja o ganadería iguale al costo de oportunidad de la tierra. Los autores citan un programa actual y exitoso de preservación forestal que trabaja junto a comunidades locales y obtiene los niveles de incentivo de ese programa.

105. Estas cifras son para el año 2000, el último para el cual CAIT (2008) reporta emisiones de todos los GEI. Un enfoque exclusivo en las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas a la energía sólo proporciona emisiones de CO<sub>2</sub> de entre 0,36 y 0,43 mil millones de toneladas por año, respectivamente, para Brasil y México en 2004 (el último año del que se disponen datos para este tipo de emisiones en CAIT, 2008).

106. Claro que en función de la naturaleza específica a cada país de las oportunidades de reducción, otros sectores (p. ej., manejo de residuos, agricultura) pueden ser más importantes que cualquiera de estos cuatro en algunos países.

107. FAO, 2005.

108. Agrawal, A., 2008: *Livelihoods, Carbon, and Diversity in Community Forests: Tradeoffs or Win-Wins?* Presentado en una conferencia sobre «Derechos, Bosques y Cambio Climático», 15–17

de octubre, 2008. Organizada por Rainforest Foundation Norway y Rights and Resources Foundation. <http://rightsandclimate.org/>

109. Chomitz y otros (2007).

110. Soares-Filho y otros (2006).

111. La reducción acumulada de partículas (PM 2,5) sería de 11.800 toneladas, y la de óxido nítrico de 855.000 toneladas para el primer ejemplo, y alrededor de 8.000 toneladas de PM 2,5 y 1.134.000 toneladas de óxido nítrico para el segundo. MEDEC, 2008.

112. Las presentaciones fueron hechas en la CEPAL (Santiago de Chile) el 16 de octubre de 2008, por representantes de la Fundación Bariloche, la Universidad de Chile, PSR/COPPE, Universidad de los Andes y la Universidad Católica del Perú.

113. *Argentina: The Challenge of Reducing Logistics Costs*, 2006; *Costa Rica: Country Economic Memorandum: The Challenges for Sustained Growth*, 2006; *Improving Logistics Costs for Transportation and Trade Facilitation*, 2008; *Infraestructura Logística y de Calidad para la Competitividad de Colombia*, 2006; *Brazil: How to Decrease Freight Logistics Costs in Brazil* (en preparación).

114. Banco Mundial, 2008. *Environmental Licensing for Hydroelectric Projects in Brazil: A Contribution to the Debate*. Unidad de país Brasil, Reporte 40995-BR.

115. Ríos Roca, A. R.; M. Garrón B. y P. Cisneros, 2005: *Targeting Fuel Subsidies in Latin American and the Caribbean: An Analysis and Proposal*. Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE), junio.

116. Los países se clasifican como de alto potencial (o bajo) cuando se encuentran sobre la mediana de los países de ALC en términos tanto de la tasa de crecimiento de sus emisiones de cualquier tipo como de la proporción de esas emisiones en relación al PBI (o de ninguno). Un potencial *medio* es atribuido a aquellos países para los cuales la tasa de crecimiento de sus emisiones está por encima de la mediana pero su nivel no lo está (o viceversa).

117. Las definiciones de potencial son tal como están en la tabla A1 pero sustituyendo, en la columna 1, los niveles y tasas de crecimiento de la proporción de energía con el PBI (sobre las variables descritas en la tabla A1); y los niveles de la proporción de emisiones respecto a la energía en vez de aquella al nivel de PBI en las otras columnas.

118. Las definiciones del potencial son como se muestran la tabla A1.

119. La comunidad del Caribe incluye a 15 países miembro y 5 países asociados, en total 20 países. Algunos datos no están disponibles para algunos países y por lo tanto los costos correspondientes no se estiman para esos países. Por lo tanto, las estimaciones totales pueden considerarse conservadoras. Para obtener más detalles, ver el anexo.

**E**xiste un consenso creciente en la comunidad científica de que el calentamiento global es una amenaza real y presente. Aunque aún hay una gran incertidumbre sobre la velocidad, magnitud e inclusive sobre la dirección de los cambios climáticos futuros, hay evidencias de que sus impactos físicos y económicos serán regionalmente diferenciados. Se sabe además que los países en desarrollo y las poblaciones de menores niveles de ingresos presentan un mayor grado de vulnerabilidad. Por estas razones, es fundamental que los países de América Latina desarrollen sus propias estrategias de adaptación y participen activamente en los esfuerzos internacionales para mitigar esta amenaza global.

*Desarrollo con Menos Carbono* intenta responder a una serie de interrogantes sobre las causas y consecuencias del cambio climático en el caso de América Latina. ¿Cuales son los impactos probables del cambio climático sobre los países de América Latina y el Caribe? ¿Qué países, regiones y estratos socio-económicos podrían ser los más afectados? ¿De qué manera pueden los gobiernos de la región incorporar el cambio climático en sus políticas y programas? ¿Qué papel puede jugar América Latina en la mitigación de un fenómeno que es de naturaleza global? ¿Cómo puede la comunidad internacional ayudar mejor a América Latina a responder a estos desafíos? Aunque el estudio no aspira a ofrecer respuestas definitivas para estos interrogantes, se espera que las informaciones y análisis contenidos en el mismo permitan enriquecer los debates sobre las políticas públicas mas adecuadas en esta área cuya importancia para el desarrollo de la región es innegable.



BANCO MUNDIAL

ISBN 978-0-8213-7920-2



SKU 17920