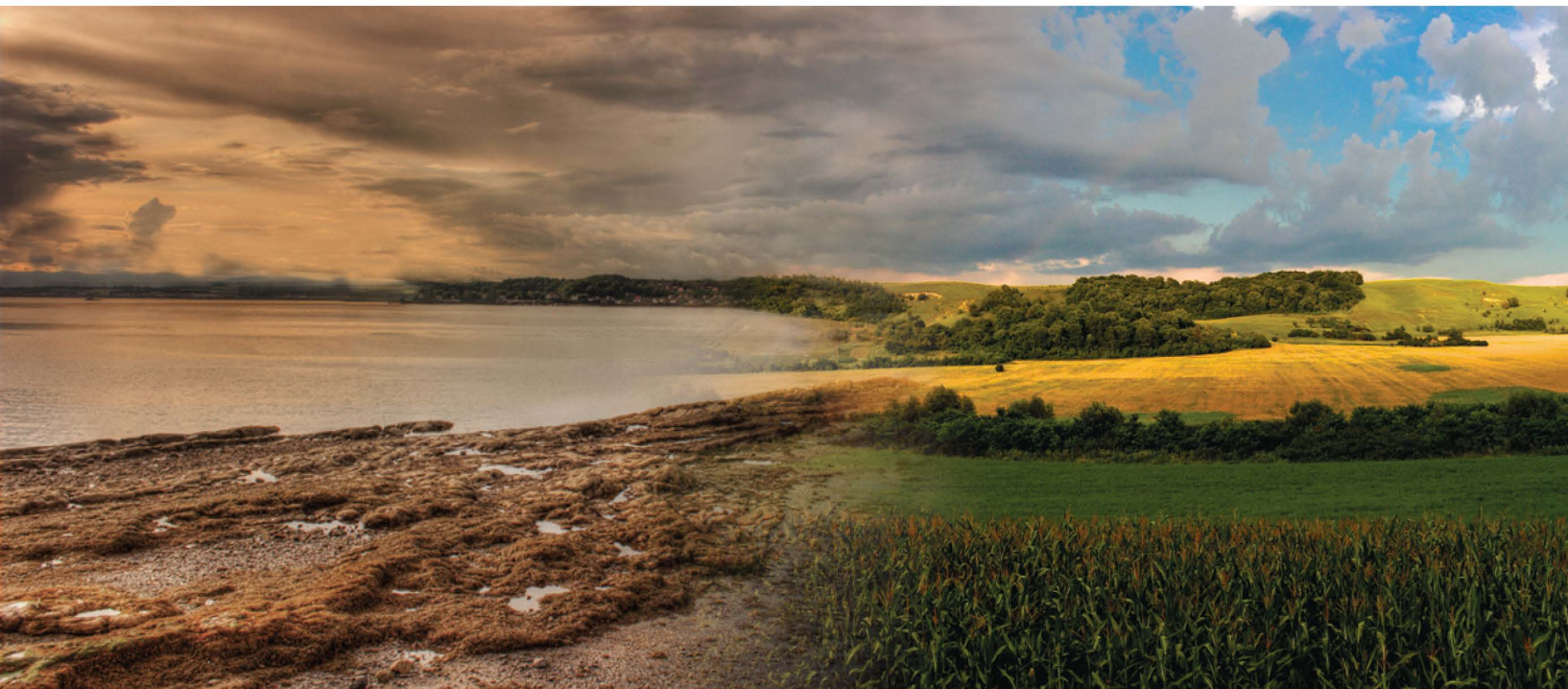


Síntesis 2009

# La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe



NACIONES UNIDAS

CEPAL

**La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe**

**Síntesis 2009**

**Alicia Bárcena**  
Secretaria Ejecutiva

**Antonio Prado**  
Secretario Ejecutivo Adjunto

**Joseluis Samaniego**  
Director  
División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

**Susana Malchik**  
Oficial a cargo  
División de Documentos y Publicaciones

Los límites y los nombres que figuran en los mapas de este documento no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

La elaboración de las figuras y cuadros que aparecen en esta publicación estuvo a cargo de los autores, salvo que se indique otra cosa.

Publicación de las Naciones Unidas

---

LC/G.2425

Copyright © Naciones Unidas, noviembre de 2009. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.



Este documento fue elaborado bajo la supervisión de Joseluis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL. La coordinación y redacción general estuvieron a cargo de Luis Miguel Galindo y Carlos de Miguel, experto y oficial de asuntos ambientales, respectivamente, de esa División.

Para la preparación del documento se recibieron insumos y comentarios de José Eduardo Alatorre y José Javier Gómez, oficiales de asuntos económicos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL; Julie Lennox, oficial de programas de la sede subregional de la CEPAL en México, Charmaine Gomes, oficial de asuntos ambientales de la sede subregional de la CEPAL para el Caribe y Oscar Cetrángolo, experto de la oficina de la CEPAL en Buenos Aires; Ricardo Zapata, punto focal regional de la Unidad de Evaluación de Desastres de la CEPAL y Sergio Saldaña, oficial de asuntos económicos de esa Unidad; Karina Caballero, Horacio Catalán, Karina Martínez y los expertos internacionales Daniel Bouille, Graciela Magrin, José Marengo, Lincoln Muniz y Gustavo Nagy, consultores de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL.

Se agradecen las contribuciones de Francisco Brzovic, César Morales y su equipo de trabajo, del Mecanismo Mundial de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, los comentarios y sugerencias de Juan Pablo Bonilla, Alejandra Palma y Ana Ríos, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), así como de los funcionarios de los gobiernos de la región, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Comunidad Andina (CAN) y el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) que participaron en las discusiones técnicas de los estudios nacionales en curso, y de los coordinadores de estos estudios Pedro Barrenechea, Leonidas Osvaldo Girardin, Sandra Jiménez, Ana María Loboguerro, Roger Loyola, Rubén Mamani, Rossana Scribano y Sebastián Vicuña.

Asimismo, se agradece a Peter Bainbridge, Catherine Ghyoot, Conchita López, Ana Pinto, Doris Thurau y Tine Uldahl Lund por el permanente apoyo a los proyectos que han hecho posible la realización este documento.

La elaboración de este documento fue posible gracias a la colaboración y apoyo financiero de:



## ÍNDICE

	<i>Página</i>
Prólogo .....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS .....	12
III. LA CIENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	13
IV. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE .....	14
V. EVOLUCIÓN MACROECONÓMICA .....	23
VI. LOS IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE .....	28
VII. PROCESOS DE MITIGACIÓN .....	35
1. Emisiones y energía en América Latina y el Caribe .....	36
2. La demanda de energía y las intensidades energéticas .....	44
3. Emisiones, productividad y convergencia en América Latina y el Caribe .....	46
4. Emisiones y cambio de uso de suelo en América Latina y el Caribe .....	49
5. Emisiones y tasas de deforestación .....	56
6. Emisiones totales de CO <sub>2</sub> en América Latina .....	60
7. Procesos de mitigación en Centroamérica .....	60
8. Costos de mitigación: estimaciones preliminares agregadas con información internacional .....	62
9. Mensajes principales .....	63
VIII. VALUACIÓN ECONÓMICA Y COMENTARIOS DE POLÍTICA PÚBLICA .....	64
 <b>Cuadros</b>	
Cuadro IV.1      Centroamérica: cambios proyectados en temperatura y precipitación, 2020, 2050 y 2080 .....	19
Cuadro IV.2      El Caribe: escenarios climáticos .....	20
Cuadro VI.1      América Latina (5 países): estimación de las pérdidas ocasionadas por la degradación de los suelos .....	30
Cuadro VII.1     América Latina: estimaciones de las elasticidades de la demanda de energía, 1985-2007 .....	44
Cuadro VII.2     América Latina y el Caribe: valor actual de los costos de mitigación del cambio climático hasta 2100, como porcentaje del PIB de 2007 .....	62

## Gráficos

Gráfico II.1	Cambio climático: escenarios de impactos económicos y de mitigación.....	13
Gráfico V.1	América Latina y el Caribe: desviación estándar anual y tasa de crecimiento medio del PIB per cápita .....	23
Gráfico V.2	América Latina y el Caribe: distribución de las tasas de crecimiento, 1950-1980 y 1980-2008.....	24
Gráfico V.3	América Latina y el Caribe: PIB per cápita comparado con la tasa de crecimiento medio anual del PIB per cápita.....	25
Gráfico VI.1	América Latina y el Caribe: costo de los desastres climáticos, 2009-2100.....	33
Gráfico VII.1	América Latina y el Caribe: participación en las emisiones totales de gases de efecto invernadero, incluido el cambio de uso de suelo .....	35
Gráfico VII.2	América Latina y el Caribe: promedio de las tasas de crecimiento de las emisiones de CO <sub>2</sub> , 1990-2005 .....	37
Gráfico VII.3	América Latina y el Caribe: tasa de crecimiento anual medio de las emisiones de CO <sub>2</sub> y sus componentes, 1990-2005 .....	38
Gráfico VII.4	América Latina y el Caribe: crecimiento del consumo de energía, 1970-2007....	38
Gráfico VII.5	América Latina y el Caribe: relación entre consumo de energía y PIB per cápita, 2007 .....	39
Gráfico VII.6	América Latina y el Caribe: relación entre consumo de energía per cápita y PIB per cápita, 2007 .....	39
Gráfico VII.7	América Latina y el Caribe: PIB per cápita e intensidad energética, 2007 .....	40
Gráfico VII.8	América Latina y el Caribe: emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita y PIB per cápita, 1990-2005.....	41
Gráfico VII.9	América Latina y el Caribe: emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita y consumo de energía per cápita, 2005 .....	41
Gráfico VII.10	América Latina y el Caribe: emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita y PIB per cápita, 2005.....	42
Gráfico VII.11	América Latina y el Caribe: tasa de crecimiento anual medio de la intensidad energética y de la intensidad carbónica, 1990-2005.....	42
Gráfico VII.12	América Latina y el Caribe: emisiones de CO <sub>2</sub> por unidad de PIB, 2005 .....	47
Gráfico VII.13	América Latina y el Caribe: crecimiento del PIB per cápita y tasa de desacoplamiento entre emisiones de CO <sub>2</sub> y PIB, 1990-2005.....	47
Gráfico VII.14	América Latina y el Caribe: emisiones per cápita y crecimiento de las emisiones per cápita, 1990-2005 .....	48
Gráfico VII.15	América Latina y el Caribe: emisiones de CO <sub>2</sub> por cambio de uso de suelo, 1980-2000.....	50
Gráfico VII.16	América Latina y el Caribe: PIB per cápita y emisiones de CO <sub>2</sub> por cambio de uso de suelo, 1990-2000 .....	51
Gráfico VII.17	América Latina y el Caribe: crecimiento medio anual de la intensidad de las emisiones de CO <sub>2</sub> por cambio de uso de suelo respecto del PIB per cápita, 1990-2000 .....	52
Gráfico VII.18	América Latina y el Caribe: evolución de la intensidad de las emisiones por cambio de uso de suelo respecto del PIB per cápita, 1990-2000 .....	53

Gráfico VII.19	América Latina y el Caribe: evolución de la intensidad de la tasa de cambio de las emisiones por cambio de uso de suelo respecto del PIB per cápita ( $\alpha_{1T+1} - \alpha_{0T}$ ), 1990-2000 .....	54
Gráfico VII.20	América Latina y el Caribe: proyecciones de crecimiento de las emisiones de CO <sub>2</sub> por cambio de uso suelo, 2000-2100.....	55
Gráfico VII.21	América Latina y el Caribe: cambios de uso de suelo .....	56
Gráfico VII.22	América Latina y el Caribe: crecimiento medio anual de la superficie de bosques, 1990-2005 .....	57
Gráfico VII.23	América Latina y el Caribe: proporción de superficie agrícola y de superficie cubierta por bosques, 1990, 2000 y 2005 .....	58
Gráfico VII.24	América Latina y el Caribe: proporción de superficie de bosques y de población rural, 1990, 2000 y 2005 .....	59
Gráfico VII.25	América Latina y el Caribe: proyecciones de las emisiones de CO <sub>2</sub> totales, 2005-2100.....	60
Gráfico VII.26	México: curva de costos marginales de mitigación, 2020 .....	61
Gráfico VIII.1	América Latina (15 países): promedio de los costos económicos preliminares del impacto acumulado del cambio climático y la mitigación hasta 2100 .....	65
Gráfico VIII.2	América Latina y el Caribe (23 países): costos económicos preliminares de la mitigación acumulados hasta 2100 .....	65
 <b>Recuadros</b>		
Recuadro IV.1	El Caribe: escenarios climáticos.....	20
Recuadro V.1	América Latina y el Caribe: proyecciones del PIB per cápita.....	26
Recuadro VI.1	Centroamérica: efectos de la temperatura y la precipitación en el sector agrícola .....	30
Recuadro VI.2	La biodiversidad en Centroamérica.....	32
Recuadro VII.1	Laboratorio de políticas públicas.....	45
Recuadro VII.2	América Latina y el Caribe: evidencia empírica sobre la convergencia absoluta de emisiones per cápita .....	49
 <b>Figuras</b>		
Figura IV.1	América del Sur: proyecciones de temperatura .....	15
Figura IV.2	América del Sur: proyecciones de precipitaciones .....	16
Figura IV.3	América Latina y el Caribe: patrones espaciales de cambio de extremos climáticos en el escenario A1B, según promedios de múltiples modelos .....	17
Figure IV.4	Centroamérica: climatología de la temperatura media, enero, abril, junio y octubre, 1950-2000.....	18
Figura IV.5	Centroamérica: climatología de la precipitación, enero, abril, junio y octubre, 1950-2000.....	19
Figura IV.6	América Latina y el Caribe: síntesis de los patrones de cambio climático proyectados hasta 2100.....	22



## PRÓLOGO

El cambio climático global, expresado fundamentalmente en el aumento de la temperatura media, las modificaciones en los patrones de precipitación, el alza del nivel del mar, la reducción de la superficie cubierta por nieves y glaciares y la modificación de los patrones de los eventos extremos, representa uno de los grandes desafíos para la humanidad en este siglo. Sus consecuencias en las actividades económicas, la población y los ecosistemas son significativas y, en muchos casos, irreversibles. El reto de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas y participar, simultáneamente, en una estrategia internacional de mitigación supone costos económicos de tal magnitud que hacen del cambio climático un factor condicionante esencial de las características y opciones de desarrollo económico en las próximas décadas.

El cambio climático tiene particular relevancia para los países de América Latina y el Caribe debido a las características socioeconómicas, institucionales y geográficas de la región. La elevada sensibilidad climática de algunas de sus actividades económicas, como la agricultura o el turismo, las pérdidas potenciales de biodiversidad o de vidas humanas e, incluso, los riesgos potenciales de sufrir eventos climáticos extremos revelan la importancia del análisis económico del cambio climático para la formulación de una estrategia de desarrollo sostenible a largo plazo, que cuente con un sólido fundamento científico y un amplio consenso social. El carácter global del cambio climático, su comportamiento económico como externalidad negativa, el alto nivel de incertidumbre y la necesidad de implementar una administración de riesgos apropiada conducen a un intenso debate sobre los aspectos éticos y de equidad, las magnitudes intertemporales del fenómeno, los canales de transmisión de los daños, los costos económicos y las mejores opciones para enfrentarlos.

En este documento se presenta un análisis económico agregado del cambio climático en América Latina y el Caribe basado en los estudios nacionales y subregionales de la economía del cambio climático en la región. En él se recoge una síntesis de los resultados obtenidos y solo algunos temas se abordan con mayor detalle. Las conclusiones que se presentan son preliminares y con ellas se intenta contribuir a una mejor comprensión del fenómeno económico del cambio climático y a la búsqueda de posibles soluciones. Para este estudio, que se realizó en un período relativamente corto, se contó con la estrecha colaboración de los Gobiernos de Alemania, Dinamarca, España y el Reino Unido, así como de la Unión Europea, los gobiernos de la región, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Mecanismo Mundial de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y una amplia red de instituciones académicas y de investigación. No obstante, la responsabilidad por las estimaciones económicas que se presentan corresponde solo a los autores y no compromete a las instituciones respectivas.

Los estudios nacionales muestran realidades diversas, así como la riqueza e intensidad del debate en torno a este tema y ponen en evidencia consecuencias económicas significativas para la región, heterogéneas, no lineales y dependientes de las condiciones socioeconómicas de cada país. Asimismo, se constata que la inacción ante el cambio climático se está convirtiendo, paulatinamente, en una nueva limitación del crecimiento económico. Estos análisis han generado información y capacidades nuevas en los países de América Latina y el Caribe y sería fundamental la constitución de un área de investigación y diálogo permanentes en esta materia.

Las economías de América Latina y el Caribe deberán enfrentar en el siglo XXI el reto que plantea el cambio climático, incluidos los costos de la adaptación y la mitigación; también deberán abordar simultáneamente las demás asignaturas pendientes, como el crecimiento económico sostenido, la generación de empleo o la reducción de la pobreza. Además, la región enfrenta la paradoja de contribuir poco al cambio climático mientras que recibe buena parte de sus consecuencias más negativas, y sin sus

acciones de mitigación, concertadas multilateralmente con los actores que más participan en este fenómeno global, su vulnerabilidad aumenta significativamente.

En el acuerdo internacional deben reconocerse las disparidades en el desarrollo y la asimetría entre los países o regiones que más contribuyen al cambio climático mediante sus emisiones históricas de gases de efecto invernadero y las regiones que reciben sus consecuencias más graves. De este modo, las propuestas y estrategias para enfrentar el cambio climático no deben entenderse como una opción opuesta al crecimiento económico. Las soluciones a los problemas que plantea este fenómeno serán posibles en el contexto de un acuerdo internacional multilateral equitativo que reconozca el carácter global del tema y las responsabilidades compartidas —pero también las diferencias que históricamente exhiben los países— y que prevea la disposición de recursos financieros adicionales para enfrentar los retos de la mitigación y la adaptación en los países en desarrollo. Las acciones unilaterales que limiten los flujos existentes de recursos y el acceso a recursos financieros adicionales solo agudizarán los problemas de la región y no constituyen una solución de largo plazo.

Los sectores público y privado, y en general la ciudadanía, deberán contribuir, de manera activa pero diferenciada, a los procesos de ajuste necesarios para construir un futuro viable. Enfrentar los problemas de un modo innovador significa transitar hacia una senda de crecimiento económico con baja emisión de carbono, compatible con un desarrollo económico sostenible. La atmósfera deberá considerarse un bien público global y su preservación para las generaciones futuras, un deber actual ineludible.

En este sentido, los países de América Latina y el Caribe deberán forjar su futuro a partir de medidas que se tomen en el presente, aprovechar la oportunidad para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y transitar hacia un estilo de desarrollo más sostenible. La decimoquinta Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Copenhague, 2009) constituye una valiosa ocasión para que la comunidad internacional pueda formular una estrategia incluyente, justa y equitativa, en que el principio precautorio evite los daños irreversibles. Sin embargo, cabe reconocer que en la región persisten problemas fundamentales de desarrollo que deberán resolverse junto con las dificultades que derivan del cambio climático.

Alicia Bárcena  
Secretaria Ejecutiva  
Comisión Económica para América Latina  
y el Caribe (CEPAL)

## I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es, sin duda, uno de los grandes desafíos para la humanidad en el siglo XXI. El aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), asociado fundamentalmente a diversas actividades antropogénicas, está ocasionando cambios climáticos evidentes, como un aumento paulatino pero continuo de la temperatura, modificaciones en los patrones de precipitación, reducción de la criósfera, alza del nivel del mar y cambios en la intensidad y la frecuencia de eventos climáticos extremos (IPCC, 2007a)<sup>1</sup>. Las consecuencias de estos cambios climáticos en el conjunto de las actividades económicas, la población y los ecosistemas son ciertamente significativas, aumentarán a lo largo del siglo y en muchos casos son difícilmente reversibles (IPCC, 2007b y Stern, 2007). En este contexto, la magnitud de los costos económicos estimados, tanto de los impactos —incluidos los asociados a los procesos de adaptación— como de los procesos de mitigación, parecen indicar que el cambio climático será un factor condicionante esencial de las características y opciones del desarrollo económico en este siglo, por lo que las economías de América Latina (América del Sur y Centroamérica) y del Caribe, deberán enfrentar el reto simultáneo de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas y de participar en diversas estrategias internacionales de mitigación; además, deberán transitar hacia una senda de desarrollo sostenible. La magnitud del reto hace necesario entonces formular una estrategia de largo plazo con un sólido sustento científico y un importante consenso social.

El análisis económico del cambio climático resulta un insumo fundamental para identificar y definir estrategias que contribuyan a la solución de los desafíos que este cambio plantea, así como al desarrollo sostenible. Sin embargo, el análisis económico del cambio climático es complejo, ya que aborda un fenómeno que combina procesos naturales, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y energéticos, así como determinados aspectos de política internacional. Considera, además, características de muy largo plazo, una naturaleza global, impactos no lineales y límites específicos, causas y consecuencias asimétricas, intensos procesos de retroalimentación, un alto nivel de incertidumbre y una administración de riesgos compleja y con implicaciones éticas significativas. En este sentido, deben reconocerse al menos dos aspectos fundamentales:

- El análisis económico del cambio climático tiene un margen de incertidumbre importante e incluye un complejo proceso de manejo de los riesgos asociados a los eventos climáticos que pueden ser catastróficos, por lo tanto, las proyecciones realizadas solo constituyen escenarios con cierta probabilidad de ocurrencia, pero no representan pronósticos específicos. Además, se incluye un componente ético relacionado con el bienestar de generaciones futuras o aspectos que no tienen un valor explícito de mercado, como la biodiversidad o la vida humana.

---

<sup>1</sup> Las emisiones de gases de efecto invernadero están expresadas en CO<sub>2</sub> equivalente, utilizando los potenciales de calentamiento en 100 años que se encuentran en el segundo informe de evaluación del IPCC (IPCC, 1996). Los gases de efecto invernadero incluidos son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), así como los gases con alto potencial de calentamiento: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). En concordancia con los reportes elaborados por los países y entregados a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se incluyen los sectores de energía, procesos industriales, agricultura, cambio de uso del suelo, bosques y desperdicios. Asimismo, el sector energético se subdivide en electricidad y calefacción, transporte, manufactura y construcción, otro tipo de quema de combustible y gases fugitivos.

- La formulación de propuestas y estrategias para solucionar los problemas derivados del cambio climático no debe entenderse como una opción opuesta al crecimiento económico. Por el contrario, la inacción ante el cambio climático causa, por sí misma, impactos negativos en el crecimiento económico. En este contexto, enfrentar los problemas que acarrea el cambio climático significa transitar hacia una senda de un crecimiento económico con baja emisión de carbono y compatible con un desarrollo económico sostenible.

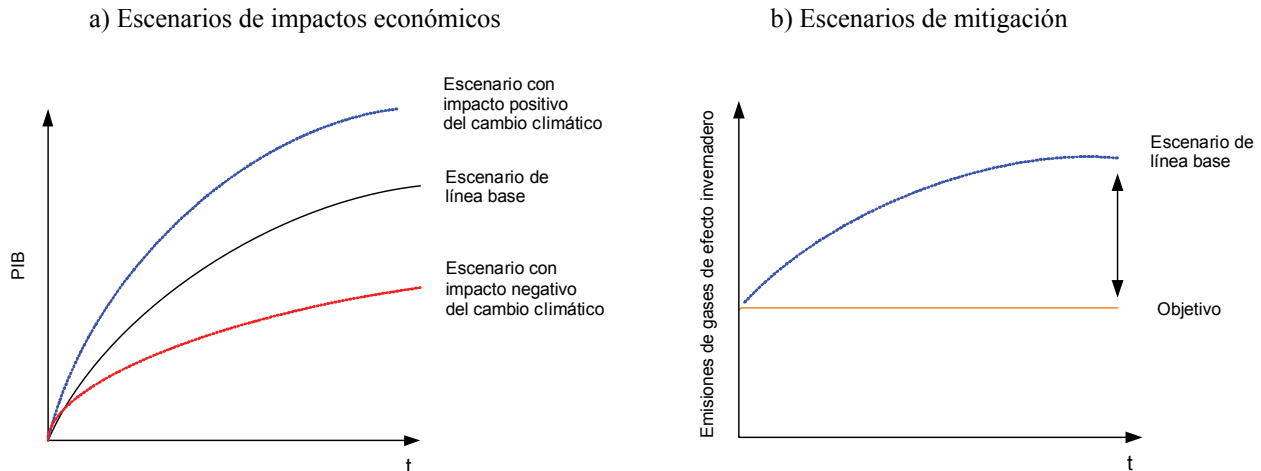
El objetivo fundamental de este estudio es presentar un análisis económico agregado del cambio climático para América Latina y el Caribe basado en los estudios nacionales realizados en el contexto de los análisis de la economía del cambio climático para la región. En ese sentido, busca contribuir a una mejor comprensión del fenómeno económico del cambio climático y al hallazgo de posibles soluciones y alternativas. Las estimaciones presentadas en este estudio son preliminares e incompletas, y son fundamentalmente el resultado de la introducción de diversos supuestos restrictivos sobre las economías de la región utilizando bases de datos que permiten la comparación entre países y que, por tanto, no necesariamente corresponden a los valores oficiales de estos. La intención es identificar tendencias regionales agregadas y no casos nacionales específicos. Más aún, las estimaciones de cada país no necesariamente coinciden con estos resultados agregados y se plasman en los respectivos estudios por país ([www.eclac.cl/dmaah/](http://www.eclac.cl/dmaah/)).

## II. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

El análisis económico del cambio climático es objeto de intenso debate y para llevarlo a cabo se utilizan diversos métodos y técnicas (Nordhaus y Boyer, 2000 y Stern, 2007). Cada uno de estos métodos supone diversas ventajas y sesgos, y no es posible definir una opción que pueda considerarse superior en todos sus aspectos. En el conjunto de los análisis económicos del cambio climático se define una trayectoria inercial (*business as usual*) como base de comparación sobre la que se estiman tanto los impactos económicos como los procesos de adaptación y de mitigación. De este modo, existen dos líneas estratégicas fundamentales:

- El análisis de los impactos económicos del cambio climático se realiza identificando, en primera instancia, una línea base de trayectoria de las actividades económicas, sin incluir los impactos del cambio climático, para posteriormente, tras la inclusión de esos impactos, proyectar trayectorias de crecimiento sectoriales y del conjunto de la economía (véase el gráfico II.1a). Las diferencias entre estas dos trayectorias, actualizada en función de la tasa de descuento elegida, representan las consecuencias económicas del cambio climático. En este contexto, debe considerarse que los procesos de adaptación modificarán de manera significativa el resultado final y que algunos de los impactos más relevantes del cambio climático no tienen un valor económico directo.
- El análisis económico de los procesos de mitigación se basa en el trazado de una línea base o trayectoria inercial de la economía en su conjunto o de algunos sectores o actividades económicas, que se traduce en una trayectoria inercial de emisiones de gases de efecto invernadero. Posteriormente, se estiman los costos asociados a las reducciones de emisiones sobre esta línea base (mediante “cuñas”), que se definen de acuerdo con alguna meta específica, y se aplica una tasa de descuento (véase el gráfico II.1b).

Gráfico II.1  
**CAMBIO CLIMÁTICO: ESCENARIOS DE IMPACTOS ECONÓMICOS  
 Y DE MITIGACIÓN**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En este estudio se aplicaron diversos métodos de análisis dada la diversidad regional y la existencia de efectos y condiciones específicas de cada país. No obstante, en todos los casos se procuró aplicar metodologías rigurosas basadas en un marco teórico consistente y en la presencia de ciertas regularidades empíricas que permitan ofrecer una visión informada y comparable del fenómeno climático desde una óptica económica. Así pues, en el conjunto de estudios se define una línea base como punto de comparación y se incluyen las características inherentes al cambio climático que condicionan el tipo de estudios a realizar.

### III. LA CIENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La evidencia científica global disponible (IPCC, 2007a) indica la existencia de un cambio climático significativo, originado fundamentalmente en un conjunto de actividades antropogénicas, que se expresa en los siguientes fenómenos:

- Aumento paulatino y continuo de la temperatura media del planeta, aunque con diferencias significativas entre regiones y entre la superficie terrestre y el mar (IPCC, 2007a). En efecto, se observa un aumento de temperatura de  $0,8^{\circ}\text{C}$  entre 1850-1899 y 2001-2005, cuya intensidad ha sido mayor en las últimas décadas. Esto se manifiesta en el aumento observado del número de días calurosos extremos y de una reducción de días fríos extremos (IPCC, 2007a). Además, la información histórica confirma que la temperatura media actual es la más alta de los últimos 500 años, que la temperatura en los últimos 50 años es inusual con respecto a los últimos 1.300 años y que 11 de los 12 años más cálidos desde 1859 se registraron entre 1995-2006 (IPCC, 2007a, pág. 5).

- Modificaciones significativas en los patrones de precipitación a nivel global con una intensificación de los patrones hidrológicos. Existe además una correlación entre mayor temperatura y menor precipitación, lo que acentúa el impacto climático (Madden y Williams, 1978 y Trenberth y Shea, 2005).
- Proceso de calentamiento de los océanos, aunque con diferentes intensidades, que se asocia a una reducción paulatina pero significativa de la criósfera y el derretimiento de los glaciares en ambos hemisferios (IPCC, 2007a, pág. 5). Este derretimiento de las capas de hielo contribuye al aumento del nivel del mar (IPCC, 2007a, pág. 5).
- Modificaciones en los tipos y patrones de intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos. En efecto, el aumento de temperatura incrementa la probabilidad de cambios en la frecuencia y la intensidad de los eventos extremos, aunque aún persisten las dudas sobre el cambio en sus probabilidades de distribución (Vincent y otros, 2005; Aguilar y otros, 2005; Kiktev y otros, 2003; IPCC, 2007a, pág. 300; Marengo y otros, 2009a y b).

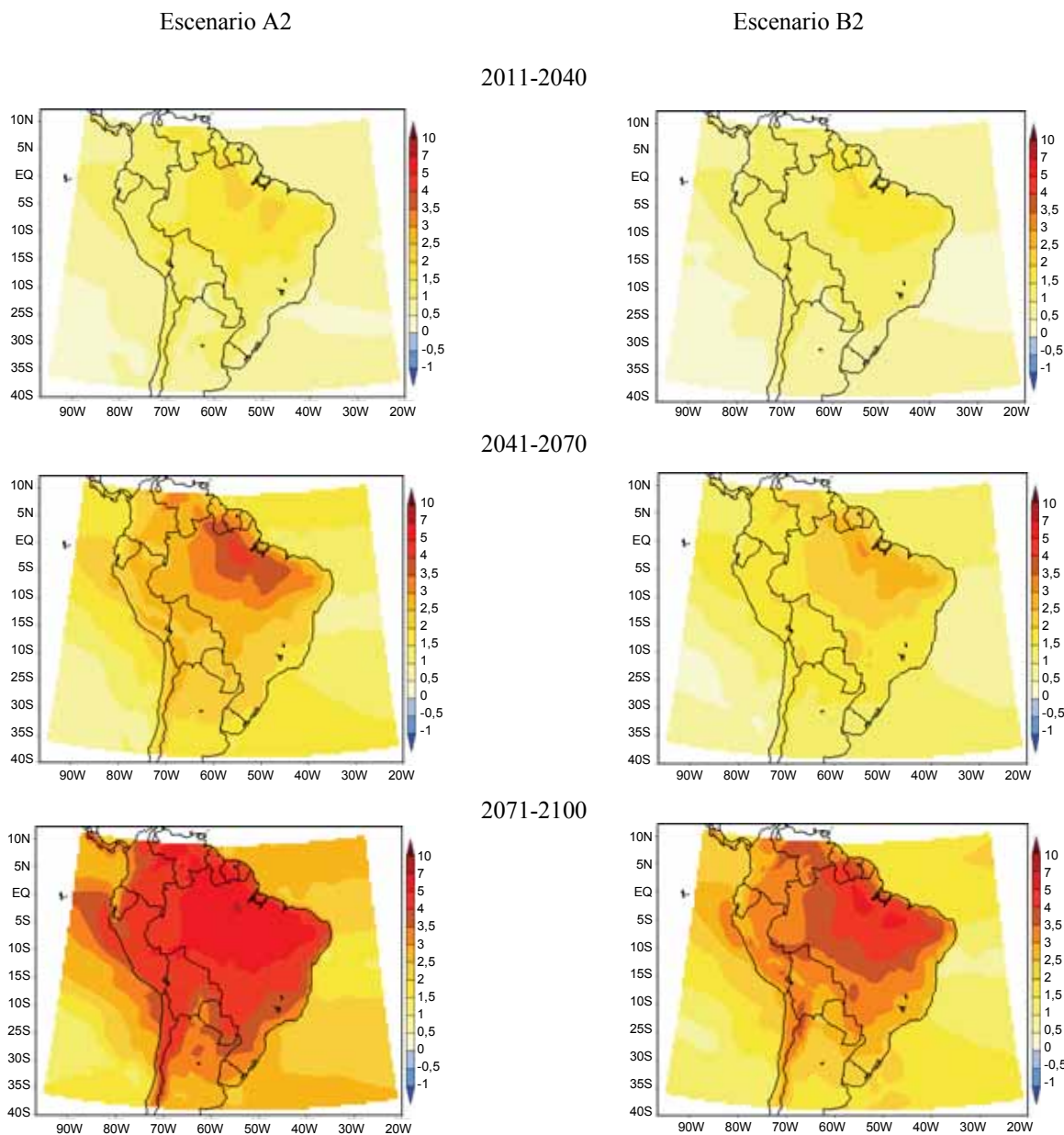
La influencia antropogénica en el clima es robusta en diferentes tipos de modelos y niveles de incertidumbre y existe una elevada confianza en que los patrones climáticos actuales se asocian a las emisiones de GEI (IPCC, 2007a). Por lo tanto, los cambios climáticos solo pueden simularse adecuadamente considerando simultáneamente forzamientos naturales y antropogénicos (IPCC, 2007a). El incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, desde la revolución industrial hasta la fecha, ha sido notable. Los niveles actuales de concentraciones son los más elevados en los últimos 420.000 años (Siegenthaler y otros, 2005 y IPCC, 2007a, pág. 465). Las proyecciones y simulaciones realizadas con los modelos climáticos (IPCC, 2007a y 2007b) parecen indicar que, de mantenerse un crecimiento inercial de las emisiones de GEI, es posible que se observe en este siglo un aumento de la temperatura media de entre 1°C y 6°C, dependiendo del escenario de emisiones utilizado, lo que además vendría acompañado de una alza del nivel del mar de entre 18 y 59 centímetros, además de otros fenómenos climáticos, como modificaciones en los patrones de las precipitaciones a nivel global, reducción de la criósfera y de los glaciares y aumento del número y la intensidad de los eventos extremos. Asimismo, cabe esperar, con un nivel de incertidumbre importante, que los efectos de retroalimentación intensifiquen los cambios climáticos proyectados.

#### IV. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Las proyecciones climáticas para América Latina y el Caribe indican que continuará un aumento paulatino pero persistente del promedio de temperatura, aunque con diferencias según las regiones, y que habrá cambios en los patrones de cantidad, intensidad y frecuencia de precipitaciones (véase la figura IV.1). Existe además una creciente variabilidad climática con un consecuente aumento de eventos extremos de temperatura, como ondas de calor. En general, las proyecciones de América del Sur para este siglo indican un aumento progresivo de la media de temperatura de entre 1°C y 4°C en el escenario de emisiones más bajas o B2, y de entre 2°C y 6°C en el escenario de emisiones más altas o A2 (véase la figura IV.1).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> El escenario A2 se refiere a una economía internacional dinámica con un uso intensivo de combustibles fósiles, que genera un aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera con valores muy superiores a los actuales. En el escenario B2 habría una menor concentración de GEI y, por ende, un menor nivel de impacto asociado al calentamiento global.

Figura IV.1  
**AMÉRICA DEL SUR: PROYECCIONES DE TEMPERATURA <sup>a</sup>**  
*(En grados centígrados)*

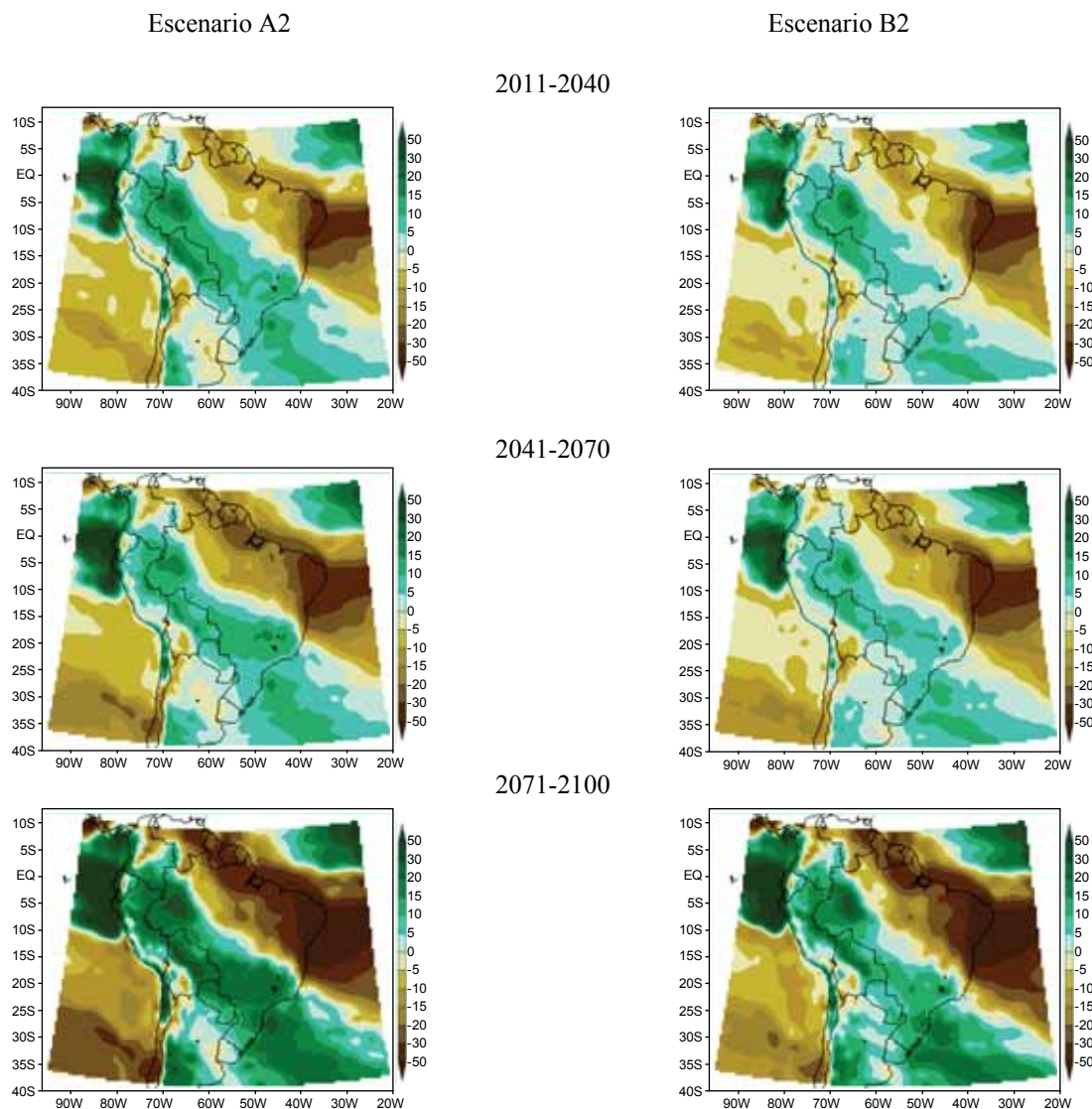


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de información del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil.

<sup>a</sup> Cambios proyectados en la temperatura atmosférica anual para 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100, correspondientes a los escenarios A2 y B2, derivados del modelo HadRM3P. La escala cromática se muestra a la derecha de cada panel.

Los cambios en la precipitación son más complejos y sus proyecciones regionales muestran un mayor nivel de incertidumbre. De este modo, para las regiones centrales y tropicales de América del Sur se observa un horizonte de proyecciones que oscilan entre una reducción del 20% al 40% y un aumento del 5% al 10% en el período 2071-2100 (véase la figura IV.2).

Figura IV.2  
**AMÉRICA DEL SUR: PROYECCIONES DE PRECIPITACIONES<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de información del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil.

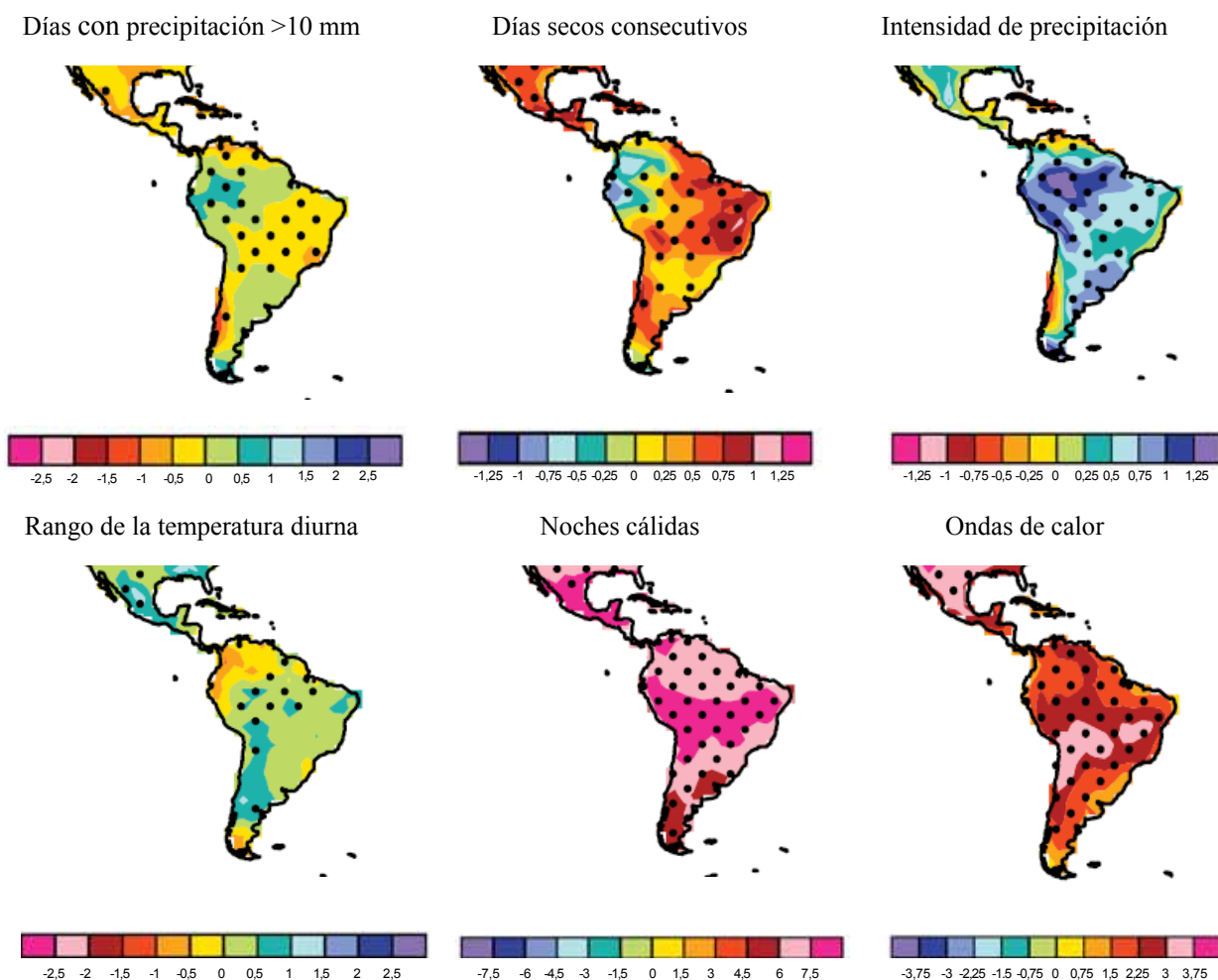
<sup>a</sup> Cambios proyectados en la precipitación para 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 correspondientes a los escenarios A2 y B2, derivados del modelo HadRM3P. La escala cromática se muestra a la derecha de cada panel.

Las proyecciones climáticas muestran un persistente aumento de eventos climáticos extremos (véase la figura IV.3). Se espera una intensificación de las lluvias en el centro de México, las regiones tropicales y el sureste de América del Sur, donde el promedio de las cifras que arrojan los modelos climáticos indican un aumento de la precipitación del 10% con una tendencia creciente en el noroeste del Ecuador, el Perú, el sureste de América del Sur y reducciones en el este de la Amazonia y el nordeste del Brasil, el centro norte de Chile y la mayor parte de México y Centroamérica. Las proyecciones de días secos consecutivos tienden a incrementarse en México, Centroamérica y en toda América del Sur



(excepto el Ecuador, el noreste del Perú y Colombia), asociadas a cambios positivos o negativos en la precipitación menores al 10%. A pesar de que la intensidad en la precipitación se incrementa en general en América Latina y Centroamérica, se observan también períodos más largos entre las lluvias (más días secos consecutivos) y una disminución en el promedio de precipitación. Asimismo, en la mayor parte de América del Sur y Centroamérica se observan cambios positivos en la temperatura. Con respecto a las olas de calor, se proyecta un aumento significativo para toda América Latina, con mayor énfasis en el Caribe y en el sureste de América del Sur y Centroamérica. A su vez, se prevé un aumento continuo y significativo de noches más cálidas en toda América Latina, sobre todo en México y Centroamérica y en la región subtropical de América del Sur.

Figura IV.3  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PATRONES ESPACIALES DE CAMBIO  
 DE EXTREMOS CLIMÁTICOS EN EL ESCENARIO A1B,  
 SEGÚN PROMEDIOS DE MÚLTIPLES MODELOS<sup>a</sup>**

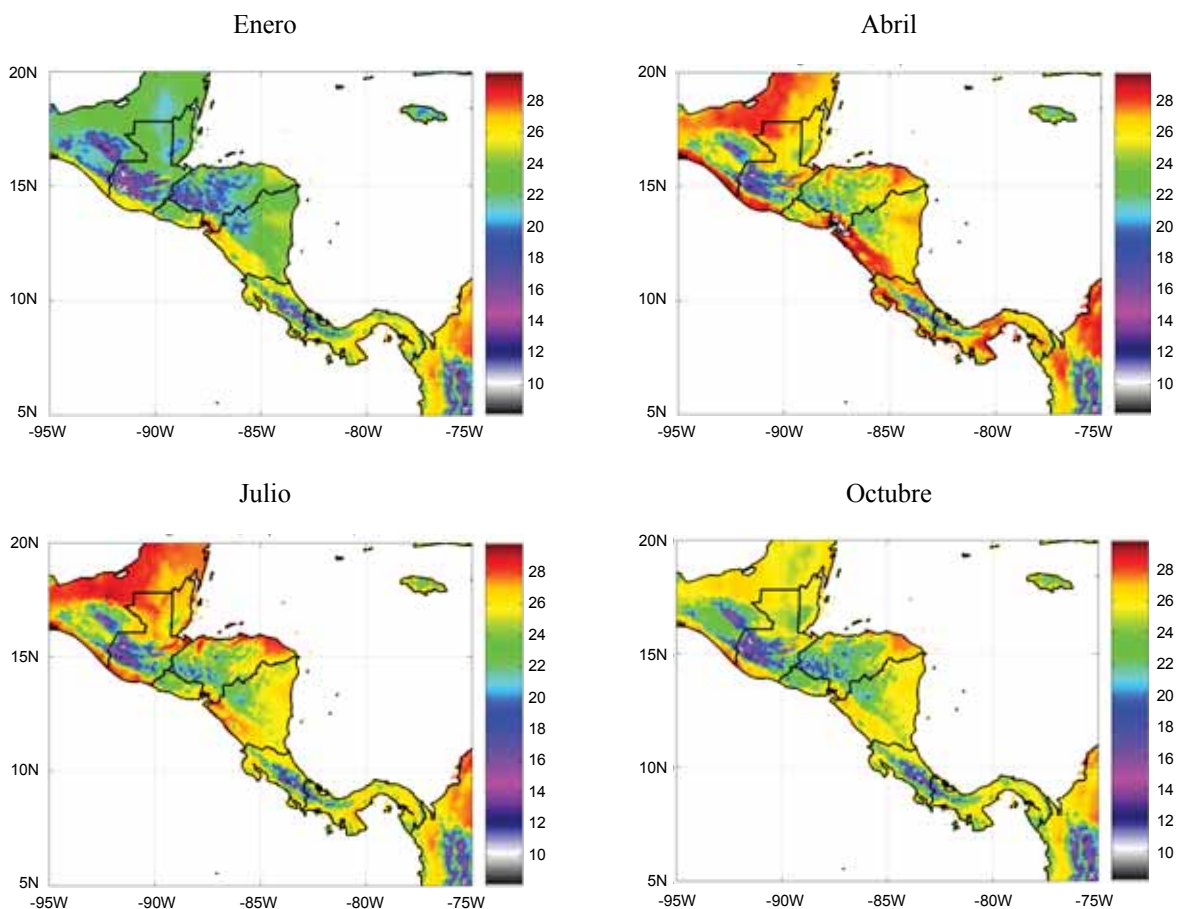


**Fuente:** C. Tebaldi y otros, "Going to the extremes: an intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events", *Climatic Change*, vol. 79, 2006.

<sup>a</sup> Se muestra la diferencia entre los promedios de períodos de 20 años (2080-2099 y 1980-1999). Se estandarizó el valor para cada modelo y posteriormente se calculó el promedio de los diversos modelos. Las regiones punteadas corresponden a áreas donde por lo menos cinco de cada nueve modelos coinciden en determinar que los cambios son estadísticamente significativos.

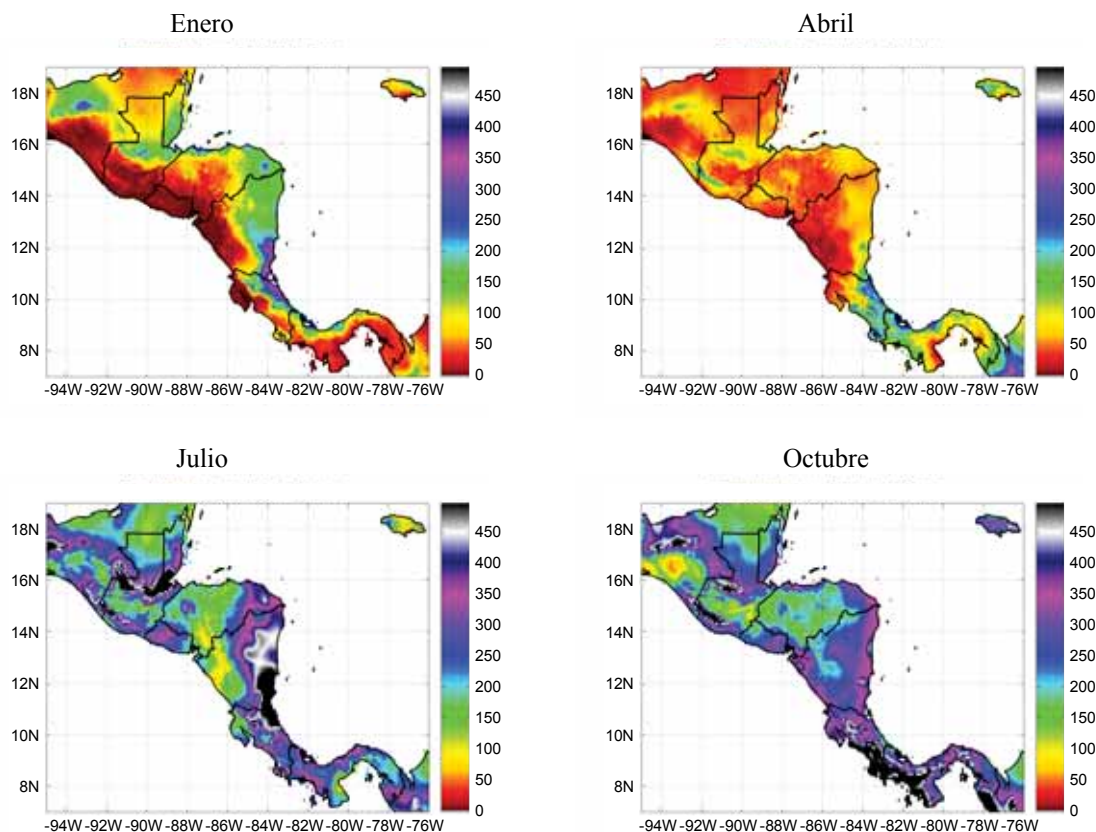
La evidencia disponible para el período 1950-2000 correspondiente a Centroamérica muestra mayores temperaturas y una mayor variabilidad (véase la figura IV.4). En los mapas de precipitación se puede apreciar la concentración de lluvias en el período que va aproximadamente de mayo a octubre y la variación en el régimen de lluvias en la costa del Atlántico con respecto a la costa del Pacífico y la zona norte del istmo con respecto a la zona sur (véase la figura IV.5). Además, existe una alta variabilidad interanual asociada a menudo con los fenómenos de El Niño y la Oscilación Austral. Los cambios proyectados en el clima se sintetizan en el cuadro IV.1.

Figura IV.4  
**CENTROAMÉRICA: CLIMATOLOGÍA DE LA TEMPERATURA MEDIA,  
 ENERO, ABRIL, JULIO Y OCTUBRE, 1950-2000**  
*(En grados centígrados)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de información del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Figura IV.5  
**CENTROAMÉRICA: CLIMATOLOGÍA DE LA PRECIPITACIÓN,  
 ENERO, ABRIL, JULIO Y OCTUBRE, 1950-2000**  
 (En milímetros)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de información del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Cuadro IV.1  
**CENTROAMÉRICA: CAMBIOS PROYECTADOS EN TEMPERATURA Y  
 PRECIPITACIÓN, 2020, 2050 Y 2080**

Estación	Cambios en la temperatura (en °C)		
	2020	2050	2080
Seca	+0,4 a +1,1	+1,0 a +3,0	+1,0 a +5,0
Húmeda	+0,5 a +1,7	+1,0 a +4,0	+1,3 a +6,6
Estación	Cambios en la precipitación (en porcentajes)		
	2020	2050	2080
Seca	-7 a +7	-12 a +5	-20 a +8
Húmeda	-10 a +4	-15 a +3	-30 a +5

**Fuente:** Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Cambio climático 2007: impactos y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al cuarto informe de evaluación del IPCC. Resumen para responsables de políticas*, M.L. Parry y otros (eds.), Cambridge University Press, 2007.

Existe un gran nivel de incertidumbre sobre escenarios climáticos puntuales para el Caribe (IPCC, 2007a); no obstante, las proyecciones para el caso del Atlántico y el Caribe se muestran en el cuadro IV.2. Existe además evidencia de un incremento de eventos extremos, principalmente huracanes.

Cuadro IV.2  
**EL CARIBE: ESCENARIOS CLIMÁTICOS**

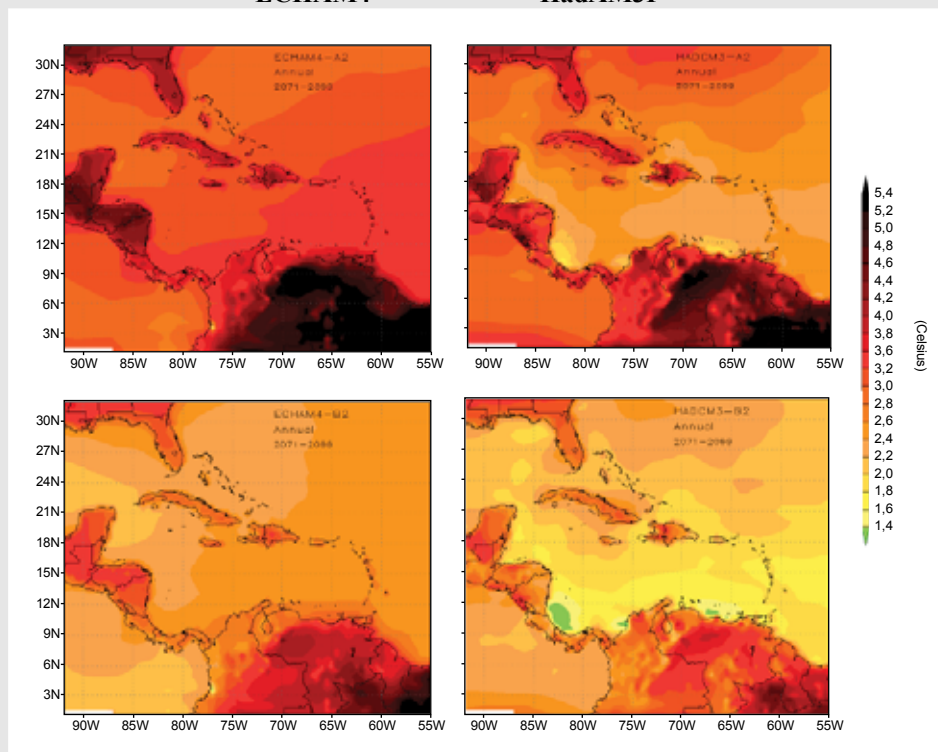
Variable climática	Escenario climático
Temperatura	Incremento de entre 0,8°C y 2,5°C para 2050 y de 0,9°C a 4°C para 2080
Precipitación	Se espera un rango de variación de un -36,3% a un +34,2% en 2050 y al final del siglo de entre un -49,3% y un +28,9%
Nivel del mar	Al final de siglo podría incrementarse en 35 cm
Eventos extremos	Un incremento en la frecuencia de huracanes de entre un 5% y un 10% en el siglo

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007 y *Climate Change 2007- Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007.

Recuadro IV.1  
**EL CARIBE: ESCENARIOS CLIMÁTICOS A2 Y B2**

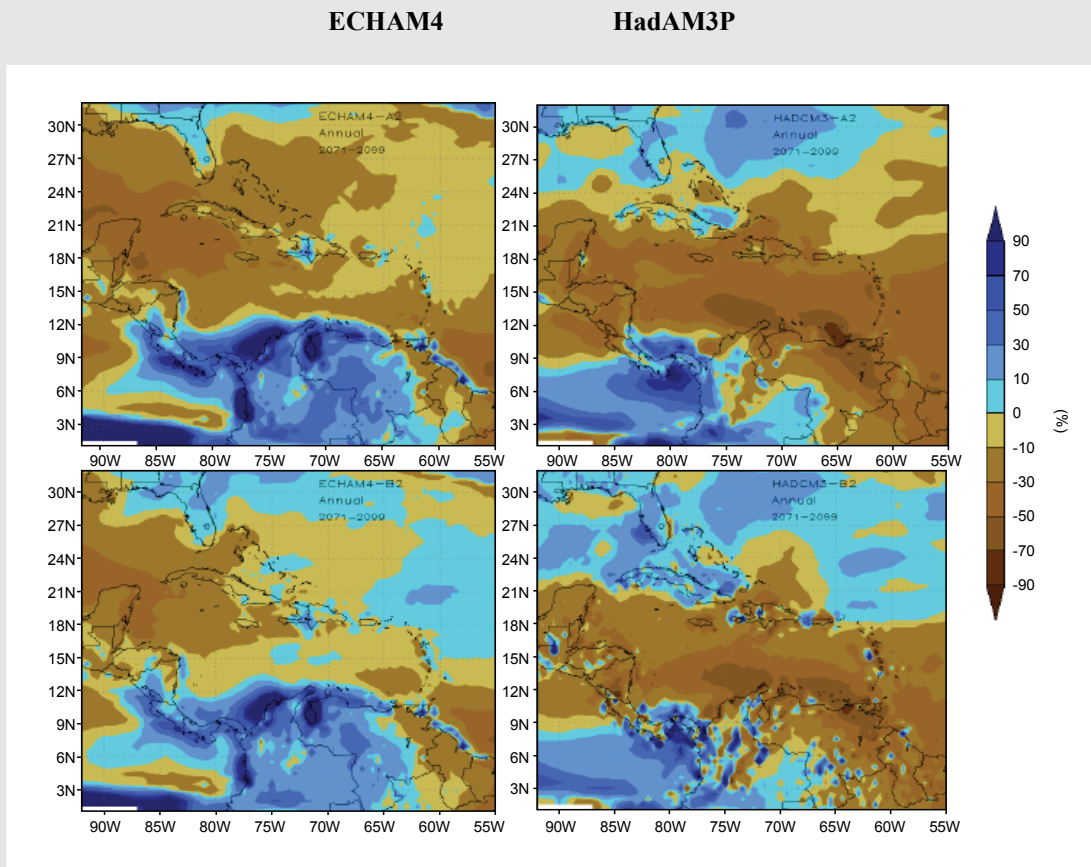
Los distintos escenarios climáticos parecen indicar que pueden presentarse variantes significativas en los aumentos en la temperatura y en los patrones de precipitación en la región del Caribe, como se observa en las figuras 1 y 2 de este recuadro. No obstante, es posible esperar un aumento de temperatura media de entre 2,3°C y 3,4°C para el conjunto de la región a finales del siglo (Centella y otros, 2008).

Figura 1  
**CAMBIOS ANUALES DE TEMPERATURA**  
**ECHAM4**                      **HadAM3P**



Recuadro IV.1 (conclusión)

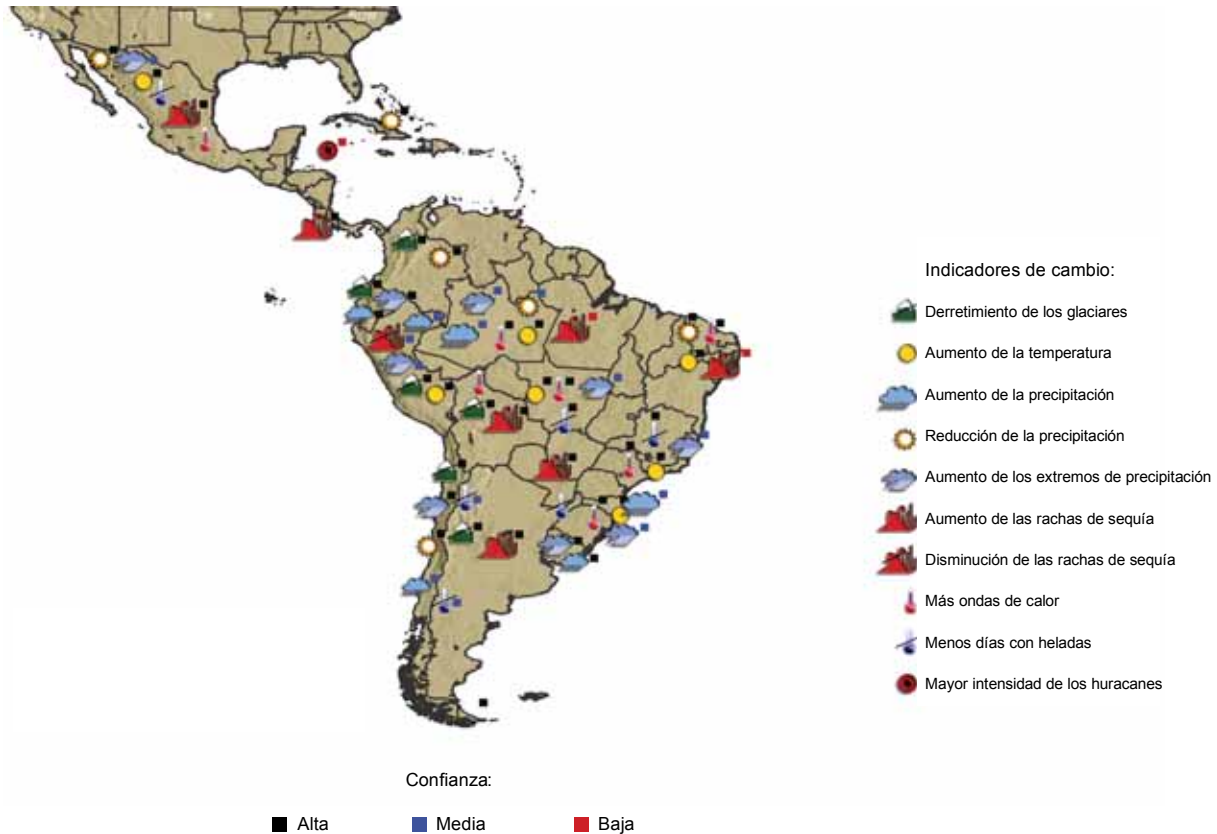
Figura 2  
CAMBIOS ESPERADOS EN LA PRECIPITACIÓN



**Fuente:** A. Centella, A. Bezanilla y K. Leslie, *A Study of the Uncertainty in Future Caribbean Climate Using the PRECIS Regional Climate Model. Technical Report*, Belmopan, Centro de la Comunidad del Caribe sobre Cambio Climático (CCCCC), 2008.

La síntesis de los patrones de cambio climático proyectados para América Latina hasta 2100 se presenta en la figura IV.6. Los cambios están basados en las variaciones de los promedios y extremos climáticos proyectados, como se muestra en Meehl y otros, 2007, cap. 10 y Christensen y otros, 2007, cap. 11, citados en IPCC (2007a), y Magrin y otros, 2007 citados en IPCC (2007b).

Figura IV.6  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: SÍNTESIS DE LOS PATRONES DE CAMBIO CLIMÁTICO  
 PROYECTADOS HASTA 2100<sup>a</sup>**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de información del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil.

<sup>a</sup> Los indicadores de confianza se basan en la coincidencia estadísticamente significativa en el signo del cambio en cierto número de modelos (al menos un 80% de ellos para un nivel de confianza alto, entre un 50% y un 80% para un nivel de confianza medio y menos de un 50% para un nivel de confianza bajo).

### Mensajes principales

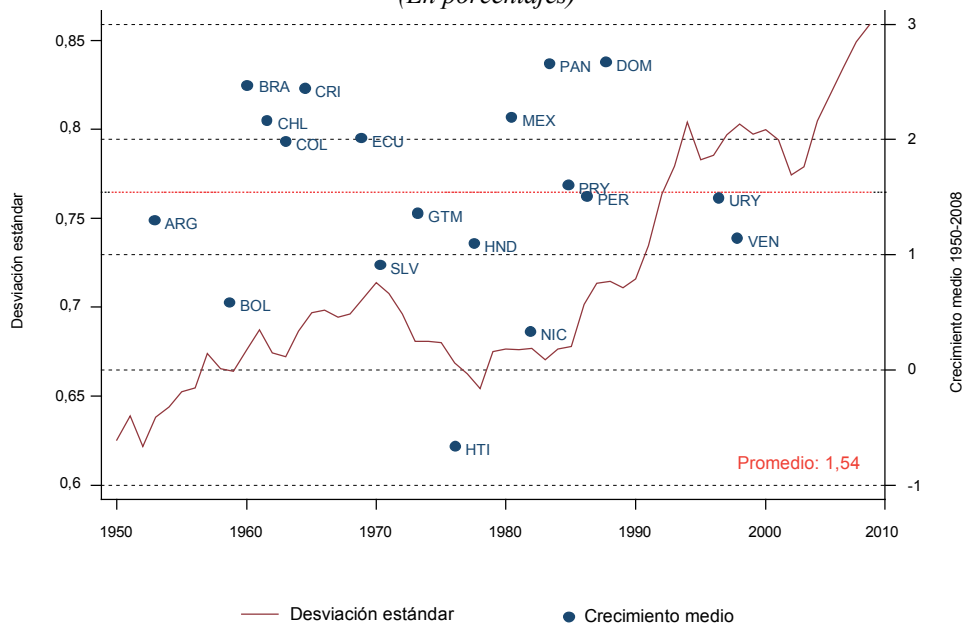
La evidencia científica disponible muestra que el calentamiento global asociado al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de actividades antropogénicas está ocasionando cambios climáticos discernibles, como un aumento de la temperatura, modificaciones en los patrones de precipitación, reducción de la criósfera, alza del nivel de mar y modificaciones en los patrones de eventos climáticos extremos. Las proyecciones realizadas indican que, con una alta probabilidad, se observará un aumento medio de temperatura de entre 1°C y 6°C, acompañado de modificaciones en los patrones de precipitación con oscilaciones al alza de entre un 5% y un 10% y reducciones de entre un 20% y un 40%. Además, se espera un derretimiento de los glaciares en los países andinos, un aumento de los eventos extremos en áreas como el Caribe y Centroamérica y los trópicos y subtrópicos de América el Sur, y posibles modificaciones en eventos climáticos como El Niño.

## V. EVOLUCIÓN MACROECONÓMICA

El crecimiento económico de largo plazo de las economías de América Latina y el Caribe es, sin duda, el resultado de una compleja matriz de factores e interrelaciones. No obstante, es posible identificar un conjunto de patrones regulares empíricos que permiten construir escenarios futuros con sus respectivas líneas base o inerciales (*business as usual*). Al igual que las economías modernas, el conjunto de los países de América Latina y el Caribe muestra, en el largo plazo, una trayectoria ascendente del PIB y del PIB per cápita en torno a una tendencia con oscilaciones, normalmente autocorrelacionadas en serie (Hodrick y Prescott, 1997; Blanchard, 1997, y Fisher, 1994). De este modo, la adecuada identificación del componente tendencial, junto con su respectiva distribución de probabilidades, permite realizar proyecciones de largo plazo considerando los niveles de incertidumbre sobre la base de la evidencia histórica de cada país.

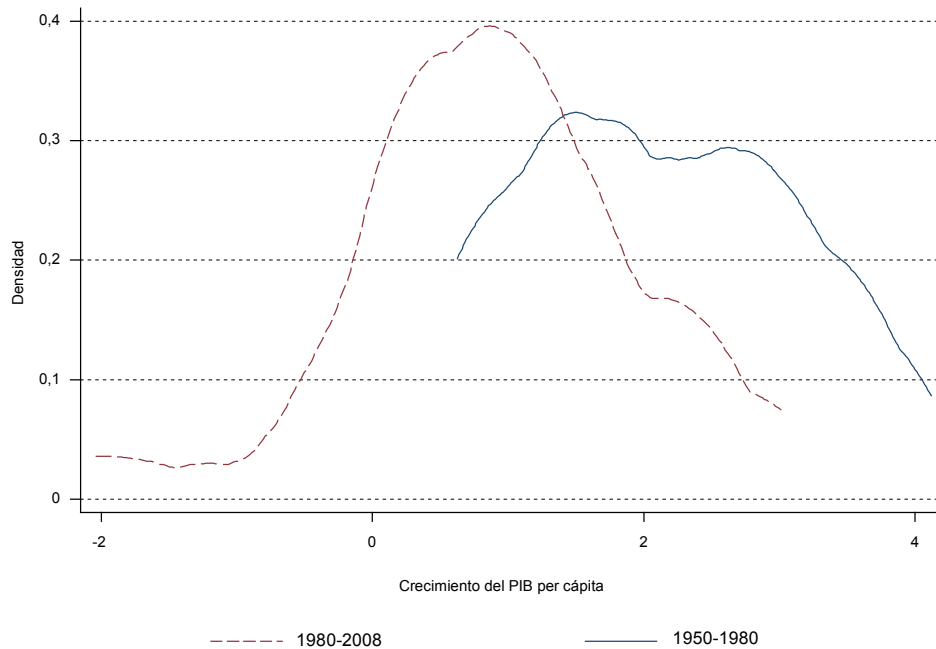
Las trayectorias históricas del PIB y del PIB per cápita son muy heterogéneas y muestran variadas tasas de crecimiento medio en distintos países y períodos (véase el gráfico V.1). En el conjunto de las economías de América Latina y el Caribe se observa un menor ritmo de crecimiento en el período 1980-2008 con respecto al período 1950-1980 (véase el gráfico V.2) y la persistencia de distintos grados de volatilidad entre el PIB y el PIB per cápita (véase el gráfico V.1), que se reflejan en oscilaciones en torno a una tasa de crecimiento medio diferente por país que, en ocasiones, se modifica en el tiempo.

Gráfico V.1  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DESVIACIÓN ESTÁNDAR ANUAL Y TASA DE CRECIMIENTO MEDIO DEL PIB PER CÁPITA**  
 (En porcentajes)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 y de la Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

Gráfico V.2  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DISTRIBUCIÓN DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO,  
 1950-1980 Y 1980-2008**  
*(En porcentajes)*



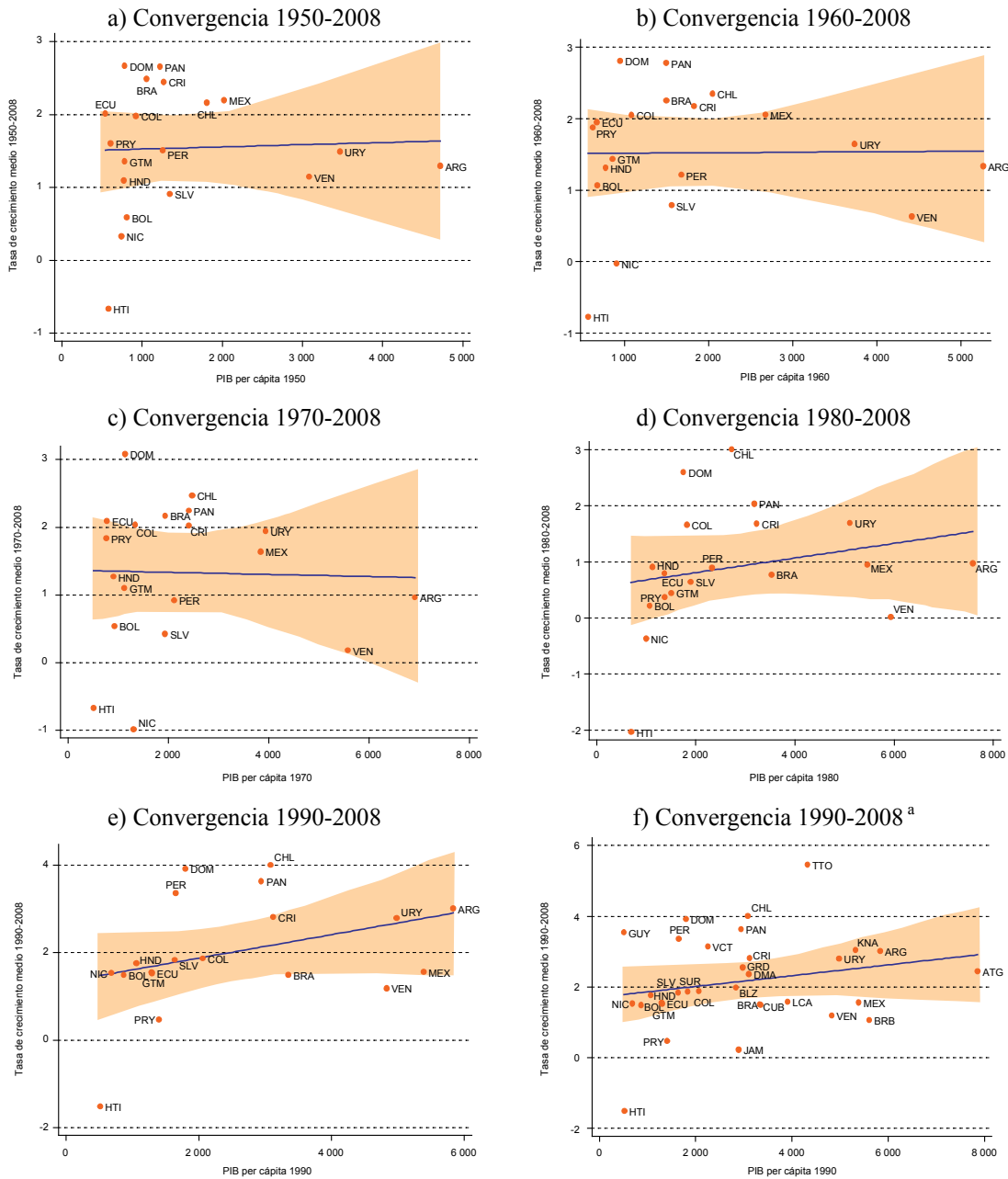
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 y de la Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

La evidencia disponible indica que las trayectorias de los PIB per cápita de los países de América Latina y el Caribe no muestran un proceso de convergencia absoluto (convergencia en  $\beta$ ) ni de convergencia en la dispersión (convergencia en  $\sigma$ ) (Barro y Sala-i-Martin, 1992). Es decir, que la tasa de crecimiento de los países con menor PIB per cápita no es mayor que la de los países con un PIB per cápita superior. La evidencia disponible, sintetizada en el gráfico V.3, incluso muestra que la relación entre estas variables se modifica en el tiempo, observándose que en algunas décadas no existe relación alguna, ni siquiera una ligera relación positiva. Asimismo, durante todo el período (1950-2008) las relaciones entre el crecimiento medio del PIB per cápita (en porcentajes) y el PIB per cápita (en dólares de 2000) se vuelven menos robustas.

Esto no impide que exista un proceso de convergencia condicional de los PIB per cápita o una convergencia por grupos o clubes de países relativamente homogéneos que se ajuste por un conjunto de variables (Barro y Sala-i-Martin, 1992) y donde las probabilidades de transición y cambio de grupo sean bajas.



Gráfico V.3  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PIB PER CÁPITA COMPARADO CON LA TASA DE CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DEL PIB PER CÁPITA**  
*(En porcentajes y dólares de 2000)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 y de la Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

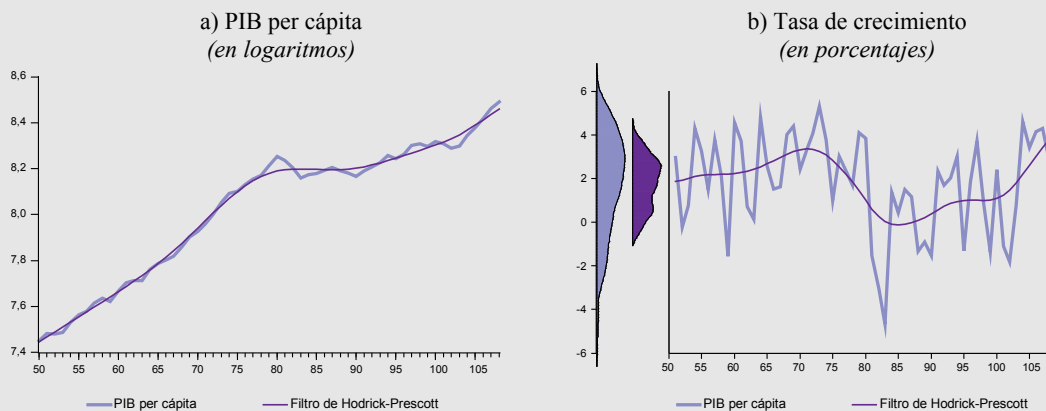
<sup>a</sup> Incluye a los países que tienen datos disponibles del PIB per cápita desde 1990 (Antigua y Barbuda, Barbados, Belice, Cuba, Dominica, Granada, Guyana, Jamaica, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Suriname y Trinidad y Tabago).

El conjunto de resultados sobre las trayectorias del PIB y del PIB per cápita muestra que las proyecciones con trayectorias diferenciadas por país concuerdan con la evidencia histórica disponible y que esta evidencia por país es un predictor razonable del futuro. Asimismo, cabe esperar que en las próximas décadas se mantenga el dinamismo histórico de las economías.

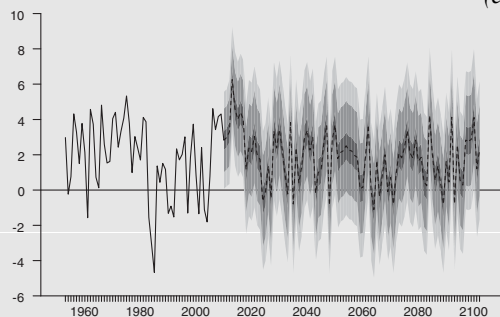
Recuadro V.1  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PROYECCIONES DEL PIB PER CÁPITA**

La trayectoria del PIB per cápita de América Latina y el Caribe muestra una tendencia ascendente con oscilaciones y ritmos variados. La tasa de crecimiento medio del PIB per cápita fue del 1,8% en el período 1950-2008. La región experimentó una fase de crecimiento acelerado en el período 1950-1980, con una tasa del PIB per cápita superior al 2% y, posteriormente, durante el período 1980-2000, la tasa de crecimiento se redujo e incluso llegó a ser negativa en algunos años. En el período posterior a 2001, la tasa de crecimiento del PIB per cápita vuelve a recuperarse. Las proyecciones parecen indicar que la tasa de crecimiento del PIB per cápita del conjunto de la región se ubicará en un 1,8%, con un 60% de probabilidad de que se sitúe entre un 1,1% y un 2,5%.

**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: TRAYECTORIA DEL PIB PER CÁPITA Y DE LA TASA DE CRECIMIENTO, INCLUIDO EL FILTRO DE HODRICK-PRESCOTT Y EL GRÁFICO DE ABANICO RESPECTIVO, 1950-2008<sup>a</sup>**



c) Proyección de la tasa de crecimiento del PIB per cápita, 2009-2100 (en porcentajes)



Probabilidad del escenario	Límite inferior	Media	Límite superior
60	1,1	1,8	2,5
20	-2,0	-0,7	1,1
10	2,6	4,3	5,7

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 y de la Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

<sup>a</sup> En el cálculo del PIB per cápita de América Latina y el Caribe se incluyen solo los países respecto de los cuales existen datos disponibles a partir de 1950.

### **Mensajes principales**

Para llevar a cabo el análisis económico del cambio climático se utilizan diversos métodos, pero, en general, se construye una línea base que sirve de referencia. De este modo, en el análisis de los impactos se compara la línea base de la economía sin y con cambio climático, mientras que en el análisis de la mitigación se consideran las opciones de mitigación con referencia a una línea base de emisiones.

En este contexto, es necesario construir escenarios económicos de largo plazo que no deben considerarse proyecciones puntuales. Los escenarios macroeconómicos elaborados para cada uno de los países se basan en la evidencia histórica y en los patrones regulares de las economías de la región en los últimos 50 años, destacándose tres factores:

- las economías de América Latina muestran una trayectoria ascendente con oscilaciones en torno a una tendencia;
- las tasas de crecimiento anual muestran importantes oscilaciones, incluidos cambios estructurales en sus trayectorias medias, lo que define a los diferentes períodos. De este modo, se observa una fase inicial de mayor dinamismo seguida por una fase con un ritmo menor y una recuperación en los años más recientes previos a la crisis actual;
- no existe un proceso de convergencia absoluta de las trayectorias de los PIB per cápita entre los países de América Latina.

Este conjunto de elementos parece indicar que:

- los escenarios económicos proyectados por países concuerdan con la evidencia de que no existe un proceso de convergencia absoluta en la región;
- las tasas de crecimiento del PIB per cápita proyectadas suponen que se mantiene un dinamismo similar al de las últimas dos décadas.

## VI. LOS IMPACTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Los impactos del cambio climático en la región son múltiples, heterogéneos, no lineales, de diferentes magnitudes y ciertamente significativos, aunque aún persiste un alto nivel de incertidumbre sobre sus canales de transmisión y su amplitud específica (Samaniego, 2009). Asimismo, existe una elevada vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, como el incremento en las últimas tres décadas de la ocurrencia de los fenómenos de El Niño y la Oscilación Austral, de la frecuencia e intensidad de los huracanes en Centroamérica y el Caribe y de los valores extremos de precipitación en el sudeste de América del Sur. Sobre la base de la información disponible de los Estudios regionales de economía del cambio climático (ERECC), se sintetizan estos impactos hasta 2100.

El conjunto de resultados muestra claramente que hay evidencia sólida para argumentar que existen efectos económicos significativos en el sector agropecuario asociados al cambio climático en América Latina y el Caribe. Sin embargo, son muy heterogéneos entre países y regiones y revelan, además, un comportamiento no lineal. De este modo, algunos países y regiones tendrán beneficios temporales como consecuencia de los aumentos moderados de la temperatura y los cambios en la precipitación, aunque en el largo plazo predominan los efectos negativos. Las principales consecuencias del cambio climático en el sector agropecuario en América Latina y el Caribe serían las siguientes:

- i) En los países ubicados al sur del continente, como la Argentina, Chile y el Uruguay, habría un aumento de la temperatura de entre 1,5°C y 2°C en el período 2030-2050, lo que podría repercutir positivamente en la productividad agrícola, si no se consideran los potenciales problemas relacionados con la aparición o la difusión de plagas y enfermedades, ni la restricción hídrica a consecuencia del derretimiento de los glaciares (sobre todo en Chile y el oeste de la Argentina). Sin embargo, después de pasar este umbral de temperatura, los efectos sobre la producción agrícola y pecuaria serán negativos.
- ii) En el Paraguay, en un escenario global de emisiones A2, se prevén reducciones importantes en la producción de trigo y algodón a partir de 2030, y en la de soja desde 2050; en cambio, la producción de maíz podría verse favorecida, al igual que la de caña de azúcar y mandioca.
- iii) En el Estado Plurinacional de Bolivia se espera que la frontera agropecuaria siga expandiéndose y que la producción y el empleo en ese sector continúen siendo fundamentales para el país durante el resto del siglo. Los resultados del análisis de cultivos y a nivel municipal muestran que los rendimientos agropecuarios generalmente son mayores en áreas con moderados niveles de temperatura y precipitación, y que podrían incrementarse en las zonas de mayor altura, aunque los impactos serían significativos en regiones con temperaturas y precipitaciones extremas.
- iv) En Chile la situación del sector silvoagropecuario es heterogénea: algunos cultivos y regiones aumentan su productividad debido a que se eliminan las restricciones que provocan las bajas temperaturas (sur del país), mientras que la productividad de otros cultivos y regiones se verá considerablemente reducida debido a la falta de agua para riego y a la escasez de lluvias (centro y norte del país).

- v) En el Ecuador el cambio climático tendrá consecuencias diversas en las unidades productivas agropecuarias. Por ejemplo, en las unidades de subsistencia se observa que un incremento de 1°C en la temperatura tendría como consecuencia un aumento en la producción de los cultivos; sin embargo, esta situación se revierte al superar un umbral de 2°C. En las unidades de producción intermedias, un aumento de 1°C afectaría la producción de banano, cacao y plátano.
- vi) En Colombia se prevé un posible incremento de 4°C en la temperatura media hacia fines del siglo XXI, lo que implicará un aumento aproximado de 700 metros de altura de la franja en que se encuentra el umbral de temperaturas óptimas para diferentes cultivos.
- vii) En Centroamérica se observa que, en promedio, la temperatura máxima ya ha sobrepasado en varios grados la óptima para el índice de producción agropecuario de varios cultivos, lo que parece indicar que habrá mayores pérdidas si se registran nuevos aumentos. Asimismo, durante la temporada de lluvias, los niveles de precipitación acumulada de la región son, en promedio, mayores al nivel óptimo para maximizar la producción, por lo que una reducción menor podrá mejorar los rendimientos, pero una reducción significativa podría arrojar pérdidas. Un análisis más desagregado muestra la posibilidad de que existan pérdidas en la producción de granos básicos en las regiones con menor precipitación, como la vertiente del Pacífico.
- viii) Respecto del Caribe, los resultados obtenidos muestran que un aumento en el nivel de precipitación podría producir efectos positivos en la producción agrícola de Guyana; en cambio, el nivel de producción de Trinidad y Tabago puede disminuir, debido, en gran medida, a una mayor incidencia de las inundaciones en las tierras de cultivo. En el caso de las Antillas Neerlandesas, los aumentos de la temperatura tendrían beneficios para la agricultura en su conjunto. Una situación similar se presentaría en la República Dominicana. En general, se espera que la producción de caña de azúcar no se vea afectada significativamente por los aumentos de la temperatura, mientras que los cultivos de plátano, cacao, café y arroz serían más sensibles.

El resultado final neto de los impactos del cambio climático en el sector agrícola depende además de un conjunto de variables muy diversas (la propagación de plagas, enfermedades y malezas, la degradación de los suelos y la falta de agua para riego, entre otras) y puede modificarse en función de la capacidad del efecto del CO<sub>2</sub> en el proceso de fertilización para revertir el efecto negativo del aumento de la temperatura y el déficit hídrico, y de los procesos de adaptación e innovación tecnológica.

La degradación de los suelos es, sin duda, un problema fundamental de largo plazo en América Latina y el Caribe que incidirá cada vez más en las condiciones de producción del sector agropecuario. La evidencia disponible sobre la degradación de los suelos se sintetiza en el cuadro VI.1, donde se observa que en el Estado Plurinacional de Bolivia, Chile, el Ecuador, el Paraguay y el Perú las áreas potencialmente degradadas hasta 2100 son amplias y oscilarán entre el 22% y el 62% del territorio, destacándose los casos del Paraguay y el Perú.

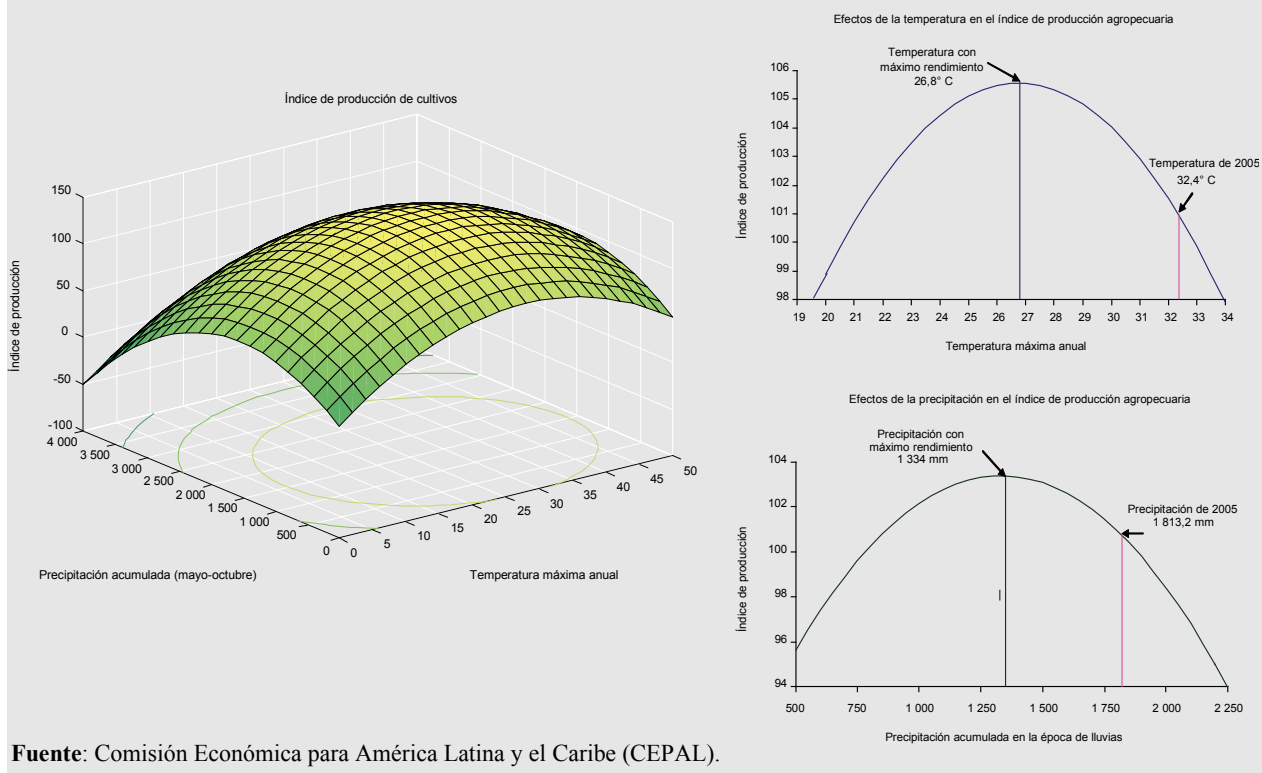
Cuadro VI.1  
**AMÉRICA LATINA (5 PAÍSES): ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS OCASIONADAS  
 POR LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS**  
*(En kilómetros cuadrados y porcentajes)*

	Área actual degradada (Km <sup>2</sup> )	Territorio actual degradado (en porcentajes)	Área degradada en 2050 (Km <sup>2</sup> )	Área degradada en 2100 (Km <sup>2</sup> )	Territorio degradado en 2050 (en porcentajes)	Territorio degradado en 2100 (en porcentajes)
Bolivia (Estado Plurinacional de)	60 339	5,5	123 301	243 979	11,2	22,2
Chile	77 230	10,2	157 818	312 278	20,8	41,2
Ecuador	40 136	14,2	82 017	162 289	28,9	57,2
Paraguay	66 704	16,4	136 308	269 716	33,5	66,3
Perú	197 211	15,3	402 996	797 418	31,3	62,0

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de Mecanismo Mundial de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, estudios por países del proyecto Evaluación mundial de la degradación de las tierras (GLADA), en coordinación con los Estudios regionales de economía del cambio climático (ERECC) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Recuadro VI.1  
**CENTROAMÉRICA: EFECTOS DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN  
 EN EL SECTOR AGRÍCOLA**

En general, los impactos del cambio climático son heterogéneos y no lineales y, dado que existen límites específicos de tolerancia y resistencia de los distintos cultivos, esos impactos pueden llegar a puntos de inflexión. La especificación convencional de la identificación de los impactos climáticos sobre la agricultura supone una relación cóncava con los rendimientos, el nivel de producción, o ambos; de este modo, la temperatura o la precipitación estimulan en un inicio el crecimiento de las cosechas para, posteriormente, reducirlo (Stern, 2007).



En las áreas de América del Sur que actualmente son relativamente secas, se observarán disminuciones en la disponibilidad de agua. Un aumento global de la temperatura de 2°C podría traducirse en una disminución de hasta un 30% en la precipitación anual, y un aumento de 4°C en una reducción de entre un 40% y un 50% (Warren y otros, 2006). Esto incrementará sustancialmente el número de personas con dificultades para acceder al agua limpia en 2025. En algunas áreas de América Latina se prevé un estrés hídrico grave que afectará a la oferta de agua y la generación hidroeléctrica, en particular en los países andinos y en la región subtropical de América del Sur, muy dependiente de este tipo de energía. Además, algunos glaciares se reducirán o desaparecerán, lo que causará escasez de agua y reducción de la generación hidroeléctrica (CEDEPLAR/UFGM/FIOCRUZ, 2008). En Centroamérica se prevén, en cualquier escenario climático, afectaciones en la disponibilidad de agua por las variaciones en la temperatura y la precipitación (particularmente en la vertiente del Pacífico), elevación de la salinidad en acuíferos costeros y en acuíferos con alta evaporación, y mayores problemas de calidad del agua, junto con un aumento en la demanda. Para la subregión del Caribe se espera una reducción de la disponibilidad de agua, a pesar de las proyecciones de incremento de la precipitación, como consecuencia de la variabilidad de las lluvias. Asimismo, existe evidencia de que el número de días secos ha aumentado. También se espera un incremento de la nubosidad y del número e intensidad de las tormentas tropicales y los ciclones.

Los efectos en la salud debidos al cambio climático en la región se centran en el estrés por calor, la malaria, el dengue, el cólera, las enfermedades respiratorias y otras relacionadas con los cambios en las precipitaciones y la disponibilidad de agua, así como en la calidad del aire (Githeko y Woodward, 2003; CEDEPLAR/UFGM/FIOCRUZ, 2008). A causa de la pérdida del ozono estratosférico y del aumento del índice de radiación ultravioleta se incrementarán los casos de cáncer de piel no melanoma en las regiones más australes del continente (partes de Chile y la Argentina) (Magrin y otros, 2007) y la morbilidad y mortalidad por olas de calor. Cabe resaltar que el noreste del Brasil será una región especialmente sensible en cuanto a la salud ante el cambio del clima.

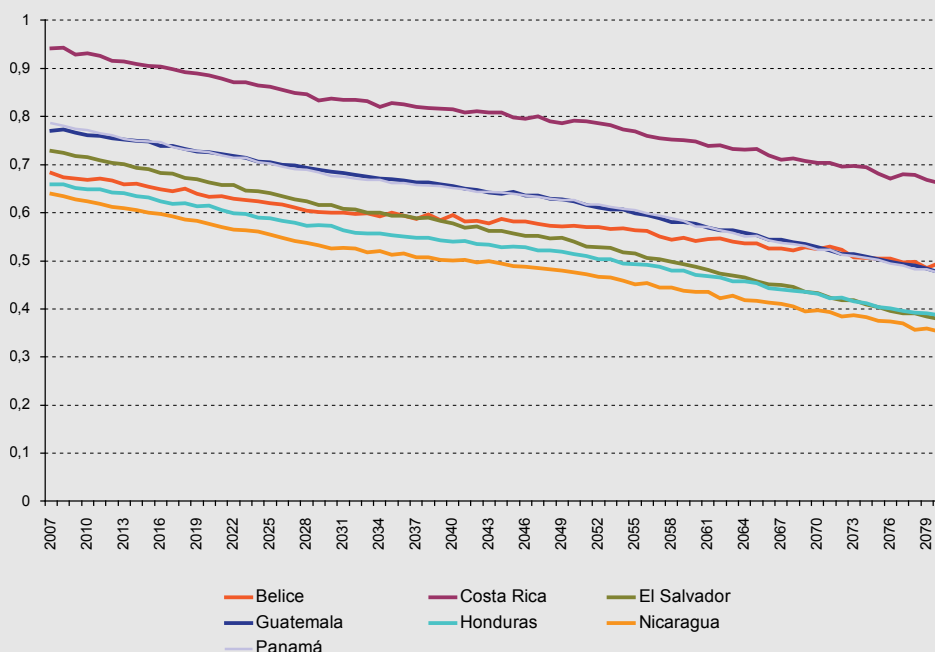
El alza del nivel del mar generará un aumento en el desplazamiento de la población y en la cantidad de tierra perdida por inundaciones permanentes. Los pequeños Estados insulares del Caribe se verán muy afectados. El aumento del nivel del mar causará la desaparición de manglares en las costas bajas (norte del Brasil, Colombia, el Ecuador, la Guayana Francesa y Guyana) y dañará la región de las pesquerías. Las inundaciones de las costas y la erosión de la tierra afectarán la cantidad y la calidad del agua. La intrusión de agua marina podría exacerbar los problemas socioeconómicos y de salud en esas áreas (Magrin y otros, 2007). Además, existen serias amenazas en las zonas costeras del Río de la Plata (la Argentina y el Uruguay) debido al aumento de las olas de tormenta y el nivel del mar.

De acuerdo con algunos modelos climáticos, un aumento global de la temperatura de 3°C se reflejará en marcadas reducciones de la precipitación sobre la Amazonia, que provocarán el sustancial deterioro de las selvas que albergan la biodiversidad más grande del planeta (Stern, 2008) e incluso existe el riesgo de sabanización de partes de la selva amazónica. En las costas continentales e insulares del mar Caribe, un incremento de 1°C a 2°C provocará un mayor blanqueamiento coralino. En América Latina, dada la elevada concentración de especies endémicas, se ubican 7 de los 25 sitios de biodiversidad más críticos del mundo. En este sentido, el cambio climático está poniendo en riesgo una parte importante de la biodiversidad del planeta (véase el recuadro VI.2).

Recuadro VI.2  
**LA BIODIVERSIDAD EN CENTROAMÉRICA**

Según el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) de Costa Rica, la gran diversidad geológica, geográfica, climática y biótica de Centroamérica representa el 7% de la biodiversidad del planeta. Existen múltiples factores que tienen un efecto negativo en la biodiversidad y que varían de un país a otro, como la deforestación y la contaminación de los suelos y el aire. Además de las presiones existentes, el cambio climático ejercerá una presión adicional al modificar los patrones de precipitación y provocar un incremento en la temperatura y en la cantidad de eventos extremos, que se traducirá en una mayor pérdida de la biodiversidad. Para identificar los impactos del cambio climático, se construyó un índice de biodiversidad potencial. En el gráfico siguiente, se presentan los resultados de las simulaciones climáticas en el escenario A1B, que muestran una reducción del índice respecto de todos los países de la región.

**CENTROAMÉRICA (7 PAÍSES): EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL EN EL ESCENARIO A1B**



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Se estima que en Centroamérica los costos directos de mercado de la biodiversidad correspondientes al ecoturismo, los animales vivos, los productos animales, la producción forestal certificada (sostenible), la producción agrícola orgánica, la producción forestal no maderable y la bioprospección llegan a 179,81 millones de dólares. Asimismo, para obtener costos indirectos se especificó una función de producción agrícola que incluye el índice de biodiversidad, que permite estimar la contribución marginal de la biodiversidad a la producción y, por esta vía, el precio sombra de los servicios ecosistémicos. El costo promedio de la región para 2080, con una tasa de descuento del 0,5%, se podría ubicar en un 8,33% del PIB. Los costos directos se estiman sobre la base de los valores de mercado de la biodiversidad y los costos indirectos se relacionan con la producción agropecuaria. Al igual que ocurre en otros casos, los costos son relativamente bajos hasta 2030 y después muestran una tendencia ascendente; a partir de 2050 crecen exponencialmente.



Recuadro VI.2 (conclusión)

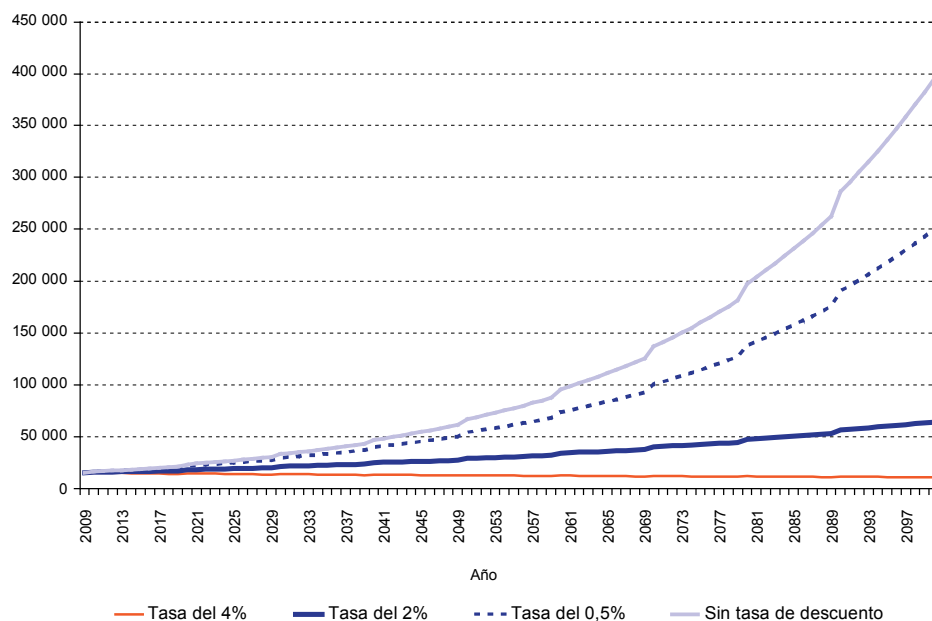
**CENTROAMÉRICA: VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS ACUMULADOS ESTIMADOS  
AL AÑO DE CORTE DEL SECTOR DE LA BIODIVERSIDAD ANTE EL  
CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESCENARIO A1B**  
*(En porcentajes del PIB de 2008)*

Años	Tasa de descuento		
	0,50	2,0	4,0
2020	0,17	0,15	0,12
2030	0,55	0,44	0,34
2050	2,06	1,36	0,82
2080	8,33	3,95	1,65
2100	19,63	7,26	2,33

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Los países de América Latina y el Caribe se verán afectados por la variabilidad climática y los eventos extremos, entre los que se destacan los fenómenos de El Niño y la Oscilación Austral, y su contrapartida, La Niña, los eventos extremos de precipitación y las tormentas tropicales (Zapata-Martí y Saldaña-Zorrilla, 2009). En 2100 el costo de los desastres climáticos a precios constantes de 2008 pasará de un promedio anual para el período 2000-2008 de casi 8.600 millones de dólares a: i) 11.000 millones de dólares con una tasa de descuento del 4%; ii) 64.000 millones de dólares con una tasa de descuento del 2% y iii) 250.000 millones de dólares con una tasa de descuento del 0,5% (véase el gráfico VI.1) (Zapata-Martí y Saldaña-Zorrilla, 2009).

**Gráfico VI.1**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: COSTO DE LOS DESASTRES CLIMÁTICOS, 2009-2100**  
*(En millones de dólares constantes de 2008)*



**Fuente:** R. Zapata-Martí y S. Saldaña-Zorrilla, "Desastres naturales y cambio climático. Estudio regional para la economía del cambio climático", 2009, inédito.

### Mensajes principales

La evidencia empírica existente con respecto a América Latina y el Caribe muestra que, en efecto, el cambio climático tiene impactos significativos en las economías de la región. Sin embargo, estos son en extremo heterogéneos según las regiones y a lo largo del tiempo, tienen comportamientos no lineales, diferentes magnitudes y, en algunos casos, consecuencias irreversibles. A continuación se presentan algunos ejemplos.

- Los impactos del cambio climático en el sector agrícola se diferencian por cultivos, regiones, tipos de tierra y agentes económicos. En ciertas zonas de la Argentina, Chile y el Uruguay y en algunas regiones de países con climas templados se observa que un aumento moderado de la temperatura puede tener efectos positivos en el sector agrícola para ciertos horizontes de tiempo. Por el contrario, en regiones tropicales y en Centroamérica, el aumento de la temperatura deriva en impactos negativos que se incrementan paulatinamente. Además, los efectos del cambio climático en la degradación de los suelos son significativos y negativos en todos los casos.
- En general, el cambio climático ocasionará presiones adicionales sobre los recursos hídricos en la Argentina, el Brasil, Chile, el Ecuador y el Perú, así como también en Centroamérica y el Caribe, a causa de los cambios en la precipitación, la elevación de las temperaturas y el aumento de la demanda. Esto tendrá consecuencias negativas primordialmente sobre la producción agropecuaria y el uso de las represas hidroeléctricas. En el corto plazo, en algunas regiones puede presentarse un fenómeno de mayor disponibilidad de agua asociado al derretimiento de los glaciares, pero que en el largo plazo puede incrementar el estrés hídrico.
- Persiste una marcada incertidumbre sobre los posibles impactos del cambio climático en la morbilidad y la mortalidad asociadas a enfermedades como la malaria y el dengue. Sin embargo, la información disponible parece indicar que la difusión de estas enfermedades superará los límites geográficos actuales, incrementándose la población afectada.
- El aumento del nivel del mar conducirá a la desaparición de manglares en las costas bajas (norte del Brasil, Colombia, el Ecuador, la Guayana Francesa y Guyana), la inundación de las zonas costeras y la erosión de la tierra, además de afectar la infraestructura y las construcciones cercanas a las costas, como en el Río de la Plata (la Argentina y el Uruguay) y dañar significativamente actividades como el turismo, en particular en el Caribe.
- El cambio climático ocasionará pérdidas significativas en la biodiversidad, en muchas ocasiones irreversibles, algo particularmente grave en una región que incluye a varios de los países con mayor biodiversidad del planeta. Sin embargo, estas pérdidas físicas no se corresponden con un valor económico, debido a que una parte importante de los servicios ecosistémicos no puede ser adecuadamente cuantificada ni incluida en el mercado.
- La evidencia disponible sobre los eventos extremos, como las lluvias intensas, los períodos secos prolongados y las ondas de calor, parece indicar que la modificación de sus patrones de frecuencia e intensidad repercutirá en un incremento de los costos. En este contexto, se destacan los impactos en subregiones como Centroamérica y el Caribe, los efectos en las actividades económicas como el turismo y los eventos extremos de precipitación en gran parte de América Latina y el Caribe. El 70% del continente sufre actualmente reiteradas inundaciones y las sequías intensas azotan los sistemas productivos más relevantes de la región.

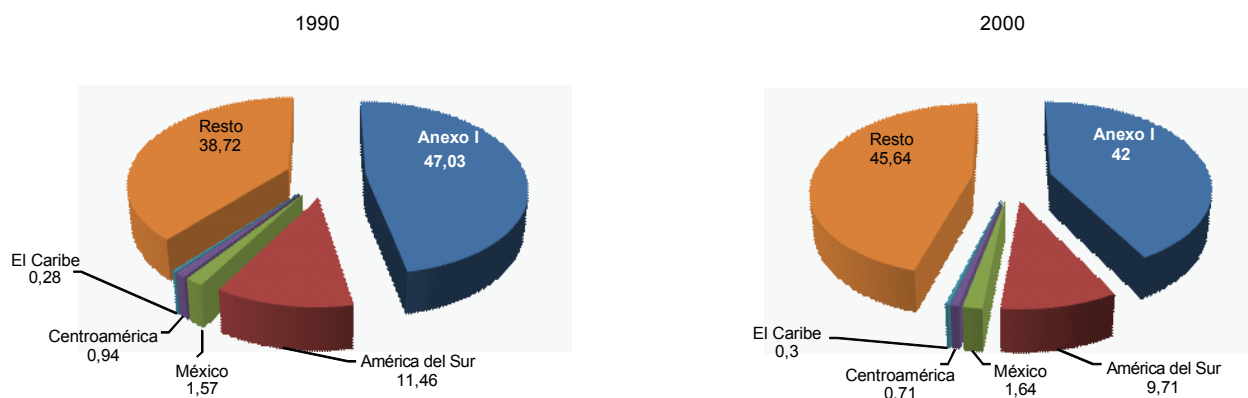
En este contexto, resulta fundamental diseñar una estrategia regional que permita reducir los impactos más graves del cambio climático y evitar los que resultan inaceptables, como la pérdida irreversible de la biodiversidad, de vidas humanas y medios de vida.

## VII. PROCESOS DE MITIGACIÓN

Las consecuencias climáticas de los escenarios de emisiones proyectados son ciertamente significativas e implican, por ejemplo, una alta probabilidad de aumento de temperatura, de 2°C hacia 2050 y de 3°C, e incluso 4°C, hacia el final del siglo (IPCC, 2007b).

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de América Latina y el Caribe muestran un comportamiento complejo a lo largo del tiempo, como consecuencia de la interacción de una multiplicidad de factores. Las emisiones totales de América Latina tienen menor participación en el contexto internacional y se redujeron como proporción del total de emisiones entre 1990 y 2000. América del Sur pasó de representar el 11,5% del total en 1990 al 9,71% en 2000. Por su parte, Centroamérica pasó del 0,94% al 0,71% y el Caribe registró un incremento marginal del 0,28% al 0,30% (véase el gráfico VII.1)<sup>3</sup>. Este ritmo refleja dos tendencias encontradas: un aumento continuo de las emisiones provenientes del consumo de energía y una reducción agregada reciente de las emisiones referidas al cambio de uso de suelo. Además, debe observarse que las emisiones en términos absolutos se concentran en algunos países, como la Argentina, el Brasil, Colombia, México, el Perú y la República Bolivariana de Venezuela, mientras que los demás países tienen una participación menor en el total.

Gráfico VII.1  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PARTICIPACIÓN EN LAS EMISIONES TOTALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, INCLUIDO EL CAMBIO DE USO DE SUELO<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0” [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009.

<sup>a</sup> Incluye dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sulfato de amonio (NH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). No hay datos disponibles de cambio de uso de suelo en los casos de Antigua y Barbuda, Barbados, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tabago.

<sup>3</sup> A efectos de la comparabilidad, la información sobre emisiones proviene de la base de datos de CAIT versión 6.0 (WRI, 2009), que en ocasiones no coincide con los inventarios oficiales de emisiones, por lo que debe tomarse con precaución.

Un 60% de las emisiones mundiales proviene de la quema de combustibles fósiles y la producción de cemento; a estas siguen las que generan el cambio de uso de suelo y el sector agrícola. Sin embargo, en América del Sur, el sector energético generó solo el 21%, el cambio de uso de suelo el 51% y la agricultura el 24% del total de emisiones. En Centroamérica, del sector energético surgió un 13% y del cambio de uso de suelo un 85% del total. En el Caribe, el sector energético representa un 97% del total de emisiones, aunque no existen datos para la mayoría de los países de la subregión. En este sentido, la composición de las emisiones en América Latina y el Caribe muestra una mayor participación del cambio de uso de suelo con referencia al promedio mundial y menor en lo que respecta al componente energético de las emisiones.

Las emisiones de GEI originadas en el sector energético y la producción de cemento en América Latina y el Caribe aún representan una parte menor del total de emisiones mundiales, aunque muestran una tendencia ascendente, ya que pasaron del 7% en 1990 al 8,2% en 2000. La tasa de crecimiento de este tipo de emisiones para el período 1990-2000 fue del 2,9% en América del Sur, el 3,0% en Centroamérica y el 1,2% en el Caribe, mientras que la tasa de crecimiento global alcanzó el 1,0%. Estos datos muestran que, en el agregado, los países de América Latina y el Caribe aún generan pocas emisiones en el contexto energético, si bien estas aumentan más rápidamente que el promedio mundial aunque de forma muy heterogénea por país. El proceso de urbanización, el acceso a la energía, los procesos de industrialización, los estilos de transporte y de vida, entre otros aspectos, son factores explicativos de este comportamiento.

### 1. Emisiones y energía en América Latina y el Caribe

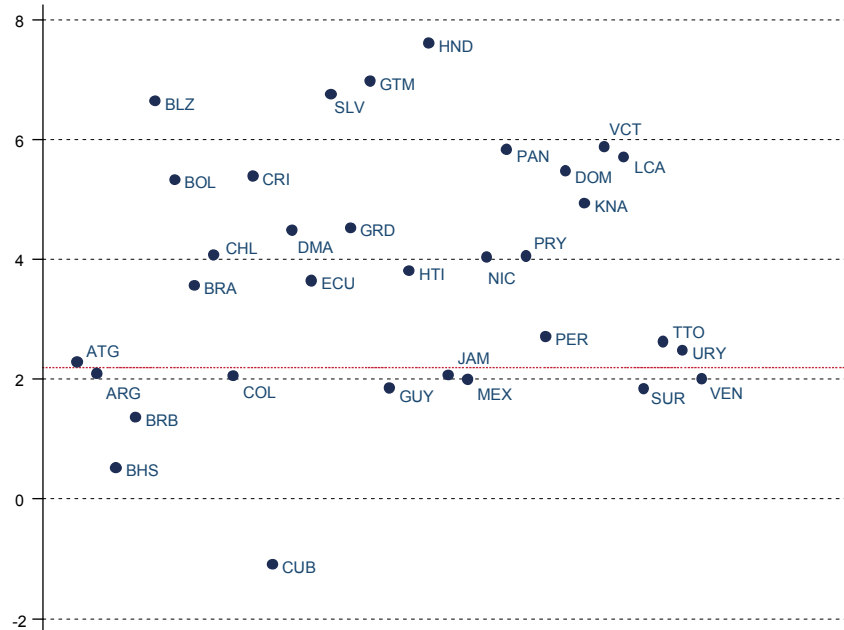
Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía y la producción de cemento en el conjunto de los países de América Latina y el Caribe tienden a aumentar, con una tasa media de crecimiento simple del 2,2% para el período 1990-2005 (véase el gráfico VII.2).

Las relaciones entre las emisiones de GEI de origen energético y las provenientes de la producción de cemento y el consumo de energía, el PIB y la población pueden formalizarse en la identidad IPAT o de Kaya (O'Neill y otros, 2001). Es factible esperar que un mayor crecimiento económico (reflejado en un incremento del PIB per cápita) o un aumento de la población conduzcan a un mayor nivel de emisiones y de consumo de energía. Sin embargo, también es posible esperar que se produzca un paulatino proceso de desacoplamiento energético (razón entre energía y PIB) y de descarbonización (razón entre emisiones y energía) en economías con un mayor ingreso per cápita.

$$(1) \quad \Delta \frac{CO_{2t}}{POB_t} = \Delta \left[ \frac{PIB_t}{POB_t} \right] * \Delta \left[ \frac{ENRG_t}{PIB_t} \right] * \Delta \left[ \frac{CO_{2t}}{ENERG_t} \right]$$

$$(2) \quad \Delta CO_{2t} = \Delta [POB_t] * \Delta \left[ \frac{PIB_t}{POB_t} \right] * \Delta \left[ \frac{ENRG_t}{PIB_t} \right] * \Delta \left[ \frac{CO_{2t}}{ENERG_t} \right]$$

Gráfico VII.2  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PROMEDIO DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>, 1990-2005**  
*(En porcentajes)*



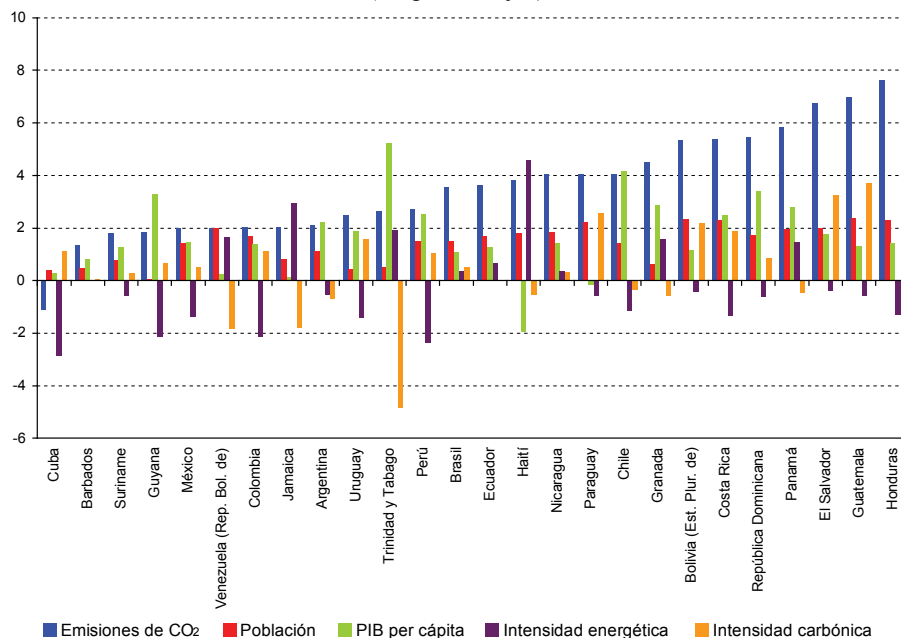
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0" [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009, y la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000.

La evolución histórica de las emisiones de GEI en América Latina y el Caribe indica que, en general, responden negativamente a los procesos de desacoplamiento energético y descarbonización, y en forma positiva a la evolución de la población y del ingreso per cápita, aunque con ponderaciones diferenciadas por país (véase el gráfico VII.3).

La evolución del consumo de energía en América Latina y el Caribe muestra una trayectoria ascendente generalizada, que se refleja en un dinamismo superior a la media global. La tasa de crecimiento del consumo de energía de América Latina y el Caribe muestra distintos niveles y ritmos por país y en el período 1970-2007 alcanzó el 3,15%, un porcentaje superior a la media global del 2,11% (véase el gráfico VII.4). Esta tasa de crecimiento del consumo de energía es superior a la tasa de crecimiento de las emisiones.

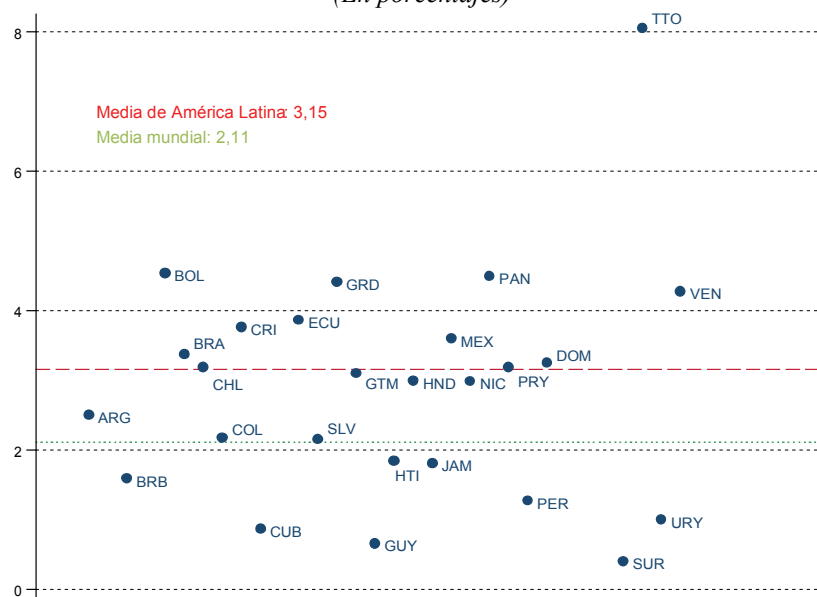
Los datos disponibles para América Latina y el Caribe muestran una estrecha asociación positiva entre el consumo de energía y el PIB per cápita (véase el gráfico VII.5) y también entre el consumo de energía per cápita y el PIB per cápita (véase el gráfico VII.6).

Gráfico VII.3  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: TASA DE CRECIMIENTO ANUAL MEDIO DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y SUS COMPONENTES, 1990-2005**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

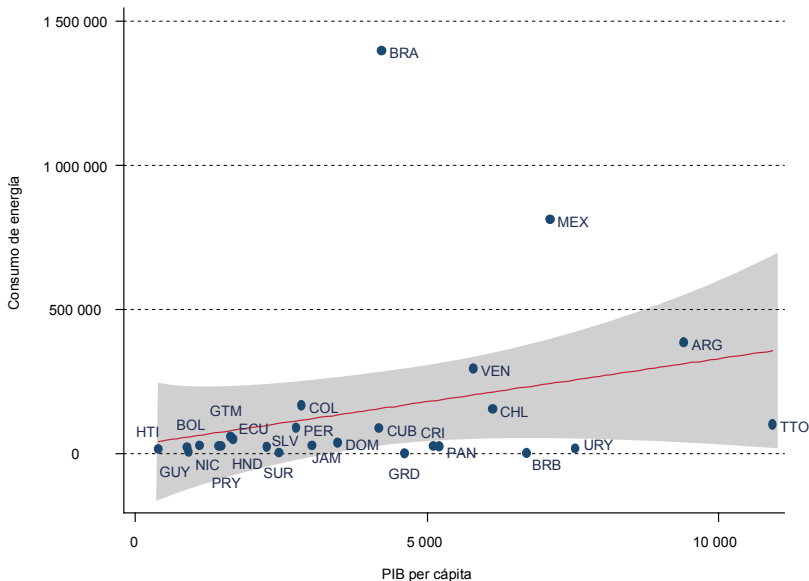
Gráfico VII.4  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA, 1970-2007**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el Sistema de Información Económica Energética (SIEE) para las estadísticas de consumo total de energía.

Gráfico VII.5  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE ENERGÍA Y PIB PER CÁPITA, 2007**

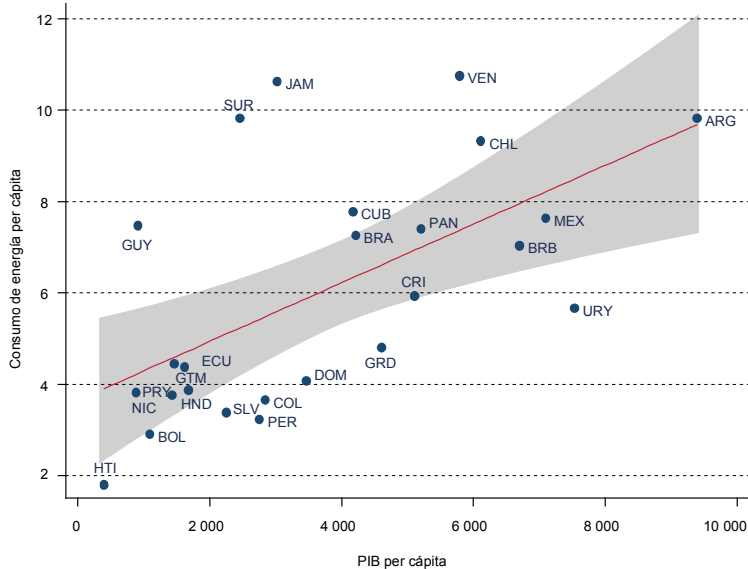
(En miles de barriles equivalentes de petróleo y dólares de 2000)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), el Sistema de Información Económica Energética (SIEE) para las estadísticas de consumo total de energía y la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos de PIB per cápita a precios constantes de 2000.

Gráfico VII.6  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA Y PIB PER CÁPITA, 2007**

(En barriles equivalentes de petróleo y dólares de 2000)



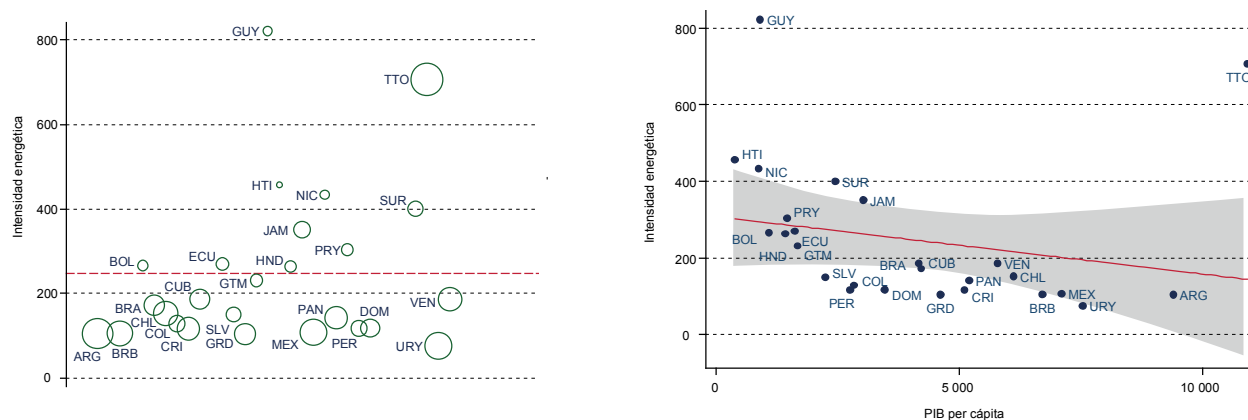
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), el Sistema de Información Económica Energética (SIEE) para las estadísticas de consumo total de energía y la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos de PIB per cápita a precios constantes de 2000.

Las intensidades energéticas (razón entre consumo de energía y PIB) son diferentes en los distintos países de América Latina y el Caribe (véase el gráfico VII.7a) y, en general, aún son menores que la media mundial. Además, se observa que existe una relación inversa entre intensidad energética y PIB per cápita (véase el gráfico VII.7b). Sin embargo, este proceso de desacoplamiento energético todavía es insuficiente para detener el crecimiento del consumo de energía en América Latina y el Caribe en términos absolutos, observándose que el estilo de crecimiento actual aún requiere un elevado consumo de energía, por lo que la región debe tomar con extrema precaución todo acuerdo que implique limitaciones al consumo total de energía.

La trayectoria de las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita referidas al consumo de energía y producción de cemento en América Latina y el Caribe también es ascendente, aunque con oscilaciones no lineales y diferencias importantes de un país a otro (véase el gráfico VII.8). Las trayectorias de las emisiones per cápita por país están asociadas positivamente a la evolución del consumo de energía y del PIB per cápita (véanse los gráficos VII.9a y VII.9b). De este modo, en el conjunto de los países de América Latina y el Caribe se observa que existe una relación positiva entre las emisiones per cápita, el consumo de energía per cápita y el PIB per cápita (véase el gráfico VII.10) (Stern, 2007).

La evolución de las intensidades en la relación entre CO<sub>2</sub> y energía y entre energía y PIB en el conjunto de los países de América Latina y el Caribe muestra una tendencia mixta, aunque es más común la reducción de la intensidad energética que de la intensidad carbónica (véase el gráfico VII.11).

Gráfico VII.7  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PIB PER CÁPITA E INTENSIDAD ENERGÉTICA, 2007<sup>a</sup>**  
*(En barriles equivalentes de petróleo y dólares de 2000)*

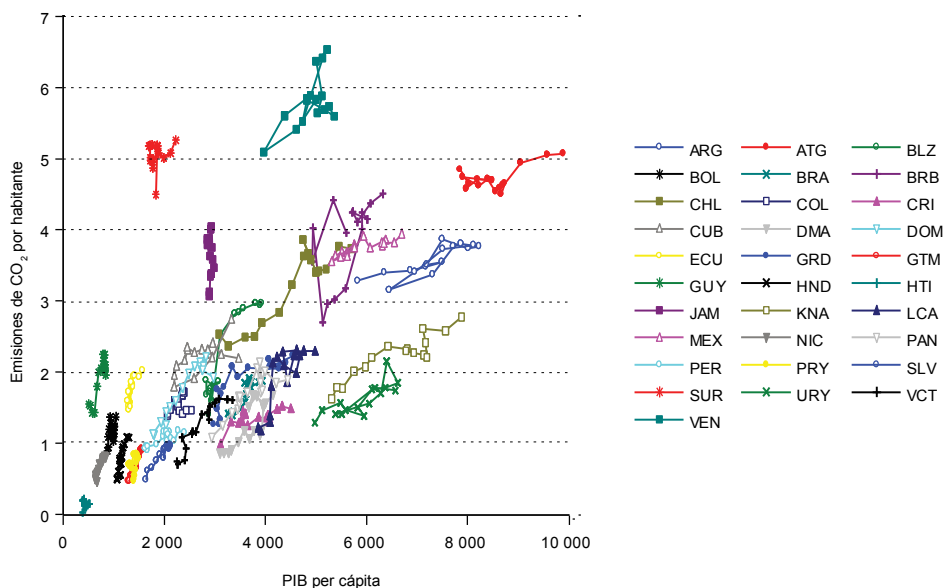


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), el Sistema de Información Económica Energética (SIEE) para las estadísticas de consumo total de energía y la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos de PIB per cápita a precios constantes de 2000.

<sup>a</sup> El tamaño de las circunferencias del gráfico VII.7a es relativo al PIB per cápita de cada país.

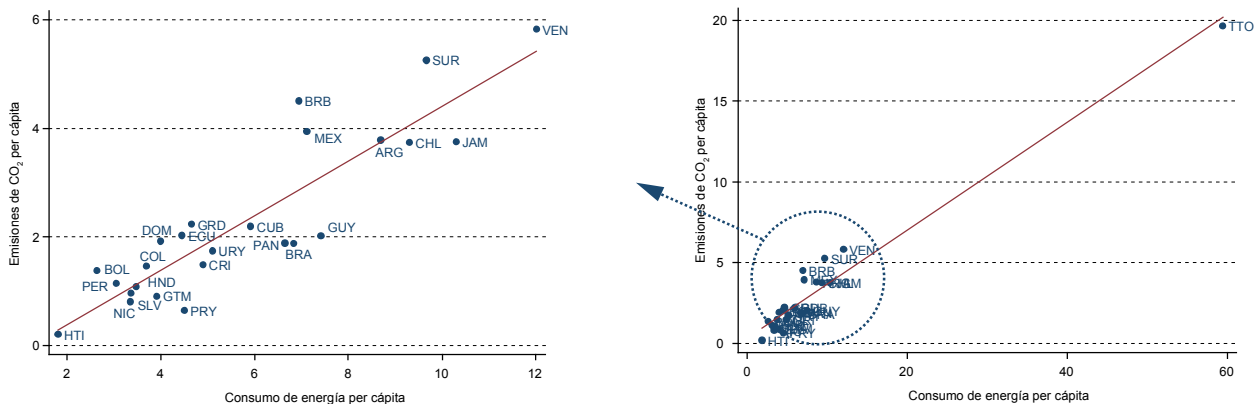


Gráfico VII.8  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PER CÁPITA Y PIB PER CÁPITA, 1990-2005**  
*(En toneladas métricas y dólares)*



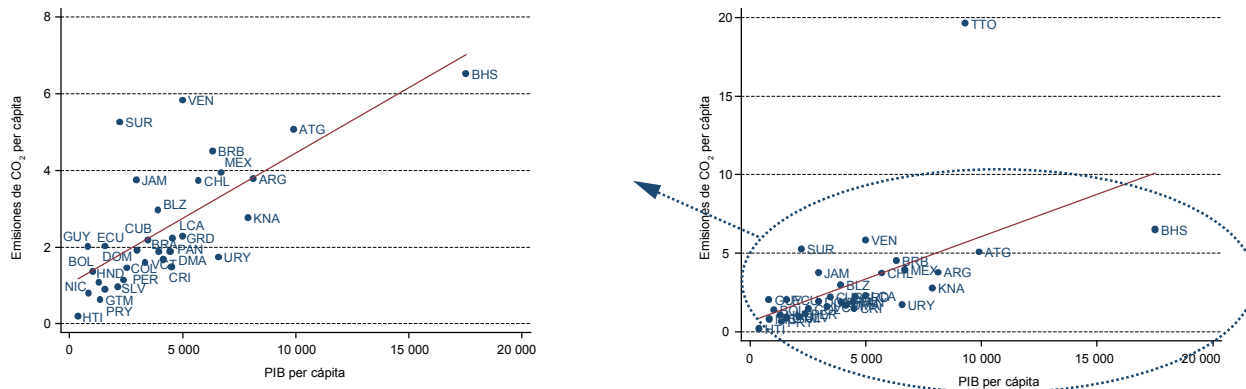
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0” [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009, para las estadísticas de emisiones de CO<sub>2</sub> e información de la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos de PIB per cápita a precios constantes de 2000.

Gráfico VII.9  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PER CÁPITA Y CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA, 2005**  
*(En toneladas por habitante y barriles equivalentes de petróleo por habitante)*



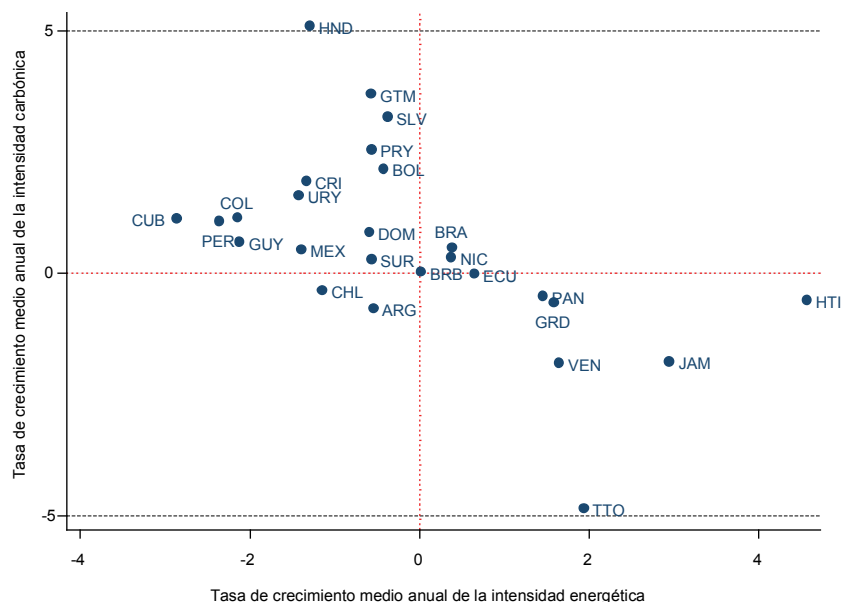
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0” [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009, para las estadísticas de emisiones de CO<sub>2</sub>, e información de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Sistema de Información Económica Energética (SIEE) para las estadísticas de consumo total de energía.

Gráfico VII.10  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PER CÁPITA Y PIB PER CÁPITA, 2005**  
*(En toneladas por habitante y dólares de 2000 por habitante)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0” [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009, y la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000.

Gráfico VII.11  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: TASA DE CRECIMIENTO ANUAL MEDIO DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA Y DE LA INTENSIDAD CARBÓNICA, 1990-2005**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0” [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009, la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 e información de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el Sistema de Información Económica Energética (SIEE) para las estadísticas de consumo total de energía.

Las trayectorias de la intensidad energética y de descarbonización muestran ciertas oscilaciones a lo largo del tiempo, con diferencias importantes de un país a otro, por lo que es necesario considerar que estos dos procesos pueden mostrar cambios significativos y que, en todo caso, el escenario inercial solo constituye una opción. La inclusión del horizonte de variaciones lleva a considerar escenarios que tienen incluso resultados opuestos. En general, se observa que para el conjunto de los países de América Latina y el Caribe, solo con una tasa de desacoplamiento energético, de descarbonización, o ambas, en el límite inferior de las tasas alcanzado en algún momento del período histórico es posible reducir las emisiones en términos absolutos. Las proyecciones a 2100 (Samaniego y Galindo, 2009a) muestran que:

- Las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita crecerán en América Latina y el Caribe a una tasa media anual del 2,3% en los supuestos correspondientes al escenario inercial.
- En el escenario inercial, antes de 2100 siete países excederán las 19,9 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita asociadas al consumo de energía y la producción de cemento, que son las que actualmente tienen los Estados Unidos<sup>4</sup>.
- Es importante destacar que en los escenarios extremos, donde la tasa de crecimiento de las intensidades energética y carbónica es la más elevada, varios países tienen crecimientos exponenciales insostenibles que superan las 100 toneladas de emisiones per cápita.
- Los escenarios que incorporan un aumento de la eficiencia energética o carbónica conducen a que las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita disminuyan en la mayoría de los países o se mantengan con un crecimiento moderado menor al 1%, salvo contadas excepciones.

La importancia de los procesos de desacoplamiento energético y descarbonización se puede identificar mediante un ejercicio de simulación donde se estiman las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita para la región de América Latina y el Caribe a partir de comparaciones internacionales con las principales regiones emisoras del mundo. Suponiendo que el PIB per cápita de América Latina y el Caribe para 2005 es constante, puede simularse el nivel de emisiones per cápita de la región en caso de que la intensidad energética y la tasa de descarbonización fueran similares a las de los Estados Unidos, la Unión Europea o China. Los resultados muestran que, en general, los países de la región reducen sus emisiones per cápita si se supone la existencia de una estructura energética y carbónica como la de los Estados Unidos y la Unión Europea y las aumentan al emplear la estructura de China. En conjunto, la región mejora en términos de emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> en los dos primeros supuestos: las reduce de 2,6 a 2,3 toneladas con la estructura de los Estados Unidos y de 2,6 a 2 toneladas con la de la Unión Europea. Sin embargo, la región aumenta a 12,8 sus emisiones por habitante si se utilizan los valores correspondientes a la economía de China.

En este contexto, cabe observar que América Latina y el Caribe debe mantener un ritmo de crecimiento significativo en las próximas décadas y que las emisiones per cápita aún son evidentemente inferiores a las de los países desarrollados. Esto plantea un margen de maniobra que debe aprovecharse para instrumentar una estrategia de largo plazo que permita transitar hacia una trayectoria de desacoplamiento energético y de descarbonización.

---

<sup>4</sup> No se considera el caso particular de Trinidad y Tabago que en la actualidad se encuentra al mismo nivel de los Estados Unidos con respecto a emisiones por habitante.

## 2. La demanda de energía y las intensidades energéticas

La evolución de la intensidad energética depende de un amplio conjunto de factores, entre los que pueden mencionarse la evolución y los cambios de estructura sectorial del PIB (como un mayor desarrollo de industrias con uso intensivo de energía), los precios relativos de la energía, así como de la maquinaria y los equipos, los cambios tecnológicos y de modos de producción, el proceso de urbanización que ha seguido la región, las políticas de acceso a nuevas y modernas fuentes de energía, la evolución de la eficiencia en los equipamientos y su accesibilidad, la mayor satisfacción de necesidades y la mejora del bienestar y su reflejo en los servicios energéticos, la presencia de barreras institucionales y las políticas públicas implementadas. Entre otros aspectos, estos factores podrían explicar esta tendencia, dependiendo de los países.

Las estimaciones econométricas con cointegración realizadas de la demanda de energía de América del Sur muestran diferencias por país, pero, en general, la elasticidad con respecto al ingreso per cápita ( $\eta_y$ ) se ubica en valores muy altos (incluso por encima de 1), mientras que la elasticidad precio ( $\eta_p$ ) es muy baja y oscila entre 0 y -0,2 (véase el cuadro VII.1). Esto indica la importancia del ingreso para facilitar el acceso al equipamiento. En consecuencia, el equipamiento y los precios asociados podrían ser una variable más importante que los precios de la energía para explicar la evolución del consumo, al menos en los sectores de consumo final. En los sectores productivos, dado que el consumo de energía es una demanda derivada, el nivel de actividad aparece, reiteradamente, como la variable de mayor importancia para explicar la evolución de la demanda de energía. En todo caso, estas estimaciones indican que un crecimiento económico continuo en la región vendrá acompañado de un aumento de la demanda de energía. Por su parte, la baja elasticidad precio de la demanda de energía refleja múltiples factores, como los ya mencionados, que habría que analizar en detalle y caso por caso, y revela las limitaciones de una política de precios para controlar la demanda en el corto plazo.

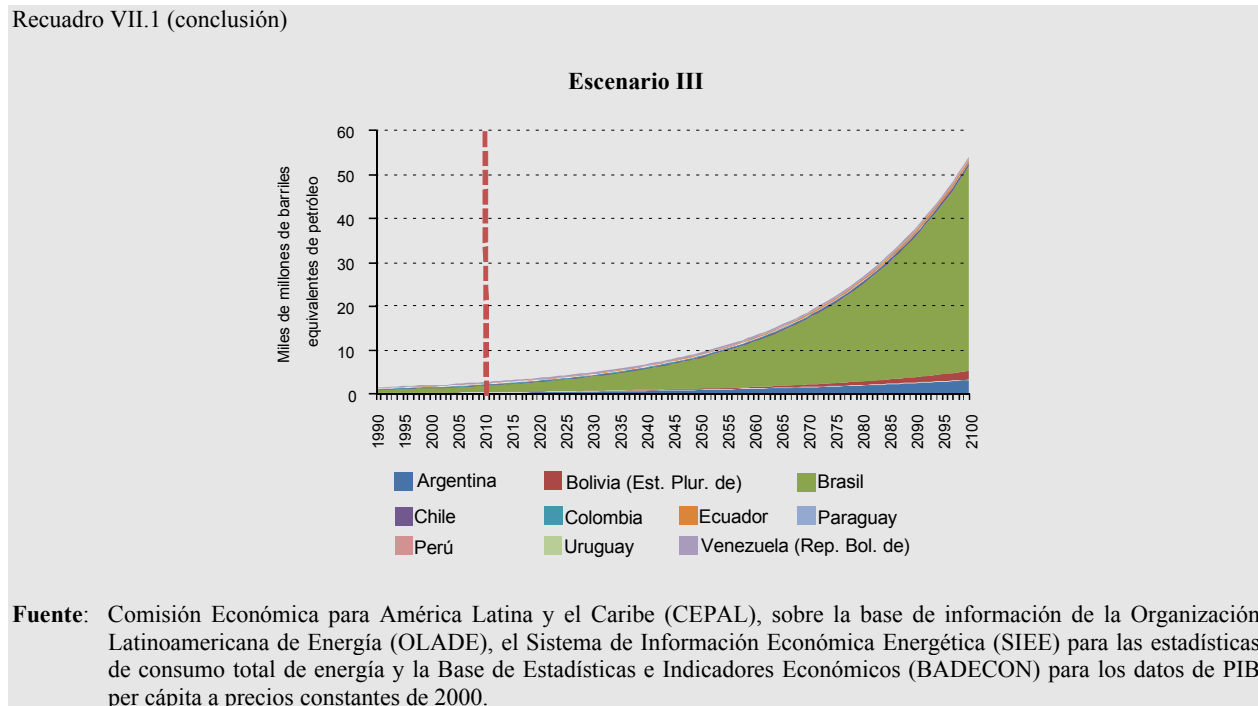
Cuadro VII.1  
AMÉRICA LATINA: ESTIMACIONES DE LAS ELASTICIDADES DE LA DEMANDA  
DE ENERGÍA, 1985-2007

	$\eta_y$	t-stat	$\eta_p$	t-stat
Argentina	1,20	7,67	-0,02	-4,14
Bolivia (Estado Plurinacional de)	2,36	4,78	-0,01	-0,02
Brasil	1,94	8,29	-0,01	-9,16
Chile	0,99	27,44	-0,07	-4,16
Colombia	0,34	2,38	-0,15	-5,28
Ecuador	1,45	7,76	-0,07	-7,20
Paraguay	0,65	1,95	-0,22	-8,64
Perú	0,70	15,14	-0,01	-6,71
Uruguay	0,63	4,68	-0,03	-3,18
Venezuela (República Bolivariana de)	0,36	2,28	-0,11	-17,25
Grupo	1,06	26,04	-0,07	-20,79

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), el Sistema de Información Económica Energética (SIEE) para las estadísticas de consumo total de energía y la Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos de PIB per cápita a precios constantes de 2000.



Recuadro VII.1 (conclusión)

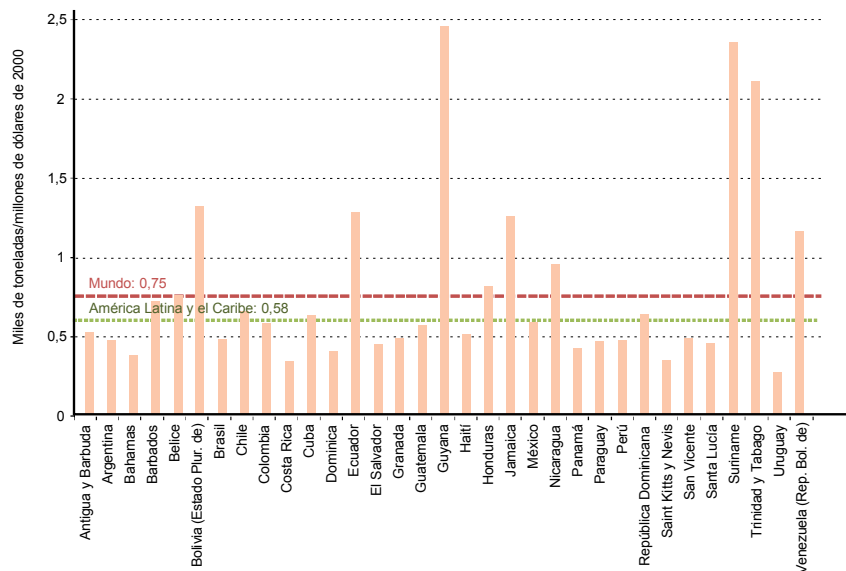


### 3. Emisiones, productividad y convergencia en América Latina y el Caribe

Las emisiones por unidad de PIB son diferentes en cada uno de los países de América Latina y el Caribe, pero, en general, son menores que la media mundial (véase el gráfico VII.12), lo que supone una ventaja competitiva relevante en un escenario internacional donde se impongan limitaciones o impuestos a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Asimismo, se observa que las intensidades de emisiones del PIB disminuyen conforme aumenta el PIB per cápita, aunque con distintos ritmos por país y por grupos de países y en forma no lineal. Esto se confirma con las estimaciones econométricas realizadas con un modelo autorregresivo de transición suave (STAR) (González, Teräsvirta y Van Dijk, 2005) que permite identificar la existencia de un proceso de reducción de las elasticidades de respuesta de las emisiones per cápita con respecto al ingreso per cápita en la región. La reducción en la sensibilidad de respuesta de las emisiones al ingreso per cápita son, sin embargo, insuficientes para desacoplar las trayectorias de crecimiento del ingreso per cápita y las emisiones de GEI.

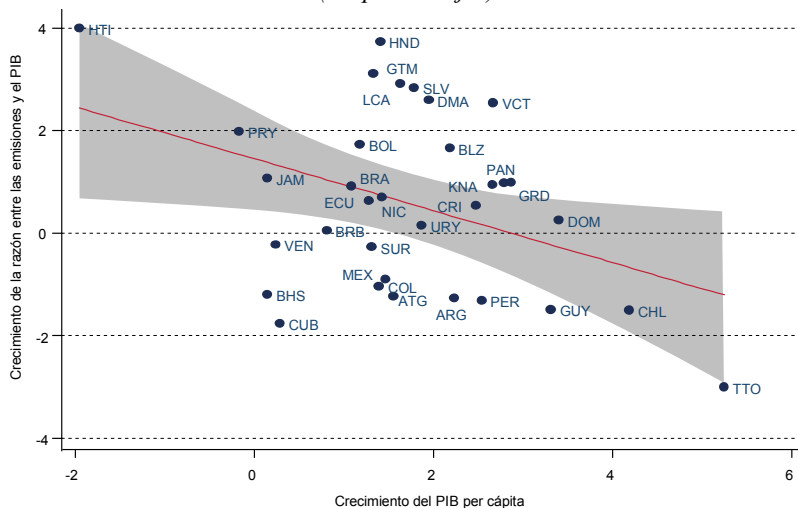
Existe una relación inversa entre la tasa de desacoplamiento entre emisiones y PIB y la tasa de crecimiento del PIB per cápita (*Vivid economics*, 2009). Los países con mayor ritmo de crecimiento económico per cápita son también los que reducen, con mayor intensidad, sus emisiones por unidad de PIB, aunque con una alta variabilidad (véase el gráfico VII.13). En este sentido, no es inconsistente un alto ritmo de crecimiento económico con la capacidad para reducir las emisiones por unidad de producto. Esto significa que es posible compatibilizar un crecimiento económico con una transición hacia una economía con baja emisión de carbono, aunque el ritmo es aún insuficiente.

Gráfico VII.12  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR UNIDAD DE PIB, 2005**  
*(En miles de toneladas y millones de dólares de 2000)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0” [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009; Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 y Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

Gráfico VII.13  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CRECIMIENTO DEL PIB PER CÁPITA Y TASA DE DESACOPLOAMIENTO ENTRE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y PIB, 1990-2005<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*

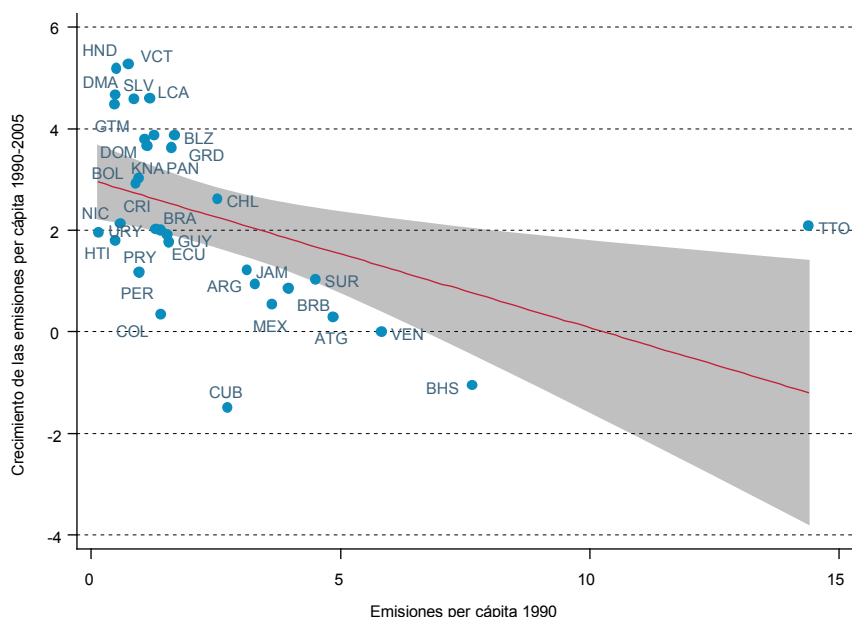


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0” [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009; Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 y Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

<sup>a</sup> La tasa de desacoplamiento se define como el inverso de la tasa de crecimiento de la relación entre emisiones de CO<sub>2</sub> y PIB, esto es, una disminución (aumento) de esta relación implica un aumento (disminución) de la tasa de desacoplamiento.

En este contexto, se observa que las trayectorias de las emisiones per cápita muestran un proceso de convergencia absoluto (convergencia en  $\beta$ ) o de convergencia en la dispersión de las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita (convergencia en  $\sigma$ ) (Barro y Sala-i-Martin, 1992). Es decir que la tasa de crecimiento de las emisiones per cápita de los países con menores emisiones per cápita es mayor que la de los países con emisiones per cápita superiores (véase el gráfico VII.14). Las estimaciones econométricas de sección cruzada y de panel confirman este proceso de convergencia absoluto en las emisiones per cápita (véase el recuadro VII.2)<sup>5</sup>. Esto parece indicar que la región en su conjunto aumentará las emisiones per cápita en las próximas décadas y que, de mantenerse el escenario inercial, estas tenderán a converger de forma absoluta.

Gráfico VII.14  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EMISIONES PER CÁPITA Y CRECIMIENTO DE LAS EMISIONES PER CÁPITA, 1990-2005**  
*(En toneladas métricas y porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0" [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009, y Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

<sup>5</sup> Los cambios en la estructura productiva, la evolución de los precios relativos y la mayor eficiencia productiva, así como la implementación de regulaciones más estrictas en países con mayor grado de desarrollo son algunos factores explicativos.



Recuadro VII.2  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVIDENCIA EMPÍRICA SOBRE LA CONVERGENCIA  
 ABSOLUTA DE EMISIONES PER CÁPITA**

El análisis sobre la posible presencia de un proceso de convergencia se puede realizar empleando la siguiente ecuación:

$$(1) \left[ \frac{[\log(CO2n)]_{i,t}}{[\log(CO2n)]_{i,t-1}} \right] = \alpha + \beta * \log(CO2n_{i,t-1}) + \varphi X_i + u_i$$

donde un coeficiente  $\beta < 0$  indica un proceso de convergencia absoluto. El coeficiente  $\alpha$  captura los efectos específicos por país y  $X_i$  representa un conjunto de factores adicionales que permiten, al incluirse, identificar la posible presencia de convergencia condicional. La estimación de la ecuación (1) sobre la base de datos de sección cruzada y de panel (Wooldridge, 2002 y Baltagi, 2005) para el período 1990-2005 respecto del conjunto de los países de América Latina se sintetiza en las ecuaciones (2) y (3). La estimación de la ecuación (3) rechaza la hipótesis nula de la prueba de Hausman (1978), por lo que se rechaza también la especificación de efectos aleatorios a favor de los efectos fijos. Más aún, la significación estadística de las variables ficticias (*dummy*) por países refleja las diferencias regionales (Romer, 1989 y Barro, 1991). Estos resultados indican que existe un proceso de convergencia absoluto en la región. Los estadísticos t entre paréntesis son robustos con respecto a la posible presencia de heteroscedasticidad.

$$(2) \frac{\log\left(\frac{[(CO2n)]_{i,2005}}{[(CO2n)]_{i,1990}}\right)}{[(CO2n)]_{i,1990}} = 0.40 - 0.15 * \log(CO2n_{i,1990}) + u_i$$

(9.90) (-3.99)

$$(3) \frac{\log\left(\frac{[(CO2n)]_{i,t}}{[(CO2n)]_{i,t-1}}\right)}{[(CO2n)]_{i,t-1}} = 0.16 - 0.23 * \log(CO2n_{i,t-1}) + u_i \quad \chi^2(1) = 71.50(0.00)$$

(2.19) (-2.04)

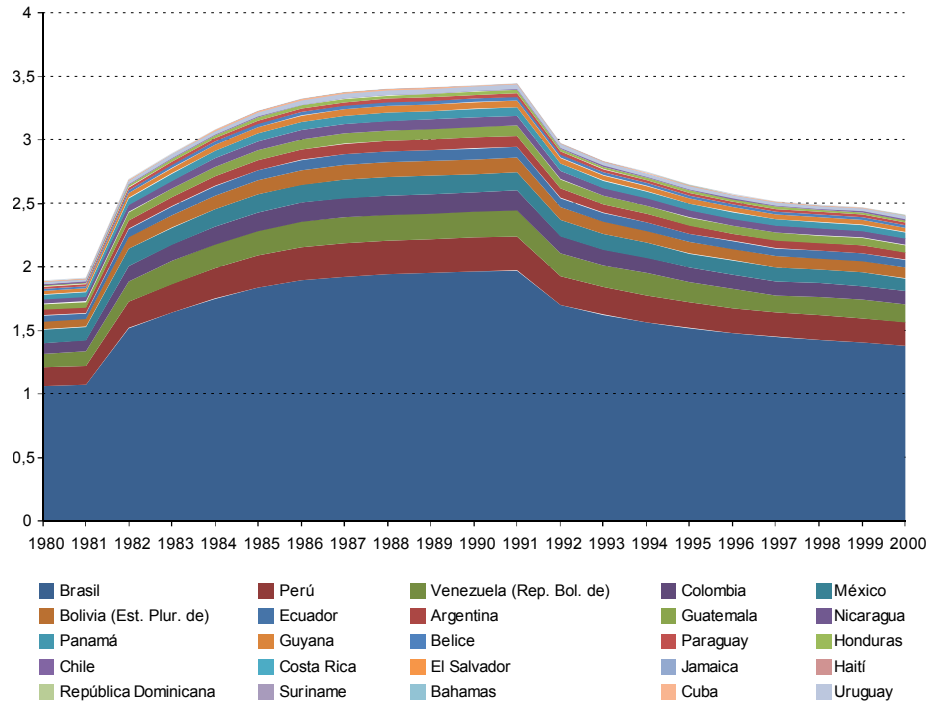
**Fuente:** J.L. Samaniego y L.M. Galindo, “Cambio climático y la demanda de energía en América Latina: estimaciones preliminares”, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2009, inédito.

#### 4. Emisiones y cambio de uso de suelo en América Latina y el Caribe

Las emisiones de GEI originadas en el cambio de uso de suelo en los países de América Latina y el Caribe mostraron un crecimiento sustancial del 6,1% entre 1980 y 1990, que fue parcialmente contrarrestado por una caída del 3,5% en el período 1990-2000 (véase el gráfico VII.15).

Gráfico VII.15  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR CAMBIO DE USO DE SUELO, 1980-2000<sup>a</sup>**

(En miles de millones de toneladas métricas)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0" [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009.

<sup>a</sup> El orden de los países obedece a la magnitud de sus emisiones en 2000. No se dispone de datos para Antigua y Barbuda, Barbados, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tabago.

Las emisiones por cambio de uso de suelo exhiben, en general, una relación inversa y no lineal con respecto a la evolución del PIB per cápita por país (véase el gráfico VII.16).

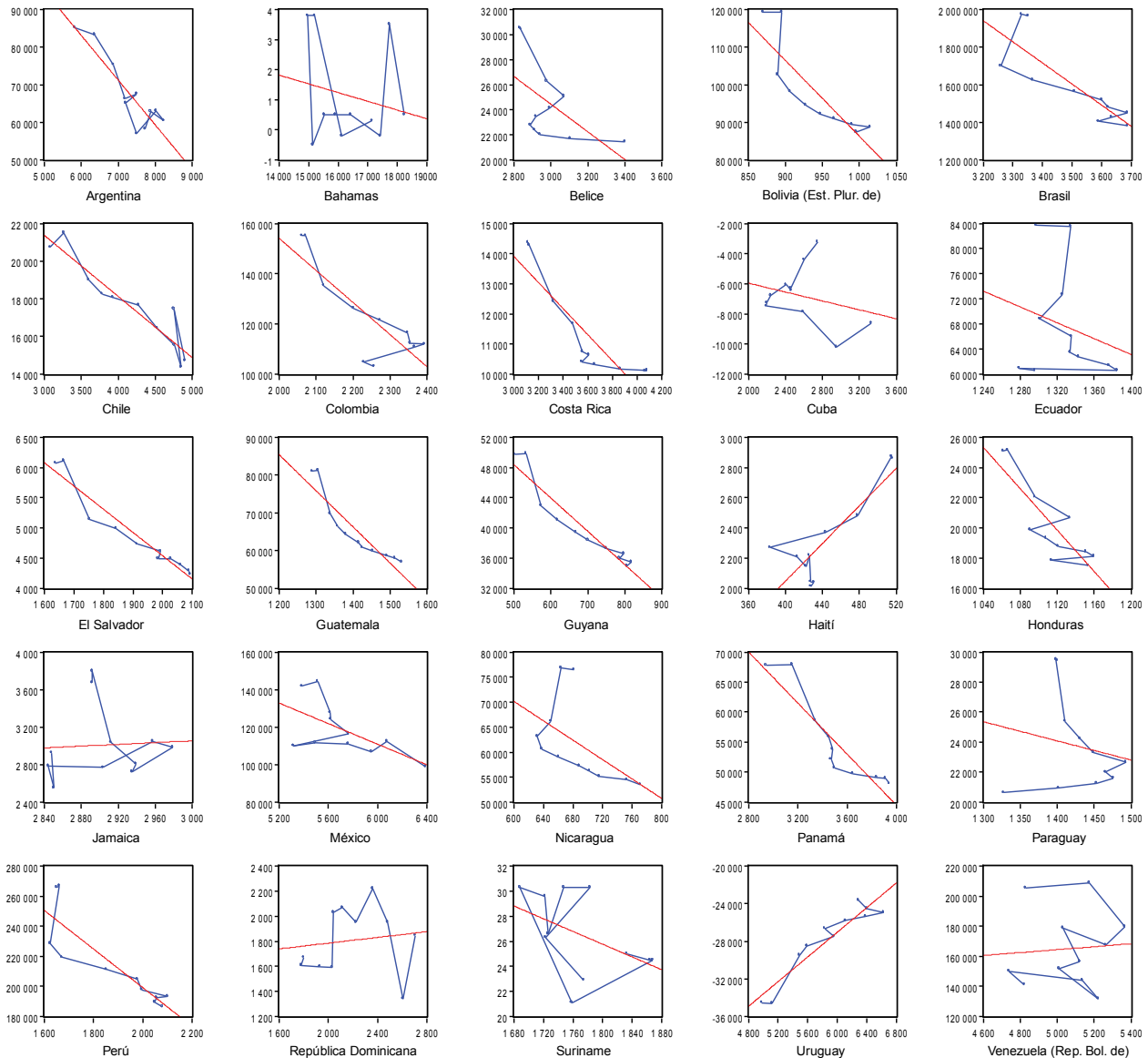
La reducción en las emisiones por PIB per cápita puede capturarse de acuerdo con las identidades (3) y (4). La identidad (3) supone un coeficiente constante en el tiempo. En la segunda identidad (4) el primer término representa el incremento de las emisiones entre el período  $t$  y  $t+1$ , suponiendo la constancia del coeficiente entre la intensidad de emisiones y el PIB per cápita. El segundo término de (4) representa el aumento o la disminución de las emisiones en el período  $t+1$  a consecuencia de los cambios en el coeficiente de emisiones. De este modo una economía que con el tiempo se vuelve más eficiente debe tener un segundo término negativo:

$$(3) \quad EM_t = \frac{EM_t}{YPC_t} YPC_t = \alpha_{0t} YPC_t$$

$$(4) \quad EM_{t+1} - EM_t = \alpha_{0t}(YPC_{t+1} - YPC_{it}) + YPC_{t+1}(\alpha_{1t+1} - \alpha_{0t})$$

donde  $EM_t$  son las emisiones de gases de efecto invernadero e  $YPC_t$  es el PIB per cápita.

Gráfico VII.16  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PIB PER CÁPITA Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR CAMBIO  
 DE USO DE SUELO, 1990-2000<sup>a</sup>**  
*(En dólares de 2000 y toneladas métricas)*

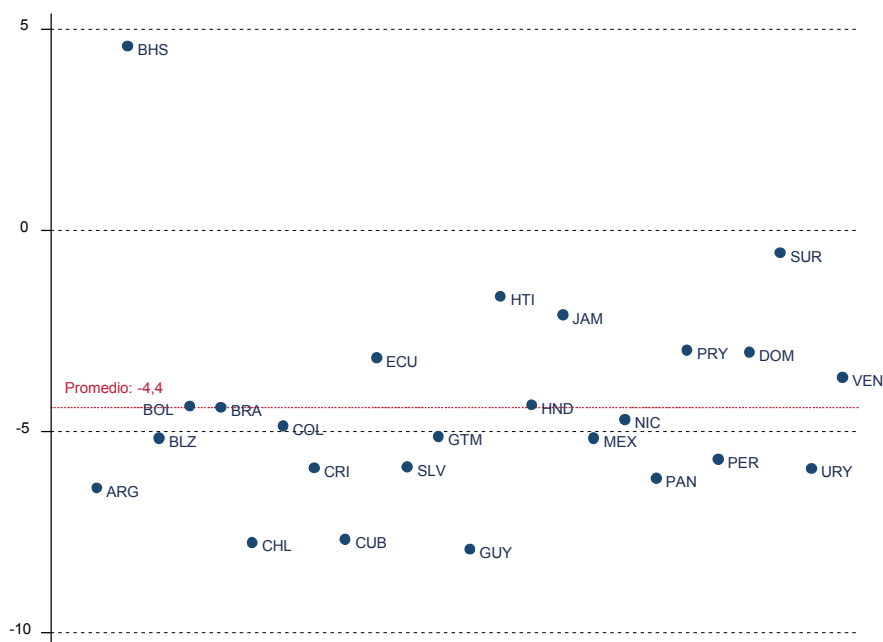


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0” [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009; Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 y Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

<sup>a</sup> El orden de los países obedece a la magnitud de sus emisiones en 2000. No se dispone de datos para Antigua y Barbuda, Barbados, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tabago.

Los datos disponibles sobre la razón entre las emisiones por cambio de uso de suelo y PIB per cápita en América Latina y el Caribe muestran su comportamiento heterogéneo, aunque con una relativa tendencia a reducirse en la mayoría de los países (véase el gráfico VII.16). La tasa media anual simple de disminución de la intensidad de emisiones de cambio de uso de suelo para todos los países considerados es del 4,4% para el período 1990-2000, aunque con diferencias significativas por países (véanse los gráficos VII.17 y VII.18).

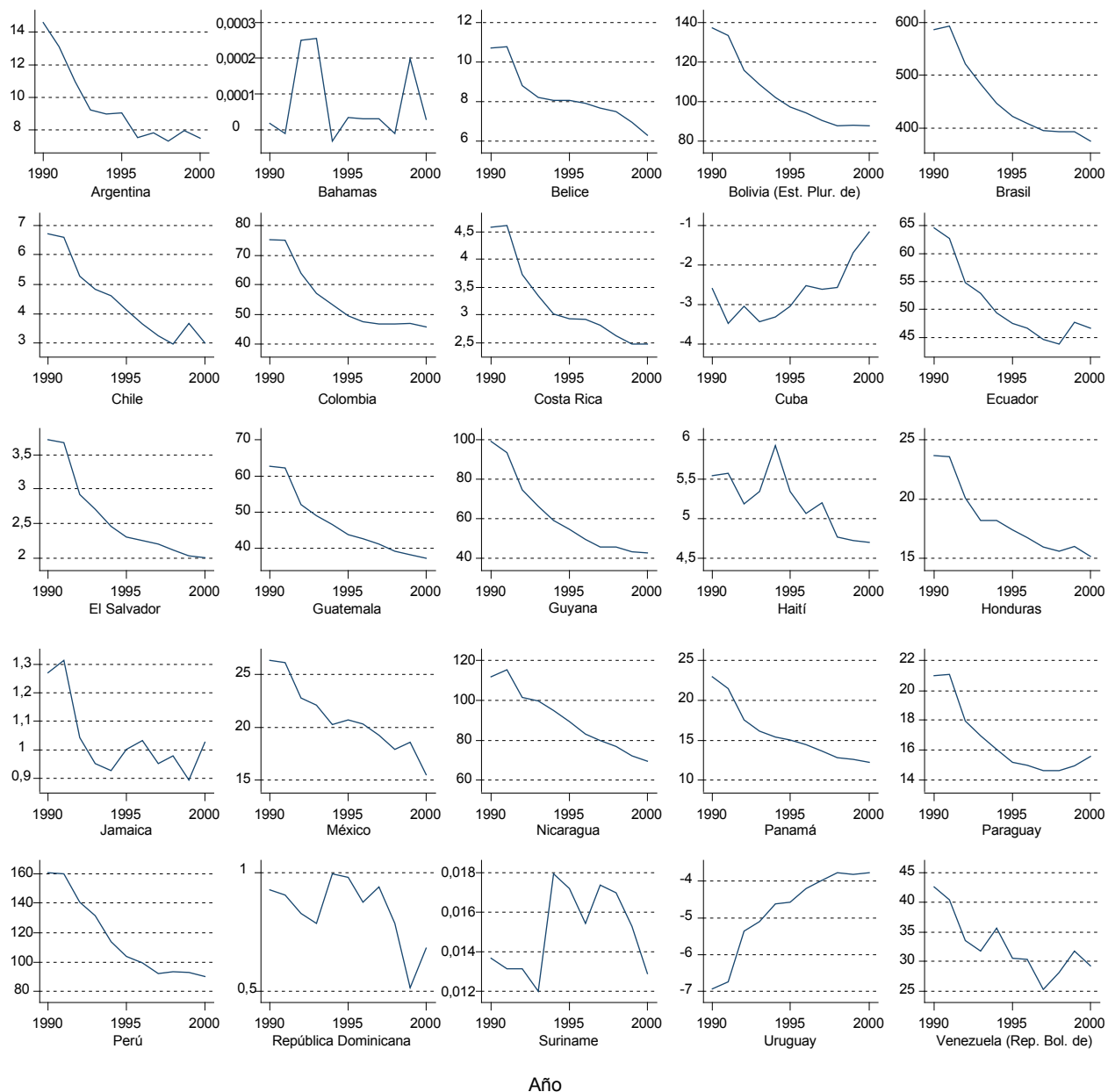
Gráfico VII.17  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE LA INTENSIDAD DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR CAMBIO DE USO DE SUELO RESPECTO DEL PIB PER CÁPITA, 1990-2000<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0" [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009; Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes de 2000 y Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

<sup>a</sup> El orden de los países obedece a la magnitud de sus emisiones en 2000. No se dispone de datos para Antigua y Barbuda, Barbados, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tabago.

Gráfico VII.18  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LAS EMISIONES POR CAMBIO DE USO DE SUELO RESPECTO DEL PIB PER CÁPITA, 1990-2000<sup>a</sup>**  
*(En toneladas métricas y miles de dólares de 2000)*



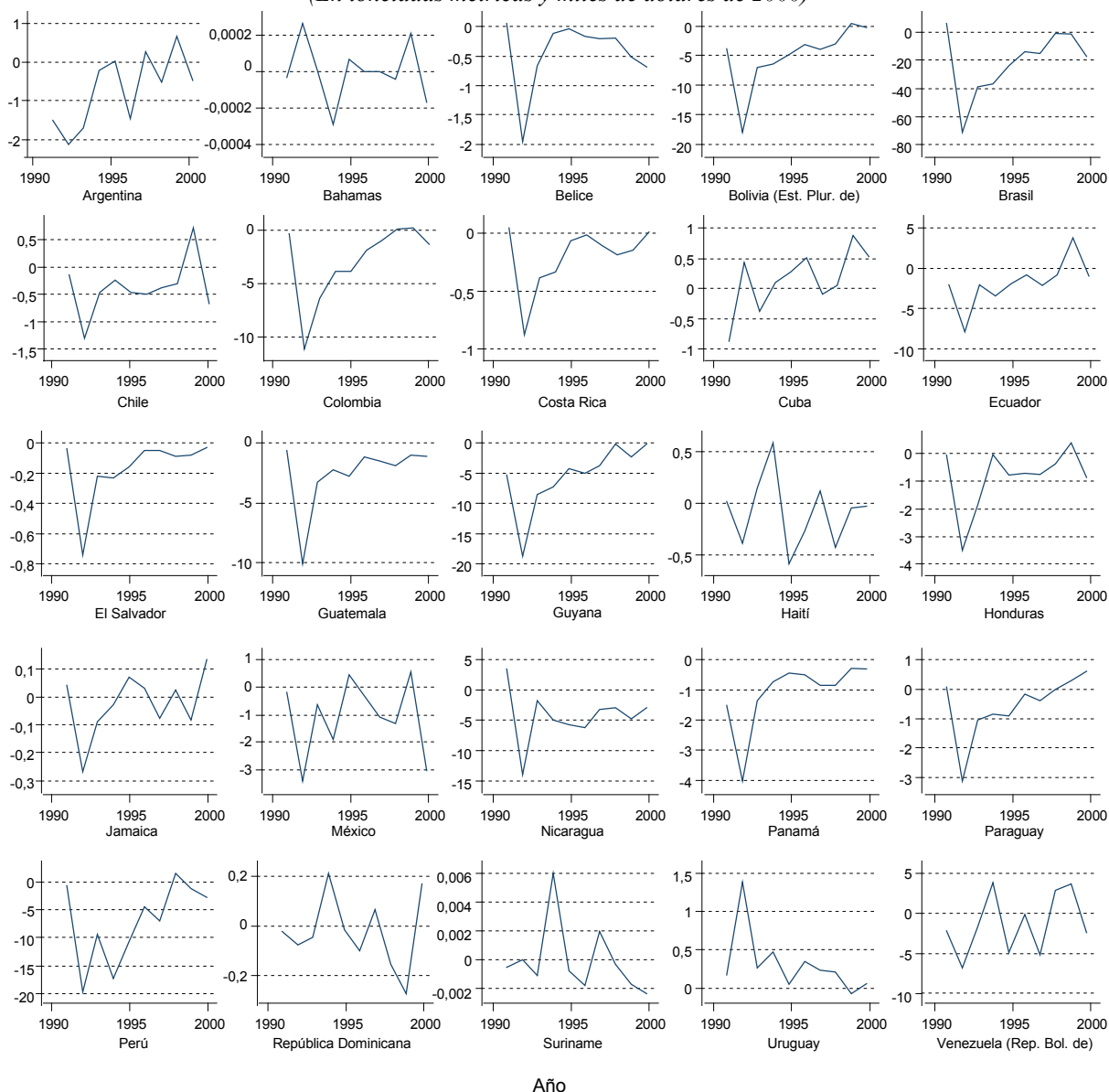
Año

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0" [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009; Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes del 2000 y Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

<sup>a</sup> El orden de los países obedece a la magnitud de sus emisiones en 2000. No se dispone de datos para Antigua y Barbuda, Barbados, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tabago.

El aumento de la eficiencia de los países de América Latina y el Caribe se refleja en el segundo término en la identidad (4), ya que para el período 1990-2000 ese término es, en general, negativo (véase el gráfico VII.19).

Gráfico VII.19  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA TASA DE CAMBIO DE LAS EMISIONES POR CAMBIO DE USO DE SUELO RESPECTO DEL PIB PER CÁPITA ( $\alpha_{1t+1} - \alpha_{0t}$ ), 1990-2000<sup>a</sup>**  
*(En toneladas métricas y miles de dólares de 2000)*

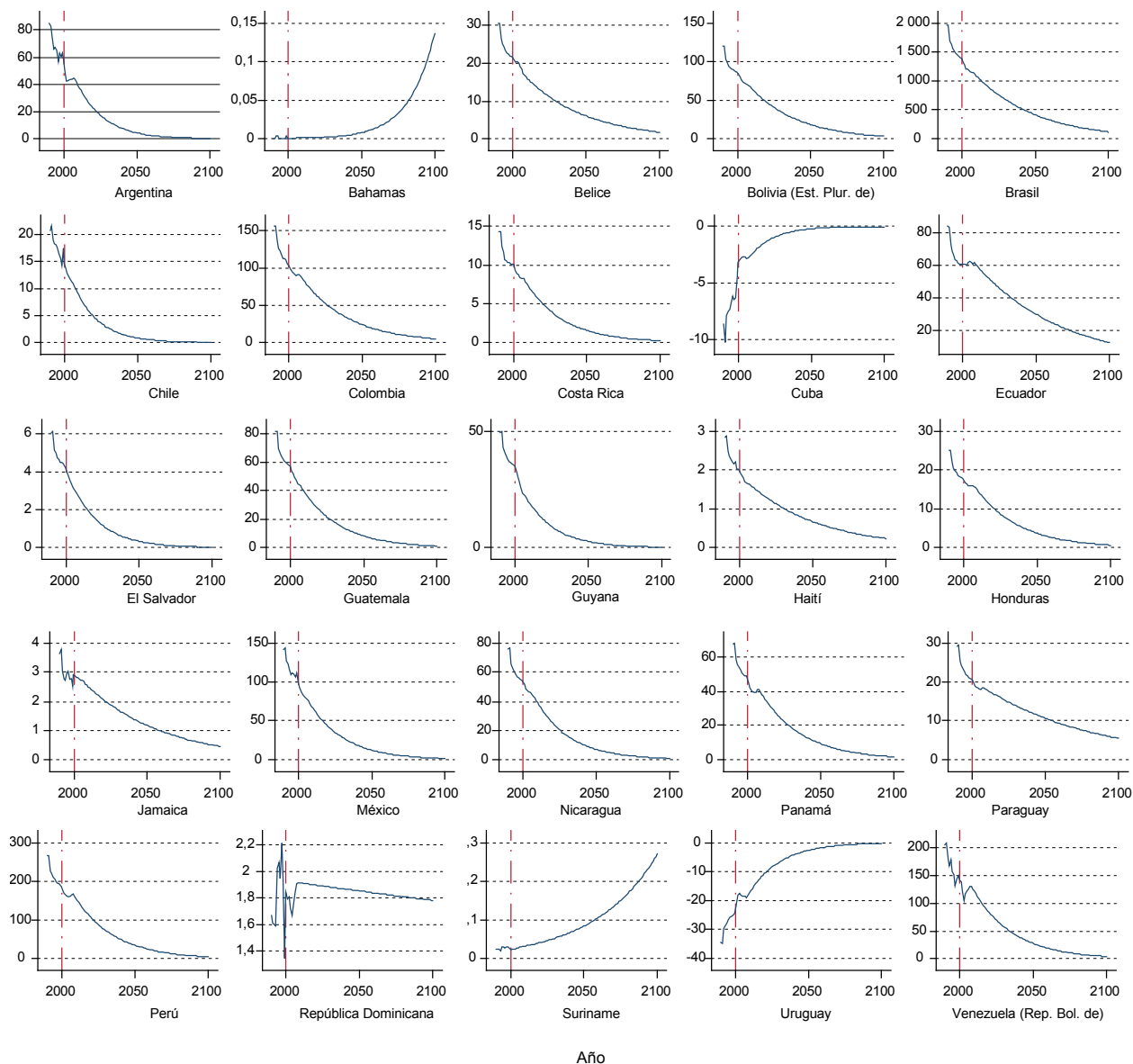


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0" [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009; Base de Estadísticas e Indicadores Económicos (BADECON) para los datos del PIB a precios constantes del 2000 y Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

<sup>a</sup> El orden de los países obedece a la magnitud de sus emisiones en 2000. No se dispone de datos para Antigua y Barbuda, Barbados, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tabago.

En este sentido, una primera aproximación a la evolución de las emisiones por cambio de uso de suelo puede simularse suponiendo un coeficiente entre emisiones por cambio de uso de suelo y PIB per cápita que se reduce de acuerdo con su promedio histórico (1990-2000) por país. Estas simulaciones se sintetizan en el gráfico VII.20, donde se observa que, en el escenario base, las emisiones de CO<sub>2</sub> por cambio de uso de suelo tienden, en general, a decrecer.

Gráfico VII.20  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PROYECCIONES DE CRECIMIENTO DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR CAMBIO DE USO DE SUELO, 2000-2100**  
*(En millones de toneladas métricas)*



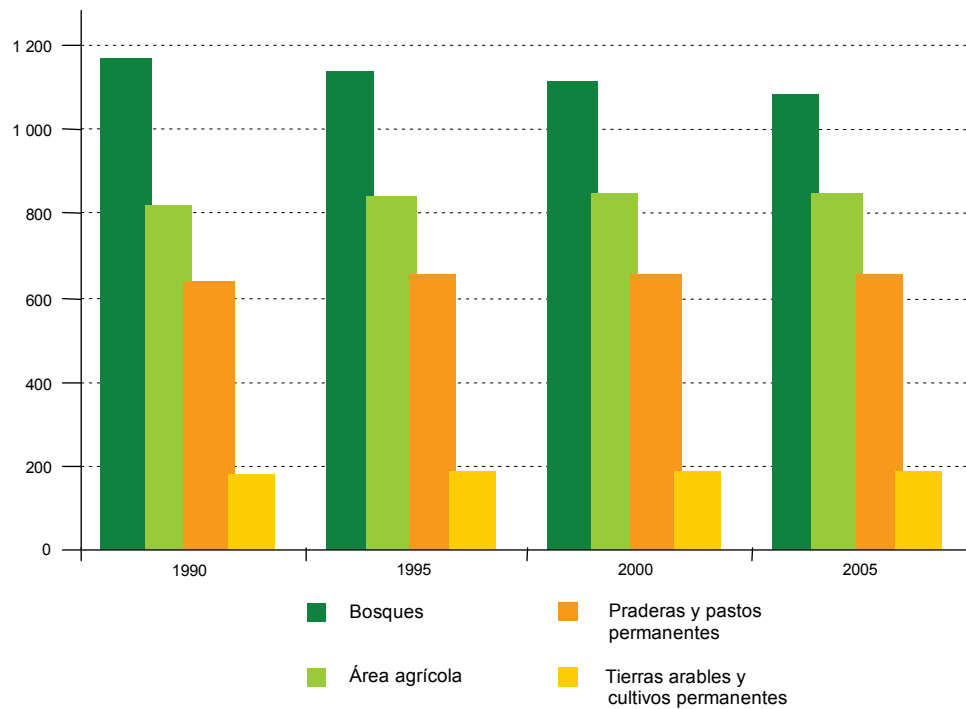
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En general, en este escenario, América Latina y el Caribe reduciría sus emisiones por cambio de uso de suelo un 2,6% anual en el período 2001-2100. Sin embargo, esta reducción es poco probable, ya que la proyección del nivel de emisiones por cambio de uso de suelo implica procesos complejos y diversas variables. De esta manera, se supone que las emisiones por cambio de uso de suelo se mantienen constantes durante el período 2005-2100, como un escenario inercial.

### 5. Emisiones y tasas de deforestación

Uno de los principales factores que contribuyen a las emisiones por cambio de uso de suelo y a la creación de importantes externalidades negativas es la deforestación, que en América Latina y el Caribe es, además, uno de los principales obstáculos para alcanzar un desarrollo sostenible. Así pues, las tasas de variación de la superficie de bosques muestran, en general, una reducción entre 1990 y 2005 en el conjunto de los países de América Latina y el Caribe (véanse los gráficos VII.21 y VII.22).

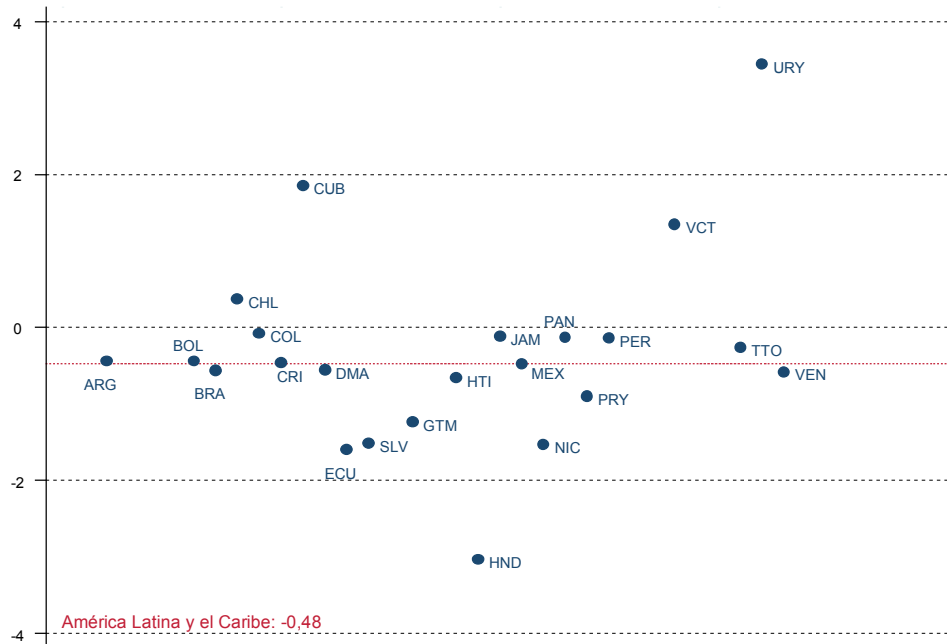
Gráfico VII.21  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CAMBIOS DE USO DE SUELO**  
*(En millones de hectáreas)*



**Fuente:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Situación de los bosques del mundo, 2007*, Roma 2007.



Gráfico VII.22  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE LA SUPERFICIE DE BOSQUES, 1990-2005<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*

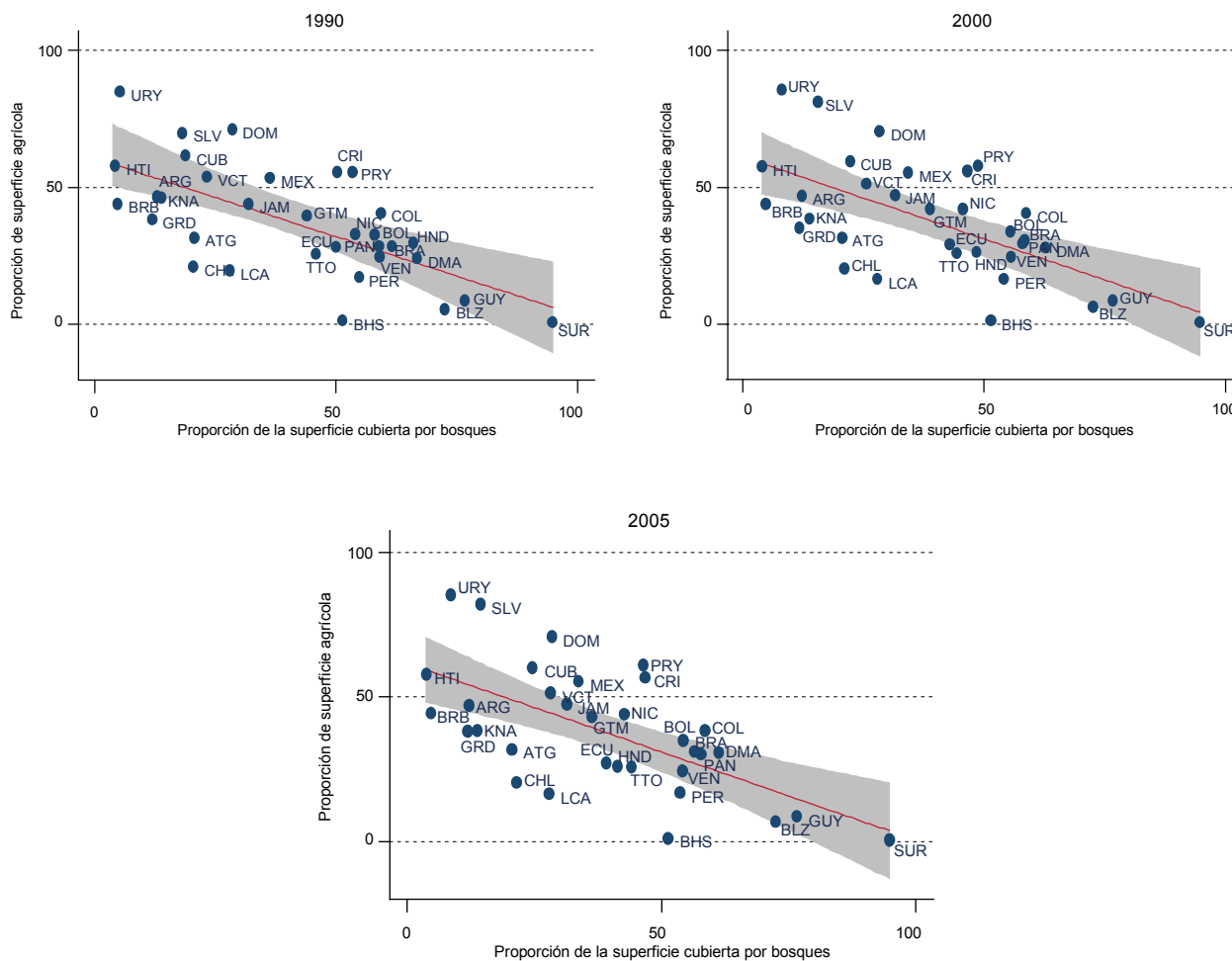


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

<sup>a</sup> No se incluyen los países cuya superficie no tuvo variación.

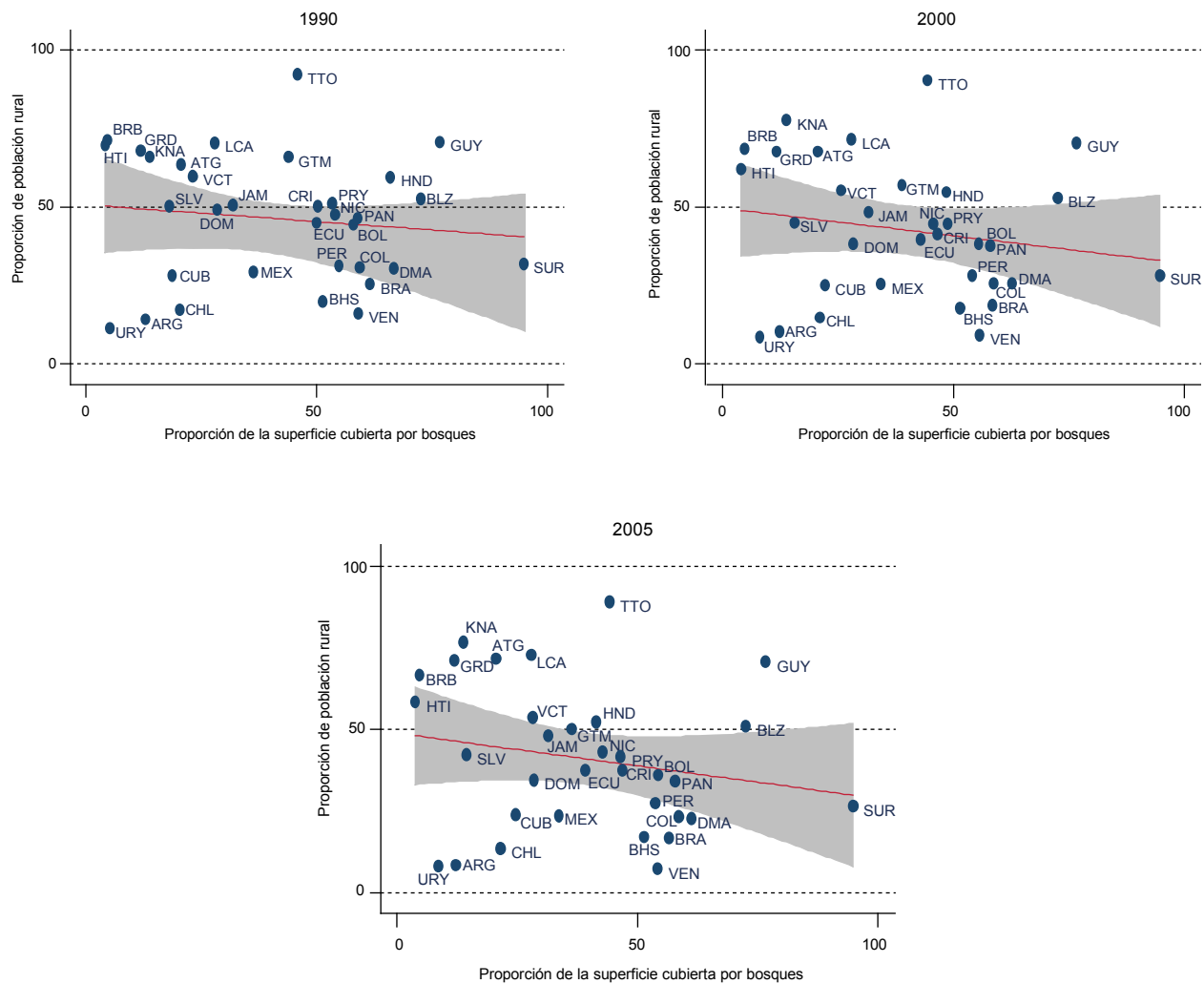
Existen factores económicos, sociales, políticos, demográficos e institucionales que inciden en los ritmos de deforestación. Se reconoce que, en general, los agentes económicos con mayor impacto en los procesos de deforestación son los productores agrícolas y ganaderos y el conjunto de actividades adicionales asociadas a ellos (Torres, 2009), lo que se refleja, por ejemplo, en una relación inversa entre la superficie de bosques y la superficie agrícola (véase el gráfico VII.23). Asimismo, las presiones demográficas, que se traducen en la proporción de población rural en el total, tienen también una relación inversa con la superficie de bosques, aunque de menor intensidad (véase el gráfico VII.24).

Gráfico VII.23  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PROPORCIÓN DE SUPERFICIE AGRÍCOLA Y DE SUPERFICIE CUBIERTA POR BOSQUES 1990, 2000 Y 2005**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Gráfico VII.24  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PROPORCIÓN DE SUPERFICIE DE BOSQUES Y DE POBLACIÓN RURAL, 1990, 2000 Y 2005**

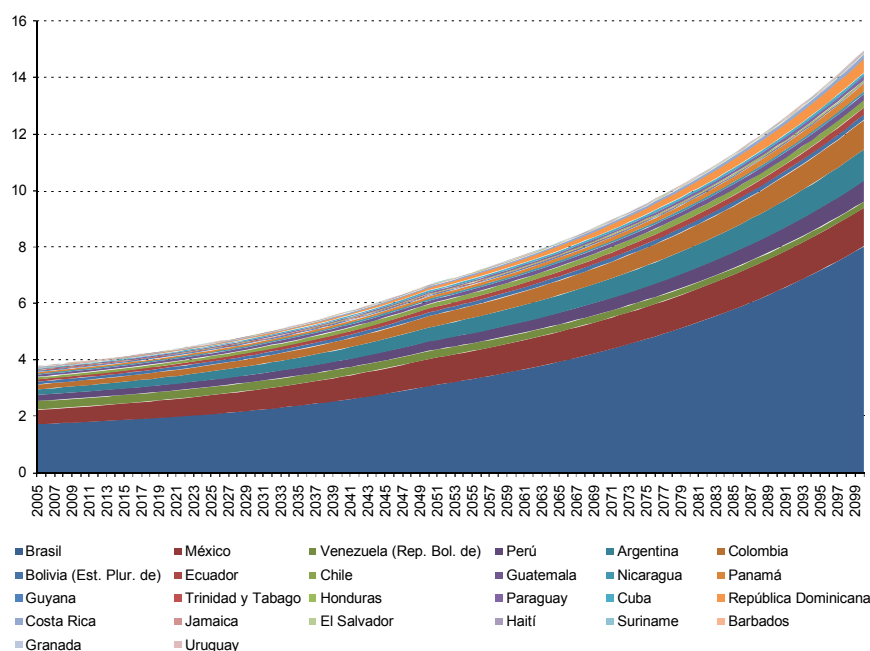


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Base de Estadísticas e Indicadores Sociales (BADEINSO) para los datos de población.

## 6. Emisiones totales de CO<sub>2</sub> en América Latina

La emisiones totales de CO<sub>2</sub>, incluidas las que genera el consumo de energía, la producción de cemento y el cambio de uso de suelo, en el escenario inercial y manteniendo constantes las emisiones de uso de suelo, crecen un 1,5% en promedio en el período 2005-2100, aunque con diferencias según los países (véase el gráfico VII.25). Esto significa que las emisiones de CO<sub>2</sub> se elevarán ligeramente por debajo del crecimiento medio del PIB per cápita en América Latina.

Gráfico VII.25  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PROYECCIONES DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> TOTALES, 2005-2100<sup>a</sup>**  
*(En miles de millones de toneladas métricas)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

<sup>a</sup> Los países aparecen ubicados según la magnitud de sus emisiones en 2005.

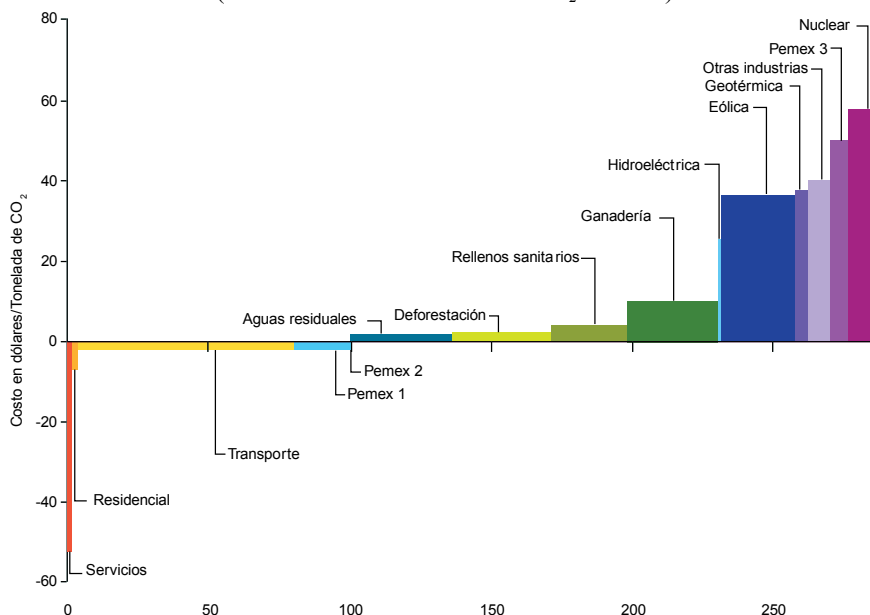
## 7. Procesos de mitigación en Centroamérica

El conjunto de los países de Centroamérica contribuyen con menos del 0,5% del total de las emisiones de GEI a nivel global, sin embargo, distintas opciones de mitigación pueden resultar ventajosas para la región puesto que, por ejemplo, se pueden obtener beneficios importantes al iniciar el proceso de descarbonización en etapas tempranas según la disponibilidad de financiamiento internacional y el acceso a tecnologías más limpias; asimismo, algunas de estas medidas tienen considerables cobeneficios<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Este apartado se basa en Cuevas y Lennox (2009). La base de datos utilizada no es la misma que en el análisis comparado para toda América Latina y Centroamérica, por ello, no necesariamente coinciden todas las cifras puntualmente. Además se consideran distintos supuestos de crecimiento por sectores que en el apartado anterior.

A partir de inventarios de emisiones sectoriales es factible realizar proyecciones suponiendo tasas de crecimiento en cada uno de los sectores relevantes en los distintos países. De este modo, en la estimación de la línea base se toman en consideración las tasas de crecimiento de los sectores de la economía, de acuerdo a los escenarios macroeconómicos de Cuevas y Lennox (2009) para los años de corte 2010, 2020 y 2030. Los resultados de la proyección del escenario base al 2030 muestran que las emisiones totales anuales superan los 300 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e<sup>7</sup>. Sobre la base de los escenarios propuestos en materia de costo medio de reducción por toneladas de CO<sub>2</sub>e en cada uno de los sectores considerados, es posible construir un horizonte de costos incrementales o marginales combinando estos escenarios con las diferencias sectoriales de emisiones entre el escenario tendencial o de línea base y el escenario de reducción de emisiones propuesto. Estos costos no consideran los cobeneficios potenciales como la conservación de la biodiversidad y de zonas de captación de agua, la reducción de emisiones de contaminantes con impacto local, la reducción de la pobreza y el desarrollo de opciones económicas sostenibles. En el gráfico VII.26 se ve en forma sintética, a partir de la información de una de las curvas de México, la relación secuencial entre costos medios y reducciones potenciales de emisiones hacia 2020, que podría interpretarse como una curva de costos marginales de reducción de emisiones para el conjunto de la región.

Gráfico VII.26  
**MÉXICO: CURVA DE COSTOS MARGINALES DE MITIGACIÓN, 2020**  
 (En millones de toneladas de CO<sub>2</sub> anuales)



**Fuente:** L.M. Galindo, *La economía del cambio climático en México*, México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2009.

<sup>7</sup> En este ejercicio los factores de emisión fueron calculados utilizando la metodología de los proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) del IPCC que resultan en un promedio para Centroamérica de 627 toneladas CO<sub>2</sub>/Gwh. Otro procedimiento incluye un algoritmo de despacho del sistema eléctrico que genera un resultado menor de 371 tonCO<sub>2</sub>/Gwh.

### 8. Costos de mitigación: estimaciones preliminares agregadas con información internacional

Suponiendo que los costos por tonelada de carbono oscilan entre 10 y 30 dólares y que este valor es equivalente al costo de oportunidad de las emisiones, es posible realizar una evaluación económica agregada inicial con propósitos meramente ilustrativos. De este modo, en el cuadro VII.2 se sintetizan los costos potenciales de mitigación por país suponiendo una reducción de emisiones del 30% sobre la base de las emisiones previstas del escenario de línea base al 2100. Estos resultados muestran que los costos de los procesos de mitigación son ciertamente significativos para la región y solo será posible cubrirlos si se dispone de financiamiento internacional adicional.

Cuadro VII.2  
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO HASTA 2100, COMO PORCENTAJE DEL PIB DE 2007<sup>a</sup>

	Precio de la tonelada-10 dólares			Precio de la tonelada-30 dólares		
	Tasa de descuento			Tasa de descuento		
	0,5%	2%	4%	0,5%	2%	4%
Argentina	0,64	0,31	0,15	1,93	0,92	0,44
Barbados	0,31	0,16	0,09	0,92	0,49	0,27
Bolivia (Estado Plurinacional de)	1,98	0,95	0,45	5,95	2,84	1,36
Brasil	1,89	0,81	0,34	5,67	2,44	1,02
Chile	0,49	0,25	0,13	1,46	0,74	0,39
Colombia	1,62	0,72	0,31	4,86	2,16	0,94
Costa Rica	1,56	0,66	0,27	4,68	1,97	0,80
Cuba	0,50	0,25	0,13	1,51	0,75	0,39
Ecuador	1,96	0,94	0,45	5,89	2,81	1,35
El Salvador	0,45	0,22	0,11	1,35	0,67	0,34
Granada	8,67	3,33	1,15	26,02	9,99	3,45
Guatemala	1,74	0,77	0,34	5,23	2,32	1,01
Guyana	0,31	0,18	0,11	0,94	0,54	0,32
Haití	0,39	0,20	0,10	1,17	0,60	0,31
Honduras	0,67	0,34	0,18	2,02	1,02	0,53
Jamaica	0,03	0,02	0,01	0,08	0,05	0,03
México	0,30	0,16	0,09	0,90	0,48	0,26
Nicaragua	2,10	0,97	0,44	6,31	2,90	1,33
Panamá	3,05	1,23	0,47	9,16	3,70	1,40
Paraguay	3,38	1,38	0,53	10,13	4,14	1,59
Perú	1,67	0,73	0,31	5,02	2,18	0,92
República Dominicana	3,40	1,41	0,56	10,20	4,23	1,68
Suriname	3,91	1,83	0,87	11,72	5,48	2,60
Trinidad y Tabago	-	-	-	-	-	-
Uruguay	0,59	0,27	0,12	1,76	0,80	0,36
Venezuela (República Bolivariana de)	-	-	-	-	-	-

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0" [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org), 2009.

<sup>a</sup> En el escenario el objetivo es reducir un 30% las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta 2100.

## 9. Mensajes principales

La evidencia empírica disponible sobre América Latina y el Caribe muestra que existen relaciones regulares entre las emisiones de GEI y sus principales factores determinantes y, más aún, muestra que es posible, atendiendo a estas relaciones, realizar diversas inferencias y simulaciones en escenarios alternativos de emisiones.

Las simulaciones realizadas muestran que, en general, es factible esperar un crecimiento de las emisiones a lo largo de este siglo de hasta un 1,5% en promedio, aunque con diferencias importantes según los países y la fuente. También cabe esperar una disminución o un control de las emisiones provenientes del cambio de uso de suelo, así como un aumento de las asociadas a la quema de combustibles fósiles y la producción de cemento. Este aumento de las emisiones provenientes del consumo de energía tiene las siguientes características:

- El consumo de energía crece asociado a la trayectoria del producto y tiene una baja sensibilidad a los cambios de los precios relativos de la energía. Sin embargo, la intensidad energética se reduce con el aumento del PIB per cápita. En este sentido, existe un proceso paulatino de disminución de la intensidad energética o de desacoplamiento energético.
- La tasa de crecimiento de las emisiones es menor a la tasa de crecimiento del consumo de energía, lo que refleja un proceso de descarbonización. Asimismo, la tasa de crecimiento de la razón entre las emisiones y el PIB se relaciona inversamente con la tasa de crecimiento del PIB per cápita.
- La tasa de crecimiento de las emisiones es mayor que la tasa de crecimiento de la población, de modo que aumentarán las emisiones per cápita. Más aún, la evidencia disponible muestra que existe un proceso de convergencia absoluta de las emisiones per cápita en la región. Así, en los países con emisiones per cápita más bajas aumentan a un ritmo mayor que en los países con emisiones per cápita más altas.
- De este modo, el conjunto de datos parece indicar que las emisiones en América Latina y el Caribe continuarán aumentando, aunque de manera más pausada.

Los datos disponibles muestran que en la región existen importantes opciones de mitigación y que algunas de ellas ya se están instrumentando, pero, en el agregado, los costos de estas opciones son significativos. No obstante, las relaciones entre energía y PIB per cápita y entre emisiones y energía se reducen con el aumento del PIB per cápita, lo que parece indicar que es compatible un crecimiento económico junto con un proceso de desacoplamiento energético y de descarbonización, que además supone considerables cobeneficios.

## VIII. VALUACIÓN ECONÓMICA Y COMENTARIOS DE POLÍTICA PÚBLICA

El cambio climático representa uno de los grandes retos de este siglo. Sus consecuencias sobre las actividades económicas y los patrones actuales de producción, distribución y consumo, la población, los ecosistemas y, en general, las condiciones actuales de vida en el planeta lo convierten en uno de los grandes desafíos de la humanidad. En este contexto, resulta fundamental identificar los canales de transmisión y los costos económicos más relevantes del cambio climático, una tarea que no es fácil puesto que supone considerar una amplia variedad de factores con un alto nivel de incertidumbre y diversos aspectos éticos que deben, además, traducirse en la adopción de una estrategia óptima de administración de riesgos.

La evidencia empírica internacional disponible sobre los costos y beneficios económicos del cambio climático es muy variada y heterogénea (Nordhaus y Boyer, 2000; Nordhaus, 2008; Fankhauser, 1995; Mendelsohn, 2002 y Stern, 2007), dada la aplicación de distintas metodologías y períodos de tiempo, distintos modelos de análisis y supuestos económicos (por ejemplo, la inclusión de los procesos de adaptación y la aplicación de nuevas tecnologías), proyecciones climáticas diferentes, análisis diferenciado de sectores, regiones o países e, incluso, el uso de diferentes tasas de descuento o distintas metas de mitigación. En este sentido, los datos presentados deben tomarse con precaución, ya que son solo indicativos de posibles escenarios futuros.

Los impactos económicos del cambio climático calculados hasta ahora en los países de América Latina y el Caribe muestran, a nivel agregado, varias características, a destacar<sup>8</sup>:

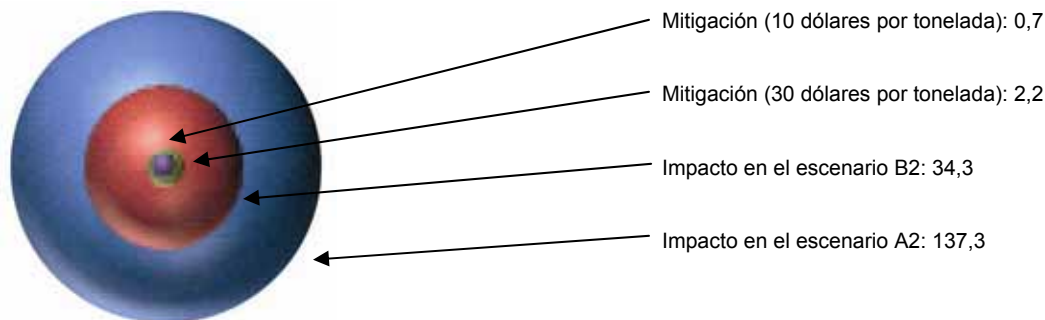
- Los costos económicos asociados al cambio climático son significativos, no lineales y crecientes en el tiempo. Esto es, las consecuencias económicas del cambio climático tienen un impacto discernible y significativo sobre el conjunto de las actividades económicas.
- Los costos económicos son heterogéneos por lo que, el cambio climático puede traducirse en ganancias temporales para algunos sectores y actividades y, al mismo tiempo, en pérdidas significativas en otras áreas geográficas o sectores.
- Los impactos, en muchos casos, son irreversibles, como los que afectan la biodiversidad o las vidas humanas.
- Existen medidas de adaptación endógena que corresponden a la capacidad de reacción intrínseca de los actores económicos, cuyos costos no han sido calculados, pero que podrían reducirse mediante el diseño de políticas públicas orientadas a la adaptación.
- La valuación de los costos y beneficios económicos totales para América Latina y el Caribe con la información disponible actualmente se sintetiza en los gráficos VIII.1 y VIII.2. Estas estimaciones son preliminares, indicativas e incompletas, pero muestran que, en general, los costos de los impactos son superiores a los que habitualmente se estiman en los países desarrollados. Sin embargo, esto no es necesariamente cierto respecto de cada país.

---

<sup>8</sup> Debe considerarse que los resultados no incluyen los impactos del cambio climático en todos los sectores económicos, aunque sí probablemente los más relevantes, y que existen implicaciones fiscales, laborales y sociales, entre otras, que deben estudiarse con mayor profundidad para tener una visión integral.



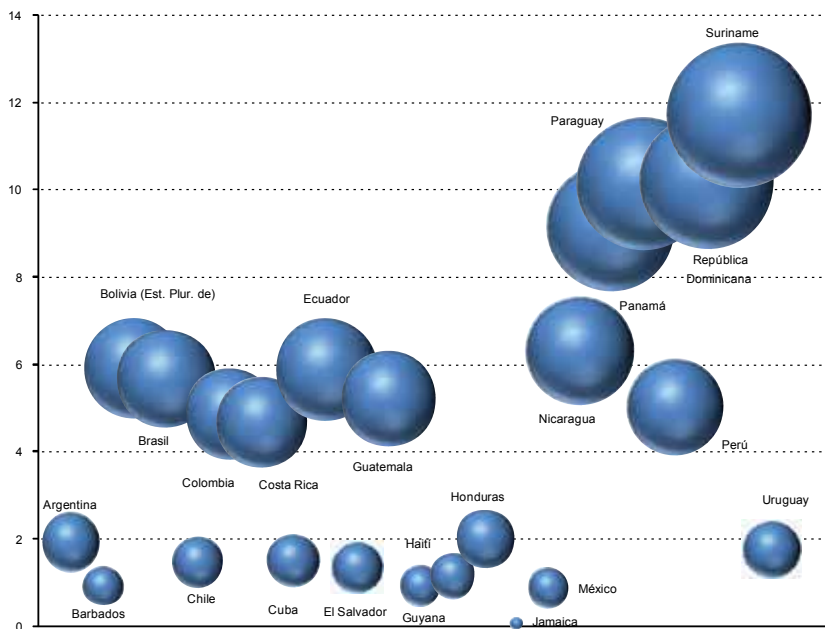
Gráfico VIII.1  
**AMÉRICA LATINA (15 PAÍSES): PROMEDIO DE LOS COSTOS ECONÓMICOS PRELIMINARES DEL IMPACTO ACUMULADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA MITIGACIÓN HASTA 2100<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes del PIB de 2007)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

<sup>a</sup> Con una meta de mitigación del 30% de los niveles proyectados a 2100. Incluye a la Argentina, Belice, Chile, Costa Rica, el Ecuador, El Salvador, el Estado Plurinacional de Bolivia, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, el Paraguay, la República Dominicana y el Uruguay. Se aplicó una tasa de descuento del 0,5%. El impacto y los costos corresponden al promedio registrado en los países considerados.

Gráfico VIII.2  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (23 PAÍSES): COSTOS ECONÓMICOS PRELIMINARES DE LA MITIGACIÓN ACUMULADOS HASTA 2100**  
*(En porcentajes del PIB de 2007)*



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

<sup>a</sup> Con una meta de mitigación del 30% de los niveles proyectados a 2100. Se aplicó una tasa de descuento del 0,5%. El precio de la tonelada de emisiones fue de 30 dólares.

- Asimismo, se observa que para el conjunto de los países de América Latina y el Caribe, los costos económicos asociados a los impactos del cambio climático son superiores a los de participar en un acuerdo de mitigación que reconozca la responsabilidad histórica e imponga metas diferenciadas por regiones acordes con los principios de equidad y corresponsabilidad.
- Llevar a cabo simultáneamente procesos de adaptación y de mitigación eficientes significará hacer modificaciones sustanciales a los patrones actuales de producción, distribución y consumo.

En la elaboración de un acuerdo internacional debe reconocerse que no necesariamente los países que más han contribuido al cambio climático son los que reciben los mayores impactos y que, por el contrario, es posible que los que solo han hecho una contribución poco significativa a las emisiones sufran las consecuencias más negativas. De este modo, en un acuerdo internacional sobre el cambio climático debe tenerse en cuenta la necesidad de los países en desarrollo de mantener un considerable ritmo de crecimiento económico y de disponer de financiamiento internacional adicional para transitar hacia economías con bajas emisiones de carbono. En este contexto, las soluciones unilaterales pueden conducir a la imposición de procesos de ajuste que no sean equitativos a los países en desarrollo, es decir, a externalizar y concentrar los procesos de mitigación en estos países, sin disminuir su vulnerabilidad ante el cambio climático y los consecuentes costos de la adaptación.

Dada la magnitud de los costos económicos asociados al cambio climático es indispensable diseñar e instrumentar una estrategia de política pública en la que participe la sociedad en su conjunto y que contribuya a reducir los impactos negativos de este fenómeno, facilitar los procesos de adaptación y desarrollar opciones que permitan reducir los costos del proceso de mitigación. Esto supone elaborar una estrategia de administración de riesgos adecuada. Sin embargo, esta tarea es en extremo compleja y no constituye exclusivamente una decisión técnica, sino que conlleva también valoraciones éticas. No obstante, existen algunos elementos generales que parecen comunes a cualquier estrategia, más allá de los escenarios climáticos o de la política pública que se emplee, y que se enuncian a continuación:

- Adquirir un “seguro” ante los riesgos climáticos más extremos y los daños esperados más graves.
- Preservar la biodiversidad y los recursos naturales para las generaciones futuras y evitar las pérdidas irreparables.
- Realignar los precios relativos en forma compatible con un desarrollo sostenible.
- Reconocer la necesidad de revisión de los estilos de vida y promover un cambio cultural en tal sentido.
- Promover un proceso de innovación tecnológica en el contexto de un desarrollo sostenible.
- Transitar hacia economías con baja intensidad de emisiones de carbono. Las economías modernas están basadas en un uso intensivo de combustibles fósiles. En este contexto, es indispensable reconocer que la fase en que se hace uso principalmente de una energía fósil barata y cuasi ilimitada está concluyendo y que es necesario reflejar plenamente en los precios relativos de la energía sus externalidades negativas.

En general, la evidencia disponible sobre las consecuencias económicas del cambio climático muestra que en la aplicación de políticas públicas orientadas a resolver este desafío deben considerarse al menos los siguientes puntos:

- Estas políticas se hallan en el centro de la política macroeconómica, del estilo de desarrollo y de la innovación tecnológica, y deberán estar orientadas a modificar comportamientos y maneras de pensar para lograr un proceso de toma de decisiones sostenibles en el largo plazo.
- A nivel general, los precios y los mercados son mecanismos importantes que pueden contribuir a un desarrollo económico sostenible. Sin embargo, son insuficientes y tienen grandes limitaciones debido a las bajas elasticidades de los precios que se observan actualmente en la región y las características de los mercados. En este sentido, es necesario considerar otros mecanismos que complementen las medidas en materia de precios, como las intervenciones reguladoras, la promoción de la innovación tecnológica y el cambio en los patrones de consumo, distribución y producción. De este modo, es necesario orientarse hacia una política de precios relativos con una trayectoria de rampa, que refleje paulatinamente las externalidades negativas, dando tiempo a los ajustes, y complementarla con las regulaciones necesarias. Es preciso considerar que el cambio climático, entendido como una externalidad negativa, puede reducirse mediante la imposición de un precio a las emisiones de CO<sub>2</sub> (Stern, 2007). Este precio debe ser acordado internacionalmente, debe ser equitativo y contemplar condiciones específicas; además, las políticas que se apliquen deben ir en la misma dirección.

La regulación debe contribuir a:

- reducir el contenido energético y de carbono por unidad de producto y per cápita y promover la innovación tecnológica a costos accesibles;
- contribuir a preservar los recursos naturales y la biodiversidad;
- moderar y compensar los impactos económicos atribuibles al cambio climático.

Al implementar medidas de adaptación ante el cambio climático, debe priorizarse la aplicación de las que sean sólidas en cualquier escenario climático o económico y que generen beneficios colaterales importantes —como la reducción de otros impactos ambientales o la pobreza—, y que sean consistentes con las estrategias de mitigación. Asimismo, debe reconocerse que las medidas de adaptación aplicadas pueden generar nuevas externalidades negativas, como la degradación ambiental debido a la expansión de la frontera agrícola en zonas marginales (que es necesario evitar) o la sobreexplotación de los recursos hídricos.

Existe un conjunto de patrones regulares que deben considerarse al diseñar los procesos de mitigación. Entre ellos, se destacan los siguientes:

- El PIB per cápita, el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> muestran trayectorias ascendentes a lo largo del tiempo, aunque con distintos ritmos e intensidades. En general, se observa la existencia de procesos de desacoplamiento energético entre energía y producto y entre emisiones de CO<sub>2</sub> y energía, aunque también con distintos ritmos y de modo insuficiente para contener el aumento absoluto de las emisiones o el consumo de energía.

- Un mayor nivel económico se traduce en un mayor nivel de consumo de energía, aunque los aumentos no son proporcionales. En este contexto, detener de forma drástica el consumo de energía se traduciría en una contracción del producto. Un crecimiento económico sostenido con una continua reducción de emisiones, o al menos cierta estabilización, es una meta deseable pero aún difícil de cumplir.
- Existe una relación inversa entre el ingreso per cápita y la intensidad energética. Sin embargo, este desacoplamiento energético es aún insuficiente para detener el aumento del consumo de energía. Asimismo, el desacoplamiento energético es más frecuente que la descarbonización, lo que parece indicar que todavía no existe en la región una preocupación acentuada por la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero. La reducción de la relación entre la intensidad energética y el PIB, y entre las emisiones y el consumo de energía, solo permite atenuar el crecimiento de las emisiones, pero es insuficiente para contenerlo.
- Lo expresado se traduce en una reducción paulatina en la razón entre emisiones y PIB per cápita. Más aún, existe una tendencia de los países con un mayor crecimiento del PIB per cápita a reducir más rápidamente, en promedio, su intensidad de emisiones con respecto al PIB.
- Existe, sin embargo, un aumento paulatino de las emisiones per cápita en prácticamente todos los casos. Esto es, la tasa de crecimiento de la población es menor que la tasa de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Más aún, se observa que existe un proceso paulatino de convergencia absoluta en las emisiones per cápita de la región; es decir, en los países con menores emisiones per cápita estas aumentan más rápido que en aquellos con emisiones más altas.
- Las simulaciones realizadas muestran que es probable que las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a combustibles fósiles y producción de cemento sigan aumentando, de mantenerse un escenario inercial. La evolución histórica de los procesos de desacoplamiento energético y de descarbonización son insuficientes para controlar el crecimiento de las emisiones en caso de transitar por su trayectoria tendencial e inercial. Por lo tanto, es necesario contar con políticas públicas activas.

En la definición de una estrategia de mitigación para América Latina y el Caribe debe tenerse en cuenta que esta región tiene una responsabilidad compartida pero claramente diferenciada en el proceso de mitigación. En este sentido, es conveniente que la región participe en un acuerdo internacional equitativo, pero que también se reconozca:

- La baja contribución del sector energético de América Latina y el Caribe al cambio climático global.
- La necesidad de desarrollo de la región con los actuales patrones de crecimiento o con otros más sostenibles.
- La conveniencia de cumplir con lo establecido en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en cuanto a la provisión de recursos internacionales adicionales para alcanzar metas de mitigación ambiciosas.

- La necesidad de reconocer que las acciones de mitigación de la región por sí solas no reducirán su vulnerabilidad al cambio climático y que, por lo tanto, los recursos internacionales son imprescindibles para facilitar la adaptación a los efectos que este fenómeno global tendrá en el desarrollo y disminuir la pobreza en los países menos adelantados de la región.
- La puesta en práctica de procesos de mitigación unilaterales en los países desarrollados puede conducir a procesos de mitigación más costosos en América Latina y el Caribe, en comparación con los que puedan llevarse a cabo en el contexto de un acuerdo internacional.

En todo caso, el desafío del cambio climático implicará durante este siglo una modificación de las pautas de crecimiento y desarrollo que, en el contexto de un acuerdo internacional, también supone la construcción de un marco institucional capaz de movilizar grandes cantidades de recursos, así como de verificar su uso y el cumplimiento específico de las metas.

En los próximos años, América Latina y el Caribe deberá mostrar su capacidad para definir con plena conciencia su futuro, modificando sus pautas de producción, consumo y distribución, pero también adaptándose a las nuevas condiciones y consecuencias de un mundo con un clima diferente.



### Bibliografía

- Aguilar, E. y otros (2005), "Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and Northern South America, 1961-2003", *Journal of Geophysical Research*, vol. 110.
- Baltagi, B. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, Wiley.
- Barro, R. (1991), "Economic growth in a cross section of countries", *NBER Working Papers*, N° 3120.
- Barro, Robert y Xavier Sala-i-Martin (1992), "Convergence", *Journal of Political Economy*, vol. 100, N° 2, University of Chicago Press, abril.
- Blanchard, O. (1997), *Macroeconomía*, Madrid, Prentice Hall Iberia.
- Bourguignon, F. (2002), "The distributional effects of growth: case studies vs. cross-country regressions", *DELTA Working Papers*, N° 2002-23.
- CEDEPLAR/UFMG/FIOCRUZ (Centro de Desarrollo y Planificación Regional, Universidad Federal de Minas Gerais/Fundación Oswaldo Cruz) (2008), *Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o nordeste brasileiro, 2000-2050*.
- Centella A, A. Bezanilla y K. Leslie (2008), *A Study of the Uncertainty in Future Caribbean Climate Using the PRECIS Regional Climate Model. Technical Report*, Belmopan, Centro de la Comunidad del Caribe sobre Cambio Climático (CCCCC).
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2008), *Panorama social de América Latina, 2008 (LC/G.2402-P)*, Santiago de Chile, diciembre. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.08.II.G.89.
- Cuevas, Fernando y Julie Lennox (2009), *Informe de factibilidad. Economía del cambio climático en Centroamérica (LC/MEX/L.897)*, México, D.F., Comisión Económica para América Latina y el Caribe, sede subregional de la CEPAL en México.
- Datt, Gaurav y Martin Ravallion (1992), "Growth and redistribution components of changes in poverty measures: a decomposition with applications to Brazil and India in the 1980s", *Journal of Development Economics*, vol. 38, N° 2, Elsevier, abril.
- De Gregorio, José y Jong-Wha Lee (2003), "Growth and adjustment in East Asia and Latin America", *Working Papers Central Bank of Chile*, N° 245, Santiago de Chile, Banco Central.
- Durlauf, Steven, Paul Johnson y Jonathan Temple (2005), "Growth econometrics", *Handbook of Economic Growth*, vol. 1 Philippe Aghion y Steven Durlauf (eds.), Elsevier.
- Fankhauser, S. (1995), *Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse Effect*, Earthscan Publications Ltd.
- Fischer, S. (1994), "Growth: the role of macroeconomic factors", *International Differences in Growth Rates*, M. Baldassari (ed.), Nueva York, St. Martin's Press.
- Galindo, L.M. (2009), *La economía del cambio climático en México*, México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Galor, O. (1996), "Convergence? Inferences from theoretical models", *Economic Journal*, vol. 106.
- Githeko, A. y A. Woodward (2003), "International consensus on the science of climate and health: the IPCC Third Assessment Report", *Climate Change and Human Health: Risks and Responses*, A. McMichael y otros (eds.), Ginebra, Organización Mundial de la Salud (OMS).
- González, Andrés, Timo Teräsvirta y Dick van Dijk (2005), "Panel smooth transition regression models", *Working Paper Series in Economics and Finance*, N° 604, Escuela de Economía de Estocolmo.
- Hodrick, Robert y Edward Prescott (1997), "Postwar U.S. business cycles: an empirical investigation", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 29, N° 1, Blackwell Publishing.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2007a), *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press.

- \_\_\_\_\_ (2007b), *Climate Change 2007- Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press.
- Kiktev, D. y otros (2003), "Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes", *Journal of Climate*, vol. 16.
- Levine, Ross y David Renelt (1991), "Cross-country studies of growth and policy: methodological, conceptual, and statistical problems", *Policy Research Working Paper Series*, vol. 608, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Maddala, G.S. y S. Wu (2000), "Cross-country growth regressions: problems of heterogeneity, stability and interpretation", *Applied Economics*, vol. 32.
- Madden, R.A. y J. Williams (1978), "The correlation between temperature and precipitation in the United States and Europe", *Monthly Weather Review*, vol. 106.
- Magrin, G. y otros (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*, Cambridge University Press.
- Mankiw, G., D. Romer y D. Weil (1992), "A contribution to the empirics of economic growth", *NBER Working Papers*, N° 3541.
- Mendelsohn, R. (ed.) (2002), *Global Warming and the American Economy: A Regional Assessment of Climate Change Impacts*, Bodmin, Cornwall, MPG Books Ltd.
- Marengo, J. y otros (2009a), "An intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: part 2: historical trends", *Climatic Change*, N° DOI 10.1007/s10584-009-9743-7, Springer Netherlands.
- \_\_\_\_\_ (2009b), "Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system", *International Journal of Climatology*, febrero.
- \_\_\_\_\_ (2009c), "Future changes of climate in South America in the late XXI century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. Climate Dynamic", inédito.
- Nordhaus, W. (2008), *A Question of Balance: Economic Modeling of Global Warming*, Yale Press.
- Nordhaus, W. y J. Boyer (2000), *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- O'Neill, B.C., F.L. Mackellar y W. Lutz (2001), *Population and Climate Change*, Cambridge University Press.
- Quah, Danny (1993), "Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis", *CEPR Discussion Papers*, N° 820.
- Romer, P. (1989), "Human capital and growth: theory and evidence", *NBER Working Papers*, N° 3173, Oficina Nacional de Investigaciones Económicas.
- Sala-i-Martin, Xavier (1997), "I just ran two million regressions", *American Economic Review*, vol. 87, N° 2, mayo.
- \_\_\_\_\_ (1995), "The classical approach to convergence analysis", *Economics Working Papers*, N° 117, Universitat Pompeu Fabra.
- Samaniego, J.L. (coord.) (2009), "Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Una reseña", *documento de proyecto*, N° 232 (LC/W.232), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Samaniego, J.L. y L.M. Galindo (2009a), "Escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a combustible fósiles en América Latina: una aproximación empírica", Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.
- \_\_\_\_\_ (2009b), "Cambio climático y la demanda de energía en América Latina: estimaciones preliminares", Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.



- Siegenthaler, U. y otros (2005), "Supporting evidence from the EPICA drilling ice core for atmospheric CO<sub>2</sub> changes during the past millennium", *Tellus*, vol. 57B, N° 1.
- Stern, N. (2008), "The economics of climate change", *American Economic Review*, vol. 98, N° 2.
- \_\_\_\_\_ (2007), *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Londres, Cambridge University Press.
- Tebaldi, C. y otros (2006), "Going to the extremes: an intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events", *Climatic Change*, vol. 79.
- Torres, J.M. (2009), "Cambio de uso/cobertura del suelo", *La economía del cambio climático en México*, L.M. Galindo (coord.), México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- Trenberth, K.E. y D.J. Shea (2005), "Relationships between precipitation and surface temperature". *Geophysical Research Letters*, vol. 32.
- Vincent, L.A. y otros (2005), "Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960 – 2000", *Journal of Climate*, vol. 18.
- Vivid Economics (2009), *Low Carbon Competitiveness Report*, The Climate Institute/E3G.
- Warren, R. y otros (2006), "Understanding the regional impacts of climate change. Research report prepared for the Stern Review", *Tyndall Centre Working Paper*, N° 90.
- Wooldridge, J. (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press.
- WRI (Instituto de los Recursos Mundiales) (2009), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0" [en línea] [www.cait.wri.org](http://www.cait.wri.org).
- Zapata-Martí, R. y S. Saldaña-Zorrilla (2009), "Desastres naturales y cambio climático. Estudio regional para la economía del cambio climático", inédito.