

Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación en América Latina

Trabajo desarrollado a partir del Capítulo 13, América Latina, de la contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).





© PREDECAN



© PREDECAN



© PDRS / GTZ



© Heinz Plenge

El texto de esta publicación no constituye un documento oficial del IPCC y no ha sido aprobado ni aceptado por el Panel.

Las referencias citadas en esta publicación pueden consultarse en: Magrin, G., C. Gay García, D. Cruz Choque, J.C. Giménez, A.R. Moreno, G.J. Nagy, C. Nobre and A. Villamizar, 2007: Latin America. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 581-615. Disponible en [www.ipcc-wg2.org](http://www.ipcc-wg2.org) (Chapter 13: Latin America)



Panel Intergubernamental  
sobre Cambio Climático  
(IPCC).



Colaboraron en la preparación de esta versión en español: Dra. Graciela O. Magrin y Dr. Osvaldo Canziani.  
Diseño y diagramación: Fabiola Pérez-Albela P.  
Impresión: Pull Creativo S.R.L.

1ra. edición, 1ra. impresión

Lima, Perú

Octubre 2007



CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina

## Indice

Presentación	2
Resumen Ejecutivo	4
1 Síntesis de conocimientos evaluados en el tercer informe del IPCC (TAR) (IPCC, 2001)	6
2 Sensibilidad y vulnerabilidad actual	8
2.1 Características de América Latina	8
2.2 Sensibilidad y vulnerabilidad a la variabilidad climática y los eventos extremos	8
2.3 Otras causas de estrés que incrementan la vulnerabilidad	13
2.4 Tendencias observadas	16
2.4.1 Tendencias climáticas	16
2.4.2 Tendencias ambientales	18
2.4.3 Tendencia en los factores socioeconómicos	21
2.5 Medidas actuales de adaptación	22
2.5.1 Ecosistemas naturales	25
2.5.2 Agricultura	26
2.5.3 Recursos hídricos	26
2.5.4 Costas	28
2.5.5 Salud humana	28
3 Supuestos sobre las tendencias futuras	30
3.1 Clima	30
3.1.1 Escenarios de cambio climático	30
3.1.2 Cambios en la ocurrencia de eventos extremos	31
3.2 Cambios en el uso del suelo	32
3.3 Desarrollo	33
3.3.1 Demografía y poblaciones	33
3.3.2 Escenarios económicos	34
4 Impactos y vulnerabilidades futuras	36
4.1 Ecosistemas naturales	36
4.2 Agricultura	37
4.3 Recursos hídricos	40
4.4 Costas	42
4.5 Salud humana	46
5 Adaptación: prácticas, opciones y limitantes	48
5.1 Prácticas y opciones	48
5.1.1 Ecosistemas naturales	48
5.1.2 Agricultura y forestación	49
5.1.3 Recursos hídricos	51
5.1.4 Costas	52
5.1.5 Salud humana	52
5.2 Limitaciones para la adaptación	54
6 Estudios de caso	56
6.1 Amazonía: un sistema crítico del planeta	56
6.2 Capacidad adaptativa de las comunidades precolombinas de montaña en Sudamérica	58
7 Conclusiones e implicancias para el desarrollo sostenible	60
8 Incertidumbres clave y prioridades de investigación	62

## Presentación

El conocimiento y la información oportuna, realizada con el monitoreo continuo de las variables ambientales, son elementos imprescindibles para la toma de decisiones orientadas al logro del desarrollo sostenible. Por ello, toda información sobre la vulnerabilidad, los impactos y la adaptación al cambio climático constituye un aporte positivo en la tarea en la que se encuentran involucrados los países de América Latina y el Caribe. Consecuentemente, la difusión de las conclusiones para la Región de América Latina, del Grupo de Trabajo II, del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) es un aporte relevante para el logro de las trayectorias de desarrollo apropiadas para la Región, tal es el objetivo de la presente publicación.

La Cooperación Alemana al Desarrollo a través del Equipo Regional de Competencias «Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático» para América Latina y El Caribe, apoya esta iniciativa motivada en promover la incorporación de la gestión del riesgo y adaptación al cambio climático como una estrategia transversal en los procesos de desarrollo sostenible que se planifican e implementan a nivel local, nacional y regional; una consecuencia de esta preocupación es resaltar a la **reducción de la vulnerabilidad como un objetivo explícito de los procesos de desarrollo sostenible** que se manifiestan en estrategia, políticas, planes, programas y proyectos.

La Cooperación Alemana al Desarrollo a través del Equipo Regional de Competencias «Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático» para América Latina y El Caribe, apoya esta iniciativa orientada a la promoción de estrategias que permitan la consideración de los impactos adversos y los beneficios potenciales del calentamiento terrestre en los procesos de desarrollo sostenible. La adopción de los conceptos de multidisciplinaria y transversalidad, en el tratamiento de las cuestiones sectoriales y en la consideración de las cuestiones regionales y sub-regionales, que plantea el Grupo de Trabajo II del IPCC, permitirán definir mejor las trayectorias posibles para el desarrollo sostenible, en toda planificación, a nivel local, nacional y regional. El conocimiento del cambio del Sistema Climático Global y sus implicaciones regionales proveen las herramientas necesarias para lograr la **reducción de la vulnerabilidad como un objetivo explícito de los procesos de desarrollo sostenible**. Este conocimiento reforzará, sin dudas, la estrategia, y las políticas, que se aplicarán en planes, programas y proyectos futuros, en la Región.

Algunas ventajas de la inclusión transversal de temáticas como gestión del riesgo y adaptación al cambio climático en las decisiones para el logro del desarrollo sostenible son:

- a) **Analizar las políticas de desarrollo conjuntamente con los efectos adversos o beneficiosos del cambio climático**, es decir no pensar sólo en las consecuencias o impactos de los escenarios de riesgo de desastres, riesgo ambiental o los escenarios de cambio climático, que afecten a la comunidad, a los ecosistemas o a la población en general, sino pensar en las causas que están generando esas condiciones de vulnerabilidad y tomar decisiones de actuar sobre ellas. Analizar el riesgo significa evaluar la probabilidad de futuras pérdidas y daños. Se trata de un análisis prospectivo que permite mejorar los vínculos con los tomadores de decisiones, definiendo mejor las expectativas de éxito, en la planificación del desarrollo. Debido, evidentemente, a que ellos permanentemente están analizando escenarios a futuro.
- b) **Riesgo y cambio climático es interdisciplinario**, debe articular diferentes disciplinas del desarrollo hacia un objetivo común la reducción de vulnerabilidad, y así fomentar estructuras de gobernanza que permitan una articulación inter-sectorial, fortalecimiento de redes interinstitucionales, diseñar y observar indicadores de resultados compartidos, mejorar la gestión de la información para toma de decisiones, actualizar los instrumentos de planificación existentes incorporando la temática del riesgo y cambio climático, etc.





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina

b) ***El riesgo ambiental, social y económico, y el cambio climático están estrechamente ligados***, su consideración integrada ayuda a articular diferentes disciplinas del desarrollo hacia el objetivo común, que es la reducción de vulnerabilidad. En este contexto, algunas de las consecuencias del trabajo interdisciplinario se manifiestan en articulación sectorial, fortalecimiento de redes interinstitucionales, diseño y observación de indicadores de resultados compartidos, mejora de la gestión de la información para la toma de decisiones, actualización de las políticas y medidas de planificación existentes que permitan la incorporación del análisis del riesgo ante los impactos del cambio climático, etc.

c) ***Reconocer que las decisiones cotidianas del desarrollo reducen o aumentan la vulnerabilidad***, existen prácticas actuales en América Latina que están aumentando o reduciendo vulnerabilidad, la propuesta es reconocer de manera objetiva y asumir la responsabilidad desde la diversidad de actores nuestra contribución al aumento o reducción de la vulnerabilidad.

d) ***Reducir vulnerabilidad para lograr cohesión social, conservar la biodiversidad, mantener los servicios que brindan los ecosistemas y luchar contra la pobreza***, generalmente los grupos sociales excluidos y en condiciones de pobreza o pobreza extrema son los más afectados con los impactos que se generarían en los futuros escenarios de riesgo y en los escenarios de cambio climático, trabajar en la incorporación transversal de esta temática significa que en las estrategias de lucha contra la pobreza y reducir la exclusión social se analice la reducción de vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres y escenarios de cambio climático, permitiendo priorizar acciones como: evitar la construcción de viviendas en zonas de alto peligro y sin respetar procesos de ordenamiento territorial, promover procesos de reconversión productiva que favorezca la mejora de condiciones de vida de la población con énfasis en zonas de extrema pobreza, etc. Asimismo, se hace necesario priorizar actividades de conservación de la biodiversidad y del manejo sostenible de los recursos naturales, por su rol importante tanto para la adaptación al cambio climático, su mitigación, y como buena práctica de la gestión del riesgo.

Una acción que también deseamos motivar con esta publicación es que las universidades e investigadores puedan articularse en una estrategia permanente de gestión del conocimiento que permita un acercamiento entre la ciencia y la práctica de los procesos cotidianos de desarrollo sostenible.

Reconocer que el cambio climático es una realidad y las medidas de adaptación que podemos trabajar desde América Latina, un reto permanente es no solo enunciarlas sino implementarlas y monitorear sus resultados e impactos. Esperamos que esta publicación permita a los pobladores de América Latina mantenerse informados de una temática tan compleja, pero a la vez con mucho poder de convocatoria para los habitantes del mundo y así poder decidir actuar de manera conciente para mejorar el bienestar de todos.

**Oswaldo Canziani**  
Investigador  
IPCC 2007

**Graciela Magrin**  
Investigadora  
IPCC 2007

**Alberto Aquino**  
Coordinador  
Equipo Regional de Competencias  
«Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático»  
GTZ

## Resumen Ejecutivo

### **Durante los últimos años la variabilidad climática y la ocurrencia de eventos extremos han estado afectando severamente a Latinoamérica (confiabilidad alta).**

Se han reportado eventos extremos inusuales tales como lluvias intensas en Venezuela (1999, 2005), inundaciones en la región Pampeana de Argentina (2000-2002, sequía en el Amazonas (2005), tormentas de granizo en Bolivia (2002) y en el área del Gran Buenos Aires en Argentina (2006), el excepcional Huracán Catarina en el Atlántico Sur (2004) y la temporada récord de huracanes en 2005 en la Cuenca del Caribe [2.2]. Históricamente la variabilidad climática y los extremos han tenido impactos negativos sobre la población, incrementando la mortalidad y morbilidad en las áreas afectadas. Los desarrollos recientes en las técnicas de pronóstico meteorológico podrían mejorar la calidad de la información necesaria contribuyendo al bienestar y seguridad de la población. Sin embargo, la falta de equipamiento moderno de observación, la necesidad urgente de información de alta atmósfera, la baja densidad de estaciones meteorológicas, la poca credibilidad de sus reportes y la falta de monitoreo de las variables climáticas contribuyen a debilitar la calidad de los pronósticos, con efectos adversos sobre el público, disminuyendo la valorización de los servicios meteorológicos y la confianza en los registros climáticos. Estas limitaciones también afectan a los servicios de observación hidrometeorológica, con un impacto negativo en la calidad de las alertas tempranas y servicios de alerta (confiabilidad media). [2.5]

### **Durante las últimas décadas se han observado cambios importantes de la precipitación e incrementos de la temperatura (confiabilidad alta).**

Los aumentos de la lluvia en el sudeste de Brasil, Paraguay, Uruguay, la región Pampeana Argentina y algunas partes de Bolivia han tenido impactos en el uso de la tierra y los rendimientos de los cultivos, y han incrementado la frecuencia e intensidad de las inundaciones. Por otro lado, se ha observado una tendencia declinante de la precipitación en Chile, sudoeste de Argentina, sur de Perú y oeste de América Central. Se observaron aumentos de aproximadamente 1°C en Mesoamérica y Sudamérica, y de 0.5°C en Brasil. Como consecuencia de los aumentos de temperatura,

se está acelerando la tendencia al retroceso de los glaciares reportada en el TAR (tercer informe del IPCC) (confiabilidad muy alta). Este factor es crítico en Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador, donde la disponibilidad de agua para el consumo o la generación hidroeléctrica ya está comprometida [2.4.1]. Se espera que en el futuro aumenten esos problemas con el suministro, volviéndose crónicos si no se planifican e implementan las medidas de adaptación adecuadas. En las próximas décadas es muy probable que desaparezcan los glaciares intertropicales de los Andes, afectando la disponibilidad de agua y la generación hidroeléctrica (confiabilidad alta). [2.4.1]

### **Los cambios de uso de la tierra intensificaron el uso de los recursos naturales y exacerbaron muchos de los procesos de degradación de los suelos (confiabilidad alta).**

Alrededor de las tres cuartas partes de las tierras de secano están moderada o severamente afectadas por procesos de degradación. Los efectos combinados de la acción humana y el cambio climático han provocado una continua disminución de la cubierta natural de los suelos a tasas muy elevadas (confiabilidad alta). En particular la tasa de deforestación de las selvas tropicales ha incrementado durante los últimos 5 años. Existe evidencia de que los aerosoles provenientes de la quema de biomasa pueden cambiar la temperatura regional y la precipitación en la parte sur del Amazonas (confiabilidad media). La quema de biomasa también afecta la calidad regional del aire, con implicancias para la salud humana. Actuando en forma sinérgica, los cambios en el uso de la tierra y climáticos incrementarán en forma sustancial el riesgo de incendios (confiabilidad alta). [2.3,2.4.2]

### **El calentamiento medio proyectado para Latinoamérica para fin de siglo varía, de acuerdo a los diferentes modelos climáticos, de 1 a 4°C para el escenario de emisión SRES B2 y de 2 a 6°C para el escenario A2 (confiabilidad media).**

La mayoría de las proyecciones de los modelos de circulación general (MCG) indican anomalías de precipitaciones relativamente grandes (positivas y negativas) para las zonas tropicales de América Latina y menores para Sudamérica extra tropical. Además, es



CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina

probable que en el futuro aumente la frecuencia de ocurrencia de eventos climáticos extremos; sobre todo la frecuencia e intensidad de los huracanes en la cuenca del Caribe. [3.1.1,3.1.2]

**Bajo el cambio climático futuro existe el riesgo de extinción de especies significativas en muchas áreas de Latinoamérica tropical (confiabilidad alta).**

Parte de las selvas tropicales del este de la Amazonía y el sur de Méjico serían reemplazadas por sabanas, y la vegetación semiárida en partes del nordeste de Brasil y en la mayor parte del centro y norte de Méjico sería reemplazada por vegetación árida debido al efecto sinérgico de los cambios en el uso de la tierra y en el clima (confiabilidad alta) [4.2]. Siete de los 25 sitios más críticos del mundo, que poseen elevada concentración de especies endémicas, están en Latinoamérica y están sobrellevando una pérdida de hábitat. Las reservas biológicas y los corredores ecológicos han sido implementados o planificados para mantener la biodiversidad en ecosistemas naturales, y pueden servir como medidas de adaptación para ayudar a proteger los ecosistemas ante el cambio climático. [2.5.1]

**Es probable que para 2020 el incremento neto del número de personas que experimentan tensiones con respecto a la disponibilidad de agua, debido al cambio climático, se ubique entre los 7 y 77 millones (confiabilidad media).**

Mientras que, para mediados del siglo, la reducción potencial en la disponibilidad de agua y el aumento de la demanda por parte de una población regional creciente, podría elevar esas cifras a 60 y 150 millones [4.3].

**Las reducciones generalizadas de los rendimientos de arroz para 2020 así como los incrementos de rendimiento de soja son posibles si se consideran los efectos del CO<sub>2</sub> (confiabilidad media).**

Para otros cultivos (trigo, maíz), la respuesta al cambio climático proyectada es más errática, dependiendo del escenario elegido. Bajo el escenario A2, si no se consideran los efectos del CO<sub>2</sub>, el número adicional de gente con riesgo de hambre es probable que alcance 5, 26 y 85 millones en 2020, 2050 y 2080,

respectivamente (confiabilidad media). Por otro lado, se espera que la productividad del ganado para carne y leche disminuya en respuesta a las temperaturas crecientes [4.2]

**Es muy probable que los aumentos esperados en el nivel medio del mar (ANMM), la variabilidad climática y los extremos afecten las áreas costeras (confiabilidad alta).**

En el sudeste de Sudamérica la tasa de ANMM incrementó de 1 a 2-3 mm/año durante los últimos 10-20 años [2.4.1]. En el futuro, se observarían impactos adversos sobre: (i) áreas costeras bajas (p. ej., en El Salvador, Guyana y la costa de la provincia de Buenos Aires en Argentina); (ii) edificios y turismo (p. ej., en Méjico y Uruguay); (iii) morfología costera (p. ej., en Perú); (iv) manglares (p. ej., en Brasil, Ecuador, Colombia y Venezuela); (v) disponibilidad de agua potable en la costa del Pacífico de Costa Rica, Ecuador y el estuario del Río de la Plata. En particular, es muy probable que el aumento del nivel del mar afecte los arrecifes de coral Mesoamericanos (p. ej., en Méjico, Belice y Panamá) y la ubicación de los cardúmenes en el sudeste del Pacífico (p. ej., en Perú y Chile) [4.4].

**Los planes futuros de desarrollo sostenible deberían incluir estrategias de adaptación para mejorar la integración del cambio climático en las políticas de desarrollo (confiabilidad alta).**

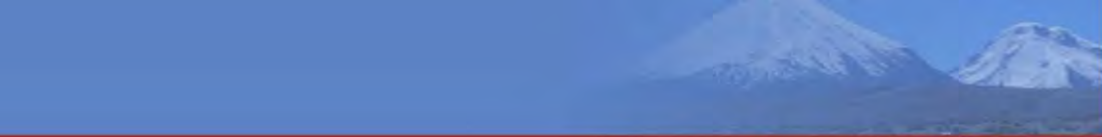
Algunos países han hecho esfuerzos para adaptarse, en particular a través de la conservación de ecosistemas clave, sistemas de alerta temprana, manejo del riesgo en agricultura, estrategias para el manejo de inundaciones, sequías y costas, y sistemas de monitoreo de enfermedades. Sin embargo, la efectividad de esos esfuerzos se ve contrarrestada por la falta de información básica, observaciones y sistemas de monitoreo; falta de desarrollo de capacidades y marcos políticos, institucionales y tecnológicos apropiados; bajos ingresos; y asentamientos en áreas vulnerables, entre otros [2]. Si no se mejoran esas áreas, los objetivos de desarrollo sostenible de los países latinoamericanos se verán comprometidos seriamente, afectando adversamente entre otras cosas, su habilidad para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio [5].

## 1 Síntesis de conocimientos evaluados en el tercer informe del IPCC (TAR) (IPCC, 2001)

### Los principales hallazgos del Third Assessment Report (TAR) (IPCC, 2001) fueron los siguientes:

- En la mayor parte de Latinoamérica no existe una tendencia de largo plazo clara en la temperatura media de superficie. No obstante, en algunas áreas de la región existe un calentamiento aparente (Amazonía, noroeste de Sudamérica) y en unos pocos casos tendencia al enfriamiento (Chile).
- Las tendencias de la precipitación sugieren un incremento en la precipitación en algunas regiones de latitudes medias, una disminución en algunas regiones centrales de Latinoamérica y para otras no hay una tendencia clara. Por ejemplo, las tendencias positivas observadas en el noreste de Argentina, sur de Brasil y noroeste de Méjico contrastan con las tendencias negativas observadas en algunas partes de América Central (p. ej., Nicaragua). Los registros sugieren una tendencia positiva durante los últimos 200 años en las regiones más elevadas del noroeste argentino. En Amazonía, la variabilidad interdecadal observada en los registros hidrológicos (tanto de lluvia como de caudales) es más significativa que cualquier tendencia observada.
- El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es el modo dominante de variabilidad climática en Latinoamérica y es el fenómeno natural de mayor impacto socioeconómico.
- Los glaciares de Latinoamérica han retrocedido drásticamente en las décadas pasadas, y muchos de ellos desaparecieron completamente. Las subregiones más afectadas son los Andes peruanos, el sur de Chile y Argentina hasta la latitud de 25° S. La deglaciación puede haber contribuido a las tendencias negativas observadas en los caudales de la región.
- En Latinoamérica muchas enfermedades están relacionadas con la temperie y el clima a través del brote de vectores que se desarrollan en ambientes cálidos y húmedos, incluyendo la malaria y el dengue. El cambio climático podría influenciar la frecuencia de brotes de esas enfermedades al alterarse la variabilidad asociada con el principal fenómeno de control, es decir, El Niño (probable).
- La agricultura es una actividad económica muy importante en América Latina, representando alrededor del 10% del producto bruto interno (PBI) de la región. Estudios realizados en Argentina, Brasil, Chile, Méjico y Uruguay, basados en Modelos de Circulación General (MCG) y modelos de cultivos, proyectan disminuciones del rendimiento de numerosos cultivos (p. ej., maíz, trigo, cebada, vid) aún considerando los efectos de fertilización del CO<sub>2</sub> y la implementación de medidas de adaptación moderadas al nivel de productor.
- Las evaluaciones de los impactos potenciales del cambio climático sobre los ecosistemas naturales indican que los bosques neotropicales estacionalmente secos de Mesoamérica podrían ser amenazados severamente. El calentamiento global podría expandir las áreas aptas para selvas tropicales hacia el sur de Sudamérica, pero el uso actual del suelo hace que sea poco probable que esas nuevas áreas sean ocupadas por selvas tropicales. Por otro lado, grandes extensiones de la selva amazónica podrían ser reemplazadas por sabanas tropicales como consecuencia del cambio de uso de la tierra y del cambio climático.
- El aumento del nivel del mar afectará los ecosistemas de manglares, dañando las actividades de pesca de la región. Las inundaciones y erosión costeras resultantes del aumento del nivel del mar, en combinación con los anegamientos ribereños y de zonas bajas afectarían la disponibilidad y calidad del agua. La





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina

intrusión de agua marina exacerbaría los problemas socioeconómicos y de salud en esas áreas.

- La capacidad adaptativa de los sistemas humanos de América Latina es baja, en particular ante

eventos climáticos extremos, y la vulnerabilidad es alta. Las medidas de adaptación tienen el potencial para reducir las pérdidas relacionadas con el clima en agricultura y forestales pero una menor habilidad para hacerlo con la diversidad biológica.



## 2 Sensibilidad y vulnerabilidad actual

### 2.1 Características de América Latina

América Latina es una región muy heterogénea en términos de clima, ecosistemas, distribución de población y costumbres culturales. Gran parte del territorio se ubica en los trópicos con climas dominados por zonas de convergencia, tales como la Zona de Convergencia Intertropical, y la Zona de Convergencia del Atlántico Sur (Satyamurty et al., 1998). En las zonas tropicales y subtropicales la circulación de verano está dominada por el sistema del Monzón de América del Norte que afecta México y partes de Centro América; mientras que el sistema del Monzón de América del Sur afecta al subcontinente al este de los Andes.

Estos climas monzónicos están estrechamente interconectados con interacciones océano-atmósfera en los océanos tropicales y subtropicales. La humedad desde los Océanos cálidos, que contribuye a las lluvias del continente, es transportada por las corrientes del chorro al este y oeste de los Andes en América del Sur, y las corrientes de chorro de baja altitud que se registran en el oriente de América del Sur (Marengo et al., 2004), en el oeste de los Andes (Poveda y Mesa, 2000), y en América del Norte, al este de las Rocallosas, en Baja California y sobre los mares interiores de las Américas.

La mayor parte de la lluvia se concentra en las zonas de convergencia, a barlovento de los obstáculos orográficos, provocando contrastes en su distribución espacial y temporal. Por ello son secas a sotavento, como las regiones subtropicales áridas del norte de México, la Patagonia, el desierto más seco del mundo en el norte de Chile y la región semiárida tropical del noreste de Brasil situada cerca del Amazonas, y una de las áreas más húmedas del mundo en el oeste de Colombia.

Una zona ecogeográfica extraordinaria es la del Altiplano Sudamericano, ubicada en los trópicos y presentando un paisaje de páramo (ecosistema andino

neotropical, alrededor de 3.500m sobre el nivel del mar, con valles profundos (yungas) que abrigan una biodiversidad importante, con gran riqueza de especies del orden vegetal y animal) (ver el estudio de caso en el apartado 6.2).

### 2.2. Sensibilidad y vulnerabilidad a la variabilidad climática y los eventos extremos

Durante las últimas tres décadas América Latina se vio sometida a impactos climáticos severos derivados, entre otros, de la mayor frecuencia de eventos El Niño (Trenberth y Stepaniak, 2001). En ese período ocurrieron dos mega El Niño extremadamente intensos (1982/83 y 1997/98) y otros eventos severos (EPA, 2001; Vincent et al., 2005; Haylock et al., 2006) que resaltaron contundentemente la vulnerabilidad de los sistemas humanos ante desastres asociados a fenómenos naturales (inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra).

Desde el último informe del IPCC (TAR, 2001) ocurrieron numerosos eventos extremos inusuales, tales como las lluvias intensas en Venezuela (2005, 1999), las inundaciones de la región Pampeana de Argentina (2000 y 2002), la sequía en el Amazonas (2005), las tormentas de granizo muy destructivas y sin precedentes en La Paz (2002) y Buenos Aires (2006), el insólito huracán Catarina en el Atlántico Sur (2004), y la temporada record de huracanes en el Caribe (2005) (en la Tabla 1 se presentan algunos ejemplos).

La ocurrencia de desastres relacionados al clima se viene incrementando desde la década del noventa. Entre 1970-1999 y 2000-2005 los eventos extremos aumentaron 2.4 veces. Entre 2000 y 2005 sólo el 19% de los eventos extremos que fueron económicamente cuantificados representaron pérdidas de 20 billones de dólares





**Tabla 1:** Algunos eventos extremos y sus impactos (período 2004-2006)

Evento/Fecha	País/Impactos
Huracán Beta, Nov. 2005	Nicaragua: 4 muertos; 9.940 heridos. Se afectaron 506 casas, 250 ha de cultivos, 240 km <sup>2</sup> de bosques y 2.000 pescadores artesanales (SINAPRED, 2006).
Huracán Wilma, Oct. 2005	Méjico: varios deslizamientos de tierra, principalmente en la Península de Yucatán. Pérdidas de US\$ 1.881 millones. 95% de la infraestructura turística seriamente dañada.
Huracán Stan, Oct. 2005	Guatemala, Méjico, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica: pérdidas de US\$ 3.000 millones, más de 1,500 muertos. Guatemala fue el país más afectado, con 80% de las muertes y más de 60% de daños en infraestructura (Fundación DESC, 2005).
Ciclón Extra Tropical, Ago. 2005	Ciclón extra tropical en el sur de Uruguay (vientos de hasta 187 Km./h, y olas e tormenta), 100,000 personas afectadas, más de 100 heridos y 10 muertos, 20,000 hogares sin electricidad, teléfono y/o agua (NOAA, 2005; Bidegain et al., 2006).
Huracán Emily, Jul. 2005	Méjico - Cozumel y Quintana Roo, pérdidas de US\$ 837 millones ( US\$ 100 millones en turismo); dunas y arrecifes de coral afectados; pérdidas de 1.506 nidos de tortugas; olas de tormenta de 1-4 m (CENAPRED-CEPAL, 2005).
Lluvias intensas, Sep. 2005	Colombia, 70 muertos, 86 heridos, 6 desaparecidos y 140.000 inundados (NOAA, 2005).
Lluvias intensas, Feb. 2005	Venezuela, lluvias intensas (principalmente en la costa central y en los Andes), inundaciones severas y grandes desmoronamientos. Pérdidas de US\$ 52 millones; 63 muertos y 175,000 heridos (UCV, 2005; DNPC, 2005/06).
Huracán Catarina, Mar. 2004	Brasil, el primer huracán observado en el Atlántico Sur (Pezza y Simmonds, 2005); destruyó más de 3,000 casas en el sur de Brasil (Cunha et al., 2004); y provocó inundaciones severas en el este del Amazonas, afectando decenas de miles de personas ( <a href="http://www.cptec.inpe.br/">http://www.cptec.inpe.br/</a> ).
Sequías 2004-2006	Argentina (Chaco-2004) pérdidas estimadas en US\$ 360 millones (incluyendo 120 000 cabezas de ganado y 10.000 evacuados) (SRA, 2005). También en Bolivia y Paraguay 2004/05. Brasil-Amazonas sequía severa que afectó el centro y sudoeste de Amazonía, probablemente asociado con temperaturas de superficie del mar elevadas en el Atlántico Norte tropical ( <a href="http://www.cptec.inpe.br/">http://www.cptec.inpe.br/</a> ). Brasil - Río Grande del Sur reducciones de 65% y 56% en la producción de soja y maíz respectivamente ( <a href="http://www.ibge.gov.br/home/">http://www.ibge.gov.br/home/</a> ).



Otras causas, además de las climáticas, que contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de los sistemas humanos son la presión demográfica, el crecimiento urbano sin planificación, la pobreza y la migración rural, la baja inversión en infraestructura y servicios, y los problemas de coordinación intersectoriales. Las comunidades más pobres están entre las más vulnerables a los eventos extremos (UNEP, 2003a), en parte por: estar ubicadas en el paso de huracanes (alrededor de 8.4 millones de personas en América Central, FAO, 2004a), en tierras inestables, en asentamientos precarios, y en zonas bajas y propensas a inundaciones (BID, 2000; UNEP, 2003a).

### Ecosistemas naturales

Las selvas tropicales de América Latina, particularmente la Amazónica, están acrecentando su sensibilidad a la ocurrencia de incendios debido a la mayor frecuencia de sequías, relacionadas al ENOS, y al cambio en el uso de la tierra (deforestación, remoción selectiva, fragmentación) (ver el estudio de caso en el apartado 6.1; Fearnside, 2001; Nepstad et al., 2002; Cochrane, 2003). Durante el evento La Niña del 2001, alrededor de un tercio de la selva Amazónica se vio amenazada por incendios (Nepstad et al., 2004). Este evento, es capaz de generar incendios de gran escala debido al extenso período sin lluvias que se registra en la Amazonía, exponiendo a los ecosistemas selváticos, aun a las selvas vírgenes y densas, al riesgo de incendios en el subsuelo que no resultan masivamente destructivos (Jipp et al., 1998; Nepstad et al., 2002, 2004).

Los manglares ubicados en las costas bajas, son particularmente vulnerables al ascenso del nivel del mar, al aumento de temperatura, y a la frecuencia e intensidad de los huracanes (especialmente los de Méjico, América central y el Caribe) (Cahoon and Hensel, 2002; Schaeffer-Novelli et al., 2002). (Kovacs, 2000; Meagan et al., 2003). Además, las inundaciones aceleran el cambio en el área de manglares y su interfase terrestre (Conde, 2001; Medina et al., 2001; Villamizar, 2004).

Varias poblaciones de ranas y sapos, en los bosques neblinosos, se ven afectadas después de los años con lluvias escasas (Pounds et al., 1999; Ron et al., 2003; Burrowes et al., 2004). En América Central y América del Sur se encontraron relaciones entre las temperaturas elevadas y la extinción de ranas a causa de enfermedades en la piel (*Batrachochytrium dendrobatidis*) (Dey, 2006).

### Agricultura

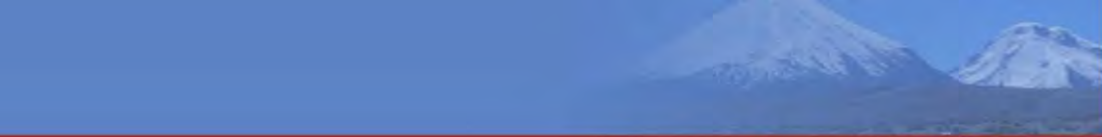
El impacto de la variabilidad climática relacionada al ENOS sobre el sector agropecuario ha sido ampliamente documentado en el TAR (IPCC, 2001). Los nuevos hallazgos incluyen:

- rendimientos elevados/bajos de trigo durante El Niño/La Niña en Sonora, Méjico (Salinas-Zavala y Lluch-Cota, 2003);
- acortamiento de los ciclos de crecimiento de algodón y mango en las costas norte del Perú durante El Niño debido al aumento de las temperaturas (Torres et al., 2001);
- mayor incidencia de enfermedades como 'cancrosis' en cítricos en Argentina (Canteros et al., 2004), *Fusarium* en trigo en Brasil y Argentina (Moschini et al., 1999; Del Ponte et al., 2005); y diversas enfermedades fúngicas en maíz, papa, trigo y porotos en Perú (Torres et al., 2001) durante los años El Niño debido al aumento de temperatura y humedad.

Otras fuentes de variabilidad climática, como las anomalías de la temperatura de superficie del Atlántico (SST), se relacionaron significativamente con las anomalías del rendimiento de cultivos anuales en la región Pampeana Argentina (Travasso et al., 2003a, 2003b).

En el centro de Argentina, las olas de calor provocan reducciones en la producción de leche de la raza Holando Argentina, y los animales son incapaces de recuperarse totalmente después de esos eventos (Valtorta et al., 2004).





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina



### Recursos hídricos

En términos generales, América Latina es reconocida como una región bien dotada de recursos hídricos. Sin embargo, la distribución espacial y temporal es irregular afectando la disponibilidad y calidad del agua en varias de sus subregiones.

Las lluvias escasas y las temperaturas elevadas conducen a deficiencias hídricas y problemas con la calidad del agua. Las sequías relacionadas con La Niña provocan severas restricciones para el suministro de agua y para el riego en el centro-oeste de Argentina y el centro de Chile (25° a 40° LS) (NC-Chile, 1999; Maza et al., 2001). Las sequías relacionadas a El Niño afectan los caudales de los ríos en las cuencas andinas de Colombia (particularmente la del río Cauca), provocando reducciones del 30% del caudal medio, y de hasta el 80% en algunos tributarios (Carvajal et al., 1998); por el contrario los años La Niña favorecen las inundaciones extremas (Waylen y Poveda, 2002).

La Cuenca del río Magdalena también es muy vulnerable (con reducciones de hasta el 55% en los caudales medios, IDEAM, 2004). En esta región de Colombia, la humedad del suelo y el vigor de la vegetación se ven severamente reducidos o aumentados según el año sea El Niño o La Niña respectivamente (Poveda et al., 2001a). El 70% del territorio de América Latina es muy vulnerable a los episodios de inundación (UNEP, 2003c).

En la mayoría de los países de América Latina la energía hidráulica es la principal fuente de electricidad, y es muy vulnerable a las anomalías persistentes y de gran escala de las precipitaciones asociadas a los eventos El Niño o La Niña. Como ejemplo se puede citar Colombia (Poveda et al., 2003), Venezuela (IDEAM, 2004), Perú (UNMSM, 2004), Chile (NC-Chile, 1999), Brasil, Uruguay y Argentina (Kane, 2002). En Brasil durante el año 2001 se produjo una gran crisis en la generación y el suministro de energía, debido al aumento de la demanda y la intensa sequía, que generó una reducción del 1,5% del PBI (Kane, 2002).

### Zonas costeras

Las costas bajas de América Latina (como por ejemplo partes de Argentina, Belice, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guyana, Méjico, Panamá, El Salvador, Uruguay y Venezuela), y las grandes ciudades (como Buenos Aires, Río de Janeiro y Recife) son uno de los sectores más vulnerables a la variabilidad climática y los eventos hidrometeorológicos extremos tales como lluvias intensas, tormentas de viento y huracanes (Tablas 1 y 2).

El aumento del nivel del mar (dentro del rango de 10 a 20 mm/siglo) aún no representa un riesgo serio, sin embargo la aceleración de las tasas de aumento registradas en las últimas décadas (hasta 2 ó 3 mm/año) insinúa un aumento de vulnerabilidad de las costas bajas, que ya están expuestas al aumento de olas de tormenta (Grasses et al., 2000; Kokot, 2004; Kokot et al., 2004; Miller, 2004; Barros, 2005; Nagy et al., 2005; UCC, 2005).

Algunas áreas costeras, como la ciudad de Buenos Aires, ya se ven afectadas por el efecto combinado de precipitaciones intensas, vientos del mar hacia la tierra y aumentos del nivel del mar (ejemplo *sudestadas* en el estuario del río de La Plata) (EPA, 2001; Bischoff, 2005).

### Salud humana

Durante los años El Niño (condiciones de sequía) hay riesgo de epidemia de malaria en las regiones costeras de Colombia y Venezuela, y en Guyana (Poveda et al., 2001b; Kovats et al., 2003; Gagnon et al., 2002). Por el contrario, las inundaciones favorecen las epidemias en las zonas costeras secas del norte de Perú (Gagnon et al., 2002).

Las variaciones anuales del dengue/dengue hemorrágico en Honduras y Nicaragua se relaciona con la influencia de las variables climáticas (p. ej. temperatura, humedad, radiación solar y lluvia) sobre la densidad de las poblaciones del vector transmisor (Patz et al., 2005). En zonas costeras del Golfo de Méjico,

los aumentos de la temperatura del mar, temperatura mínima y lluvia conducen al aumento de los ciclos de transmisión del dengue (Hurtado-Díaz et al., 2006).

En Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay, Panamá y Brasil, después de períodos de sequías prolongadas se producen brotes del síndrome de hantavirus pulmonar (Williams et al., 1997; Espinoza et al., 1998; Pini et al., 1998; CDC, 2000). Muy probablemente, debido a que las lluvias intensas e inundaciones que ocurren luego de los períodos de sequías aumentan la disponibilidad de alimentos para los roedores peri-domésticos (ver Capítulo 8, Sección 8.2.8, disponible en [www.ipcc-wg2.org](http://www.ipcc-wg2.org)).

En las zonas semiáridas del noreste de Brasil, las sequías prolongadas indujeron a la migración de los agricultores de subsistencia hacia las zonas urbanas, registrándose una reemergencia de la leishmaniasis visceral (Confalonieri, 2003). En el estado de Bahía en Brasil, se reportó un aumento significativo de leishmaniasis visceral después de los eventos de El Niño de 1989 y 1995 (Franke et al., 2002). En Venezuela los aumentos de leishmaniasis cutánea se asociaron con la condiciones climáticas en los eventos débiles de La Niña (Cabaniel et al., 2005).

Las inundaciones en Brasil, especialmente en la áreas densamente pobladas y con sistemas de drenaje inadecuados, producen brotes de leptospirosis (Ko et al., 1999; Kupek et al., 2000) (ver Capítulo 8, Sección 8.2.8, disponible en [www.ipcc-wg2.org](http://www.ipcc-wg2.org)). En Perú, el aumento de la temperatura del verano durante los años El Niño se asoció con la aparición de enfermedades dermatológicas (Bravo y Bravo, 2001). La hipertermia sin causas infecciosas también se relacionó con las olas de calor (Miranda et al., 2003). Además, la temperatura de superficie del mar se asoció con la incidencia de la enfermedad de Carrión (*Bartonella bacilliformis*) (Huarcaya et al., 2004).

En Buenos Aires alrededor del 10% de las muertes de verano se asocian con el estrés térmico causado por el





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina

efecto de las islas (de calor) térmicas (de Garín and Bejarán, 2003).

En San Pablo (Brasil), se informó que cada grado de aumento de la temperatura por encima de 20° C produce un incremento del 2.6% en todas las causas de morbilidad de los ancianos. Inversamente, cada grado de reducción de la temperatura por debajo de 20° C conduce a un aumento de 5.5% de la morbilidad (ver Capítulo 8, Sección 8.2.8, disponible en [www.ipcc-wg2.org](http://www.ipcc-wg2.org)).

### 2.3 Otras causas de estrés que incrementan la vulnerabilidad

#### Presión demográfica

En América Latina, la migración hacia las áreas urbanas excede la capacidad de absorción, y trae aparejada desempleo, hacinamiento y difusión de enfermedades infecciosas, incluyendo el Sida/HIV. Estos eventos suceden por la falta de infraestructuras adecuadas y planeamiento urbano, entre otros (UNEP, 2003b).

Nuestra región es la más urbanizada del mundo en desarrollo (75% de la población). Los países más urbanizados son Argentina, Brasil, Chile, Uruguay y Venezuela, mientras que Guatemala y Honduras son los de menor urbanización (UNCHS, 2001).

Como consecuencia del fenómeno de urbanización, la población enfrenta riesgos tradicionales (como enfermedades infecciosas y transmisibles) y riesgos modernos (como enfermedades crónicas y degenerativas), que se suman a los riesgos relacionados con inundaciones y deslizamientos de tierra, entre otros. Los riesgos modernos son el resultado de la urbanización y la industrialización (entre las poblaciones rurales y pobres los riesgos tradicionales son más importantes). Existe un grave problema de pobreza urbana en áreas donde prevalece la desnutrición, la baja calidad del agua, la falta de servicios sanitarios y de educación. Cabe destacar, que



en América Latina, la frontera entre lo urbano y lo rural es cada vez más borrosa especialmente en los alrededores de las grandes ciudades.

El problema de las migraciones hacia las áreas urbanas se debe fundamentalmente a la reducción de las tasas de empleo y la consecuente degradación de la situación social. A partir de la década del noventa, la pobreza afecta al 48.3% de la población y la pobreza extrema o indigencia al 22.5%.

Aunque la tendencia a la migración interna y entre países de la Región continúa, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPALC), informa que los gobiernos de sus países están interesados en alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en particular, el objetivo de reducir la pobreza y la indigencia (en este caso, reduciendo a la mitad el número de personas que viven con menos de un dólar por día en el año 2015). A este respecto, las tendencias que se observaron en el año 2006, mostrarían que la satisfacción de este objetivo, en el año 2015, se limitaría al 38.5% y 14.7% de los índices, respectivamente. (La Nación, 2006).

### **Sobreexplotación de recursos naturales**

La sobreexplotación es una gran amenaza para 34 de los 51 sistemas locales de producción de América Latina. Al respecto, se destaca la disminución en la pesca artesanal en aguas costeras (UNEP, 2003b; FAO, 2006), debido a la destrucción de hábitats como manglares, estuarios y humedales costeros en América Central y Méjico (Cocos en Costa Rica, las islas Tortuguero-Miskitos en Nicaragua y el Golf de Méjico) (Mahon, 2002; NOAA/OAR, 2004).

El aumento de la presión ambiental sobre los ecosistemas naturales surgen de:

- la urbanización (sin planificación ni marco legal en la mayoría de los países),
- el gran desarrollo de la acuicultura,

- la expansión del ecoturismo y las industrias del petróleo,
- la captura de especies ecológicamente importantes,
- la introducción de especies exóticas,
- las fuentes terrestres de contaminación costera y marina,
- la reducción de las barreras de corales, y
- el manejo inadecuado de los recursos hídricos (Young, 2001; Viddi y Ribeiro, 2004)

La vertiginosa expansión de la industria del turismo es responsable de la mayoría de las transformaciones en las áreas costeras naturales al permitir la construcción de hoteles, instalaciones marítimas, campos de golf, etc. (WWF, 2004).

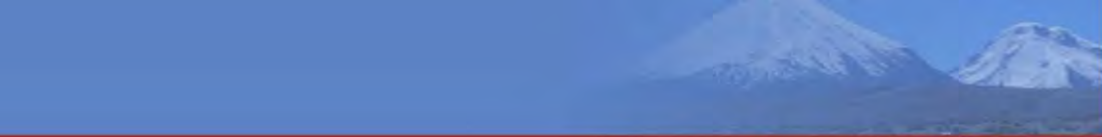
La sobreexplotación de acuíferos y el manejo inadecuado de los sistemas de riego, están causando severos problemas ambientales como la salinización del suelo y el agua en Argentina (donde más de 500.000 hectáreas de acuíferos presentan elevados niveles de salinidad y nitratos (IRDB, 2000)), y problemas sanitarios en varias ciudades como Méjico DF, San José de Costa Rica, y Trelew, Río Cuarto y La Plata en Argentina.

En la ciudad de Belice, un sistema de estanques (con manglares y áreas de humedales de manglares, convertido en área de drenaje) cumplió el rol de sistema natural de tratamiento de efluentes urbanos (básicamente para las aguas servidas de la ciudad). Recientemente, el dragado para una expansión masiva del puerto desembocó en la destrucción de manglares y en la pérdida de los servicios ecosistémicos que suministraban (WWF, 2004).

### **Contaminación**

La contaminación de recursos naturales, por ejemplo la contaminación del agua con arsénico, afecta cerca





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2 0 0 7

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina



de 2 millones de personas en Argentina, 450.000 en Chile, 400.000 en Méjico, 250.000 en Perú y 20.000 en Bolivia (Canziani, 2003; Pearce, 2003; Clark and King, 2004). La contaminación con fluoruros también está muy expandida en nuestra región.

En la cuenca del río Pungayo (Ecuador) los sedimentos suspendidos y la contaminación con metal son significativamente mayores durante los eventos del ENOS (Tarras-Wahlberg y Lane, 2003). En la cuenca alta del río Pilcomayo (sudeste de Bolivia) la contaminación con metales pesados provenientes de las actividades mineras en Potosí, afecta la pesca y migración del sábalo (*Prochilodus lineatus*), que es una fuente importante de ingresos para la región (Smolders et al., 2002). En el año 2003 las inundaciones del río Salado (norte de Argentina) provocaron la diseminación de 60.000 toneladas de residuos sólidos sobre la ciudad de Santa Fe, que resultaron en la aparición de 135 casos de hepatitis, 116 de leptospirosis, y 5.000 de enfermedades pulmonares (Bordón, 2003).

La polución del aire debido a la quema de combustible fósiles afecta varias ciudades de América Latina; en Méjico DF, Santiago de Chile y San Pablo la fuente principal de contaminación es el transporte. En Lima, Quito y La Paz, la generación de energía termoeléctrica es la segunda fuente de contaminación (PAHO, 2005).

El clima y la geografía también juegan un rol fundamental en este aspecto, como por ejemplo las inversiones térmicas en Méjico DF, Lima y Santiago de Chile. En Méjico DF el ozono en superficie se asoció con el aumento de admisiones hospitalarias de niños debido a infecciones respiratorias y asma (Romieu et al., 1996).

En un trabajo reciente (Cardoso de Mendonça et al., 2004) se estimó que los costos derivados del efecto de los incendios en el Amazonas sobre la salud humana (debido a la exposición a partículas de biomasa) aumentaron de 3.4 millones de dólares en 1996 a 10.7 millones de dólares en 1999.

## 2.4 Tendencias observadas

### 2.4.1 Tendencias climáticas

Durante las últimas décadas del siglo XX se observaron incrementos significativos de las lluvias en el sur de Brasil, Paraguay, Uruguay, centro-norte y este de Argentina, noroeste de Perú, y Ecuador. Inversamente, las lluvias disminuyeron en el centro-sur de Chile, centro-sur oeste de Argentina, y sur de Perú (Figura 1, Tabla 2). Además, se incrementó la tasa de aumento del nivel del mar, que en el Sudeste de Sudamérica llegó a valores de 2-3 mm por año en los últimos 10-20 años (Tabla 2).

Recientemente, se publicaron varios estudios para América del Sur (Vincent et al., 2005; Alexander et al., 2006; Haylock et al., 2006; Marengo and Camargo, 2007), América Central y el norte de Sudamérica (Poveda et al., 2001a; Aguilar et al., 2005; Alexander et al., 2006) que coinciden en sus resultados y reportan patrones de cambios en los eventos extremos que concuerdan

con un calentamiento generalizado. Tales como tendencias positivas en la ocurrencia de noches cálidas y negativas en la ocurrencia de noches frías, y tendencias positivas en la ocurrencia de lluvias intensas seguidas por días secos.

Un estudio reciente (Groisman et al., 2005) identificó tendencias lineales positivas en la frecuencia de precipitaciones muy intensas sobre el noreste de Brasil y el centro de Méjico. Sin embargo, la falta de datos diarios de lluvia y temperatura para períodos largos en gran parte de la región tropical de América del Sur no permite conclusiones evidentes de la tendencia en eventos extremos en regiones como la Amazonía. En el Capítulo 3, Sección 3.8 del reporte del grupo de trabajo I (disponible en: [www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.htm](http://www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.htm)) (Trenberth et al., 2007) se discuten aspectos relacionados con la variabilidad de eventos extremos y los ciclones tropicales; y en el Capítulo 11, Sección 11.6 del mismo reporte (Christensen et al., 2007) se reconoce que, en esta Región, hay pocos estudios sobre eventos extremos de precipitaciones (inundaciones y sequía) y temperaturas (olas de calor).



**Figura 1:** Tendencias en la precipitación media anual en (a) América del Sur (1960-2000). Los incrementos se presentan con el signo más, y las reducciones con un círculo. Los valores en negrita indican tendencias significativas a  $P < 0.05$  (fuente: Haylock et al., 2006). (b) América Central y norte de América del Sur (1961-2003). Los triángulos rojos indican tendencias positivas y los azules tendencias negativas. Los símbolos de mayor tamaño corresponden a las tendencias significativas (fuente: Aguilar et al., 2005).



**Tabla 2:** Tendencias climáticas actuales

<b>Precipitación (cambio en % si no se indica otra unidad)</b>	<b>Período</b>	<b>Cambio</b>
Amazonía - norte/sur (Marengo, 2004)	1949-1999	-11 a -17/-23 a +18
Amazonas Boliviano (Ronchail et al., 2005)	desde 1970	+15
Argentina - centro y noreste(Penalba and Vargas, 2004)	1900-2000	+1 DS a +2 DS
Uruguay (Bidegain et al., 2005)	1961-2002	+ 20
Chile - centro (Camilloni, 2005a)	Últimos 50 años	- 50
Colombia (Pabón, 2003a)	1961-1990	-4 a +6
<b>Temperatura media (° C/10 años)</b>		
Amazonía (Marengo, 2003)	1901-2001	+0.08
Uruguay, Montevideo (Bidegain et al., 2005)	1900-2000	+0.08
Ecuador (NC-Ecuador, 2000)	1930-1990	+0.08 a +0.27
Colombia (Pabón, 2003a)	1961-1990	+0.1 a +0.2
<b>Temperatura máxima (° C/10 años)</b>		
Brasil - sur (Marengo y Camargo, 2007)	1960-2000	+0.39 a +0.62
Argentina - centro(Rusticucci y Barrucand, 2004)	1959-1998	-0.2 a -0.8 (DEF)
Argentina - Patagonia (Rusticucci y Barrucand, 2004)	1959-1998	+0.2 a +0.4 (DEF)
<b>Temperatura mínima (° C/10 años)</b>		
Brasil – sur (Marengo y Camargo, 2007)	1960-2000	+0.51 a +0.82
Brasil - Campinas y Sete Lagoas(Pinto et al., 2002)	1890-2000	+0.2
Brasil - Pelotas (Pinto et al., 2002)	1890-2000	+0.08
Argentina(Rusticucci and Barrucand, 2004)	1959-1998	+0.2 a +0.8 (DEF/JJA)
<b>Aumento del nivel del mar (mm/año)</b>		
Guyana (NC-Guyana, 2002)	Último siglo	+1.0 a +2.4
Uruguay, Montevideo (Nagy et al., 2005)	Últimos 100/30/15 años	+1.0 / +2.5 / 4.0
Argentina, Buenos Aires (Barros, 2003)	Últimos ~100 años	+1.7
Brasil - varios puertos (Mesquita, 2000)	1960-2000	+4.0
Panamá - Costa del Caribe (NC-Panamá, 2000)	1909-1984	+1.3
Colombia (Pabón, 2003b)	1961-1990	+1 a +3

DS= Desvío estándar, DEF=Diciembre/Enero/Febrero, JJA=Junio/Julio/Agosto.

Estos cambios del clima están afectando varios sectores. Algunos impactos observados como consecuencia de las lluvias intensas son:

- 10% de incremento en la frecuencia de inundaciones debido al aumento de la descarga anual del río Amazonas en Obidos (Callède et al., 2004)
- Aumentos de hasta el 50% del caudal de los ríos Uruguay, Paraná y Paraguay (Bidegain et al., 2005; Camilloni, 2005b)
- Inundaciones en la cuenca del río Mamoré en la Amazonía boliviana (Ronchail et al., 2005)
- Aumentos en la mortalidad y morbilidad debido a inundaciones, desmoronamientos y tormentas en Bolivia (NC-Bolivia, 2000)

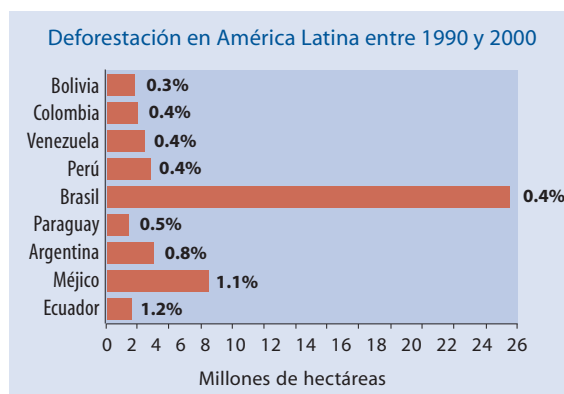
Además, en los últimos años se intensificó la tendencia al derretimiento de los glaciares reportada en el informe anterior del IPCC (TAR, 2001), llegando a situaciones críticas en Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador (Tabla 3). De acuerdo al resultado de estudios recientes, la mayoría de los glaciares desde Colombia hasta Chile y Argentina (hasta 25 de latitud sur) están reduciendo drásticamente su volumen a tasas cada vez más aceleradas (Mark and Seltzer, 2003; Leiva, 2006). La causa principal del derretimiento de los glaciares de los andes tropicales durante la segunda mitad del siglo XX fue el cambio de temperatura y humedad (Vuille et al., 2003); y es muy probable que estos glaciares desaparezcan en los próximos 15 años, afectando seriamente la disponibilidad de agua y la generación de energía (Ramírez et al., 2001).

Por otro lado, también se reportaron efectos positivos del cambio del clima, como el incremento de los rendimientos de cultivos anuales en la región Pampeana de Argentina (38% en soja, 18% en maíz, 13% en trigo y 12% en girasol) (Magrin et al., 2005); y el aumento de la productividad de pasturas (7%) en Argentina y Uruguay (Gimenez, 2006).

## 2.4.2 Tendencias ambientales

### Deforestación y cambio de uso del suelo

En América Latina, entre 1990 y 2000 se perdieron 46.7 millones de hectáreas de selvas y bosques (total en 1990: 1.100 Mha), de las cuales 17.2 Mha correspondían a la Amazonía (41.5 Mha deforestadas en 1990 y 58.7 Mha deforestadas en 2000) (Kaimowitz et al., 2004). Las causas principales de deforestación fueron la expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas, la financiación de grandes proyectos para la construcción de represas generadoras de energía, la expansión de cultivos ilegales, y la construcción de caminos y otras vías de enlace para la comercialización de productos (FAO, 2001a; Laurance et al., 2001; Geist and Lambin, 2002; Asner et al., 2005; FAO, 2005; Colombia Trade News, 2006).



**Figura 2:** Superficie deforestada en América Latina (Mha) entre 1990 y 2000. Las cifras indican la tasa anual de deforestación (%) en cada país. Elaborado en base a datos de FAO (2001a).

La cobertura natural se sigue reduciendo a tasa muy elevadas. En particular, la tasa de deforestación de las selvas tropicales incrementó notablemente durante los últimos 5 años. Por ejemplo, en la Amazonía Brasileira la deforestación anual aumentó un 32% entre 1996-2000 (1.68Mha) y 2001-2005 (2.23Mha), aunque se redujo de 2.61Mha a 1.89Mha entre 2004 y 2005 (INPE-





Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación en América Latina

**Tabla 3:** Tendencias del retroceso de los glaciares

Glaciares/Período	Cambios/Impactos
Perú <sup>a,b</sup> Últimos 35 años	22% de reducción en el área total de glaciares; reducción de 12% del agua dulce en la zona costera (donde vive el 60% de la población del país). Se estima una pérdida de alrededor de 7,000 millones m <sup>3</sup> .
Perú <sup>c</sup> Últimos 30 años	Reducción de hasta 80% de la superficie de glaciares menores; pérdida de 188 millones m <sup>3</sup> en las reservas hídricas durante los últimos 50 años.
Colombia <sup>d</sup> 1990-2000	82% reducción de los glaciares, mostrando una pérdida de hielo lineal de 10-15 m/año; si sigue la tendencia actual del clima, los glaciares de Colombia desaparecerán completamente dentro de los próximos 100 años.
Ecuador <sup>e</sup> 1956-1998	Disminución gradual de la longitud de los glaciares, reducción del suministro de agua para riego, de agua potable para la ciudad de Quito y para la generación hidroeléctrica para las ciudades de La Paz y Lima.
Bolivia <sup>f</sup> Desde mediados de los 90	El glaciar Chacaltaya perdió la mitad de su superficie y dos tercios de su volumen, pudiendo desaparecer para 2010. Pérdida total del turismo y esquí.
Bolivia <sup>f</sup> Desde 1991	El glaciar Zongo ha perdido 9.4% de su superficie y podría desaparecer para 2045-2050, problemas serios para la agricultura, sostenibilidad de bofedales <sup>1</sup> e impactos socioeconómicos en poblaciones rurales.
Bolivia <sup>f</sup> Desde 1940	El glaciar Charquini ha perdido 47.4% de su superficie.

<sup>a</sup> Vásquez, 2004; <sup>b</sup> Mark and Seltzer, 2003; <sup>c</sup> NC-Perú, 2001; <sup>d</sup> NC-Colombia, 2001; <sup>e</sup> NC-Ecuador, 2000; <sup>f</sup> Francou et al., 2003.



MMA, 2005a, b, c). En esta región, se deforestaron alrededor de 60Mha para la construcción de caminos y nuevos asentamientos humanos (Alves, 2002; Laurance et al., 2005).

Los aerosoles provenientes de la quema de biomasa podrían cambiar los patrones de temperatura y precipitación en el sur de la Amazonía (Andreae et al., 2004) y en los países vecinos, incluyendo la región Pampeana de Argentina hasta la altura de Bahía Blanca (Trosnikov and Nobre, 1998; Mielnicki et al., 2005), con consecuencias, entre otros, sobre la salud humana (aumento del riesgo de mortalidad, reducción de los días de actividad y síndromes respiratorios agudos; WHO/UNEP/WMO, 2000; Betkowski, 2006).

La repentina difusión del cultivo de soja exacerbó la deforestación en Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay (Fearnside, 2001; Maarten Dros, 2004). Ese cambio crítico en el uso del suelo realzará los procesos de acidificación y desertificación en varias zonas con deficiencia hídrica de América del Sur. La predominancia de los grandes intereses económicos está afectando no sólo el paisaje, sino también modificando el ciclo del agua y el clima de la región, donde cerca de tres cuartas partes de las tierras áridas se ven severamente afectadas por procesos de degradación y sequías (Malheiros, 2004). En esta región se ubican el 16% de las 1.900Mha con suelos degradados que existen a nivel mundial (UNEP, 2000). En las zonas áridas, semiáridas y sub-húmedas de Brasil hay 100 Mha enfrentando procesos de desertificación (Malheiros, 2004).

### **Biodiversidad**

Los cambios en el uso de la tierra conducen a la fragmentación de los ecosistemas naturales y a la pérdida de biodiversidad. El cambio climático incrementará la tasa actual de extinción de especies citadas en la Lista Roja de Especies en Peligro (IUCN, 2001).

La mayor parte de las eco-regiones amenazadas se ubican en los valles y planicies andinos del norte y centro, en los Andes tropicales, en las áreas de bosques neblinosos (por ejemplo América Central), en las estepas de América del Sur, en los Cerrados y otras selvas secas del sur de la cuenca del Amazonas (Dinerstein et al., 1995; UNEP, 2003a) (ver Figura 5).

Entre las especies con alto riesgo de extinción pueden citarse la rana dorada de Costa Rica (*Bufo periglenes*) y la rana arlequín (*Atelopus* spp.) (Shatwell, 2006). Además, por lo menos cuatro especies de batracios de Brasil (ranas y sapos) redujeron su población a causa de alteraciones en sus hábitats (Eterovick et al., 2005), y dos especies de *Atelopus* desaparecieron luego de la deforestación (La Marca y Reinthaler, 2005).

Los principales factores de transformación que amenazan la biodiversidad en América del Sur son la deforestación y la degradación de las selvas a causa de los incendios (naturales y provocados), la remoción selectiva, la caza, el efecto de borde y la fragmentación (Fearnside, 2001; Peres and Lake, 2003; Asner et al., 2005).

### **Corales y manglares**

Dos estudios de caso realizados para Panamá y el Caribe de Belice demostraron, en términos de contrastes interoceánicos, las similitudes y diferencias en la respuesta de los arrecifes de corales a cambios ambientales complejos (Gardner et al., 2003; Buddemeier et al., 2004). Núcleos extraídos de los arrecifes de Belice demuestran que esa comunidad de corales fue dominada, de manera continua por la especie *A. cervicornis*, que fue exterminada por el blanqueo de los corales y reemplazada (a partir de 1986) por otra especie (Aronson and Precht, 2002).

El polvo y la arena de desierto que se transporta desde África hacia América (Shinn et al., 2000) y los sedimentos de las plumas de inundación derivadas de grandes tormentas, pueden transportar materiales





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina

desde América Central hacia los arrecifes (procesos considerados como una causa remota de fuentes potenciales de patógenos, nutrientes y contaminantes).

Las actividades humanas son otra causa de la difusión de patógenos que exterminaron los erizos de la especie *Diadema Caribeña*. Habida cuenta que, la enfermedad comenzó en Panamá, se ha sugerido una relación potencial con el tráfico marítimo del canal (Andréfouët et al., 2002).

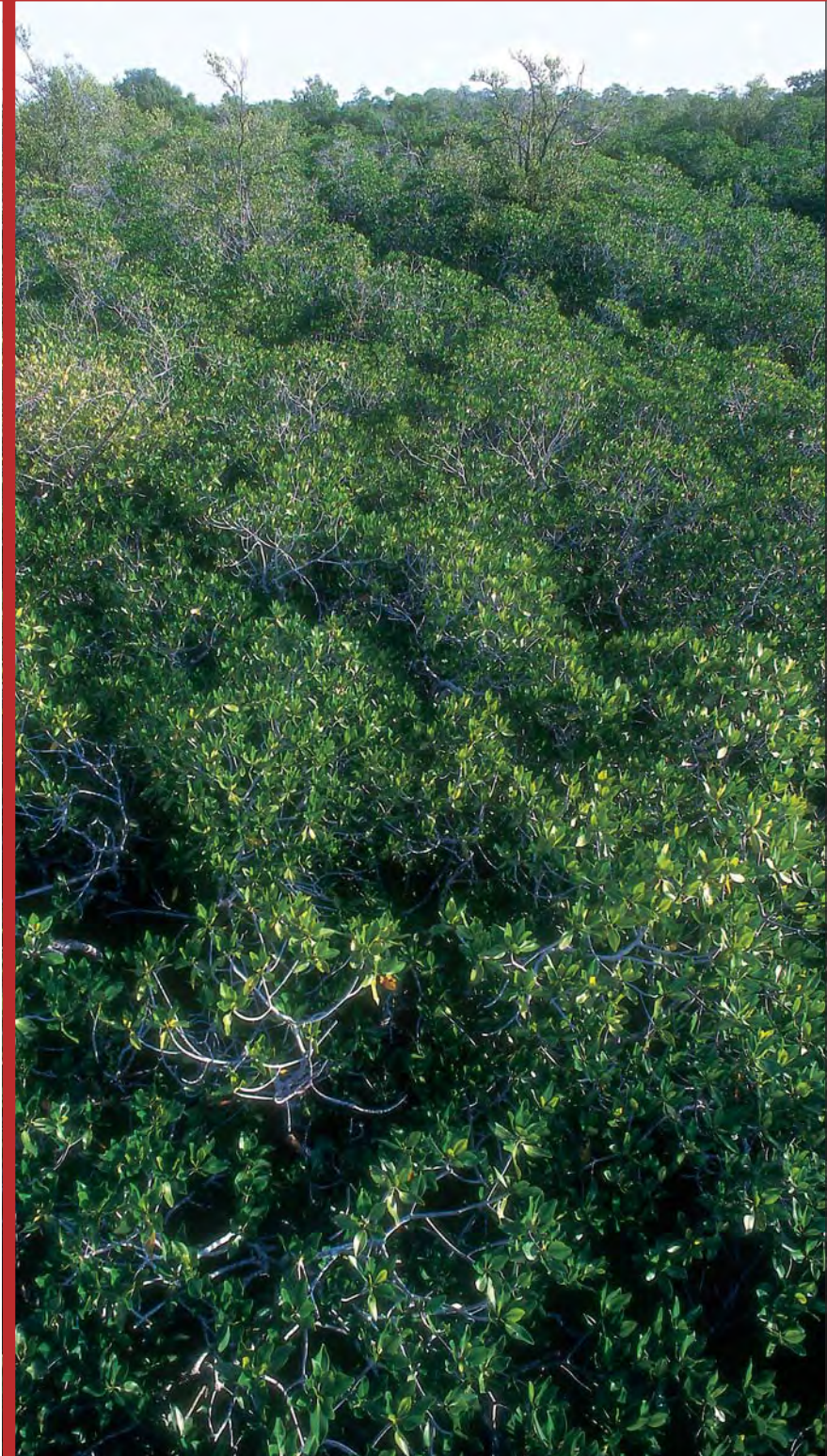
A nivel mundial, alrededor del 20% de las selvas de manglares desaparecieron desde el año 1980 (FAO, 2006) afectando, como ya fue mencionado, la actividad pesquera. En los arrecifes de Mesoamérica, la presencia de ciertas especies de peces es 25 veces mayor en los sitios donde hay manglares que donde fueron destruidos (WWF, 2004).

#### 2.4.3 Tendencia en los factores socioeconómicos

Entre 1950 y 1970 América Latina se vio beneficiada con un producto bruto interno (PBI) del orden del 5% (Esaith, 2003). Esa remarcable tasa de crecimiento permitió el desarrollo de industrias nacionales, la urbanización, y la creación o ampliación de servicios públicos de educación y salud.

La estrategia para el desarrollo económico se basó en el modelo de sustitución de importación, que consiste en imponer barreras para las importaciones y promover el desarrollo de industrias nacionales para satisfacer las necesidades internas. Sin embargo, ese modelo desembocó en una industria débil e incapaz de competir en los mercados internacionales y tuvo consecuencias nefastas para otros sectores (agricultura en particular) que habían aportado al desarrollo industrial.

En la década de los ochenta, la región enfrentó importantes crisis por deuda externa que forzaron a los países a tratar de implementar medidas





macroeconómicas rigurosas (relacionadas con las finanzas públicas) para liberar la economía. En ese entonces, el control de la inflación y el déficit público se transformaron en el objetivo principal de la mayoría de los gobiernos. Esa década se caracterizó por el deterioro de las condiciones económicas y sociales, el desempleo, y la extensión de la economía informal y la pobreza. En casi todos los países, la desregulación económica se tradujo en una sustancial heterogeneidad y volatilidad del crecimiento a largo plazo, y un modesto (o inclusive negativo) crecimiento económico (Solimano and Soto, 2005).

Ese desvío del paradigma económico produjo resultados contradictorios. Por un lado, las economías más liberales lograron mayor crecimiento económico que las menos liberales y lograron mejores niveles de democracia. Pero por otro lado, aumentó la volatilidad desembocando en crisis recurrentes, pobreza y aumento de desigualdad. Los gobiernos fallaron en el intento de crear redes sólidas para mejorar las condiciones sociales (Huber and Solt, 2004).

En América Latina el sector más rico de la población (10%) recibe entre el 40 y el 47% de los ingresos nacionales, mientras que el sector más pobre (20%) sólo recibe entre el 2 y el 4%. Esta distribución del ingreso sólo es comparable con la de algunos países de África y la ex Unión Soviética (Ferroni, 2005). La falta de equidad en educación, servicios de salud, justicia y acceso al crédito pueden restringir el desarrollo económico, reducir las inversiones y contribuir a la persistencia de la pobreza. Un estudio realizado por la CEPAL (2002) concluye, que en los países más pobres de la región, la probabilidad de alcanzar el 7% de crecimiento del PBI, necesario para el crecimiento requerido, es prácticamente nulo en el mediano plazo. Aún los países más ricos de América Latina encontrarán dificultades para lograr el 4.1% de crecimiento del PBI. Las predicciones para el 2015 indican que el PBI de la región puede crecer entre 2.1 y 3.8%, valor que es significativamente menor al 5.7% requerido para reducir la pobreza.

La combinación de bajo crecimiento económico y elevados niveles de desigualdad podrían tornar, a gran parte de la población, muy vulnerable a estresantes económicos y naturales, que no necesariamente deberían ser de gran envergadura para causar daños sociales significativos (UNDP-GEF, 2003).

Los efectos del cambio climático sobre las economías nacionales y de la asistencia oficial para el desarrollo no se consideraron en la mayor parte de los estudios de vulnerabilidad efectuados en la región. Se ha estimado que un incremento de 2°C en la temperatura representaría una pérdida del 1.3% del PBI del sector productivo de América Latina (Mendelsohn et al., 2000). Sin embargo, esta cifra sería sustancialmente mayor si se incluye en el cálculo el impacto del cambio climático y de los eventos extremos sobre los sectores no productivos (Stern, 2007).

Los escenarios socioeconómicos para América Latina indican que en el futuro la región no podrá sostener el crecimiento económico necesario para su desarrollo si no se efectúan cambios estructurales en las políticas económicas, que promuevan la inversión, el empleo y la productividad; a menos que ocurra una inesperada combinación de impactos externos positivos (Escaith, 2003).

## 2.5 Medidas actuales de adaptación

Pronósticos del tiempo y de la variabilidad climática

El gran evento de El Niño ocurrido en 1982 promovió un esfuerzo internacional (el programa TOGA) destinado a comprender y predecir ese fenómeno océano-atmosférico. Como resultado, surgieron pronósticos climáticos estacionales de mayor confiabilidad para varias partes del mundo, especialmente América Latina. Esos pronósticos se tornaron aun más confiables con la inclusión de las observaciones de TOGA del Pacífico tropical superior



CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina



desde mediados de los noventa, aunque aún no son capaces de predecir correctamente el establecimiento de algunos eventos El Niño y La Niña (Kerr, 2003). Actualmente, estos sistemas de pronóstico se basan en el uso de modelos acoplados del océano y la atmósfera y pueden predecir con una anticipación de 3 meses a más de 1 año.

Esta herramienta dio origen a un gran número de aplicaciones en varios sectores: comenzando a fines de la década del 80 para el sector pesquero en el Pacífico del este y los cultivos en Perú (Lagos, 2001), la agricultura de subsistencia en el noreste de Brasil (Orlove et al., 1999), la prevención de incendios en la zona tropical de América del Sur (Nepstad et al., 2004; <http://www.cptec.inpe.br/>), la predicción de caudales para generación de energía en el río Uruguay (Tucci et al., 2003; Collischonn et al., 2005), la pesca en el oeste del Atlántico Sur (Severov et al., 2004), las epidemias de dengue en Brasil (IRI, 2002), el control de malaria (Ruiz et al., 2006) y la generación hidroeléctrica en Colombia (Poveda et al., 2003).

La agricultura es un sector clave para el uso potencial de pronósticos climáticos ya que permiten planificar estrategias de producción apropiadas de acuerdo a la fase pronosticada. Estos pronósticos se usaron en el noreste de Brasil desde comienzos de los 90s para adecuar las técnicas de manejo de recursos y cultivos a las condiciones climáticas esperadas. Por ejemplo, en 1992 dado el pronósticos de condiciones secas para Ceará, se recomendó sembrar cultivos resistentes a sequía. Esta medida, redujo en un 67% las pérdidas registradas en 1987 cuando las condiciones climáticas fueron muy similares, pero no se disponía de pronósticos para planificar la siembra. Sin embargo, esta herramienta no está aún adoptada debido a errores en las predicciones que crearon desconfianza relacionada a la ventaja de su uso (Orlove et al., 1999). Recientemente (Conde and Eakin, 2003), el pronóstico climático basado en el ENOS fue utilizado con éxito en Tlaxcala (Méjico) para cambiar la siembra de maíz por avena durante un evento El Niño. Esa experiencia exitosa se basó en una estrecha interacción entre los científicos y los tomadores de decisiones (Conde y Lonsdale, 2005).

En los últimos años varios estudios han cuantificado el valor económico del pronóstico climático basada en ENOS, para ajustar las técnicas de manejo o cambiar de cultivo de acuerdo a la fase pronosticada. Los beneficios de ajustar las técnicas de manejo (cambios de fecha de siembra y/o cultivares, fertilización, riego suplementario, etc.) dependen del cultivo y el sitio siendo en promedio de:

- 10% en papa y cereales de invierno en Chile (Meza et al., 2003);
- 6% en maíz y 5% en soja en Argentina (Magrin y Travasso, 2001);
- más del 20% en maíz en Santa Julia-Méjico (Jones, 2001); y
- 30% en las zonas de agricultura comercial de Méjico (Adams et al., 2003).

El ajuste en la combinación de cultivos que el productor siembra de acuerdo al pronóstico brindaría beneficios medios del 9% en Argentina, con grandes variaciones según el sitio, la aversión al riesgo del productor, los precios y el cultivo antecesor (Messina, 1999).

En el sector de salud humana, el uso de pronósticos climáticos es relativamente nuevo (ver Sección 2.5.5). El soporte institucional para los sistemas de alerta posibilitaría intervenciones tempranas (y ambientalmente sanas), por parte del sector de salud pública. Por ejemplo, el Ministerio de Salud de Colombia desarrolló un plan de contingencia para controlar las epidemias asociadas al evento de El Niño 1997/98 (Poveda et al., 1999).

En algunos países de América Latina el perfeccionamiento de las técnicas de pronóstico del tiempo proporcionarán mejor información para los servicios de alerta y alarma hidrometeorológicos. La instalación de estaciones modernas de radares meteorológicos (con capacidad Doppler) mejorarían notablemente la confiabilidad de las alertas, pero las

redes son aún muy dispersas (WMO, 2007). Además, la deficiencia de observaciones de superficie reduce la confiabilidad de las perspectivas y los pronósticos. A pesar de ello, la alteración de las condiciones meteorológicas y climáticas derivadas de los eventos extremos condujo a acciones de planificación e implementación para mejorar las observaciones, las telecomunicaciones, y los sistemas de procesamiento de datos de la Vigilancia Meteorológica Mundial (WWW). Además, la participación de los países Latinoamericanos en el Sistema Internacional de Asistencia de Desastres de las Naciones Unidas (UN-IDSAR) podría conducir a la implementación de nuevos y más desarrollados servicios de monitoreo y alerta.

Algunos ejemplos de redes destinadas a predecir el clima estacional y los eventos extremos son:

- El Centro Regional de Información sobre Desastres para América Latina y el Caribe (CRID)
- El Centro Internacional de Investigaciones del Fenómeno El Niño (CIIFEN)
- La Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)
- El Comité Andino de Prevención y Atención de Desastres (CAPRADE)

Existen otras redes establecidas para responder y prevenir impactos tales como:

- El Sistema de Decisión de Multi-inversores, desarrollado en Perú (Warner, 2006)
- El Plan Nacional de Desarrollo y el Atlas de Riesgos, implementado en Méjico (Quaas y Guevara, 2006)
- El Programa de Comunicación para Poblaciones Indígenas, basado en mensajes en idiomas locales (Alcántara-Ayala, 2004)





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina

### 2.5.1 Ecosistemas naturales

La conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas son estrategias importantes para la adaptación al cambio climático debido a la protección de las poblaciones genéticamente diversas y los ecosistemas ricos en especies (World Bank, 2002a; CBD, 2003).

Los corredores ecológicos son vías de conexión entre áreas protegidas y fueron planeados para mantener y proteger la biodiversidad en los ecosistemas naturales. Algunos de ellos, como el Corredor Biológico de Mesoamérica, han sido implementados y sirven como medida de adaptación a la variabilidad y el cambio climático. Algunos proyectos destacados son los corredores naturales en las selvas Atlántica y Amazónica (de Lima y Gascon, 1999; CBD, 2003) y el corredor Villcabamba–Amboró entre Perú y Bolivia (Cruz Choque, 2003).

Los esfuerzos de conservación también deberían orientarse hacia la implementación de corredores protegidos que contengan manglares, lecho de hierbas marinas y arrecifes de corales para fomentar la abundancia de peces en los arrecifes, beneficiar a las comunidades de pesca locales, y contribuir a la disponibilidad de alimentos en forma sostenible (WWF, 2004).

Otras prácticas positivas en la región son las destinadas a mantener y restaurar los ecosistemas nativos y proteger y realzar los servicios ambientales que prestan, como por ejemplo el secuestro de carbono en el Proyecto de Acción de Mercadeo de Noel Kempff en Bolivia (Brown et al., 2000).

Una opción novedosa para promover la conservación de las selvas y bosques consiste en compensar a los dueños de la tierra por los servicios ambientales que esos ecosistemas brindan a la sociedad (UNEP, 2003a).



Frecuentemente, la compensación es financiada mediante un costo suplementario a los usuarios del agua que fue originada en la selva. Estos esquemas se están implementando en varios países y han sido probados en Costa Rica (Campos y Calvo, 2000). En Brasil, existe un programa oficial de crédito ambiental ('ProAmbiente'), que paga los servicios ambientales prestados por los pequeños productores que conservan las selvas y bosques (MMA, 2004). Otra iniciativa, también implementada en Brasil, es el impuesto agregado al valor ecológico, un instrumento fiscal que retribuye a las municipalidades que protegen la naturaleza y generan servicios ambientales, adoptada inicialmente por los estados de Paraná y Mina Gerais, y que recientemente se está implementando en algunas partes de la Amazonía (May et al., 2004).

### 2.5.2 Agricultura

Algunas medidas de adaptación como: cambios en el uso de la tierra, manejos sustentables, seguros agrícolas, riego suplementario, genotipos adaptados a condiciones de estrés, y cambios en las técnicas culturales de los cultivos, son frecuentemente utilizadas en el sector agropecuario para enfrentar la variabilidad climática interanual.

La diversificación económica, que es desde tiempos remotos una gran estrategia para manejar los riesgos climáticos y de mercado, se está incrementando en los últimos años. Si bien, esta medida no es una estrategia directa de adaptación a los cambios climáticos, reduce la dependencia de los agricultores a los ingresos del sector y aumenta la flexibilidad para manejar los cambios ambientales (Eakin, 2005).

En Méjico los agricultores pobres (ubicados en el área fronteriza con Estados Unidos) fueron capaces de continuar su actividad, a pesar de la crisis provocada por la falta de agua derivada de sequías prolongadas y

sobreexplotación de los acuíferos, mediante cambios en las tecnologías de riego, la diversificación de cultivos, y la orientación de los mercados (Vásquez-León et al., 2003).

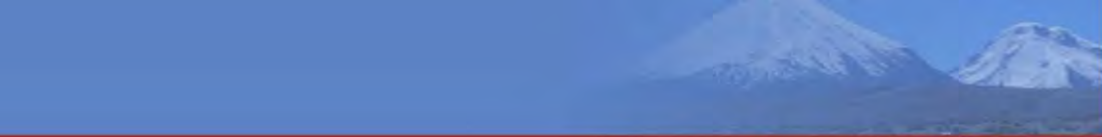
El manejo sustentable de los suelos (basado en prácticas familiares como barreras de contención, uso de abonos verdes, rotación de cultivos e incorporación de rastrojos) permitió a los pequeños productores de Nicaragua disminuir los impactos del huracán Mitch (Holt-Giménez, 2002).

En Méjico, ciertos productores pequeños están probando medidas de adaptación a los cambios del clima consistentes en la implementación de sistemas más eficientes de riego (riego por goteo), y uso de abonos verdes y otros fertilizantes orgánicos (como compost) (Conde et al., 2006). Según un trabajo reciente (Wehbe et al., 2006) los ajustes en las fechas de siembra y la elección del cultivo, la construcción de diques en la tierra para almacenar agua, y la conversión de agricultura a ganadería son algunas de las medidas más populares de adaptación en González (Méjico). En cambio en Córdoba (Argentina) las medidas más frecuentes incluyen el uso de seguros agrícolas, aplicación de riego suplementario, ajuste en las fechas de siembra, distribución espacial del riesgo mediante la ubicación de parcelas en distintas zonas geográficas, cambio de cultivos y mantenimiento de stock ganadero.

### 2.5.3 Recursos hídricos

En los países de América Latina, la carencia de estrategias de adaptación para enfrentar eventos extremos y riesgos de inundaciones y sequías se debe principalmente al reducido producto bruto interno, el incremento de población asentada en áreas vulnerables (propensas a inundaciones, desmoronamientos o sequías) y la falta de políticas, y estructuras institucionales y tecnológicas adecuados (Solanes and Jouravlev, 2006).





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2007

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina



Sin embargo, algunos países y ciudades se han organizado por sí mismos para prevenir los desastres (Fay et al., 2003). Muchos habitantes pobres se animaron a irse de zonas propensas a inundaciones para reestablecerse en áreas más seguras, y reconstruyeron sus viviendas con la asistencia del IRDB (Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo) y los créditos del IDFB (Banco Internacional de Financiamiento para el Desarrollo), como ejemplo puede citarse la reubicación de asentamientos en la cuenca del río Paraná en Argentina después de las inundaciones de 1992 (IRDB, 2000).

En ciertos casos, hay cambios en las condiciones ambientales que imposibilitan continuar con las fuentes tradicionales de ingresos y conducen a la introducción de nuevas actividades. Como ejemplo puede citarse lo ocurrido en zonas de la región Pampeana de Argentina, donde situaciones de inundación prolongadas condujeron al desarrollo de la acuicultura basada en especies difundidas en la región como el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) (La Nación, 2002).

Otro ejemplo, en este caso relacionado con la capacidad de adaptación a la escasez de agua, consiste en los programas organizados por las comunidades muy pobres para mejorar los sistemas de suministro hídrico. La organización Business Partners for Development Water and Sanitation Clusters trabajó en 4 planes focales: Cartagena (Colombia); La Paz y El Alto (Bolivia); y algunos distritos desfavorecidos del Gran Buenos Aires (Argentina) (The Water Page, 2001; Water 21, 2002).

La cosecha y almacenamiento del agua de lluvia son instrumentos importantes para el desarrollo sostenible en las zonas semiáridas de los trópicos. Existe un proyecto colectivo desarrollado en Brasil (por la ONG Network ASA Project, denominado P1MC- Project) para que la sociedad civil instale un millón de cisternas en forma descentralizada. El plan pretende abastecer de agua potable a un millón de hogares rurales ubicados en las zonas de sequías permanentes de la región semiárida tropical de Brasil (BSATs). Durante la primera etapa del plan se construyeron 12.400 cisternas (ASA y el Ministerio de Ambiente de Brasil); y se planeó la



construcción de otras 21.000 para finales del año 2004 (Gnadlinger, 2003). En las zonas áridas de Santiago del Estero en Argentina, los programas nacionales de agua potable instalaron 10 sistemas de captura y almacenamiento de agua de lluvia entre los años 2000 y 2002 (Basán Nickisch, 2002).

#### 2.5.4 Costas

Varios países de América Latina desarrollaron medidas de adaptación planificada y autónoma para enfrentar el impacto de la variabilidad climática sobre el sector costero.

La gran mayoría (Argentina, Colombia, Costa Rica, Uruguay y Venezuela) centraron su adaptación en el manejo integrado de costas (Hoggarth, et al., 2001; UNEP, 2003b, Natenzon et al., 2005a, b; Nagy et al., 2006b).

El proyecto: Plan Caribeño para adaptación al Cambio Climático, promueve acciones para evaluar la vulnerabilidad (especialmente la relacionada con el ascenso del nivel del mar), y planes para la adaptación y el desarrollo de capacidades adecuadas (CATHALAC, 2003).

A partir del año 2000 algunos países mejoraron sus marcos legales en lo concerniente con la restricción de la contaminación del aire y la integración de normas marino-costeras (como por ejemplo el plan de manejo integrado de costas de Venezuela del 2002)

Debido a la fuerte presión ejercida por los asentamientos humanos y la actividad económica en el modelado del manejo integrado de costas, algunos países como Venezuela (MARN, 2005) y Colombia (INVEMAR, 2005), han incorporado un diseño de políticas muy completo.

En Belice y Guyana, la implementación de la planificación del uso de la tierra y la zonificación

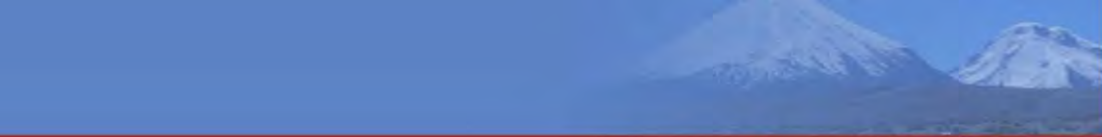
fortalece las normas de infraestructura, el plan de manejo de zonas costeras, el ajuste de los códigos de edificación y las estrategias de mitigación de desastres (incluyendo el mapeo de inundaciones y otros peligros) los cuales junto a las consideraciones del cambio climático se utilizan en el manejo día a día de todos los sectores (CDERA, 2003; UNDP-GEF, 2003).

#### 2.5.5 Salud humana

En Latinoamérica, las medidas de adaptación en el sector de la salud se pueden considerar como iniciativas aisladas. Un proyecto sobre adaptación a la variabilidad y cambio del clima llevado a cabo en Colombia tiene en cuenta la formulación de medidas para reducir la vulnerabilidad de la salud humana y manejar los impactos. El proyecto incluye el desarrollo de un plan piloto nacional para los ecosistemas de alta montaña, las islas y los problemas de salud humana relacionados con la expansión de los vectores de la malaria y el dengue (Arjona, 2005). El proyecto incluye el desarrollo de un sistema integrado de monitoreo y control del dengue y malaria con el objetivo de reducir en un 30% la tasa de infección de ambas enfermedades (Mantilla, 2005).

En varios países se han identificado medidas aisladas. Por ejemplo en Bolivia, las medidas incluyen el control de vectores y la supervisión médica. También se promueve la participación comunitaria y la educación para la salud, investigaciones entomológicas, el refuerzo de servicios sanitarios y el desarrollo de centros de investigación en enfermedades tropicales. Los programas gubernamentales deberían focalizarse en las áreas de alto riesgo para malaria y leishmaniasis bajo condiciones de cambio climático (Aparicio, 2000).





CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2 0 0 7

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina





## 3 Supuestos sobre las tendencias futuras

### 3.1 Clima

#### 3.1.1 Escenarios de cambio climático

Si bien los escenarios de cambio climático se pueden generar por varios métodos (IPCC, 2001), los resultados difundidos en este informe (AR4) están esencialmente basados en las estimaciones de los modelos de circulación global (MCG) basados en el informe de escenarios de emisiones del IPCC (SRES: Nakicenovic and Swart, 2000).

Las proyecciones de cambios en temperatura y precipitación para el siglo XXI (derivadas de las estimaciones de varios MCG) pueden encontrarse en el Centro de Distribución de Datos del IPCC (IPCC DDC, 2003; <http://www.ipccdata.org/>) con una resolución de 300Km y para dos escenarios contrastantes de emisiones de gases de efecto invernadero (A2 y B2). Además, en el Capítulo 11 del Grupo de trabajo I (disponible en: [www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.htm](http://www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.htm)) del cuarto informe del IPCC (Christensen et al., 2007), se presentan estimaciones regionales para varias zonas del mundo.

En la Tabla 4 se presentan los rangos de cambio en temperatura y precipitación proyectados para 2020, 2040 y 2080, provenientes de las estimaciones de varios MCG y cuatro de los principales escenarios de emisiones.

Para el año 2020, el aumento de temperaturas podría variar entre 0.4° C y 1.8° C, y para el 2080 entre 1.0° C y 7.5° C. Se estima que el calentamiento será más severo en la zona tropical de América del Sur (indicado como Amazonía en la Tabla 13.4). El tema de la precipitación es más complicado, dado que las proyecciones regionales presentan mayor grado de incertidumbre. En la zona central y tropical de América del Sur, las predicciones para el 2080 varían entre reducciones del 20% al 40% y aumentos del 5% al 10%. La incertidumbre es aún mayor para el sur de América del Sur, tanto en invierno como en verano, aunque la magnitud del cambio es menor que en las zonas tropicales.

El análisis de los escenarios indica que las diferencias en predicciones de temperatura y lluvia son mayores entre MCG que entre escenarios de emisiones para un mismo MCG. A consecuencia, y como es lógico esperar, la mayor fuente de incertidumbre en los escenarios regionales está asociada a las diferencias en las predicciones de los MCG. El análisis es mucho más complicado con la lluvia ya que los MCG presentan patrones de cambio diferentes, que inclusive pueden ser opuestos.

En síntesis, los MCG actuales no son capaces de proyectar cambios confiables en los ciclos hidrológicos a escalas regionales. Siendo particularmente elevada la incertidumbre en la proyección de precipitaciones (p. ej., Boulanger et al., 2006a, b, escenarios climáticos para América del Sur usando 10 MCG), lo que resulta una limitante para el uso de las proyecciones de los MCG como guía en la fijación de políticas de adaptación o mitigación.

Los escenarios derivados de los MCG son comúnmente llevados a menores escalas por medio de enfoques estadísticos o dinámicos que permiten generar escenarios locales o específicos para un sitio. Estos enfoques están bien descritos y pueden consultarse en el Capítulo 11 del Grupo de Trabajo I (disponible en: [www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.htm](http://www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.htm)) del cuarto informe del IPCC (Christensen et al., 2007). En América del Sur se realizaron varios trabajos en este sentido, usando una amplia gama de escenarios de MCG (HADCM3, ECHAM4, GFDL, CSIRO, CCC, etc.), y, en general, considerando los escenarios de emisiones A2 y B2: para el sur de América del Sur (Bidegain y Camilloni, 2004; Solman et al., 2005a, b; Nuñez et al., 2005), para Brasil (Marengo, 2004), para Colombia (Eslava y Pabón, 2001; Pabón et al., 2001) y para México (Conde y Eakin, 2003).

Los escenarios de menor escala pueden localizar fenómenos relacionados con la topografía, los sistemas meteorológicos de mesoescala, y el cambio en el uso de la tierra; pero en general continúa la incertidumbre relacionada con el uso de diferentes MCG como datos de entrada para los modelos regionales (Marengo y Ambrizzi, 2006).





**Tabla 4:** Cambios proyectados en la temperatura (° C) y la precipitación (%) para grandes subregiones del Centro y el Sur de América basados en Ruosteenoja et al. (2003). El rango de valores proviene de las estimaciones de siete MCG y los cuatro escenarios SRES más importantes.

Cambio en temperatura (° C)		2020	2050	2080
<b>América Central</b>	Est. Seca	+0.4 a +1.1	+1.0 a +3.0	+1.0 a +5.0
	Est. Húmeda	+0.5 a +1.7	+1.0 a +4.0	+1.3 a +6.6
<b>Amazonía</b>	Est. Seca	+0.7 a +1.8	+1.0 a +4.0	+1.8 a +7.5
	Est. Húmeda	+0.5 a +1.5	+1.0 a +4.0	+1.6 a +6.0
<b>Sur de Sudamérica</b>	Invierno(JJA)	+0.6 a +1.1	+1.0 a +2.9	+1.8 a +4.5
	Verano (DEF)	+0.8 a +1.2	+1.0 a +3.0	+1.8 a +4.5
Cambio en precipitación (%)		2020	2050	2080
<b>América Central</b>	Est. Seca	-7 a +7	-12 a +5	-20 a +8
	Est. Húmeda	-10 a +4	-15 a +3	-30 a +5
<b>Amazonía</b>	Est. Seca	-10 a +4	-20 a +10	-40 a +10
	Est. Húmeda	-3 a +6	-5 a +1	-10 a +10
<b>Sur de Sudamérica</b>	Invierno(JJA)	-5 a +3	0-12 a +10	-12 a +12
	Verano (DEF)	-3 a +5	-5 a +10	-10 a +10

Est.= Estación, DEF=Diciembre/Enero/Febrero, JJA=Junio/Julio/Agosto.

### 3.1.2 Cambios en la ocurrencia de eventos extremos

La mayor parte de los estudios sobre cambios climáticos actuales indica que la frecuencia de ocurrencia de eventos extremos aumentará en el futuro. Muchos impactos del cambio climático aparecerán como la resultante del cambio en la frecuencia de ocurrencia de eventos extremos como: tormentas de viento, tornados, granizo, olas de calor, temporales, lluvias muy intensas, o temperaturas extremas de duración diversa (horas hasta días).

Según los MCG evaluados durante el AR4, un número limitado de estudios sobre eventos extremos (p. ej., Tebaldi et al., 2007) brinda estimaciones sobre la frecuencia de eventos extremos de lluvia y temperatura estacional simulados para las condiciones presentes y para el fin del siglo XXI bajo el escenarios de emisión A1B En América Central las proyecciones de reducciones de la precipitación media están acompañadas de mayor frecuencia de eventos secos



en todas las estaciones. En América del Sur, algunos modelos anticipan estaciones extremadamente húmedas en la región del Amazonas y en el sur del continente, mientras que otros anticipan una tendencia opuesta.

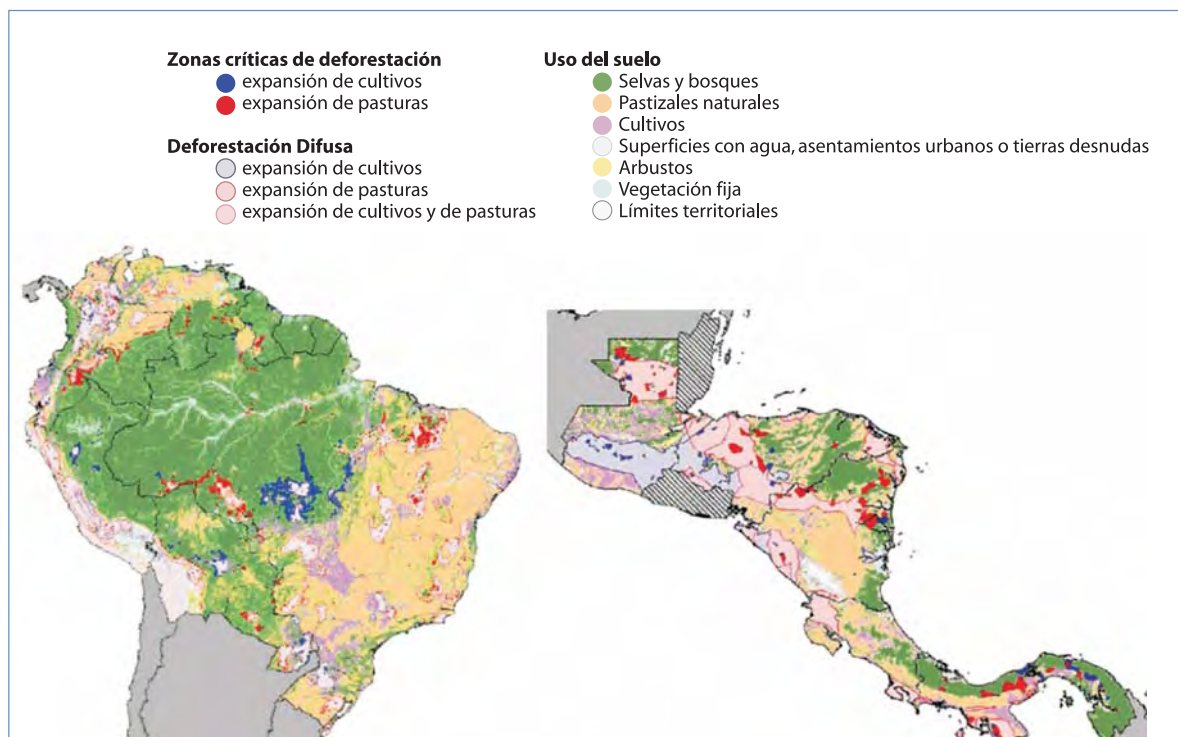
### 3.2 Cambios en el uso del suelo

En las zonas tropicales de Latinoamérica, uno de los principales desastres ambientales a enfrentar será la deforestación. América Latina es responsable sólo del 4.3% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI), sin embargo el 48.3% de esas emisiones proviene de la deforestación y el cambio de uso de la tierra (UNEP, 2000).

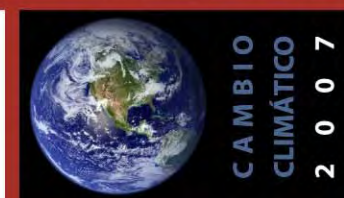
En el año 2010, las superficies de selvas y bosques de América del Sur y América Central se verán reducidas en 18Mha y 1.2Mha respectivamente, para dar paso a la producción de cultivos y la expansión de la ganadería (ver Figura 3) (FAO, 2005). En la Amazonía Brasileira, si la tasa de deforestación registrada en el 2002-2003 (2.3

Mha/año) continúa indefinidamente, en el año 2020 habrán desaparecido 100Mha de selva (alrededor del 25%, de la superficie original) (Laurance et al., 2005); mientras que para el año 2050 (si los intereses comerciales siguen predominando) se habrán deforestado 269.8 Mha (Moutinho y Schwartzman, 2005).

Mediante el uso de técnicas de simulación, Soares-Filho et al. (2005) estimaron, para la misma región, que en el año 2050 (bajo el escenario más pesimista) la tendencia proyectada en la deforestación conduciría a la eliminación del 40% de las 540Mha que posee actualmente la selva Amazónica en Brasil, liberando alrededor de 32 Pg (109 toneladas) de carbono a la atmósfera.



**Figura 3:** Zonas de deforestación crítica y difusa, proyectadas para América del Sur y América Central en el lapso 2000-2010 ([http://www.virtualcentre.org/en/dec/neotropics/south\\_america.htm](http://www.virtualcentre.org/en/dec/neotropics/south_america.htm) y [http://www.virtualcentre.org/en/dec/neotropics/central\\_america.htm](http://www.virtualcentre.org/en/dec/neotropics/central_america.htm))



Además, bajo la tendencia actual de deforestación, la expansión agrícola eliminará dos tercios de la cubierta selvática de 5 cuencas hidrológicas principales y 10 eco-regiones, provocando la pérdida de más del 40% del hábitat de 164 especies de mamíferos.

Se prevé, que en el futuro, la expansión del cultivo de soja sea una de las principales causas del cambio en el uso de la tierra. En América del Sur, se espera que el área sembrada con soja pase de 38Mha en 2003/04 a 59Mha en 2019/20 (Maarten Dros, 2004). La producción total de Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay aumentaría un 85% (llegando a 172 millones de toneladas, que representaría el 57% de la producción mundial). En ese caso, 21.6 Mha de hábitats naturales deberían convertirse directa o indirectamente para dar espacio a esa expansión. Los hábitats donde se prevén las pérdidas mayores son:

- los Cerrados (9.6 Mha),
- el Gran Chaco húmedo y seco (el ecosistema seco más grande de América del Sur, que cubre parte de Argentina, Paraguay, Bolivia y Brasil; 6.3 Mha),
- la zona de transición entre la Amazonía y la selva pluviosa (3.6 Mha),
- la selva Atlántica (1.3 Mha),
- la selva del Chiquitano (transición entre Amazonía y Gran Chaco; 0.5 Mha) y
- la selva de Yungas (0.2 Mha).

Esa deforestación masiva tendrá impactos negativos sobre la diversidad biológica y la composición de los ecosistemas de América del Sur, y además provocará consecuencias importantes sobre las condiciones climáticas locales y regionales.

## 3.3 Desarrollo

### 3.3.1 Demografía y poblaciones

La población de América Latina continúa creciendo, y se espera que en el 2050 aumente un 50% en relación a 2000. Sin embargo, la tasa anual de crecimiento disminuye, y se espera que para el 2015 alcance valores de 0.89% (cifra considerablemente inferior al 1.9% del período 1975-2002).

La población continúa migrando del campo a las ciudades, y para el 2015 se espera que alrededor del 80% de la población sea urbana, lo que representa un aumento cercano al 30% en relación a la década del sesenta.

Se proyectan reducciones de la población con edades inferiores a 15 años, y aumentos de los mayores de 65 años. La tasa de fertilidad (cantidad de nacimientos por mujer) se redujo de 5.1 a 2.5 entre 1970/75 y 2000/05, y se espera que en el 2015 disminuya a 2.2 (ECLAC, 1998).

De acuerdo a un informe de ECLAC (1998), la cantidad de personas en edades dependientes (entre el nacimiento y los 14 años y los mayores de 65 años) pasará de 54.8% en la actualidad a cerca del 60% en el 2050. Hecho que incrementará la presión sobre los sistemas de seguridad social y el aporte necesario de la población activa para mantener los servicios de educación y salud. La esperanza de vida (que aumentó de 61.2 años en la década del setenta, a 72.1 años en el período 2000-2005) alcanzaría los 74.4 años en el 2015. Se espera que la tasa de mortalidad aumente de los valores actuales de 7.8 por mil a casi 12 por mil en 2050.

La tasa de migración externa se transformó en un hecho importante en América Latina. En estudios recientes (ECLAC, 2002b) se estimó que cerca de 20 millones de ciudadanos de América Latina y el Caribe residen fuera de sus países de origen, principalmente en Estados



Unidos de América. Este fenómeno tiene efectos importantes sobre las economías nacionales y crea serias dependencias sociales: el 5% de los ingresos en los hogares de la región proviene de los envíos efectuados por los familiares que han migrado, cifra que en el 2003 totalizó 38 billones de dólares americanos (y fue 17% superior a las cifras de 2002) (IMO, 2005)..

Según los Índices de Desarrollo Humano, todos los países de Latinoamérica se ubican en rangos medios y elevados de desarrollo. Además, se sitúan en la mitad superior del índice de pobreza humana y mostraron una mejoría sistemática entre 1975 y 2002. Sin embargo, no se puede ignorar que, a pesar de que no hay países clasificados con rangos bajos de desarrollo, existen contrastes enormes entre y dentro de los países en términos de niveles de desarrollo tecnológico, sofisticación de los sectores financieros, capacidad de exportación y distribución de los ingresos (CEPAL, 2002).

### 3.3.2 Escenarios económicos

Las proyecciones de la evolución económica de América Latina pueden ser muy contradictorias, ya que dependen de la interpretación de las consecuencias de los procesos de liberalización económica que la región ha estado experimentando en los últimos 20 años.

Por un lado, están los economistas que defienden el proceso de liberalización económica, argumentando que los países Latinoamericanos que implementaron este sistema, mejoraron en términos de tasa de crecimiento, estabilidad, democracia, y también en temas relacionados con desigualdad y pobreza (como por ejemplo Walton, 2004; World Bank, 2006). Por otro lado, existe otro grupo de expertos en economía, sociología y ciencias políticas, que está preocupado por los efectos que provocó la neoliberalización en nuestra

región, especialmente en términos de aumentos de desigualdad y pobreza, y en carencia de crecimiento económico (Huber and Solt, 2004). Este es debate aún no está resuelto e impone gran incertidumbre a los escenarios económicos para América Latina.

Según el primer punto de vista, los analistas del Banco Mundial sostienen que, si bien el PBI real por habitante mostró un crecimiento muy bajo (1.3%/año/habitante) durante el período 1990-2000, en el largo plazo (desde 2006 hasta 2015) el PBI regional se elevaría a 3.6%/año y el ingreso por habitante llegaría en promedio a 2.3%/año (World Bank, 2006). Las proyecciones inmediatas estiman un crecimiento regional del 4% anual en 2006 y 3.6% en 2007, y un crecimiento del PBI por habitante del 2.6% y 2.3%/año respectivamente (Loser, 2006; World Bank, 2006). Estas proyecciones alentadoras se atribuyen a la implementación de políticas económicas, que restringieron el crecimiento en el pasado, como reducciones sustanciales del déficit fiscal y control de la inflación. Según estas fuentes, la región está en vías de alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio en lo relativo a pobreza. Sin embargo es importante destacar que el comportamiento de la región no es tan bueno como la de los países de Asia Central, especialmente China. Una opción para mejorar la tasa de crecimiento sería la consolidación de las políticas económicas actuales (Walton, 2004; World Bank, 2006).

El segundo grupo de expertos sostiene que como resultado de la liberalización (que estuvo lejos de establecer bases para el crecimiento económico) se debilitó la economía regional, reduciendo su tasa de crecimiento y tornándola más volátil, exacerbando la desigualdad social y la pobreza, y limitando la capacidad de la región para crecimientos futuros (Huber and Solt, 2004; Solimano and Soto, 2005). La falta de crecimiento económico, la desigualdad, la carencia de marcos legales eficientes y la presión demográfica, son factores que aceleran el agotamiento ambiental e incrementan la vulnerabilidad a la variabilidad climática y a los eventos extremos (CEPAL, 2002).



CAMBIO  
CLIMÁTICO  
2 0 0 7

Evaluación de la Vulnerabilidad  
e Impactos del Cambio Climático  
y del potencial de adaptación  
en América Latina

