



Desarrollo Rural Exploraciones 3

Acerca de los impactos del
cambio climático en Sudamérica

Rodrigo López Sánchez
Ingeniero Ambiental



Créditos

Acerca de los impactos del cambio climático en Sudamérica

Noviembre de 2009

Autor

Rodrigo López Sánchez

Ingeniero Ambiental

Editor

Instituto Para el Desarrollo Rural de Sudamérica - IPDRS

www.sudamericarural.org

Edición y corrección de estilo

Helen Álvarez Virreira

Diseño y diagramación

Narda Yukiko Rueda Zahana

nayuruza@hotmail.com

Producido con el apoyo de





Índice

Introducción

I. Impacto del Cambio Climático en Sudamérica	3
1.1 Retroceso de los glaciares	9
1.2 Agricultura	12
1.3 Ecosistemas	21
1.4 Salud	23
II. Sobre las iniciativas en Sudamérica	24
III La energía y la generación de emisiones en Sudamérica	34
3.1 Mitigación de los efectos del sector energético	38
3.2 Alternativas para la reducción de emisiones	44
Conclusiones	47
Bibliografía	52



Introducción

En los últimos años, el cambio climático ha puesto en evidencia los altos niveles de vulnerabilidad a los que están expuestos los países en Sudamérica. Es ya una certeza que la región experimenta temperaturas más elevadas y que han variado las precipitaciones, el nivel del mar y los flujos de agua. Se trata de un fenómeno observable, sujeto a pruebas científicas, y se prevé que sus efectos serán más severos en los próximos años, por lo que la población deberá buscar alternativas para enfrentar, adaptarse y coexistir en estos nuevos escenarios.

La sucesión de daños ocurridos debido a fenómenos naturales en las últimas décadas ha significado para los países afectados considerables gastos en la reconstrucción. Esto ha de obligar a que las políticas de la región sean replanteadas, considerando procesos de "adaptación activa" en lo local y en lo inmediato, a fin de prevenir los posibles efectos negativos que incidan sobre acciones en desarrollo, como los esfuerzos dedicados a la lucha contra la pobreza.

El último informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007) destaca que el cambio climático es de total responsabilidad de las actividades humanas que provocan la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) hacia la atmósfera. Plantea además diferentes escenarios que permiten proyectar los efectos en distintas regiones del planeta, en función a las temperaturas promedio que puedan alcanzarse en los próximos 100 años. El informe distingue una modelación de distintos escenarios que hacen posible la proyección futura de los posibles efectos del cambio climático, por región en el planeta y en función a los niveles de temperatura promedio que puedan alcanzarse los próximos 100 años.

A pesar que los países desarrollados son los principales generadores de los gases de efecto invernadero que se acumulan en la atmósfera, la responsabilidad del impacto en el planeta es asumida de forma desproporcionada. En Sudamérica, un conjunto de países se encuentra entre los más afectados, aunque su aporte a la generación de GEI es comparable con África, donde están las naciones que menos emisiones provocan.

La vulnerabilidad de la región es alta por su particular situación geográfica: tiene zonas costeras bajas con áreas inundables; glaciares que son la principal fuente de abastecimiento de agua para la agricultura y las zonas urbanas, y que se están derritiendo, y extensas áreas de bosque susceptibles a incendios forestales. El impacto se agudiza más, debido a procesos permanentes de deforestación, erosión y desertificación, contaminación, asentamientos humanos desordenados, migración, pobreza, etc.

En la región andina, El Niño y el retroceso de los glaciares pueden ser los principales fenómenos, a través de los cuales se puede reconocer los efectos concretos del cambio climático global. El aumento de las temperaturas es más rápido en las altas montañas y los desastres, como producto de eventos climáticos, son cada vez más intensos y frecuentes. Cada evento climatológico, desde hace 40 años, ha tenido una progresiva incidencia negativa en el producto interno bruto (PIB) de los países de la región. Por ello, cada país ha ido adoptando algunas iniciativas como estrategia para enfrentar el cambio climático, dentro el marco de convenios internacionales.



I. Impacto del cambio climático en Sudamérica

En las últimas cuatro décadas, los eventos climáticos han sido históricamente más severos y con relativa mayor frecuencia. El fenómeno de El Niño (FEN), y la ocurrencia de “meganiños”, por ejemplo, cuyo impacto ha sido considerable, ha ocasionado que los países de la región expongan altos grados de vulnerabilidad y riesgo, ante una variedad de peligros y amenazas de origen climático. De acuerdo con los índices de emergencias de los países andinos, Bolivia, Perú y Ecuador tienen los niveles más altos de riesgo ante eventos extremos de origen climático (CAN, 2007c).

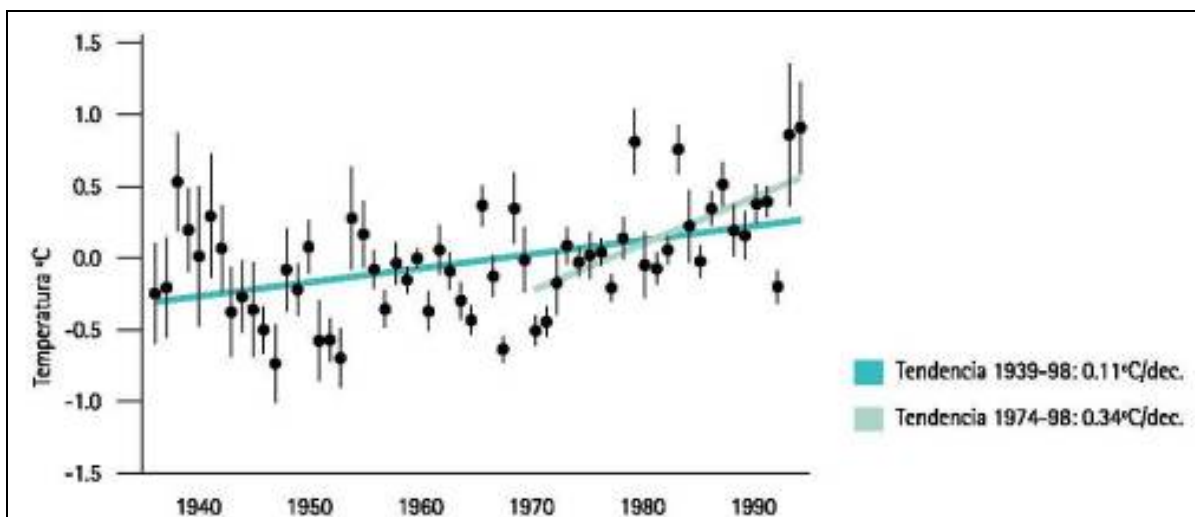
En Sudamérica hay muy poca información documentada acerca de las variaciones del clima en el pasado y desconfianza sobre la que existe. Sin embargo, se observa que en el siglo anterior ha habido pocas estaciones meteorológicas y poco representativas, considerando la amplitud del territorio en la región. Esto ha estado condicionado, sobre todo, por los costos asociados, el poco entendimiento de la importancia de esta información y la complejidad geográfica que caracteriza a los países de Sudamérica.

En ese sentido, la información meteorológica disponible no resulta del todo representativa, más aún tomando en cuenta las particularidades geográficas de regiones como los Andes. En los últimos años, la densidad de estaciones meteorológicas ha disminuido en la mayor parte de los países de la región, debido, en especial, a la falta de compromisos para cubrir los costos de mantenimiento y capacitación de personal. Por ejemplo, en Bolivia existen alrededor de 300 estaciones meteorológicas en funcionamiento de las mil que existían pocos años atrás (Banco Mundial, 2009). Así, resulta una tarea bastante difícil reconstruir la variabilidad climática del pasado, lo que permitiría resolver la incertidumbre acerca del comportamiento del clima en el futuro y adoptar criterios acertados, a fin de adoptar medidas de prevención.

Sin embargo, entre los estudios existentes, hay uno que analiza los registros históricos de la temperatura de la atmósfera a nivel del suelo. Los datos corresponden al periodo 1939 y 1998 y se generaron desde una red de estaciones meteorológicas localizadas entre los cero y 5.000 msnm, en distintos puntos de la región. Ahí se observa que desde 1939, la temperatura en la región de los Andes tropicales se ha incrementado a un ritmo promedio de 0,10 a 0,11°C por década. Entre 1978 y 1998 el comportamiento cambió y se observó un incremento promedio de entre 0,32°C y 0,34°C por década (M. Vuille & Bradley, 2000; M. Vuille, Bradley, Werner, & Keimig, 2003). Este segundo periodo de estudio es de mayor interés, porque está asociado con el inicio del retroceso “acelerado” que sufren actualmente los glaciares tropicales en la región (M. Vuille, et al., 2003).

Por las características geográficas en los Andes, no existen muchas estaciones de medición a elevadas alturas; esto impide que los promedios determinados por Vuille y otros investigadores, puedan ser adoptados como datos homogéneos para todas las regiones. De hecho, los mayores cambios de temperatura se han registrado en las alturas. Se estima que el incremento ha alcanzado los 0,6°C por década (Banco Mundial, 2009). En general, el comportamiento de la temperatura promedio en la región, a finales de los años noventa, refleja un aumento de aproximadamente 1°C en Sudamérica y de 0,5°C en Brasil.

Gráfico 1.
Variación anual de temperatura en Sudamérica entre 1961 y 1990



Fuente: Vuille & Bradley, 2000.

Del análisis de los registros disponibles del comportamiento de las lluvias en la región, correspondientes al periodo 1950-1994, se concluye que no es posible definir una tendencia clara (M. Vuille, et al., 2003). Sin embargo, se presume que desde 1970 las precipitaciones han ido incrementándose, al igual que su intensidad, en zonas del noroeste de Perú y Ecuador, el sur de Brasil, Paraguay y Uruguay, y en la región pampeana de la Argentina. Inversamente, hubo una disminución en el sur de Perú, en el norte de Bolivia, el centro-sur de Chile y el centro-sur oeste de Argentina. (Banco Mundial, 2009; De la Torre, 2009; Magrin, 2007; M. Vuille, et al., 2003). Adicionalmente, el nivel del mar en el sureste de Sudamérica subió de 2 a 3 milímetros (mm) anuales, en los últimos 10 a 20 años (Magrin, 2007).

Figura 1.
Tendencias en la precipitación media anual en Sudamérica (1960-2000)



Los incrementos se presentan con el signo más y las reducciones con un círculo. Los valores en negrita indican tendencias significativas a $P < 0,05$ para América Central y el norte de América del Sur (1961-2003), los triángulos rojos indican tendencias positivas y los azules negativas. Los símbolos de mayor tamaño corresponden a las tendencias significativas.

Fuente: (Magrín, 2007).

Los modelos climáticos desarrollados anticipan un mayor grado de precipitaciones al este de los Andes y uno menor desde el centro de Sudamérica hacia el sur de Chile (Simms, 2006). Se estima que entre un 47% y 100% de las zonas de mayor riesgo de inundación en Argentina, Perú, Bolivia y Uruguay, tendrán una exposición aún mayor a lluvias intensas (Banco Mundial, 2009). Además, se espera que el calor aumente más en la región norte de Sudamérica, que en la región del sur.

Cuadro 1.
Tendencias climáticas actuales para Sudamérica

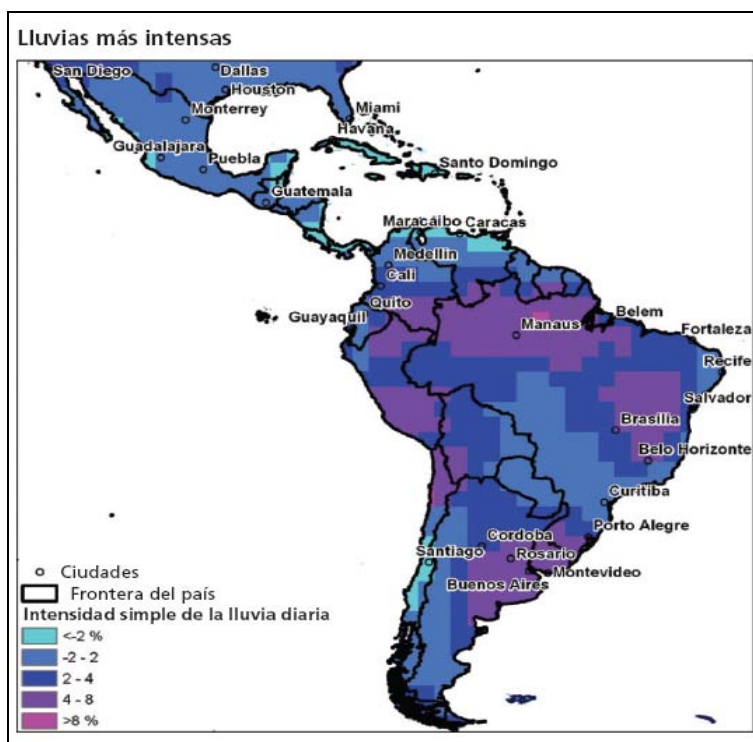
Precipitación (cambio en % si no se indica otra unidad)	Período	Cambio
Amazonia - norte/sur (Marengo, 2004)	1949-1999	-11 a -17/-23 a +18
Amazonas boliviano (Ronchail et al., 2005)	desde 1970	+15
Argentina - centro y noreste (Penalba and Vargas, 2004)	1900-2000	+1 DS a +2 DS
Uruguay (Bidegain et al., 2005)	1961-2002	+20
Chile - centro (Camilloni, 2005a)	Últimos 50 años	-50
Colombia (Pabón, 2003a)	1961-1990	-4 a +6
Temperatura media (°C/10 años)		
Amazonia (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
Temperatura máxima (°C/10 años)		
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)
Temperatura mínima (° C/10 años)		
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)
Aumento del nivel del mar (mm/año)		
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

Fuente: (Magrin, 2007).

Además de una mayor temperatura mínima y de los cambios en las precipitaciones, hubo un aumento notable de eventos climáticos extremos. Su frecuencia se incrementó en 2,4 veces entre 2000 y 2005, respecto al periodo 1970-1999 (IPCC, 2007). Sólo el 19% de los eventos extremos registrados en los primeros cinco años del siglo 21 representaron pérdidas económicas cuantificadas en 20 mil millones de dólares (Magrin, 2007) y en los últimos 40 años los daños por fenómenos hidrometeorológicos superaron los 80 mil millones de dólares, incidiendo de forma directa en el gasto público (CEPAL, 2009a).

Entre los eventos climáticos extremos e inusuales registrados están las lluvias intensas que provocaron la muerte de 45.000 personas en inundaciones y deslizamientos en Venezuela (1999, 2005); 70 muertos y 140.000 personas damnificadas por inundaciones en Colombia (2005); inundaciones en la región pampeana de Argentina (2000, 2002); sequía en el Amazonas, donde el caudal bajo históricamente (2005) ocasionando además la reducción del 65% y 56% de los cultivos de soja y maíz, respectivamente, en Río Grande del Sur. En el Chaco argentino las pérdidas por sequía fueron estimadas en 360 millones de dólares, incluyendo 120 mil cabezas de ganado; hubo además 10 mil habitantes evacuados. El año 2004, este fenómeno afectó también a Paraguay y Bolivia. Tormentas de granizo sin precedentes provocaron serios daños en las ciudades de La Paz (2002) y Buenos Aires (2006) (Banco Mundial, 2009; De la Torre, 2009; Magrin, 2007; Simms, 2006) (Banco Mundial, 2009; Magrin, 2007; Simms, 2006).

Figura 2.
Proyección sobre lluvias más fuertes en Sudamérica



Fuente: Banco Mundial, 2009.

En 2004, los huracanes en el Atlántico Norte marcaron la cifra histórica de 14. En el Atlántico Sur no hay antecedentes de huracanes, ya que las temperaturas de la superficie del mar son demasiado bajas, la atmósfera no genera suficientes condiciones para el desarrollo de procesos de rotación y los vientos, en la atmósfera alta, tienden a interrumpir estos procesos naturalmente (Simms, 2006).

En el recuento de eventos climáticos extremos, se registra por primera vez en la historia un huracán, el Catarina, que llegó a la costa sur de Brasil, afectando a los Estados de Río Grande del Sur y Santa Catarina. Veintitrés ciudades fueron severamente azotadas, dejando a 33 mil personas sin hogar (UNEP, 2004). Esto ocurrió un año antes de que el huracán Katrina azote a Nueva Orleans, en Estados Unidos. A la inversa, el Catarina pasó virtualmente inadvertido por los medios de comunicación del mundo (Simms, 2006), aunque causó pérdidas económicas de unos 350 millones de dólares. Las ciudades brasileñas afectadas quedaron aisladas del resto durante una semana, algunas sin agua ni luz por tres días. El 80% de las escuelas fueron afectadas, lo que dejó a 40 mil estudiantes fuera de las aulas (UNEP, 2004).

Muchos de los estudios sobre los cambios climáticos actuales indican que aumentará la frecuencia y la intensidad de los eventos extremos en la región, aunque existe incertidumbre sobre los futuros patrones de precipitación. Muchos de los impactos corresponderán a la modificación en la frecuencia y la combinación de otros eventos climáticos: tormentas de viento, granizo, olas de calor, temporales, lluvias muy intensas, periodos indeterminados de temperaturas extremas, etc.

Cuadro 2.
Rangos de cambio en temperatura y precipitación proyectados para 2020, 2040 y 2080, provenientes de las estimaciones de varios modelos de circulación global (MCG) y cuatro de los principales escenarios de emisiones

Cambio en temperatura (° C)		2020	2050	2080
Amazonia	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
Sur de Sudamérica	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 (%)				
Amazonia	Est. seca	-10 a +4	-20 a +10	-40 a +10
	Est. húmeda	-3 a +6	-5 a +1	-10 a +10
Sur de Sudamérica	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.

Fuente (Magrín, 2007).

Lo cierto es que existe una alta incertidumbre acerca de los posibles escenarios del clima en el futuro. La diversidad de modelos globales aplicados, aún reproduce resultados de escala regional y guardan diferencias entre sí, respecto a las proyecciones específicas.

Los modelos de circulación prevén que las zonas de mayor riesgo de inundaciones en Argentina, Perú, Uruguay y Bolivia, lleguen a estar aún más expuestas a precipitaciones intensas.

1.1 *Retroceso de los glaciares*

En Sudamérica se concentra el 95% de los glaciares tropicales del planeta, cubriendo una superficie aproximada de 2.500 km² distribuidos entre Perú (71%), Bolivia (22%), Ecuador (4%) y Colombia (3%) (CAN, 2007b). Debido a su condición de reservorios naturales de agua, son además el factor principal en la configuración del clima intra e interanual sobre la región. Su influencia en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones es, además, crítica.

A diferencia de otras latitudes en el planeta, donde las lluvias que alimentan a los glaciares coinciden con las épocas más frías del año, en la región andina las precipitaciones, que ya no son tan frecuentes como en el pasado, acompañan al verano. El incremento de la radiación solar y de las temperaturas, en los últimos años, ha incidido severamente en el retroceso de las nieves y glaciares. Se sabe que el aumento de la temperatura es mayor y más acelerado en las alturas de los Andes, respecto a la superficie (Banco Mundial, 2005).

En general, los glaciares tropicales son considerados de pequeña dimensión, debido a que su volumen total es bastante reducido, comparado con los demás glaciares del planeta. Se estima que el derretimiento de todos los glaciares tropicales incrementaría en un milímetro el nivel del mar; esto resulta relativamente insignificante si se considera que subiría alrededor de 70 mm si se derritieran todos los glaciares de montaña, incluyendo los casquetes polares de la Antártica y Groenlandia (CAN, 2007b).

Sin embargo, los glaciares tropicales resultan de bastante interés, por constituirse en indicadores cualitativos del cambio climático. Muchos de ellos superan los 4.000 m de altura y no resultan de fácil acceso para la instalación y seguimiento de equipos de medición en superficie. Al mismo tiempo, son importantes reguladores del régimen hidrológico y representan fuentes importantes de agua para zonas donde las lluvias son escasas durante el año, como el Altiplano boliviano/peruano. En general, permiten garantizar caudales

mínimos para abastecer sistemas de riego, plantas hidroeléctricas, cubrir las demandas de consumo de importantes centros urbanos, contribuir en la recarga de acuíferos y las propias demandas del ecosistema (caudales ecológicos).

Como un efecto del cambio climático global, muchos de los glaciares más pequeños, es decir, aquellos con áreas menores a un kilómetro cuadrado, ya han perdido la mayor parte de su superficie (Bolivian Mountain Institute, 2006). En el Perú, en 1970, los glaciares tropicales cubrían un área estimada de 2.041 km²; para 1997 se redujo en un 22%. Actualmente, muchos de los glaciares más pequeños han sido seriamente afectados, como el Chacaltaya en Bolivia, que se prevé durará hasta 2010 (CAN, 2007b), y otros ya han desaparecido, como el Cotacachi, en Ecuador.

Entre los efectos esperados, la experiencia del Cotacachi mostró que en las zonas aledañas se produjo una severa disminución de la agricultura, el turismo y una notable pérdida de la biodiversidad local. La reducción de tiempo de permanencia de los caudales de agua en la cuenca, fue el origen de conflictos entre las poblaciones en la región, que se prevé se agudizarán en el futuro.

El derretimiento de los glaciares hace que los flujos de agua sean mayores al promedio histórico, en correspondencia al aumento de los riesgos por inundación, que ya ha sido evidente en algunas zonas de Perú y Bolivia. A pesar de que este fenómeno continuará por décadas, eventualmente el volumen de agua derretida bajará. Las dependencias generadas durante estos periodos por parte de los productores, crearían problemas futuros para la adaptación. La reducción de los flujos naturales de agua durante épocas secas, debido a cambios en la precipitación o disminución en el almacenamiento natural de agua, ya sea en glaciares, páramos o lagos de montaña, requeriría nuevas inversiones en sistemas de almacenaje y gestión, a fin de poder mantener la disponibilidad del recurso.

Se prevé que la desaparición de los glaciares afectaría seriamente el suministro de agua en la región andina y resultaría mucho más crítico en zonas donde ya existe un estrés hídrico. Esto podría provocar que muchos ecosistemas de gran valor, junto a los habitantes de estas zonas, se encuentren en riesgo de enfrentar escenarios donde el abastecimiento de agua resulte insuficiente. Los ecosistemas de montaña, como son los páramos, son únicos en términos de biodiversidad. Asimismo, a pesar de su importancia, muy poco se ha podido hacer para evitar la drástica reducción de los bienes y servicios ambientales, ya observada en los últimos años (Banco Mundial, 2005).

Los ecosistemas de montaña en los Andes son semiáridos, por lo cual resultan altamente vulnerables ante un cambio en los patrones hidrológicos. Esto implica grandes amenazas sobre la agricultura de subsistencia y los sistemas de vida de sus habitantes. Se espera que los cambios en los patrones hidrológicos incrementen aún más las severas condiciones de estrés hídrico que caracteriza a estos ecosistemas, reduciendo la biodiversidad y la productividad agrícola de alta montaña (Banco Mundial, 2009). Esto provocaría que aumenten los problemas en la seguridad productiva y alimentaria, ocasionando que las oportunidades de adaptación puedan resultar muy limitadas e incluso inciertas.

Adicionalmente, en las partes bajas de las cuencas, los impactos sobre los sistemas agrícolas también serían muy críticos. Por un lado, los riesgos por inundación serían mayores debido al crecimiento de los caudales de agua, como consecuencia del derretimiento de los glaciares, lo que podría provocar que se supere la capacidad de almacenaje de las lagunas y otros tipos de embalses en las alturas. Por otro lado, las poblaciones de las partes bajas podrían depender de caudales más altos y, debido a que se trata de un fenómeno temporal, la adaptación en el futuro representaría problemas serios.

Importantes centros urbanos se verían seriamente afectados en la disponibilidad de agua. En Quito, cuya población es de unos dos millones de habitantes, un tercio del suministro de agua para consumo depende de los glaciares Antisana y Cotapaxi. En las ciudades de La Paz y el Alto, que en conjunto alcanzan los 2,3 millones de habitantes, entre el 30 y 40% del abastecimiento de agua potable depende de los glaciares de la Cordillera Real (CAN, 2007b).

También, la energía hidroeléctrica cubre la mayor proporción de la demanda energética de los países en la región andina. Esto corresponde a más del 50% del suministro de electricidad en el Ecuador, 70% en Bolivia y 68% en Perú (Banco Mundial, 2005). Muchos de los ríos que son utilizados para la generación hidroeléctrica, son alimentados por lagunas que parcialmente reciben aportes del derretimiento natural de los glaciares en las montañas, flujo que resulta de mayor valor durante la época seca. La disminución de los caudales reduciría el potencial de generación hidroeléctrica, induciendo a los países a adoptar tecnologías para la generación de energía menos limpia.

1.2 Agricultura

La agricultura es uno de los sectores más sensibles a la variabilidad del clima y, por lo tanto, probablemente será el más afectado. Los cambios inciden en las contabilidades nacionales, la seguridad productiva, las economías locales y los encadenamientos productivos, y amenazan la seguridad alimentaria. Muchas regiones de América Latina podrían sufrir reducciones severas en su producción. Los rendimientos de la productividad local son susceptibles a los cambios de temperatura y la disponibilidad de agua para riego.

En muchos casos, los cultivos han empezado a sufrir procesos de migración, debido a las nuevas condiciones de temperatura y humedad que se reproducen en nuevas regiones. El desarrollo de procesos de adaptación de cultivos a nuevos pisos ecológicos, cada vez más altos, es espontáneo y amenaza con hacer desaparecer a los parientes silvestres. Debido a que la agricultura de subsistencia prima en la región andina, los pobres resultan ser los más afectados; más aún considerando la ausencia de un apoyo eficiente y la falta de capacidades y recursos para enfrentar impactos como la pérdida de cultivos, de suelos y de infraestructura, así como la escasez de agua.

En general, la lluvia excesiva provocaría que mejore el rendimiento de las plantas. A pesar de aquello, podrían incrementarse las plagas y enfermedades (hongos y bacterias), además de elevarse el riesgo por inundación. La presencia de sequías representa una amenaza latente sobre el rendimiento agrícola. Incluso en climas húmedos, las sequías de corta duración, durante etapas críticas en el desarrollo biológico de las plantas, pueden provocar una disminución de los rendimientos esperados. Además, la sequía incidiría en el aumento de la salinización y la desertificación de suelos agrícolas, en regiones como el sur de Bolivia, centro y norte de Chile y el noreste del Brasil (CEPAL, 2009a).

Asimismo, a mayor temperatura, los cultivos aceleran su crecimiento, con periodos de madurez más cortos y, consecuentemente, rendimientos menores. Tanto la temperatura como la disponibilidad de agua inciden en el rendimiento de los cultivos, pues condicionan los procesos de fotosíntesis, siendo éste el factor decisivo en la productividad agrícola, debido a su incidencia en la acumulación de biomasa. En las plantas, la eficiencia de la fotosíntesis, así como la asimilación de nitrógeno y el uso de agua, depende de las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) a las que puedan estar expuestas.

La concentración actual de CO₂ en la atmósfera, es de aproximadamente 380 partes por millón (ppm), muy por debajo del nivel de saturación de la mayoría de las plantas. Se conoce que niveles superiores a 700 ppm llegarían a causar fototoxicidad. En ese sentido, se espera que el aumento progresivo de CO₂ en la atmósfera ayude a generar mejores condiciones para una mayor productividad biológica en las plantas. Sin embargo, el incremento progresivo de la temperatura incidiría en un comportamiento biológico cada vez menos eficiente. En zonas donde la temperatura media está alrededor de los 34°C, las hojas de plantas como el café pueden llegar a adoptar temperaturas de más de 40°C provocando una disminución gradual de la fotosíntesis (Banco Mundial, 2005; Pinto, Junior, & Assad, 2008). Este fenómeno es fácilmente reproducible en regiones donde la temperatura media anual es superior a los 23°C.

Estudios en el Brasil han llevado a determinar la zonificación de riesgos, que es aplicada para todos aquellos agricultores que solicitan un seguro agrícola o financiamiento. Este mecanismo permite establecer “qué, cuándo y dónde plantar”, evaluando la aptitud climática de los cultivos, en función al comportamiento de las plantas, de acuerdo a las condiciones locales, según las temperaturas máximas y mínimas, y la disponibilidad de agua en las fases críticas de desarrollo de las plantaciones. En el caso del café *arábiga*, las áreas plenamente aptas presentan temperaturas medias anuales de entre 18°C y 23°C, junto a un déficit hídrico anual menor a 150 mm. En el del café *robusta*, el desarrollo resulta óptimo en regiones cuya temperatura media anual oscila entre los 22°C y 26°C, y sufren un déficit hídrico anual menor a 200 mm, considerando que necesitan niveles de 50 mm de agua en la fase de florecimiento. Temperaturas superiores a los 34°C durante la fase de florecimiento, causan el aborto de las flores e influyen en la producción, mientras que temperaturas mínimas inferiores a 1,5°C provocan la muerte de las plantas por heladas (Pinto, et al., 2008).

En general, se espera una disminución en el rendimiento de los cultivos de zonas cálidas, ya que éstos se encuentran cerca al límite biológico de tolerancia al calor. Se prevé que la reducción será de un tercio respecto a los niveles actuales, dado el incremento previsto de la temperatura. Por otro lado, las zonas templadas adoptarán climas de zonas cálidas, lo que podría favorecer el rendimiento de plantas más resistentes a las altas temperaturas como la caña de azúcar, siempre que no alcance su límite de tolerancia al calor (Pinto, et al., 2008). También se espera que este fenómeno favorezca el rendimiento de algunos cultivos como la soja y el trigo y, en menor medida, el maíz (CEPAL, 2009a). Regiones donde tradicionalmente las heladas afectaban a los cultivos, podrían ofrecer condiciones más favorables. Bajo este conjunto de nuevos escenarios climáticos, se presume que la distribución geográfica de las actuales zonas de cultivo en Sudamérica y los niveles de productividad llegarían a sufrir alteraciones considerables en el futuro.

Por otro lado, los pequeños productores de las zonas altas de los Andes, tradicionalmente han encontrado gran adversidad en su medio, por lo que sus actividades e ingresos están definidos por los cultivos de subsistencia, la cría de camélidos y el involucramiento en procesos migratorios hacia las ciudades. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por su sigla en inglés), en 2008 los friajes¹, que llevaron al gobierno a declarar emergencia nacional (FAO, 2009), causaron en el Perú pérdidas considerables de las plantaciones de papa, trigo, quinua, cebada, kiwicha y forrajes: 47% en la provincia de Cusco, 38% en Puno, 37% en Apurímac, 24% en Huancavelica, 22% en Arequipa y 21% en Ayacucho. El cultivo más afectado fue la papa, base de la seguridad alimentaria en la región, con pérdidas de hasta un 65%.

Según registros del siglo pasado, correspondientes a los promedios de precipitación en la zona pampeana de la Argentina, se produjo un incremento durante la primavera y el verano. En estas épocas del año se elevó la temperatura mínima y bajó la máxima, al igual que la radiación. Algunos estudios concluyeron que la mayor productividad de los cultivos de soja (38%), maíz (18%), trigo (13%) y girasol (12%) fueron consecuencia del aumento de las precipitaciones durante los períodos 1950-1970 y 1970-1999. Ahora se observa que las lluvias han tenido una tendencia de desplazamiento hacia el oeste, a raíz de su incremento (CEPAL, 2009a). Esto justifica la expansión agrícola en zonas donde históricamente no había cultivos anuales. Se prevé que en el futuro esto pueda provocar procesos acelerados de degradación en suelos sin tradición agrícola.

Cuadro 3.
Variación de la productividad de cultivos de verano y pasturas por mayores lluvias
(1930-1960 vs. 1970-2000)

	Maíz	Soja	Trigo	Pasturas
Sur de Brasil	+12	+9	-6	
Uruguay	+49	+57	+3	+7
Pampa Húmeda Argentina	+26	+33	-3	+7
Pampa Semiárida Argentina	+41	+50	+24	

Fuente: Magrin, 2008.

¹ El friaje es un evento climático habitual que ocurre, normalmente, entre fines de mayo y fines de julio. El fenómeno es una combinación de heladas, precipitación de nieve y a veces granizada.

Por otro lado, en zonas donde aumentó el rendimiento de los cultivos de trigo por el clima, se observó luego una tendencia importante de reducción. Esto debido a que, si bien la disponibilidad de agua es adecuada, el incremento de las precipitaciones no influye mucho sobre la producción, mientras que la temperatura llega a tener mayor incidencia. De esta manera, es posible observar cómo los aumentos en la temperatura provocaron que la producción de trigo se redujera en el sureste de Sudamérica (Ver Cuadro 4).

Los datos del Cuadro 4 muestran los resultados de un estudio sobre los impactos del cambio climático en la producción de trigo en Argentina. En todos los casos la correlación entre los cambios en la temperatura y los cambios en el rendimiento del trigo tiene una tendencia negativa. Las mayores correlaciones corresponden al aumento de la temperatura mínima. Otro estudio que abordó de forma similar los cultivos de trigo, observó que a medida que se proyecta una elevación en la temperatura, el trigo acorta su ciclo productivo entre cinco y siete días, de acuerdo a su ubicación, lo que ocasiona una baja importante en el rendimiento.

Cuadro 4.
Correlaciones significativas ($p < 0,05$) entre cambios de rendimiento potencial simulado del trigo y cambios de temperatura mínima (T min) y temperatura media (T media)

T min ago.	-0,75
T min sept.	-0,80
T min oct.	-0,88
T min nov.	-0,86
T min sept-nov	-0,89
T media ago	-0,70
T media sept	-0,79
T media oct	-0,75
T media nov	-0,79
T media ago-nov	-0,83

Fuente: Magrin, 2008.

En el caso de Brasil, se espera que la producción de café *arábiga* baje entre un 23% y un 58%, suponiendo que la temperatura se incremente, en promedio, entre 1°C y 3°C. En similar situación están el arroz (entre 4% y 18%), los frijoles (entre 3% y 11%) y el maíz (entre 2% y 7%) (Pinto, et al., 2008). Si bien se estima que los rendimientos de la soja pueden disminuir entre 10% y 39%, la tendencia en el cambio de uso de suelos, debido a las nuevas condiciones de temperatura, hace prever un aumento favorable del 55% de las tierras actualmente dedicadas al cultivo del grano. En 2003 se registraron 38 millones de hectáreas y se calcula que puedan alcanzar 59 millones de hectáreas para el año 2020, lo que implica un incremento de los niveles de deforestación y una amenaza a distintos ecosistemas, que terminarían afectando seriamente la diversidad biológica de la región.

En cuanto a la productividad de pasturas, ésta se incrementaría entre 1% y 9%, para el año 2020, en zonas templadas como el Uruguay y la zona pampeana de la Argentina (proyecciones del modelo HadCM3 A2 (Giménez, 2006) citado en (Magrin, 2007)). En Bolivia se prevé que el impacto sería positivo sobre la producción de carne vacuna.

Se sugiere que el clima podría incidir en el peso de los animales si los efectos del CO₂ no se toman en cuenta; en cambio, si las concentraciones de CO₂ se duplican y la temperatura llega a los 4°C, es probable que la producción se reduzca en un 20%, dependiendo del genotipo y la región. En la zona central de la Argentina, las olas de calor afectarían al ganado provocando una reducción en la producción de leche de raza Holando Argentina (NC-Bolivia, 2000 citado en Magrin, 2007).

En el caso de Uruguay, la cebada cervecera era el cultivo de mayor producción y crecimiento en invierno. Sin embargo, en las últimas temporadas se ha registrado variabilidad en los rendimientos como resultado de la sensibilidad de este grano a las variaciones climáticas. De acuerdo a los estudios realizados, se presume que existe una tendencia a la disminución de los rendimientos del orden del 10% por cada grado de aumento de la temperatura. Se prevé entonces, que un aumento del 20% en las precipitaciones provocaría una disminución del 5% sobre el rendimiento. Además, este fenómeno estaría asociado a un aumento del estrés de nitrógeno, que sería causado por las pérdidas de este nutriente, debido a un mayor lavado de los suelos.

Cuadro 5.
Impactos previstos para el sector agrícola

Estudio	Escenario climático	Impactos sobre rendimiento (%)				
		Trigo	Maíz	Soja	Arroz	Otros
Bolivia (NC-Bolivia, 2000)	GISS y UK89 (2xCO ₂) R Incremental (2xCO ₂) +3° C «20% precip. optimista-pesimista (1xCO ₂) optimista-pesimista (2xCO ₂) IS92a (1xCO ₂)* ¹ IS92a (2xCO ₂)* ¹		-25 +50		-2 -15	Pa: +5 a+2* ² Pa: +7 a+5* ²
Brasil (Siqueira et al., 2001)	GISS (550 ppm CO ₂)	-30	-15	+21		
SESA* ³ (Gimenez, 2006)	Hadley CM3-A2 (500 ppm) Hadley CM3-A2 (500 ppm) R	+9 a +13 +10 a +14	-5 a +8 0 a +2	+31 a +45 +24 a +30		
Argentina, pampas (Magrin & Travasso, 2002)	+1/+2/+3° C (550 ppm CO ₂) IUKMO (+5,6° C) (550 ppm CO ₂).R	+11/+3/-4 -16	0/-5/-9 -17	+40/+42/ +39+14		
Argentina centro (Vinocur et al., 2000; Vinocur, 2005)	Hadley CM3-B2 (477ppm) ECHAM98-A2 (550ppm) +1.5/+3.5° C (1xCO ₂) +1.5/+3.5° C (1xCO ₂) (2Tó)* ⁴		+21 +27 -13/-17 -19/-35			
Latinoamérica (Jones and Thornton, 2003)	HadCM2 (pequeños productores)		-10			
Brasil, San Pablo (Pinto et al., 2002)	+1° C + 15% precip. +5,8° C + 15% precip.	Café				
		10% reducción en tierras aptas para café 97% reducción en tierras aptas para café				
Latinoamérica (Parry et al., 2004)	HadCM3 A1FI (1xCO ₂) HadCM3 B1 (1xCO ₂) HadCM3 A1FI (2xCO ₂) HadCM3 B1 (2xCO ₂)	Rendimiento de cereales				
		-5 a -2,5 (2020) -30 a -5 (2050) -30 (2080) -10 a -2,5 (2020) -10 a -2,5 (2050) -30 a -10 (2080) -5 a +2,5 (2020) -10 a +10 (2050) -30 a +5 (2080) -5 a -2,5 (2020) -5 a +2,5 (2050) -10 a +2,5 (2080)				

R = cultivos regados;

precip. = precipitación;

**1 Valores corresponden a soja sembrada en invierno y verano para 2010 y 2020; *2 Incrementos cada 10 años; *3 SESA = Sudeste de Sudamérica; *4 2Tó = doble varianza de temperatura; Pa: papa.*

Fuente: Magrin, 2007

Para el año 2055, se prevé que muchos pequeños productores en Sudamérica sufrirán una baja en la producción de maíz, calculada entre un 10% a 20%, en promedio. Incluso se sugiere que habría zonas como el piedemonte en Venezuela, donde el rendimiento del maíz se reduciría hasta en un 100%, obligando a trasladar la producción a otras zonas. Se estima que para el arroz, la reducción será generalizada y está estimada entre un 3% y un 16% en Guyana, y entre un 2% y un 15% en Bolivia (CEPAL, 2009a). En el Perú, sobre la costa norte, debido al aumento de temperaturas por el fenómeno de El Niño, los ciclos de crecimiento del algodón y el mango irían acortándose (Magrin, 2007).

De acuerdo al Banco Mundial, los países en desarrollo enfrentarían pérdidas productivas y de capital estimadas entre el 4% y el 8% de su PIB, debido a la degradación ambiental. Es posible estimar que habrá una mayor degradación de tierras y un cambio en los patrones de erosión como resultado del efecto combinado del cambio climático y el cambio en el uso de la tierra, incidiendo directamente sobre la producción de alimentos y la seguridad alimentaria. En las zonas más áridas como el centro y norte de Chile, la costa peruana, el nordeste de Brasil, la zona del Gran Chaco compartida por Paraguay y Bolivia, el centro, el oeste y noroeste de Argentina, las condiciones climáticas favorecerían procesos de salinización y desertificación sobre el 50% de las tierras agrícolas hacia el 2050 (FAO, 2004 citado en Magrin, 2007). Para ese año 2050, el 50% de la agricultura en Sudamérica sería seriamente afectada por procesos de desertificación y salinización.

En el Estado de São Paulo, de aumentar la temperatura 1°C y las precipitaciones en un 15%, se espera que las tierras aptas para cultivo se reducirían en un margen que varía entre el 10% hasta el 97%; éste último se registraría si el incremento llegara a alcanzar los 5,8°C (CEPAL, 2009a). Sin embargo, se sugiere que estas reducciones podrían ser revertidas con cambios en el manejo de los cultivos.

En Argentina se observó que si las bajas en la producción no superan el 15%, fácilmente pueden ser superadas por el manejo genético. Al mismo tiempo, si se consideran los posibles efectos del dióxido de carbono, se esperan incrementos substanciales de los rendimientos en la zona oeste y en la zona sur. Esto sugiere la ampliación de los cultivos hacia zonas ambientalmente más frágiles (Magrin, 2007).

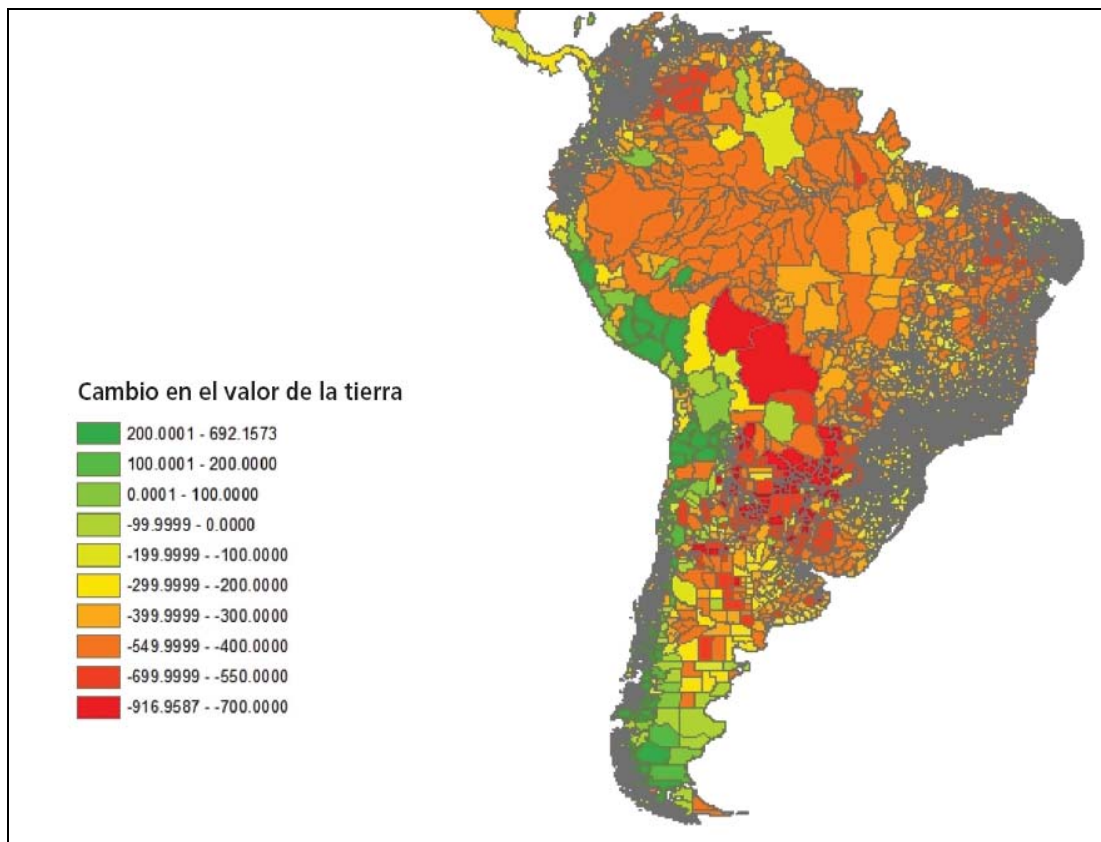
Se prevé que por el aumento de las precipitaciones en Brasil, se incrementaría significativamente la proliferación del insecto barrenador del café. Adicionalmente, habría una mayor incidencia de enfermedades como el *Fusarium*, para zonas como Argentina, Brasil y Uruguay, y *Cancrosis* sobre cítricos producidos en Argentina. Consecuentemente, varias enfermedades fúngicas afectarían los cultivos de maíz, papa, trigo y poroto en Bolivia y Perú. En general, todos estos efectos responden al aumento de la temperatura y periodos de mayor humedad, debido a un mayor número de días lluviosos durante la época de otoño (CEPAL, 2009a, 2009b; Magrin, 2007).

Respecto al suministro de agua para riego, se espera que en muchas zonas surjan conflictos debido a una mayor demanda. Esto obligaría a los países de la región a realizar grandes inversiones. Sin embargo, para el sur del Brasil no se prevén serios problemas en la disponibilidad futura de agua para el sector agrícola. De hecho, se considera que Brasil es el único país en la región que podría tener la posibilidad de ampliar sus zonas bajo riego, como medida de adaptación. Para los otros países de la región este escenario resulta incierto.

Para el caso de Colombia, las zonas agrícolas ubicadas en la costa del Caribe, sufrirían daños considerables debido a la elevación del nivel del mar. Se prevé que un aumento de 1,0 m podría afectar al 39,2% de las plantaciones de banano, al 6,8% de los cultivos transitorios, al 1,2% de los sembradíos permanentes y al 9,7% de los cultivos de palma africana (Gobierno de Colombia, 2001).

El cambio climático incidirá sobre el valor de las tierras y los ingresos netos de los productores en la región. Un estudio que involucró a 2.500 productores, entre grandes y pequeños, en siete países de Sudamérica exceptuado a los de la región andina, encontró una relación entre el valor de la tierra y las tendencias de cambio en la temperatura local. Esta relación, definida gráficamente como una U invertida, explica que los valores comerciales de la tierra son más bajos en zonas de clima fresco, alcanzan un máximo para zonas templadas y reflejan una caída sobre zonas tropicales.

Figura 3.
Cambios previstos en el valor de las tierras agrícolas para el 2080 (\$us/hectárea)



Fuente: (Banco Mundial, 2009).

El aumento de la temperatura provocaría efectos negativos sobre el valor de las tierras en zonas cálidas. Si la temperatura continúa aumentando, los efectos actualmente registrados en tierras bajo climas cálidos se reproducirían en el futuro sobre nuevos territorios. Esto predice un escenario de enormes y serios daños sobre el sector agrícola. Evaluando los ingresos netos de los productores, el mismo estudio observó que tienden a reproducir resultados similares.

Desde el enfoque del valor de la tierra o el de los ingresos netos de los productores, se espera que el impacto pueda ser proporcionalmente similar para productores grandes y pequeños. Sin embargo, dentro del análisis de las posibles oportunidades de adaptación que puedan adoptarse, se señala que los productores pequeños podrían tener una mayor oportunidad de adaptación al ser más flexibles para cambiar la elección del tipo de producción de acuerdo a los nuevos climas.

Este estudio, dedicado a evaluar los impactos del clima en el valor de la tierra y el ingreso de los productores en Sudamérica, aplicó tres modelos de circulación climática para la predicción de los escenarios: el modelo del Centro Climático Canadiense (CCC); el modelo del Centro para Investigaciones y Estudios Climáticos (CCSR); y el modelo Climático Paralelo (PCM). El modelo CCC pronostica un calentamiento promedio de 5°C, el CCSR pronostica un calentamiento de 3°C, y el PCM pronostica un calentamiento de 2°C para el año 2100 en Sudamérica. Sobre las precipitaciones, el CCC y el CCSR sugieren que se producirá una leve disminución, mientras el PCM habla de un posible aumento.

Contrastando los resultados de estos modelos, se prevé que las tierras analizadas podían llegar a perder hasta el 62% de su valor, si el aumento de las temperaturas llega a ser crítico para el año 2100. Si las temperaturas llegan a alcanzar los 3°C como un escenario intermedio hacia el año 2100, el valor de las tierras podría reducirse aproximadamente en un 30%. Dentro del escenario más modesto, las pérdidas en el valor alcanzarían hasta un 15%.

1.3 *Ecosistemas*

América Latina posee un tercio de los sitios más críticos en el planeta, debido a la elevada concentración de especies endémicas, las cuales enfrentan amenazas por pérdida de hábitat. Los ecosistemas que corresponden a las selvas tropicales del este de la Amazonia sufren el riesgo de convertirse en sabanas, como consecuencia directa de los cambios en el uso de la tierra y el clima, donde la vegetación semiárida sería remplazada por vegetación árida. El riesgo de extinción de especies es alto en muchas áreas de la región. En las zonas de la costa baja, el ascenso del nivel del mar y el aumento de la temperatura amenazan a las poblaciones de manglares y, por ende, a las especies que guardan una interdependencia con éstas. En los bosques nublados, debido a la escasez de lluvias, algunas poblaciones de ranas y sapos se han visto afectadas. En el resto de la región el ascenso de la temperatura desencadenó un proceso de extinción, debido a su alta sensibilidad. Este hecho resulta crítico, considerando su rol como especie dentro el ecosistema, y su valor como bioindicador.

Se prevé que el incremento más significativo de temperatura y de precipitaciones ocurriría en la región del Amazonas, tanto en la estación seca como en la húmeda (CEPAL, 2009a). Brasil, Ecuador, Bolivia, Perú, Colombia y la República Bolivariana de Venezuela forman parte de la lista de países con mayor biodiversidad en el planeta y se reconoce que su fauna se encuentra en mayor peligro de extinción. América Latina registra alrededor del 27% de los mamíferos del mundo, el 34% de las plantas, 37% de los reptiles, el 47% de las aves y el 47% de los anfibios (UICN, 2001).

En el futuro, los cambios en el clima acentuarían los efectos ya provocados por el comercio, el turismo y el transporte incidiendo en un aumento drástico en la propagación de especies invasoras. A pesar de que no todas las especies no autóctonas son dañinas, resulta crítico el hecho de que muchas especies endémicas, dentro de sus hábitats, se vean obligadas a enfrentar a nuevas variedades de competidores, predadores, enfermedades e invasores, sobre los cuales no tienen desarrollada una defensa natural. De hecho, ya se ha registrado la extinción de algunas poblaciones de anfibios y migraciones en algunas especies de aves. Otras poblaciones de ranas y sapos de los bosques nublados, ya han sido víctimas de años con lluvias escasas (UICN, 2001)

Se ha constatado que, por lo menos, en cuatro especies de batracios de Brasil hubo reducción de su población a causa de alteraciones en sus hábitats (Eterovick et al., 2005, citado en (Banco Mundial, 2009). Los procesos de deforestación provocaron la extinción de dos especies de *Atelopus*. Algunos estudios encontraron que existe una relación entre mayores temperaturas y la extinción de ranas a causa de enfermedades en la piel² (Banco Mundial, 2009).

Se establece que, aproximadamente, entre el 20% y 30% de la fauna y flora, de la cual se tiene un conocimiento científico, podría desaparecer si la temperatura promedio global supera el rango de los 1,5 - 2,5 °C. Asimismo, mayores temperaturas incidirían sobre las épocas de reproducción y migración, amenazando la supervivencia de muchas especies.

Los procesos de transformación de los ecosistemas, como la deforestación, la degradación por incendios forestales, la fragmentación de las selvas y la caza, resultan las principales amenazas para la extinción de especies (Banco Mundial, 2009). La sensibilidad a incendios forestales en el Amazonas es elevado y se han registrado serios antecedentes, debido a las sequías provocadas por los efectos de El Niño en el pasado.

² *Batrachochytrium dendrobatidis*, hongo quitrido que ataca la piel de los anfibios.

La mayor proporción de territorios amenazados se localiza en los valles y planicies andinas dentro la franja tropical, en los bosques nublados y otras selvas del sur de la cuenca del Amazonas. El riesgo de deterioro forestal es alarmante y, de acuerdo a algunos modelos de predicción, las selvas del Amazonas tenderían a un retroceso progresivo, convirtiéndose en sabanas hasta fines del siglo 21. Además, se prevé una drástica disminución de las lluvias en la zona (Banco Mundial, 2009).

1.4 *Salud*

Se prevé que enfermedades como el dengue y la malaria puedan expandirse más hacia otras regiones. En los hechos, esto se evidencio en Bolivia, donde el vector de la malaria pudo sobrevivir al clima frío del altiplano. En otros contextos, como en Colombia o Brasil, la incidencia de fenómenos de inundación y lluvias se ha convertido en un factor que agudiza la presencia del vector. Enfermedades que se encontraban erradicadas hace más de 50 años han reaparecido.

Aún se entiende muy poco sobre los efectos del cambio climático en la salud . En general, se prevé la agudización de enfermedades pulmonares, a consecuencia de climas fríos, y el aumento de casos de desnutrición, diarreas y deshidratación posteriores a los desastres.



II. Sobre las iniciativas en Sudamérica

Las restricciones impuestas para la reducción de emisiones en los países incluidos en Anexo I del Protocolo de Kioto, ha dado lugar a fuertes inversiones en el desarrollo y el cambio de tecnología en esas naciones. Paralelamente, como iniciativas de proteccionismo a sus mercados, algunos gobiernos ya han planteado, internacionalmente y de manera formal, sus intenciones de cerrar las fronteras de sus mercados a productos cuya huella de carbono no cumpla con las restricciones establecidas. Empero, es estrecha la capacidad que tiene Sudamérica para afrontar estas posibles inversiones, en un escenario en el cual se van cerrando las brechas entre los países desarrollados y los no desarrollados, en términos de la responsabilidad y los compromisos respecto a la emisión del carbono.

Esto, claramente, hace prever un escenario hostil e injusto para la economía de la región, en términos de las oportunidades para cumplir esas metas, dado que los sistemas y dinámicas de producción en Sudamérica son, en su mayoría, de pequeña economía. Por el avance de los acuerdos y los esfuerzos en el mundo, es posible pensar que nos aproximamos a un escenario en el que la saturación de la atmósfera obligue significativamente a llevar un control y a establecer restricciones sobre las emisiones de todos los países, a expensas de la realidad y los desafíos propuestos por los propios países en desarrollo.

Las aspiraciones de desarrollo en la región obligan a evaluar las actuales dinámicas de crecimiento empobrecedor, que se reflejan cada año en los ascendentes indicadores de pobreza. Las nuevas oportunidades de desarrollo en los países van, y deben ir, guiadas hacia la producción alternativa desde una nueva mirada sobre el aprovechamiento de los recursos naturales. El reto se define entonces, en poder concretar estrategias de adaptación que, además de enfrentar los impactos biofísicos del cambio climático, permitan a las pequeñas economías dependientes de los recursos naturales afrontar el hambre y la pobreza. Muchos informes destacan la necesidad de revalorizar los usos de los suelos, la tierra, los bosques y la biodiversidad.

A pesar de que la necesidad de adaptación resulta primordial para los países de Sudamérica, la mayoría de los esfuerzos gubernamentales en los últimos años se ha enfocado, en especial, hacia la mitigación en áreas no prioritarias considerando el contexto de emisiones del subcontinente y no se ha podido abordar un mejor entendimiento respecto a la adaptación. Sin embargo, algunos ejemplos recientes muestran ciertos cambios sobre esta tendencia. En la "Declaración de Lima", de la Quinta Cumbre de los países de América Latina y el

Caribe, y la Unión Europea, se han incluido la adaptación y la mitigación. También la Comunidad Andina ha elaborado un informe preliminar sobre los potenciales impactos económicos del cambio climático, tomando en cuenta las conclusiones del informe Stern. Este informe que fue redactado en el año 2006 a solicitud del Reino Unido, refleja consideraciones sobre el impacto del cambio climático en la economía mundial. En sus conclusiones destaca que sería necesario invertir el equivalente al 1% del PIB mundial para enfrentar la mitigación a los efectos del cambio climático, de lo contrario se podría alcanzar una recesión significativa del 20% del PIB global.

Todos los países, en el marco de los compromisos adoptados en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), llevaron adelante la primera y evidenció la necesidad de profundizar el análisis y el entendimiento de los efectos provocados y las posibles consecuencias y riesgos futuros. Como resultado de las primeras comunicaciones nacionales, los recursos hídricos, la agricultura y la salud destacan como las áreas más importantes de investigación en Sudamérica. Las zonas costeras, que podrían representar riesgos sobre áreas urbanas por elevaciones eventuales del nivel del mar, han sido identificadas como prioritarias en países como Ecuador, Perú, Uruguay, Chile, Colombia y Argentina.

Los desastres ocurridos en los últimos años, ante la ocurrencia de fenómenos como El Niño, La Niña y eventos de la variabilidad climática, cada vez más frecuentes e intensos, han evidenciado aún más la relación entre la vulnerabilidad y los niveles de desarrollo, los aspectos culturales, las condiciones sociales y económicas, los niveles de organización y la pobreza. En ese entendido, el reto a corto plazo para la región es identificar los grados de vulnerabilidad y diseñar medidas adecuadas de adaptación.

En el caso de los escenarios locales para los agricultores, es difícil prever el comportamiento del clima y tomar decisiones sobre qué plantar. El cambio climático es un tema que ha sido advertido en el mundo hace más de un siglo y recién, hace poco menos de 50 años, ha empezado a ser considerado. Para los agricultores en los Andes, los cambios del clima han sido fenómenos normales que respondieron a una periodicidad regular durante siglos. En el pasado, al igual que ahora, existen registros de la ocurrencia de fenómenos extremos como los "meganiños" que dieron fin con culturas pre-colombinas como Tiawanacu (Huertas, L., 2001 citado en ITDG, 2008).

La variabilidad del clima, definido como un fenómeno de cambio climático natural, en el que está ausente la influencia de la actividad humana, ha sido la condición de trabajo que miles de agricultores han aprendido a enfrentar y aprovechar. En los hechos, el desorden en la frecuencia y la intensidad de los fenómenos climáticos lleva a que los conocimientos tradicionales pierdan cierta validez. Además, la magnitud cada vez

mayor de los impactos responde al estado del medio ambiente local. En consecuencia, procesos de deforestación, degradación y desertificación han sido identificados por los pobladores locales como una de las principales causas para que las lluvias o la temperatura cambien localmente (Augstburger, Gruberg, & Lopez, 2009). Tales afirmaciones, más allá de corresponder a percepciones locales, se han evidenciado a través de experiencias en medios naturales recuperados tras una intensa intervención extractiva.

En un nivel regional, el desarrollo de informes técnicos y estrategias país, como resultado de las comunicaciones nacionales, ha permitido una identificación más clara sobre cuál debería ser la dirección de los esfuerzos. A partir de ello, algunos países están llevando adelante un fortalecimiento institucional y otros han fortalecido sus esfuerzos de investigación. A continuación se describen algunas de las iniciativas sudamericanas.

En Argentina, la Asociación de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) mostró que las respuestas adaptativas, que significaban el cambio de actividades, la modificación de la asignación de recursos o la incorporación de nuevas tecnologías para los productores, resultaban más claras si se desarrollaban en el corto plazo, ya que la variabilidad del clima les era más evidente. Sin embargo, también se demostró que la formación de nuevas variedades, la adaptación de las especies existentes o de las prácticas de cultivo significan procesos de largo plazo antes de su aplicación a escalas mayores.

En el pasado, la variación del clima produjo variaciones sobre la producción de vid y actualmente se han estado realizando estudios para evaluar los impactos de dichos procesos. Respecto a la producción ganadera, el Instituto Nacional de Producción Agropecuaria (INTA) desarrolló técnicas dedicadas a la medición de emisión de metano en bovinos. En el inventario nacional, la ganadería aportó alrededor del 30% de las emisiones totales en el año 2000; los bovinos productores de carne y leche eran responsables del 95% de las emisiones del sector.

En Bolivia se desarrollaron experiencias piloto sobre medidas de adaptación agrícola en comunidades originarias del altiplano, en el marco del Programa de País para la Adaptación basada en las Comunidades (CBA). Se realizaron estudios sobre la vulnerabilidad en zonas productoras dependientes del agua de glaciares, debido al retroceso acelerado de éstos.

Lo propio en zonas donde el agua es un recurso abundante, a fin de evaluar el rol de los servicios ambientales en la prevención de desastres. Se han ejecutado muchas actividades de educación e información dirigidas a la población y también se ha involucrado a comunidades rurales dentro de procesos de consulta. El gobierno lanzó el programa "Electricidad para vivir con dignidad", que privilegia el suministro de energía a zonas rurales y establece mecanismos para alcanzar a un 30% de los habitantes que carecen de servicios eléctricos.

En las áreas urbanas, la normativa ambiental para la industria manufacturera, en 2002, fue el resultado de un acuerdo entre los distintos actores. Su orientación es eminentemente preventiva y contempla incentivos a la gestión ambiental sectorial, mediante acuerdos de producción más limpia. Se ha logrado el compromiso voluntario de alrededor de 80 empresas con nuevas prácticas de ahorro de energía, agua, cargas orgánicas y materias primas.

En marzo de 2002, a través del entonces Viceministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Desarrollo Forestal, fue suscrito un convenio con el Laboratorio de Energías Renovables de los Estados Unidos (National Renewable Energy Laboratory, NREL). En este marco, el Programa Nacional de Cambios Climáticos desarrolló el proyecto "Estudio de posibilidades de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero"

El Instituto de Investigación Francés (IRD) ha promovido el estudio sobre el retroceso de los glaciares y sus efectos en la provisión de agua a grandes centros urbanos. Se han realizado además investigaciones sobre la influencia de la variabilidad climática en la salud y la aparición de enfermedades emergentes. Con el apoyo de la cooperación japonesa JICA, también se estudia el impacto del retroceso de los glaciares en los sistemas de gestión de los recursos hídricos para consumo y generación de energía eléctrica, junto con Perú y Ecuador.

Brasil ha desarrollado distintos tipos de estudios, algunos dedicados a evaluar la emisión de metano, producto de la ganadería de corte; indagar sobre la influencia de la dieta en la ganadería, a cargo del Instituto de Zootecnia; caracterizar las zonas climáticas de Brasil, que luego sirvieron para el diseño de políticas públicas, e identificar el efecto del calentamiento climático y su influencia en la mortandad de los arrecifes de Coral. También se anunció una inversión de 8,1 millones de dólares en proyectos de investigación en la Antártida, en su mayoría para iniciativas conjuntas con otros países latinoamericanos.

Desde al año 2000 se cuenta con el Foro Brasileño de Cambio Climático, con el objetivo de crear puentes de diálogo entre el gobierno, el sector privado, académico, organizaciones no gubernamentales (ONG) y trabajadores. Desde este foro, el año 2007 se generó la propuesta para el desarrollo de un programa nacional de cambio climático. Esta iniciativa pretende reunir a instituciones de investigadores, científicos y especialistas en cambio climático; sumar el apoyo a la inserción de medidas de mitigación y adaptación en las políticas sectoriales y llevar adelante un Consejo Nacional de Cambio Climático. El Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) ha creado un grupo de trabajo enfocado a plantear recomendaciones para una estrategia nacional de adaptación.

En el año 2004, se aplicó el Plan de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en la Amazonia, que demandó una inversión en el desarrollo del sistema DETER (Sistema de Detección de Áreas Desmatadas en Tiempo Real – *Detection of Areas in Real Time System*). Este es un sistema de alerta, casi en tiempo real, de acciones de deforestación en la Amazonia.

También se han realizado esfuerzos para evaluar detalladamente los daños que sufrirá el sector agrícola brasileño, si las temperaturas siguen elevándose. El Centro de Investigaciones Meteorológicas y Climáticas aplicadas a la Agricultura de la Universidad Estadual de Campinas (CEPAGRI/UNICAMP) y la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) hicieron un cruzamiento de las previsiones del IPCC para la región, con la división en zonas de riesgo climático de los cinco principales cultivos agrícolas de Brasil: café, arroz, frijoles, maíz y soja. Además evaluaron la oportunidad de zonas aptas para la plantación de los cultivos seleccionados, en el caso de producirse un escenario de aumento de la temperatura de 1,4°C, 3°C ó 5,8°C. El Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (CPTEC/INPE), cruzó los pronósticos suministrados por diez modelos globales y observó que el grado de confiabilidad de esas simulaciones, realizadas por siete institutos de investigación, localizados en seis países, varía de acuerdo con la región brasileña analizada.

Se puso en marcha la iniciativa Red-Clima, impulsada por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), cuyo objetivo es generar conocimiento y tecnología para responder a los impactos provocados por los cambios climáticos globales en la región. Se anunció la inversión de unos 61,3 millones de dólares hasta el año 2019 y la reunión de más de 300 expertos en cambios climáticos y medio ambiente para formar el Panel Brasileño sobre Cambio Climático. Esta es una iniciativa sin precedentes en la región y pretende desarrollar un modelo climático propio, basado en las características e intereses regionales, y rompiendo la dependencia sobre los modelos globales de circulación climática ya definidos.

En 1996 Chile creó el Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global, dedicado a abordar la temática en el país. La organización colocó en la presidencia a la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) y en la vicepresidencia al Ministerio de Relaciones Exteriores, y lo integran, además, el Ministerio de Agricultura, la Comisión Nacional de Energía, la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, la Dirección Meteorológica, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, y la Academia Chilena de Ciencias. Además, por mandato del CONAMA, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile analizó la variabilidad climática en Chile hacia fines del siglo 21. El CONAMA ofrece un fondo de protección ambiental (FPA) dedicado a financiar proyectos o actividades orientadas a la protección o reparación del medio ambiente.

Se ha desarrollado la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la primera y segunda Comunicación Nacional dirigida a la CMNUCC. Junto al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el gobierno lleva adelante los siguientes proyectos: de adaptación al cambio climático a través de iniciativas de gobernabilidad efectiva del agua, GEF/BM/MAE Regional de Adaptación: glaciares; de evaluaciones de flujos de inversiones y financiamiento (PNUD/MAE), así como investigaciones acerca de la economía del cambio climático con contribuciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Chile aprobó una iniciativa de Política Nacional de Glaciares, dirigida a cuidar los 3.100 glaciares que existen en este país y que proveen el 80% del agua dulce de ese país.

Chile forma parte del Plan Iberoamericano de Adaptación al Cambio Climático (PIACC) y como parte de esa iniciativa y de los compromisos adquiridos al igual que otros países en Sudamérica, ha iniciado proyectos de adaptación que incluye actualización de los inventarios de emisiones, evaluación del potencial de mitigación-país de gases de efecto invernadero, generación de escenarios de mitigación, formulación del Plan Nacional de Mitigación de Emisiones de GEI y de los planes sectoriales correspondientes, creación de un fondo nacional de investigación en biodiversidad y cambio climático, elaboración de un programa nacional de educación y sensibilización en cambio climático, elaboración de un registro nacional de glaciares y desarrollo de estrategias de negociación para Chile post 2012.

Sobre la agricultura, los recursos hídricos y los bosques, Chile evalúa la posibilidad reemplazar cultivos, reubicarlos y cambiar fechas de la siembra, así como desarrollar sistemas de control integrado de plagas e implementar sistemas de alerta temprana. En el caso de zonas costeras y recursos pesqueros, trabaja en la incorporación del análisis de impactos del cambio climático en los planos reguladores comunales y evitar la expansión de asentamientos humanos en zonas costeras bajas.

Colombia ha incorporado estrategias específicas de mitigación del cambio climático dentro de su Plan Nacional de Desarrollo. El gobierno desarrolló el Proyecto Piloto Nacional Integrado de Adaptación al Cambio Climático (INAP), a fin de implementar medidas de adaptación al impacto del cambio climático en diversos sectores, incluyendo las zonas insulares. Se han hecho esfuerzos importantes de adaptación, bajo un enfoque de prevención de la proliferación del dengue y la malaria.

El INAP desarrolló el “proyecto piloto nacional integrado de adaptación para ecosistemas de alta montaña, islas del Caribe colombiano y salud humana”, el primero de su tipo en el mundo, dirigido a reducir los impactos en las zonas insulares del Caribe, con una inversión de 14 millones de dólares con fondos de cooperación.

Asimismo se han hecho esfuerzos para insertar el tema en la política nacional y permitir alcanzar un mayor nivel en la gestión de los ecosistemas marinos y la reducción de vulnerabilidad en el abastecimiento de agua a las comunidades locales. El proyecto piloto es reconocido por los logros de integración institucional alcanzados entre organizaciones representantes de distintos sectores, tales como el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM), Conservación Internacional Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Valle, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) y el Instituto Nacional de Salud.

Colombia también cuenta con el proyecto “Generación de capacidad para mejorar la adaptabilidad al aumento en el nivel del mar en dos áreas críticas: Cartagena de Indias y San Andrés de Tumaco”, ejecutado por INVEMAR. Se espera el desarrollo e implementación de herramientas de planificación que puedan ser de uso práctico para tomadores de decisión y que permitan evaluar las medidas de adaptación dirigidas a contrarrestar los efectos del ascenso del nivel del mar. Asimismo, en el año 2001, el IDEAM realizó proyecciones generales en base al modelo de desplazamiento de zonas de vida de Holdridge y de coberturas vegetales en un escenario que contempla la duplicación de emisiones de CO₂.

Se empezaron a desarrollar modelos de morfodinámica litoral, financiados por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (COL-CIENCIAS), que permitan visualizar escenarios de vulnerabilidad como producto de amenazas naturales. La información generada será entregada al Centro Colombiano de Datos e Información Oceanográfico (CECOLDO), para su incorporación a la base de datos del sistema, que pueda ser consultada por el público en general.

Se implementó el Protocolo para el Monitoreo y Modelación de los Ciclos del Agua y el Carbono en Ecosistemas de Alta Montaña en las Cuencas de río Blanco en el Macizo de Chingaza y el río Claro en el parque de Los Nevados. Esto llevó a que se instrumenten las cuencas para el monitoreo y se contraten expertos en modelación del ciclo del agua y del carbono.

En 2007, el Fondo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Organismos Multilaterales de Desarrollo (PNUD-OMD), dirigido a países miembros de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), permitió desarrollar iniciativas de adaptación al cambio climático en algunos países de la región. Colombia impulsó el proyecto "Integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el Macizo Colombiano"; Ecuador, el proyecto "Conservación y Manejo Sostenible del Patrimonio Natural y Cultural de la Reserva de la Biosfera Yasuní" y Perú, el proyecto "Manejo integral y adaptativo de recursos ambientales y riesgos climáticos en micro cuencas alto andinas".

El gobierno del Ecuador, a través del Ministerio del Ambiente, impulsó un proyecto para diseñar e implementar programas de adaptación al cambio climático en la región andina y un plan de adaptación mediante la gestión eficaz de los recursos hidrográficos. Estas iniciativas resultan base para la preparación de una estrategia nacional dirigida al sector. También se ejecuta el proyecto "Fortaleciendo la gobernanza para asegurar la provisión de agua en la ciudad de Quito, Ecuador en el largo plazo (2007-2008)", financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Fundación Tunker, y liderado por el Fondo para la Protección del Agua (FONAG), la Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) Sur. Éste busca establecer una gestión integrada de los recursos hídricos, como un mecanismo de gestión del agua, para satisfacer las necesidades de consumo de los habitantes de la cuenca del Guayllabamba, al norte central del Ecuador.

Los esfuerzos nacionales incluyen al Programa de Adaptación al Cambio Climático, a través de una efectiva gobernabilidad del agua en el Ecuador (2008-2012), que pretende lograr una gestión eficaz de los recursos hídricos en los sectores de energía y riego. Esta iniciativa da la oportunidad de adoptar medidas de adaptación al cambio climático en las prácticas de manejo del recurso hídrico. Como parte de la estrategia, se busca desarrollar mecanismos financieros flexibles para promover la innovación local en la gestión sostenible de los recursos hídricos. También está en ejecución el proyecto de emergencia para la rehabilitación agro-productiva de la cuenca del Río Chone, a fin de facilitar el proceso de adaptación de los pobladores de la cuenca, frente a nuevos ciclos de producción, manejo de productos alternativos y sistemas agroforestales. Actualmente, el gobierno ecuatoriano adoptó medidas restrictivas de distribución de agua, al no poder alcanzar los niveles normales de acumulación.

En el marco de un convenio con la Universidad Nacional de Asunción, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y el Laboratorio de Investigación Atmosférica, en Paraguay se desarrollaron escenarios climáticos y socioeconómicos vinculados a los efectos del cambio climático. El proyecto, además, busca identificar las condiciones y generar los escenarios que permitan implementar sistemas de "pago por servicios ambientales" y acciones de capacitación para realizar estudios de vulnerabilidad y adaptación para los sectores hídrico, agrícola, ganadero y de salud.

Como parte de los esfuerzos, algunas ONG en el Perú y Bolivia han promovido el rescate de percepciones locales en comunidades vulnerables. Muchas comunidades del altiplano han empezado a actualizar espontáneamente sus saberes tradicionales, validando las señas o bioindicadores, experimentando con cultivos e introduciendo nuevas técnicas. Soluciones Prácticas ITDG en el Perú desarrolló un proceso de adaptación al cambio climático en distintas regiones de alta vulnerabilidad, que tradicionalmente son afectadas por los fenómenos de El Niño.

El programa Manejo Sostenible de Agua y Suelo en Laderas (MASAL), desarrollado en Cusco y Apurímac, promueve la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH) como herramienta para la gestión sostenible del agua en los Andes, a través de la valorización sostenible de los recursos naturales en el desarrollo local y la adaptación al cambio climático. Se ha realizado también un estudio de análisis local de la vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático. El proyecto subsectorial de irrigación en la sierra del Perú (2008-2012) brinda soporte a las asociaciones de regantes por medio de la mejora en la infraestructura de irrigación y la práctica del manejo de los recursos hídricos. También ayuda a la vinculación de la producción agrícola hacia cadenas productivas.

El Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para Manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire (PROCLIM) desarrolló proyecciones de escenarios climáticos sobre la base de modelos de circulación climática, para evaluar los aspectos climáticos, físicos y sociales de la vulnerabilidad en las cuencas del río Mantaro, Piura y Santa. Este trabajo permitió generar alternativas de adaptación para el sector socioeconómico vinculado a la pesca y la agricultura. En la cuenca del río Mantaro, los trabajos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) determinaron las tendencias actuales de la temperatura, precipitación y eventos climáticos (éstas últimas vinculadas a fenómenos de sequías, heladas y El Niño) extremos para los últimos 40 años.

El IRD ha empujado el desarrollo de estudios climáticos, con escenarios hacia el año 2050, que permitan determinar la disponibilidad de recursos hídricos considerando el retroceso de la Cordillera Blanca del Perú.

Con el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), ha identificado escenarios climáticos para la zona del Pacífico sudeste y las condiciones biogeoquímicas que resultan de relevancia para el sector pesquero. En un trabajo conjunto con la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y el SENAMHI se observó el comportamiento de los sistemas fluviales en el Amazonas y el impacto de las actividades antrópicas que ahí se desarrollan. Este proyecto tiene un alcance de implementación que involucra a Ecuador y Bolivia.

Uruguay cuenta con el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático, que investiga las oportunidades para la disminución de la emisión de gases metano que resulta de la agricultura (producción de arroz) y la actividad ganadera. En 1995 se inició la ejecución del proyecto Fortalecimiento Institucional del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) para la Aplicación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Esto dio paso a la elaboración del primer Inventario Nacional de Emisiones Netas de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), elaboración de la Comunicación Nacional Inicial (CNI) y la puesta en marcha de un programa de actividades de difusión y sensibilización pública.

El MVOTMA, junto con la UCC y la asistencia del PNUD, ejecutó el proyecto Prevención y Mitigación de Emergencias Ambientales de Origen Climático. Esta iniciativa persigue alcanzar, en el mediano plazo, el establecimiento de adecuados sistemas de alerta tempranas y de evaluación integral de los desastres de origen climático, entre otros aspectos.

Se desarrolló un estudio sobre cambio climático y salud. Si bien, de inicio, no fue una respuesta al cambio climático, la investigación encaminó programas nacionales hacia la implementación de medidas de adaptación para los sectores más vulnerables, como la ampliación del Programa de Inmunización Nacional, el fortalecimiento de la vigilancia de las enfermedades transmitidas por vectores y la identificación de poblaciones de riesgo con enfoque sanitario.

Venezuela ha creado comités regionales de lucha contra la desertificación y la sequía. Estos comités se han instalado en los Estados afectados y están conformados por representantes de los gobiernos locales y las comunidades. También se ha ejecutado el proyecto de apoyo a pequeños productores y pescadores de la zona semi-árida de los Estados; éste atiende a las comunidades rurales criadoras de caprinos a partir de la construcción de lagunas para abrevar al ganado, así como la aplicación de prácticas agrícolas adaptadas a esas zonas. También se ha desarrollado la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica, sobre la base de siete líneas que, en el marco gubernamental, permiten consolidar una sociedad más justa y equitativa para las generaciones presentes y futuras.



III. La energía y la generación de emisiones en Sudamérica

En el discurso global domina la preocupación por la mitigación de los gases de efecto invernadero, debido a que, efectivamente, es el origen del problema. Los niveles de acumulación y el continuo flujo de gases hacia la atmósfera, llevan a suponer que en el futuro el aumento de las temperaturas podría amenazar seriamente nuestra capacidad de adaptación, así como la de otros organismos.

En términos globales, la estrategia de mitigación de gases de efecto invernadero fue adoptada por los países desarrollados, a través de compromisos que los obligan a controlar sus emisiones (Protocolo de Kyoto). En cambio, las naciones en vías de desarrollo, mencionadas en el Anexo II del Protocolo de Kyoto, no están obligadas a controlar sus emisiones. Este hecho reconoce, de forma explícita, que los países en vías de desarrollo son más vulnerables ante los impactos del clima y debido a la responsabilidad que tienen sobre el problema, son beneficiarios de compromisos de cooperación tecnológica y ayuda financiera, para enfrentar de forma efectiva y satisfactoria los efectos previstos del cambio climático.

Por el aumento de las emisiones a nivel global, los países de Sudamérica se verían obligados a adoptar a futuro medidas de control y a asumir los costos de inversión dirigidos al cambio de tecnologías, junto a la implementación de otro tipo de medidas, a expensas de las iniciativas de desarrollo y la lucha contra la pobreza. La progresiva saturación de la atmósfera, como sumidero del planeta, sugiere que próximamente los países desarrollados podrían obligar a la adopción de mecanismos de control mediante la aplicación de medidas severas comerciales hacia una región cuyas emisiones per cápita están entre las más bajas y cuya matriz energética es una de las más limpias. En la actualidad, Brasil es el único país en la región que ha desarrollado normas, como parte de una serie de compromisos voluntarios para la reducción en sus emisiones.

América Latina concentra entre el 10% y el 12% de las reservas mundiales de petróleo, además del 6% de las de gas y el 1,6% de las de carbón. En lo que corresponde a fuentes de energía renovable, cuenta con el 22% del potencial mundial de energía hidráulica, zonas con altos niveles de radiación solar, fuerza eólica bastante representativa y recursos geotérmicos.

A pesar de ello, el aporte a la concentración de gases de efecto invernadero sobre la atmósfera es bajo, en comparación con el resto del mundo, a pesar de ir en aumento cada año. En 2000, Sudamérica produjo cerca del 10% de las emisiones totales globales de GEI. El mismo año las emisiones mundiales de dióxido de carbono equivalente fueron de 40,8 millones de toneladas (MtCO₂e)³, de los cuales un 18,17% se atribuyen al cambio de uso de suelos y deforestación.

La deforestación y el cambio del uso de suelos en los países de Sudamérica generaron cerca del 5% de las emisiones totales en el mundo. Entre los principales países emisores de GEI destacan Argentina, Brasil, Colombia y la República Bolivariana de Venezuela, con más de la mitad del total de emisiones generadas en el cono Sur Continental. (Gráfico 2)

Gráfico 2



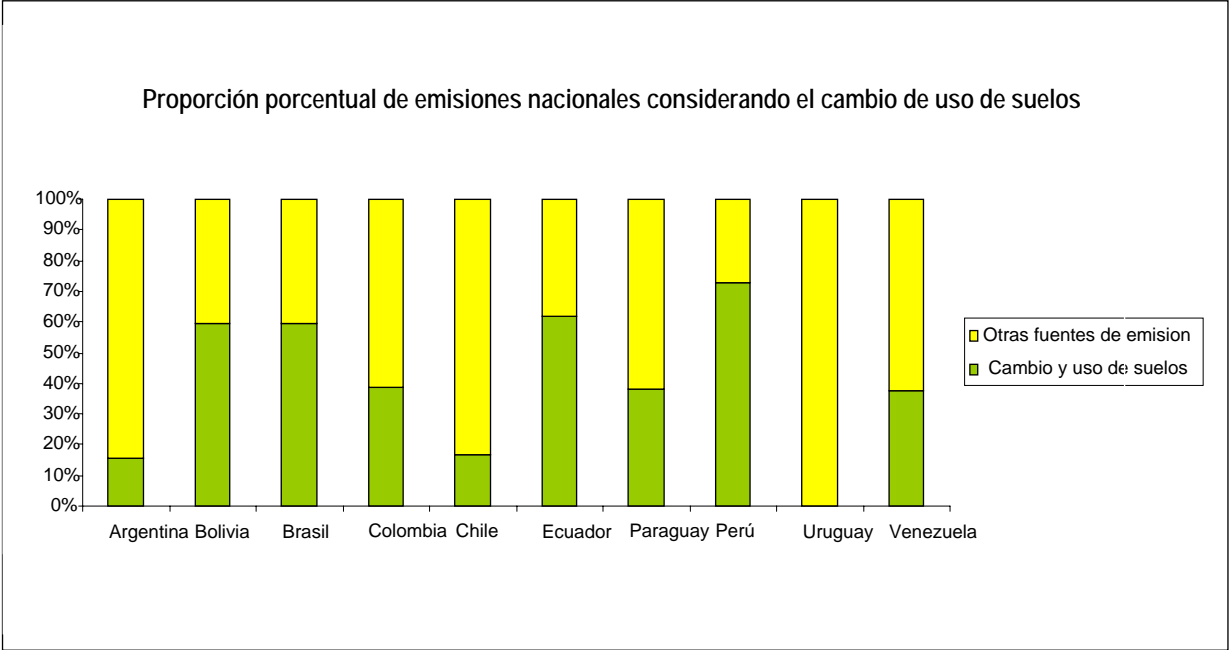
Fuente: Elaboración propia en base dato CAIT 6.0.

Alrededor del 58,24% de las emisiones GEI en Sudamérica las concentra Brasil y cerca de un 32% corresponden a Argentina, Colombia, Perú y Venezuela. Se calcula que 2.019 MtCO₂e corresponden a cambios en el uso de suelo y deforestación, y representan cerca del 50% de las emisiones de Sudamérica. El cambio en el uso de suelos y la deforestación en Bolivia, Brasil, Ecuador y Perú ocasionan entre el 60% y el 70% de las emisiones nacionales que, en conjunto, representan el 70% de las emisiones totales en Sudamérica. Por el contrario, en Argentina y Chile los cambios en el uso de suelo y la deforestación apenas sobrepasan el 15% de sus emisiones nacionales.

³ Los datos de emisiones GEI para Sudamérica fueron elaborados en base a datos del World Resources Institute – CAIT 6.0 – <http://cait.wri.org>

En términos per cápita, las principales emisiones GEI se producen en Brasil, Paraguay, Perú y Venezuela y van entre el 10% y el 15%. Las emisiones más bajas per cápita están en Uruguay con 4,3% y en Chile con un 5,9%.

Gráfico 3



Fuente: Elaboración propia en base dato CAIT 6.0.

De acuerdo al Banco Mundial, la Agencia Internacional de Energía (AIE) predice que la emisiones per cápita vinculadas con la energía en Latinoamérica se incrementarán en un 10% hacia el 2015 y en un 33% hacia el 2050. Estas proyecciones resultan bastante reducidas en el contexto mundial, considerando que se espera que China aumente sus emisiones per cápita en un 100% hasta el 2030.

Cuadro 6.
Crecimiento en las emisiones de gases de efecto invernadero en la región (1990-2005)

CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆
Millones de toneladas de CO₂ equivalente

Pais	1990	2005	Cambio	Promedio de crecimiento anual	Crecimiento total
Paraguay	23,7	3,8	-20,0	-11,6%	-84,1%
Ecuador	32,3	43,3	11,0	2,0%	34,0%
Uruguay	29,9	42,0	12,1	2,3%	40,4%
Perú	50,0	75,6	25,6	2,8%	51,3%
Bolivia	30,9	62,9	32,0	4,9%	103,7%
Chile	51,5	83,8	32,3	3,3%	62,8%
Colombia	126,1	177,0	50,9	2,3%	40,4%
Venezuela	202,5	266,3	63,7	1,8%	31,5%
Argentina	242,6	318,3	75,8	1,8%	31,2%
Brasil	689,9	1,014,1	324,2	2,6%	47,0%
Sudamérica	1,485,0	2,091,0	605,9	2,3%	40,8%
Mundo	30,055,5	37,766,8	7,711,3	1,5%	25,7%

Desarrollo total de emisiones GEI, 1990-2005 (excluye cambios emisiones por el cambio en el uso de suelos.
Fuente: *Elaboración propia en base a datos CAIT 6.0*

A partir de los años setenta, en Sudamérica, los sectores industrial y de transporte triplicaron su consumo final de energía. La mayor parte del aumento del uso de petróleo durante este período corresponde al sector de transporte. En el sector industrial se registró una mayor diversificación de fuentes, con la electricidad y el gas natural.

La incidencia energética, que refiere al consumo de energía por unidad del producto interno bruto, no ha mostrado variaciones relativas desde 1980 y se ha mantenido estable, lo que muestra que el consumo de energía y el crecimiento económico aumentaron paralelamente en los países de Sudamérica. Pese a la existencia de mejores tecnologías de generación y consumo, también delata la presencia de barreras

financieras, esfuerzos débiles y la ausencia de prioridad en las políticas nacionales dirigidas hacia un aprovechamiento eficiente de la energía. La mayor incidencia del sector de transporte de carretera, en sustitución de las rieles y los navíos a nivel regional, sumado a una estructura dedicada a la industria primaria y la explotación de los recursos naturales sirven para explicar un poco estos resultados.

Sólo algunos países estarían en condiciones de desarticular la relación entre crecimiento e intensidad energética. Como consecuencia, las emisiones de CO₂, si bien han ido en aumento desde 1980, se han mantenido igualmente estables respecto al PIB, lo que por muchos sectores es observado como una oportunidad hacia la adopción de tecnologías más limpias y mejores escenarios de mitigación. En un escenario alternativo se prevé que se dará paso a una expansión en la generación nuclear, equivalente de 4 a 12 millones de toneladas de petróleo hasta el 2030. Ello significaría un aumento del 3% al 5% de la generación total.

3.1 Mitigación de los efectos del sector energético

Los países en la región tienen un buen avance en el levantamiento de inventarios nacionales de emisión, que se impulsan en las comunicaciones nacionales (1 y 2), lo que ha permitido definir estrategias nacionales de mitigación. Algunas iniciativas están más adelantadas que otras, en términos de los esfuerzos y el entendimiento del problema; sin embargo, en general resultan significativas.

Algunos países abordaron el problema del déficit en la cobertura energética sobre los sectores más vulnerables, como parte de sus políticas públicas, jerarquizando el concepto de la energización sobre el tradicional tendido de redes eléctricas, es decir electrificación. Este tipo de iniciativas, junto a muchas otras, han sido diseñadas fuera del ámbito de la protección ambiental y, más particularmente, del cambio climático. Sin embargo, su impacto ha sido bastante positivo respecto a las emisiones de GEI.

Argentina

Dentro la matriz energética de Argentina, 7% de la oferta corresponde a energías renovables: 5% de generación a partir de hidroeléctricas y 2% de biomasa. La Secretaría de Coordinación Técnica del Ministerio de Economía y Producción impulsó el etiquetado obligatorio de eficiencia sobre artefactos eléctricos y equipos de consumo final de energía.

Existen también iniciativas, que están en la fase de diseño de proyecto, impulsadas por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SADS) para reemplazar refrigeradores antiguos por equipos más eficientes en términos del consumo energético. La Secretaría de Energía y la SADS son responsables del cálculo de las emisiones de CO₂ de la Red Argentina de Energía Eléctrica.

Este país cuenta también con el proyecto “Eficiencia Energética en Argentina”, impulsado por la Secretaría de Energía, y el proyecto “Incremento de la Eficiencia Energética y Productiva en la PyME Argentina” (PIEEP), creado por la Secretaría de Energía, la Subsecretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y Desarrollo Regional con el apoyo de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ). otro proyecto es el de “Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER)” que forman parte del Programa Andino para la Energización por medio de Renovables (PAER), formulado en el marco de la Comunidad Andina de Naciones (CAN).

Estos programas, dedicados a combatir la pobreza e incorporar el empleo de energías renovables, se adjuntan a la estrategia nacional de mitigación. También se han presentado diez proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), de captura de metano en rellenos sanitarios, distribuidos en las provincias de Buenos Aires (6), Santa Fe (1), Salta (1), Mendoza (1) y Misiones (1). Del total, siete han sido registrados por la Junta Ejecutiva del MDL. A partir de las actividades de estos proyectos de captura se pronostica una reducción anual de emisiones de metano de aproximadamente 2.496,888 t CO₂e.

Bolivia

Según el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC), un 40% de la emisión de GEI el año 2000 se debía al cambio en el uso de suelos, 17% correspondía al sector agrícola y 11% al sector de la energía. De acuerdo a la demanda, el diésel es la principal fuente de energía utilizada en Bolivia, por lo que incluso se recurre a las importaciones. Además, se emplea leña, gasolina, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), bagazo y electricidad (PNCC, 2003). La demanda de energía se concentra sobre todo en los sectores industrial, transporte y residencial, y, en una menor proporción, en el agropecuario y comercial.

El gobierno impulsó el programa “Electricidad para vivir con dignidad”, que privilegia el suministro de energía a zonas rurales. En 2002 aprobó la normativa ambiental para la industria manufacturera, consensuada entre los distintos sectores, contemplando incentivos a la gestión ambiental a través de acuerdos de producción más limpia. Para el año 2009 se ha alcanzó el compromiso de cerca de 100 empresas para adoptar prácticas de uso eficiente y ahorro de energía, agua, cargas orgánicas y materias primas. A inicios del mismo año, el Viceministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Desarrollo Forestal suscribió un convenio con el

Laboratorio de Energías Renovables de los Estados Unidos (National Renewable Energy Laboratory, NREL) para realizar el “Estudio de Posibilidades de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero”.

En el marco del Plan Quinquenal del Programa Nacional de Cambios Climáticos, se creó un fondo para financiar proyectos preparados por universidades, organizaciones indígenas, municipios y prefecturas, aportando hasta un 70% del costo total de las iniciativas aprobadas. Esta política permitió realizar estudios enfocados a la adecuación tecnológica para la obtención de biodiésel, construcción de picocentrales y microcentrales eléctricas, implementación de cocinas eficientes a leña, biodigestores y calentadores solares en el área rural.

En cuanto a políticas de MDL, se logró certificar cerca de nueve millones de toneladas de reducción de CO₂ en el marco del Proyecto de Acción Climática del Parque Nacional Noel Kempff Mercado, que benefició a comunidades originarias desde noviembre de 2008. La misma política se aplicó en rellenos sanitarios para la captación de metano.

Brasil

Brasil es considerado el cuarto emisor mundial de GEI, pero a diferencia de los países desarrollados, sus emisiones, de origen antrópico en especial, no corresponden a la quema de combustibles fósiles, ya que, tradicionalmente, se desarrolló una serie de inversiones destinadas a la aplicación de fuentes de energía renovables para la producción de electricidad y de biocombustibles para el transporte. En el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, durante el período 1990–1994, los sectores de energía, procesos industriales, solventes y tratamiento de residuos juntos representaban sólo el 25% de las emisiones totales de dióxido de carbono estimadas en 1,030 teragramos (Tg). La mayor proporción de emisiones corresponde a la deforestación y Al cambio del uso del suelo.

En 2005, apenas 54% de la oferta interna de energía (OIE), 218,7 millones tep (toneladas equivalentes de petróleo), provenía de combustibles fósiles. En 2002 se diseñó el “Programa de incentivos a las fuentes alternativas de energía eléctrica” (PROINFA), aplicable a los proyectos eólicos, hidroeléctricos de pequeño tamaño y de biomasa. Para superar las barreras del mercado e involucrar al sector privado, el país ha avanzado en la fijación de una política pública de eficiencia energética centrada en los mecanismos regulatorios y la planificación estratégica, así como en la investigación científica y el compromiso de los empresarios privados. Brasil estableció un mercado secundario para el comercio de emisiones.

Instituciones como el Programa Nacional de Conservación de Electricidad de Brasil (PROCEL) se transformaron en programas de gobierno, adoptando funciones sobre la producción racional y el uso eficiente de la energía eléctrica. El Programa Nacional de Racionalización del Uso de Derivados del Petróleo y Gas Natural (CONPET) se fijó la meta de mejorar la eficiencia energética en un 25% en el uso de derivados del petróleo y gas natural durante 20 años. En este sentido, se diseñó el proyecto "Ómnibus a gas" para incentivar el consumo de gas natural en los circuitos de transporte urbano. El sector de transporte es responsable del consumo de cerca de la mitad de los derivados de petróleo en Brasil.

En 1992, con motivo de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Ambiente y el Desarrollo (Earth Summit), se anunció el "Programa Piloto para Protección de las Florestas Tropicales" (PPG-7), financiado por el G-7. En principio, una serie de proyectos se enfocaron en el desarrollo de nuevos instrumentos de gestión basados en el conocimiento y reunión de las experiencias acumuladas. En el año 2000 se iniciaron investigaciones dedicadas a entender las causas y la dinámica de la deforestación en la Amazonia.

En 2008, el gobierno creó un fondo para la Amazonia y el mismo año, durante la Conferencia del Cambio Climático en Poznan, Brasil anunció su Plan Nacional sobre el Cambio Climático, en el que se destaca la meta de reducción de la deforestación en un 70% hasta el 2018. Esta medida resultó significativa, ya que fue la primera vez que autoridades gubernamentales aceptaron asumir metas de reducción de la deforestación. Esto permitiría la reducción de 4.800 millones de toneladas de CO₂ e incrementar las contribuciones de países desarrollados sobre el fondo de la Amazonia.

Chile

En el contexto sudamericano, Chile ocupa el segundo lugar entre los países con mayores emisiones de CO₂ per cápita. Se han dedicado muchos esfuerzos a enfrentar la dependencia de fuertes externas de energía, particularmente el gas natural, y la estrecha vinculación entre crecimiento económico y uso de energía.

Estas iniciativas dieron lugar a la creación del programa "País de Eficiencia Energética". Se espera que éste permita, como parte de un beneficio estratégico, reducir la vulnerabilidad del país por su dependencia de fuentes energéticas externas, generar beneficios económicos, al minimizar los costos de abastecimiento energético para la economía en su conjunto, y beneficios ambientales al disminuir las presiones sobre los recursos naturales y los asentamientos humanos, por reducción de la tasa de crecimiento de la demanda por energéticos, lo que incluye alivio de presiones globales, como las emisiones de CO₂.

Finalmente se prevé la generación de beneficios sociales y de género, puesto que éstos serán más importantes para las familias de más bajos ingresos, porque gastan un porcentaje mayor de su ingreso en energía respecto las demás familias.

Las políticas de fomento a la producción limpia resultan fundamentales en la articulación de las políticas ambientales y las de desarrollo productivo. Desde 2001 se han suscrito acuerdos de producción limpia (APL) con diversas empresas del ámbito industrial. En el mismo marco, están los emprendimientos de la Comisión Nacional de Energía (CORFO) para la edificación de viviendas eficientes con energías renovables, para el transporte a través de proyectos de transporte sustentable, iniciativas del Ministerio de Agricultura sobre las prácticas silvoagropecuarias, descontaminación urbana y planificación territorial, con especial atención sobre las áreas urbanas. El CORFO también apoyó estudios de pre inversión en energías renovables no convencionales (ERNC) y eficiencia energética (EE).

El programa de mejoramiento de la información geotérmica, a cargo del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), como parte de sus metas, lleva adelante un catastro de concesiones de energía geotérmica. Se cuenta además con información para inversionistas, mediante la preparación de guías de evaluación ambiental y de proyectos MDL; la evaluación de recursos eólicos, forestales y agrícolas; la elaboración del catastro de proyectos hidráulicos asociados a obras de riego; la generación de información geotérmica; la aplicación de modelos de evaluación técnico-económica de proyectos y la evaluación de factibilidad de alternativa solar termoeléctrica.

Se modificó la ley eléctrica, para que los comercializadores de energía de los Sistemas Interconectados Central y del Norte Grande (SIC y SING, respectivamente) acrediten qué porcentaje de la energía comercializada durante el año fue inyectada por ERNC.

El mayor potencial de mitigación está en la eficiencia para la generación de electricidad y la incorporación de políticas similares en los sectores de la industria y la minería.

Colombia

El sector donde se registraron las mayores emisiones de CO₂ es el de transporte, que ha reportado en 1990 un equivalente a 16.352,6 gigagramo (Gg) y en 1994 de 18.628,2 Gg, es decir un incremento del 13,9%. El transporte público fue responsable en 1994 del 40,5% de las emisiones del sector y los taxis fueron los principales emisores con más del 50% del total del sector.

Debido a que el origen de estas emisiones está en el uso de combustibles fósiles, la estrategia energética de Colombia contempla desarrollar un programa de alcohol carburante y de biodiésel. Colombia ha presentado seis proyectos de reducción de emisiones ante la Junta Ejecutiva del MDL hasta el año 2006. Los más importantes están vinculados a la energía hidroeléctrica y eólica.

Ecuador

Alrededor del 40% de las emisiones del sector energético en Ecuador corresponden al sector de transporte, seguido del residencial con 26%, el industrial que emite cerca del 20% y el sector servicios que representa el 6% de las emisiones totales. La tasa de crecimiento del consumo de energía en el transporte (3,17%/año) en 15 años (1980-1995) es 25% mayor que la del PIB y 47% mayor que la de la población (BCE-97, ILDIS-87).

Las tasas promedio son similares en el transporte terrestre (3,1%/año) y en el aéreo (3%/año). La introducción de vehículos a diésel de mayor capacidad para el transporte público y la carga provocó que el consumo de gasolina alcanzara un crecimiento de 1,27%/año, por lo cual este energético es el de menor consumo frente a las otras formas de energía.

Se analizan iniciativas para involucrar al sector industrial en los mercados de carbono. El año 2006, Ecuador contaba con seis proyectos aprobados de MDL.

Paraguay

Dentro el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero para el año 1990, el sector energético era el que más contribuía en las emisiones con un 63,63%. El sector industrial es responsable de un 2%. Debido a que estas cifras datan de hace diez años, el 2009 se han lanzado convocatorias para la actualización de los inventarios y la realización de la segunda comunicación nacional.

Uruguay

A diferencia del resto de los países del mundo, el CO₂ en Uruguay sólo representa el 7% de las emisiones. De ese total, un 50% es producido por el transporte. En los inventarios nacionales presentados por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) se registra que el metano, generado en un 84% por la agricultura y la fermentación entérica (producción de arroz), es el gas de efecto invernadero que más aporta a las emisiones nacionales, con un 54%, seguido por el óxido nitroso con un 40%, generados en un 60% por la agricultura y los suelos de pastoreo.

El Programa de Eficiencia Energética, rumbo a la diversificación de la matriz energética, promocionó la Ley de Agrocombustibles que determina la incorporación de un 5% de etanol. Entre las medidas de mitigación, de acuerdo al contexto, se estudian prácticas más efectivas para la inundación en la producción de arroz.

República Bolivariana de Venezuela

Está en funcionamiento el proyecto del Parque Eólico de Falcón y los esfuerzos de Fundación para el Desarrollo Eléctrico (FUNDAELECT). Esta última corresponde a una organización adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo para iluminar, a partir de celdas solares, espacios públicos y lugares apartados del territorio nacional.

3.2 Alternativas para la reducción de emisiones

Actualmente, muchos de los países en Sudamérica han diseñado iniciativas compatibles con los mercados de conservación, venta de bonos de carbono, servicios ambientales y producción orgánica. Es decir, existen oportunidades reales dentro de una dimensión alternativa de actividades de desarrollo y conservación que contrastan con un sistema tradicional de aprovechamiento de los recursos naturales.

Entre otros ejemplos está el caso de Bolivia que aporta con el 0,2% a las exportaciones mundiales de hidrocarburos, el 1% a las exportaciones mundiales de zinc, el 3,2% a las exportaciones mundiales de estaño y productos derivados y el 0,04% a las exportaciones mundiales de soya; un país de pequeña economía que ha logrado ser, paralelamente, líder mundial en la certificación de bosques tropicales, es además uno de los 12 países con la mayor superficie de agricultura orgánica en el mundo, uno de los diez países más ricos en agua dulce por habitante en el mundo y tiene uno de los tres espacios de mayor biodiversidad del hemisferio

americano (PNUD, 2008). Por otro lado, pese a la limitación de sus mercados, se encuentra entre los tres mayores exportadores de castaña del mundo, entre los diez mayores exportadores de café orgánico, entre los diez mayores exportadores de cacao y entre los cinco mayores exportadores de madera tropical certificada. Esta economía alternativa contribuye con alrededor de 300 millones de dólares en exportaciones y genera decenas de miles de fuentes de empleo directo.

Esta situación obliga a los países del Cono Sur a delinear estrategias de desarrollo enfocadas en alternativas productivas, no sólo de extracción, que permitirían a sus economías reducir la pobreza.

Las iniciativas encabezadas por Brasil señalan a Sudamérica como una región que posee los recursos naturales y la capacidad técnica para absorber las tecnologías de aprovechamiento. En muchos países de la región la participación de las fuentes renovables se considera muy importante. Queda pendiente impulsar de forma más agresiva el desarrollo de estas fuentes y de políticas públicas nacionales que incorporen acciones y programas basados en las oportunidades que ofrece el contexto internacional, para alcanzar objetivos de doble beneficio: la sostenibilidad local y la contribución al medio ambiente global.

Entre los antecedentes de biocombustibles y tecnologías alternativas en Sudamérica están las iniciativas de Brasil con etanol basado en caña de azúcar, que comenzaron en la década del setenta, y el desarrollo de tecnología hidroeléctrica. La expansión del gas natural en los demás países como sustituto a combustibles fósiles tradicionales, logrando además mejorar su eficiencia productiva en los últimos años, ha alcanzado a cubrir hasta un 40% de la matriz energética en algunos países.

Institucionalmente, la CEPAL, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han creado programas especiales para cooperar en la implementación de mecanismos de MDL. La CAN ha creado el Programa Latinoamericano de Carbón para apoyar en la implementación y desarrollo de un mercado de carbón en la región.

Los biocombustibles muestran un potencial para revertir las emisiones producidas por la quema de combustibles fósiles e incluso existen especies nativas que pueden atender demandas locales. Sin embargo, corresponde a una actividad que se desarrolla a expensas de la deforestación y el monocultivo, además que los efectos sociales de su producción no resultan aceptables. Adicionalmente, los productos finales deben ser trasladados por largas distancias para su disposición. Los procesos de deforestación inducidos para ampliar estos cultivos, la degradación de suelos que provoca la liberación de carbono y las emisiones de óxido nitroso por la aplicación intensiva de fertilizantes, hace que el balance neto de las emisiones en la producción de biocombustibles sea cuestionado.

Se espera que toda gran actividad productiva pueda, bajo una dimensión social, significar un mayor número de empleos. Sin embargo, esto es relativo, según el nivel de mecanización del sistema productivo agroindustrial. Las oportunidades locales para mejorar la calidad de vida son cuestionables, ya que en los hechos la producción de oleaginosas ha evidenciado lo contrario. Al mismo tiempo, el desarrollo rural inducido por la producción de biocombustibles resulta inequitativo, pues implica beneficios económicos para un pequeño sector que controla extensas áreas de monocultivo que, en asociación con privados, tiende a adoptar fácilmente el control sobre los encadenamientos productivos.

El nivel de productividad alcanzado por Brasil en la fabricación de etanol no sido reproducido todavía. Junto con Argentina, Chile y Colombia, la alternativa es atractiva y se apega a una necesidad de diversificación de la matriz energética, oportunidades de comercio, oportunidades de reducción de emisiones y capacidad para vincularse a mercados de MDL.

Cuadro 7.
Estimación de volumen anual de las reducciones certificadas de emisiones

Pais	Reducción anual de CO ₂ (tn)	Reducción anual de CO ₂ (%)	Proyectos
Argentina	2.250.760	1,9	8
Brasil	19.441.776	16,6	114
Bolivia	260.191	0,2	4
Chile	2.584.332	2,2	18
Colombia	290.370	0,2	6
Ecuador	424.971	0,4	9
Perú	820.067	0,7	6
Uruguay	5.764	0	1

Fuente: Elaboración propia en base datos CEPAL, 2006.

Una nueva iniciativa no incluida en la lista de los acuerdos del Protocolo de Kyoto ha captado el interés de los países del Cono Sur. Las acciones de deforestación evitada o reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD) se muestran atractivas, considerando la responsabilidad en la deforestación en Sudamérica. Bolivia y Brasil son los países más activos en este aspecto, respecto a otros del continente.

Para que este acuerdo pueda estar activo, debe estar sustentado con un fondo regional creado a partir del cobro de impuestos al mercado de carbono y contribuciones de los países desarrollados o apoyarse en un mercado de créditos de carbono forestal. También se considera que, si las mediciones son necesarias, pueden establecerse comparaciones con la línea base nacional o adoptarse una métrica subnacional.



Conclusiones

Sudamérica es una región muy sensible ambientalmente y pese a los esfuerzos por comprender el comportamiento de los eventos climáticos y brindar la oportunidad de anticipar acciones, aún queda bastante por desarrollar. En muchas zonas de la región, la pobreza y la pobreza extrema son muy altas, lo que limita seriamente las capacidades de respuesta ante el cambio climático.

Los grados de incertidumbre son preponderantes y el conocimiento que se tiene, a partir de los modelos de circulación climática generados por el IPCC y estudios subsecuentes, es limitado, ya que se realizan a escala regional. Sin embargo, la vulnerabilidad es alta para los países sudamericanos y el número de posibles habitantes afectados resulta crítico, al igual que las severas consecuencias que pueden enfrentar los ecosistemas y recursos naturales de la región.

Existen vacíos y hay la necesidad de contar con más información sobre los impactos sociales, ambientales y económicos del cambio climático. Los esfuerzos nacionales deberían hacer más énfasis en el impulso para el diseño e implementación de sistemas de alerta temprana, cuyo aporte sería muy valorado por las poblaciones y comunidades más vulnerables. En Sudamérica, el mayor potencial de vulnerabilidad se refiere a casos hidrometeorológicos. Existen muy pocas iniciativas de adaptación que involucran la gestión integral de cuencas.

Los esfuerzos de mitigación tendrían que aproximarse más a las medidas de adaptación, a fin de establecer medidas en la regulación y limitar la vulnerabilidad de los distintos escenarios. El diseño de herramientas y la acumulación de información deberían ser más participativos e involucrar a todos los actores. Un mayor involucramiento local en la generación de información, por parte de las comunidades afectadas, y una mayor participación interdisciplinaria favorecería más el entendimiento y análisis de la información.

Aún no existe un acuerdo regional sobre la adopción de criterios comunes o protocolos de monitoreo para la generación de la información, tal el caso de la elaboración de los mapas de vulnerabilidad. La aplicación de criterios comunes permitiría que la información pueda ser comparable.

Falta información para comprender el impacto sobre ecosistemas de alta montaña, como efecto del retroceso de los glaciares y la degradación de páramos. No se han podido identificar suficientes estudios hídricos sobre la demanda actual y proyecciones futuras del agua, en especial en ciudades y comunidades afectadas por el derretimiento de los glaciares.

Es muy poca la información documentada sobre los efectos del cambio climático en la evolución de conflictos ambientales. Respecto a los ecosistemas, no hay suficiente información del impacto sobre la biodiversidad costera y marina. También es insuficiente la información sobre seguridad alimentaria, producción de biocombustibles, prácticas locales y estrategias productivas que culturalmente han sido adoptadas para enfrentar la variabilidad del clima, a fin de comprender estas experiencias y replicarlas en el contexto.

Los efectos sobre la salud son poco entendidos. Vinculados al cambio climático, se anota la reaparición de enfermedades que se consideraban erradicadas. Respecto al impacto en la población, éste será mayor sobre la de menores recursos.

Es importante seguir actualizando y generando información a local, nacional y regional sobre los escenarios futuros del cambio climático. Una acción conjunta entre los países del Cono Sur resultaría más efectivo y, sustancialmente, mucho menos costoso, liberando así algunas de las barreras que existen ahora.

Los eventos severos van a seguir ocurriendo y es importante impulsar esfuerzos para prevenir los posibles daños y atender efectiva y oportunamente a las zonas afectadas. La ausencia de políticas más agresivas por parte de los gobiernos o acciones de otros sectores es limitada, y quizás respondan a la ausencia de información. No es posible esperar a que los científicos descifren las tendencias del clima, para enfrentar eventos que ya están sucediendo y cuya única tendencia clara es el de la agudización.

En muchas de las propuestas de adaptación de los gobiernos está ausente la integralidad. Los primeros pasos asumidos han colocado al problema en una dimensión económica, pero es importante que se vinculen más aún con las estrategias nacionales de desarrollo y lucha contra la pobreza.

Las experiencias de pago por servicios ambientales y MDL han resultado discretas en los países, en cuanto a la obtención de beneficios y aprovechamiento de estos recursos. Existen pocos estudios sobre la economía del cambio climático, que permitan proyectar el costo de las medidas de adaptación y los posibles desastres, y posibiliten apoyar la toma de decisiones de inversión.

Evidentemente, el cambio climático ofrece nuevas oportunidades, pero podrían ser mayores si se implementan alternativas sostenibles de tala de árboles, conservación de bosques, áreas de interés de conservación nacionales, nuevos esquemas de producción y extracción de recursos.

Todos los escenarios descritos sugieren contundentemente que los efectos sobre la agricultura serán severos en la región. Los pequeños productores y los de subsistencia resultan ser los más sensibles y vulnerables para enfrentar los cambios ante la variabilidad del clima, pero todavía se discute mucho acerca de cuáles son las oportunidades reales y efectivas para enfrentar estos cambios en el futuro. En estos escenarios de previsiones macro, aún es superficial el entendimiento de las oportunidades de adaptación de los pequeños productores y de subsistencia, y su vulnerabilidad socioeconómica.

Las nuevas oportunidades que ofrecen el clima y la emergencia de buenos precios en el mercado, permiten la expansión no planificada de cultivos como la soya. En el caso de otros cultivos, como la vid, se exploran nuevas alternativas. El café sufre restricciones de expansión, mientras que el trigo es un cultivo de amplia adaptación. En general, la producción será afectada y los informes nacionales no muestran opciones claras para enfrentar un posible desabastecimiento en el mercado.

Los grandes cambios previstos en la producción, sugieren efectos en el abastecimiento de productos en los mercados. Esto hace prever un escenario de poca estabilidad en el caso de la seguridad alimentaria y productiva, a distintos niveles, en la región. Por ejemplo, la disminución prevista de un 10% de los rendimientos de maíz permite anticipar pérdidas de dos mil millones de dólares por año, que afectaría sobre todo a 40 millones de agricultores en Sudamérica.

Muchos estudios señalan que los productores, especialmente los pequeños, tienen una mayor flexibilidad para cambiar de cultivos y adoptar nuevas técnicas y rubros. Los productores de zonas secas elegirán ganado, los de zonas húmedas y templadas cultivos, y los de zonas cálidas tendrán la oportunidad de adoptar rubros. Esto es muy difícil de respaldar, porque en realidad los productores agrícolas son actores de mercado y sus decisiones, a pesar de estar influenciadas por las condiciones del medio, van a tender, preponderantemente, a la necesidad de cubrir la demanda.

Asimismo, es posible prever que se producirán cambios en los costos de producción y en el precio de los insumos productivos. Estos cambios incidirán en una cadena de mayores precios, que limitará el acceso y afectará a los más pobres. El impacto más notable se sentiría en las ciudades, donde algunos sectores de la población perderían el acceso a cierto tipo de alimentos y estarían obligados a buscar sustitutos y mantener

una dieta alimenticia menos adecuada. Lo propio en el área rural, donde se espera que los niños menores a cinco años sufran los efectos de una dieta baja en calorías, lo que agudizaría la desnutrición y mortalidad infantil. En el área rural el efecto será mayor, si se considera que los productores apenas cuentan con algún apoyo efectivo de las instancias de gobierno, atención en salud, educación y otros servicios, así como ayudas básicas.

Las comunidades locales enfrentan la variabilidad del clima de forma espontánea y lo han hecho ancestralmente. Es importante conocer los antecedentes históricos para comprender las decisiones de adaptación en el pasado y la efectividad de éstas, a fin de recuperar prácticas exitosas que puedan ser difundidas y replicadas.

El hecho de que los productores tengan que trabajar la tierra y vivir con el clima, como una condición de trabajo, marca una gran diferencia sobre la percepción del problema con relación a los habitantes de las áreas urbanas e incluso a los tomadores de decisión. En términos generales, para un habitante de la ciudad, una lluvia o la ausencia de ésta pueden representar un conjunto de decisiones de menor importancia. Para los productores rurales esta es la condición para no perder una siembra, para no tener que separarse de la familia, abandonar la comunidad y migrar en busca de nuevas oportunidades.

La previsión sobre la pérdida de valor de las tierras agrícolas es una aproximación interesante para intentar cuantificar el impacto del cambio climático en Sudamérica. Sin embargo, sólo resulta válido bajo una dimensión de mercado y para contextos donde se ha regularizado el mercado de tierras productivas, como ocurre en el escenario de los Andes.

El cambio climático puede tener impactos muy diferentes en los cultivos relevantes para la economía nacional, tales como el maíz, la soya, el trigo y el café. Según Tiessen (2008), el maíz tiene susceptibilidades estacionales muy específicas, incluso al estrés causado por sequías temporales. El cultivo de soya está siendo introducido con mayor fuerza en nuevas regiones y, dada la gama de diferentes formas de cultivo, se está adaptando a una variedad cada vez más amplia de zonas climáticas.

En la mayoría de los países de la región, la atención a desastres es muy poco efectiva, tardía y, finalmente, vinculada a procesos de corrupción. El sector agrícola representa una parte importante, en promedio, del PIB de los países. No existen mecanismos extendidos respecto a la implementación de seguros agrícolas.

Es posible prever que la migración a las ciudades se incrementará y provocará nuevas dinámicas de miseria y pobreza. Al respecto, existen pocos estudios y es posible inferir que en las ciudades la preocupación de los habitantes ante el cambio climático y los efectos descritos, es baja y el sentido de vulnerabilidad es casi inexistente. Serán, como en todos los escenarios, los más pobres quienes sufran estas cargas.

El aumento de las tasas de migración hacia las ciudades, conlleva la generación de asentamientos ilegales, no regulados y poco seguros. Esto eleva los niveles de vulnerabilidad por derrumbes, deslizamientos, inundaciones y pérdida de infraestructura. En ciudades de costa, la vulnerabilidad en las ciudades se presenta por la elevación del nivel del mar y el daño que provocan los desastres sobre el turismo, los asentamientos humanos, la industria y el comercio.

En general, las experiencias de los países sudamericanos han tenido un aporte muy importante, a partir de las lecciones aprendidas. Sin embargo, hay mucho por desarrollar y es claro que aún estamos en un marco de exploración de los escenarios futuros.



Bibliografía

- **Augstburger, H., Gruberg, H., & Lopez, R. (2009).**
El tiempo se está cansando. Fundación Gaia Pacha. Cochabamba.
- **Banco Mundial (2005).**
Project Appraisal Document of Adaptation to the impact of rapid glacier retreat in the tropical Andes. Washington D.C.
- **Banco Mundial (2009).**
Desarrollo con menos carbono. Respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático. Washington D.C.
- **Bidegain, M. (2009).**
Escenarios de cambio climático sobre Uruguay y Downscaling. Adaptación al cambio climático y escenarios climáticos y medidas de Adaptación. Montevideo.
- **Bolivian Mountain Institute (2006).**
Retroceso de los glaciares y recursos hídricos en Bolivia - de la investigación a la acción. Memoria del evento boliviano de seguimiento a la conferencia regional de Quito. Bolivian Mountain Institute. La Paz.
- **Born, R. (2008).**
Desafíos y oportunidades del cambio climático para Brasil. Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA (3). Sao Paulo.
- **CAIT (2009).**
Climate Analysis Indicators Tool Version 6.0. World Resources Institute. Washington, DC.
- **CAN (2007a).**
Cosa sería este clima. Panorama del cambio climático en la Comunidad Andina. Lima.
- **CAN (2007b).**
¿El fin de las cumbres nevadas? Glaciares y cambio climático en la Comunidad Andina. Lima.
- **CAN (2007c).**
¿Y por dónde empezamos? Prioridades de la Comunidad Andina ante el cambio climático (Secretaría General de la Comunidad Andina ed.). Lima.
- **CAN (2008).**
El Cambio Climático no tiene fronteras. Impacto del cambio climático en la Comunidad Andina (Secretaría General de la Comunidad Andina ed.). Lima.
- **Caparros, A. (2007).**
El informe Stern sobre la economía del cambio climático. Ecosistemas, 16, 124-125.

- **Carril, A. F., Doyle, M. E., Barros, V. R., & Núñez, M. N. (1997).**
Impacts of climate change on the oases of the Argentinean cordillera. *Climate Research*, 9: 121-129.
- **Carvajal, Y., Restrepo I. y Tucci C. (2005).**
El cambio climático y las estrategias de desarrollo para América Latina. Paper presented at the Gestion integrada de servicios relacionados con el agua en asentamientos nucleados.
- **CEPAL (2007a).**
Agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía y desertificación: resultados, tendencias y desafíos para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- **CEPAL (2007b).**
Energía, desarrollo industrial, contaminación del aire y la atmósfera y cambio climático en América Latina y el Caribe: nuevas políticas, experiencias, mejores prácticas y oportunidades de cooperación horizontal. Santiago de Chile.
- **CEPAL (2007c).**
Indicadores para el seguimiento del plan agro 2015. Actualización 2007. Santiago de Chile.
- **CEPAL (2009a).**
Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña. Santiago de Chile.
- **CEPAL (2009b).**
Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña. Documento de proyecto. Santiago de Chile.
- **Cicganda, C., Rodriguez, A., & Sossa, S. (2009).**
Cambio climático y salud. Perfil Uruguay. OPS. Montevideo.
- **Comité Nacional del Clima (2002).**
Análisis de la transferencia de tecnología en cambio climático, Sistemas de observación climática y factores de emisión de gases de efecto invernadero. Principales Resultados. Quito.
- **Comité Nacional sobre el Clima Ministerio del Ambiente (2001).**
Vulnerabilidad - Adaptación y mitigación al cambio climático. Compendio de medidas, estrategias y perfiles de proyectos de los sectores energético, forestal, agrícola, marino, costero y recursos hídricos. Quito.
- **CONAM (2006).**
Identificación de sinergias para el fortalecimiento de capacidades entre las convenciones de cambio climático, diversidad biológica y desertificación y sequía. Proyecto de autoevaluación de capacidades nacionales para el cumplimiento de las convenciones ambientales globales. GEF. PNUD. Quito.
- **CONAMA (2006).**
Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Santiago de Chile.
- **CONAMA (2008).**
Plan de acción nacional de cambio climático. Santiago de Chile.

- **Confalonieri, U. E. C. (2003).**
Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil (Vol. I - n.20). Sao Paulo.
- **FAO (2009).**
Análisis del impacto de los eventos fríos (friaje) del 2008 en la agricultura y ganadería altoandina en el Perú. Lima.
- **Gobierno de la República Argentina (2009).**
El cambio climático en Argentina. Buenos Aires.
- **Gobierno Federal del Brasil (2008).**
Contribución de Brasil para evitar el cambio del clima. Rio de Janeiro.
- **González, F., & Rodríguez, H. (1999).**
Proyecciones de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), Colombia 1998-2010. Ciencias de la Tierra. Bogotá.
- **Grezzi, C. A. (2004).**
Aproximación al cambio climático desde Uruguay: políticas y medidas. GTZ (2007). Adapting to Climate Change. Practical Perspectives. Berlín.
- **Heller, P. (2002).**
La adaptación al cambio climático. Finanzas y Desarrollo, 39, 3.
- **IDEAM (2000).**
Movimientos en masa dañinos ocurridos en Colombia durante el fenómeno frío del Pacífico (La Niña) 1999 - 2000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá.
- **IDEAM (2001).**
Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Bogotá.
- **IDEAM (2002).**
Efectos naturales y socioeconómicos del Fenómeno El Niño en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá.
- **IDEAM (2006).**
Estrategia de reducción de incertidumbre de las variables básicas de estimación de gases de efecto invernadero (GEI). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.
- **IDEAM (2007).**
Los glaciares colombianos expresión del cambio climático global. Ministerio del Medio Ambiente. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá.
- **InfoResources (2008).**
La papa y el cambio climático. Focus, Zollikofen. Suiza.
- **Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (2000).**
Análisis del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en el Ecuador. Quito.

- **Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (2002).**
Estudio sobre el cambio climático en el Ecuador. Revisado de:
<http://www.inamhi.gov.ec/meteorologia/ecambio.htm>.
- **IPCC (2007a). Cambio Climático 2007:**
Las bases científicas. Resumen para responsables de políticas. París: Grupo de Trabajo I del IPCC.
- **IPCC (2007b).**
Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. enhen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- **ITDG (2008).**
Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes. Experiencias de adaptación tecnológica en siete zonas rurales del Perú. Lima.
- **Leiva, M. (2008).**
Seguridad alimentaria y cambio climático. Retos del sector agrario. IV jornada sobre cambio climático: "Las instituciones nacionales frente al cambio climático". Lima.
- **Lorente, I. (2004).**
Los efectos biológicos del cambio climático. Ecosistemas, 13, 103-110.
- **Magrin, G. (2006).**
Cambio climático y riesgo en la agricultura. RUMBOS, 72-75.
- **Magrin, G. (2007).**
Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación en América Latina. Lima.
- **Magrín, G. (2008).**
Implicancia del cambio climático en los sistemas de producción agropecuaria: posibles reacciones del sector. La agricultura ¿otra víctima del cambio climático? Santiago de Chile.
- **Ministerio da Ciencia e Tecnologia (2004a).**
Análise da Vulnerabilidade da População Brasileira aos Impactos Sanitários das Mudanças Climáticas. Plano Plurianual de Governo - PPA Programa Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro.
- **Ministerio da Ciencia e Tecnologia (2004b).**
Influência do Manejo da Produção Animal sobre a Emissão de Metano em Bovinos de Corte. Rio de Janeiro.
- **Ministerio da Ciencia e Tecnologia (2005).**
Mudanças Climáticas Globais e o Branqueamento de Corais no Brasil. Rio de Janeiro.
- **Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (2004).**
Programa de medidas generales de mitigación y adaptación al cambio climático en Uruguay. Montevideo: PNUD - FMAM.

- **Murcia, J. F. R. (2007).**
Escenarios de cambio climático, algunos modelos y resultados de lluvia para Colombia bajo el escenario A1B. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Subdirección de Meteorología. Bogotá.
- **Oxfam (2007).**
Adaptarse al cambio climático. Qué necesitan los países pobres y quién debería pagarlo www.oxfam.org
Oxfam internacional.
- **Oyhantçal, W. (2007).**
Arroz y cambio climático en Uruguay. 9.
- **Pinto, H. S., Junior, J. Z., & Assad, E. D. (2008).**
El calentamiento global y la agricultura brasileña. La agricultura ¿otra víctima del cambio climático? Santiago de Chile.
- **Piñeiro, M. (2008).**
Crisis alimentaria y territorios rurales. Documento de Trabajo N°16 Programa: dinámicas territoriales rurales Rimisp – Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Santiago.
- **PNCC (2002).**
Diagnóstico de redes de observación sistemática para el cambio climático en Bolivia. La Paz: Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación.
- **PNCC (2007).**
El cambio climático en Bolivia (Análisis, síntesis de impactos y adaptación) (1 ed.). La Paz: Ministerio de Planificación del Desarrollo de Bolivia.
- **PNCC (Ed.). (2001).**
Vulnerabilidad y adaptación al cambio y variabilidad climática de los sistemas alimentarios en zonas semiáridas de montaña. Sistematización de una experiencia de consultas a diferentes niveles de decisión. La Paz: Programa Nacional de Cambio Climáticos.
- **PNUD (2005).**
Gestión local del riesgo y preparativos de desastres en la región andina. Suka Kollus Una comunidad conviviendo con las inundaciones y sequías. Bolivia. *Sistematización de buenas prácticas y lecciones aprendidas.* Experiencia 3. (Vol. 3). Quito.
- **PNUD (2007a).**
La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido. Programa de las Naciones Unidas. Informe sobre desarrollo humano 2007-2008. Nueva York.
- **PNUD (2007b).**
Uruguay: Cambio climático aquí y ahora. Informe sobre desarrollo humano. Montevideo.
- **PNUD (2008).**
La otra frontera: Usos alternativos de los recursos naturales en Bolivia. La Paz.
- **Ramos, C., Giordano, S., & Victora, C. (1998).**
Plan de acción para el cambio climático en Uruguay. Montevideo.

- **Rodriguez, A. (2007).**
Cambio climático, agua y agricultura. Perspectivas COMUNIICA. Desarrollo rural sostenible.
- **Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2008).**
Primer compendio de estadísticas ambientales República Argentina. Buenos Aires.
- **Seo, N., & Mendelsohn, R. (2008).**
Adaptación de los agricultores de Sudamérica al cambio climático. Taller sobre los efectos del cambio climático en los agricultores. Uruguay.
- **Silva, L. C. (2000).**
National Communication. Republic of Ecuador Climate Change. Quito.
- **Simms, A. y. H. R. (2006).**
¿Con el agua hasta el cuello? América Latina y el Caribe La amenaza del cambio climático sobre el medio ambiente y el desarrollo humano. Colombia.
- **UICN (2001).**
Cambio climático y biodiversidad: Cooperación entre el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Convención Marco sobre Cambio Climático. Sexta Reunión del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT) del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Unión Mundial para la Naturaleza. Washington, D.C.
- **UNEP (2004).**
The Environment in the News. <http://www.unep.org/cpi/briefs/> Revisado 25.02.2009
- **Velasco, J. G. (2003).**
Cambio climático y bonos de carbono. Instituto Petroquímico Argentino. Grupo Arrayanes. Junio, 2003. Buenos Aires.
- **Vuille, M., & Bradley, P. (2000).**
Mean annual temperature trends and their vertical structure in the tropical Andes. Geophysical Research Letters, 27, 3885-3888.
- **Vuille, M., Bradley, R. S., Werner, M., & Keimig, F. T. (2003).**
20th century climate change in the tropical Andes: observations and model results. Climatic Change, 59, 75-99.
- **WRI (2008).**
Climate Change Aspects in Agriculture. World Resources Institute. Bolivia country note. Revisado el 13.03.2009 en <http://cait.wri.org>