

PARTE  
II

DESAFÍOS  
DEL DESARROLLO HUMANO  
SOSTENIBLE



## C A P Í T U L O

## 9

## El desafío de enfrentar el cambio climático

## INDICE

**Hallazgos relevantes  
Valoración general  
Introducción****Evidencias y proyecciones del  
cambio climático en la región**

Centroamérica y su papel ante el cambio climático global

Se proyectan cambios significativos en el clima regional

Biodiversidad y ecosistemas muestran vulnerabilidad

Efectos territoriales esperados: el caso de las zonas costeras

**Posibles impactos sociales y económicos**

Riesgo, cambio climático y pobreza: vínculos identificables

Implicaciones esperadas para la agricultura regional

Energía y cambio climático, impacto en dos vías

**Políticas y estrategias regionales  
ante el cambio climático**

Amplio debate pero limitado compromiso a nivel mundial

Centroamérica, acciones regionales buscan su norte

Esfuerzos y desafíos específicos en agricultura y energía

## PREGUNTA GENERADORA

*¿Cuáles son las principales implicaciones sociales, económicas y ambientales esperadas del cambio climático para Centroamérica?*

El cambio climático pone en evidencia los rezagos en el desarrollo humano de la región. Las proyecciones indican que habrá cambios significativos en la temperatura promedio y los patrones de precipitación, lo que podría exacerbar los impactos de la cantidad creciente de desastres que afectan al Istmo. También se prevén efectos sobre la seguridad alimentaria, la productividad agrícola, el manejo del agua, las costas, la biodiversidad y los ecosistemas, entre otros.

Este fenómeno profundiza las amenazas y vulnerabilidades históricas de Centroamérica, generadas por factores como la degradación ambiental, la ausencia de ordenamiento territorial, la exposición y riesgo de desastres para las poblaciones -principalmente las más pobres-, la ineficiencia energética y la dependencia de combustibles fósiles, el mal manejo del agua y las debilidades institucionales para la gestión ambiental.

El cambio climático plantea una situación contradictoria: el Istmo es responsable de menos del 0,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), pero es reconocido como el "punto caliente" más prominente de los trópicos; es decir, la zona del mundo potencialmente más vulnerable a sus impactos. Aunque se trata de una factura en gran parte ajena, la región también ha aportado degradación ambiental y deforestación, usos insostenibles de energía y desorden urbano, que no la eximen de responsabilidad global. Sin descuidar las acciones para disminuir esos aportes, prepararse para mitigar las repercusiones de este fenómeno es el desafío más apremiante para la débil institucionalidad y la escasa capacidad de adaptación de Centroamérica.

Dos sectores que sobresalen, tanto por su importancia económica y social como por su vulnerabilidad ante el cambio climático, son agricultura y energía. A mediano y largo plazos se prevé afectación de cultivos como maíz, frijol y arroz, fundamentales para la alimentación y la economía de muchos pequeños productores en la región. En energía los retos apuntan en dos sentidos: la necesidad de reducir las emisiones de GEI en un marco de alta dependencia de hidrocarburos, y los problemas que puedan presentarse en la disponibilidad y manejo del agua para la generación futura de energía eléctrica.

Centroamérica ha creado espacios de debate y coordinación, así como un conjunto amplio de políticas y estrategias nacionales y regionales para enfrentar el cambio climático, pero con dos debilidades centrales: por un lado, el enfoque prevaleciente ha sido el de la mitigación (ámbito en el que existe la posibilidad de acceder a recursos financieros internacionales), mientras que el tema crítico de la adaptación no ha sido prioritario; por otro lado, la mayoría de las políticas ha definido tareas y metas clave, pero no responsabilidades y recursos para su concreción. El reciente lanzamiento de la *Estrategia Regional de Cambio Climático* parece marcar un avance en esa dirección. Por el momento, urge consolidar la generación de indicadores ambientales, colocar la adaptación en el centro de los esfuerzos -articulándola con la gestión del riesgo-, fortalecer la gestión de los bosques y zonas protegidas (cruciales para encarar el fenómeno) y construir de manera participativa instrumentos de ordenamiento territorial y de educación ciudadana.

## HALLAZGOS RELEVANTES

- >> Centroamérica produce menos del 0,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero del planeta.
- >> El cambio de uso del suelo genera el 74% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la región.
- >> Guatemala y Honduras son responsables del 76% de las emisiones en la región, principalmente como resultado de cambios en el uso del suelo y la quema de hidrocarburos y leña.
- >> Centroamérica es señalada como el "punto caliente" más vulnerable al cambio climático entre las regiones tropicales del mundo.
- >> De acuerdo con las proyecciones, el calentamiento global estaría asociado a aumentos o reducciones de la precipitación en diversas zonas y estaciones en Centroamérica, con los consecuentes problemas para la gestión de los recursos hídricos.
- >> El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático señala que en el futuro los huracanes serán más intensos en toda la región, con vientos de mayores velocidades máximas y precipitaciones más abundantes.
- >> Estudios realizados en Costa Rica y Panamá reportan descensos en poblaciones de anfibios y reptiles, así como un menor crecimiento de especies forestales, debido a cambios en las variables de temperatura y precipitación en los bosques.
- >> En los escenarios más pesimistas de cambio climático, se espera que para el año 2050 casi un millón de kilómetros cuadrados del territorio mesoamericano (México, Centroamérica y República Dominicana) habrá sido afectado en cuanto a las condiciones que hoy sustentan la biodiversidad y los ecosistemas.
- >> Bajo el supuesto de que el nivel del mar habrá aumentado un metro a fines del siglo XXI, se estima que todas las costas de Centroamérica, tanto del Pacífico como del Caribe, serían afectadas, con impactos particularmente severos en las ciudades y puertos ubicados en esas zonas.
- >> Escenarios proyectados al año 2050 muestran una significativa reducción en el área disponible para la producción de café en Nicaragua.
- >> Diversos estudios identifican a Centroamérica entre las regiones del mundo con mayores problemas de seguridad alimentaria ante el cambio climático.
- >> Los cultivos más sensibles al cambio climático son caña de azúcar, yuca, maíz, arroz y trigo (maíz, frijol y arroz son los cultivos más importantes en Centroamérica).
- >> La región tiene cerca de dos millones de pequeños productores de granos básicos, con una alta concentración en agricultura de subsistencia y cultivos vulnerables al cambio climático.
- >> El índice de riesgo climático (calculado para 176 países entre 1990 y 2008, con base en fenómenos meteorológicos extremos) ubica a Honduras y Nicaragua entre las naciones en mayor riesgo (tercera y quinta posición, respectivamente).
- >> Aunque no se ha establecido una relación clara con el cambio climático, desde las décadas de los ochenta y noventa se registra un notable crecimiento en el número y la magnitud de los daños y pérdidas asociados a los desastres de origen hidrometeorológico en la región.
- >> Entre 65 documentos de políticas y estrategias de alcance nacional elaborados en todos los países, en los cuales se definen medidas ante el cambio climático, solo en siete se identificaron responsabilidades y recursos para su implementación.

## VALORACIÓN GENERAL

El desafío del cambio climático pone a Centroamérica de cara a todas sus debilidades en desarrollo humano sostenible, pues la reta a enfrentar con profundos rezagos un proceso que magnifica las amenazas que ya han golpeado persistentemente a la región. La intensidad y gravedad de los riesgos esperados sacan a la luz las deudas en materia de ordenamiento del territorio, gestión del riesgo, deterioro ambiental, articulación institucional, seguridad alimentaria y, sobre todo, vulnerabilidad social derivada de la pobreza y la desigualdad, que requieren planificación y compromiso con el desarrollo. Afrontar estos retos bajo el marco del cambio climático solo puede generar efectos positivos, y abre una oportunidad para "ordenar la casa" en áreas urgentes. Sin embargo, la acción regional en estos ámbitos se muestra similar a otros esfuerzos por el desarrollo: se da con retraso, sin claridad ni información suficiente, dependiendo de recursos externos y con medidas aisladas, fragmentadas y no siempre sostenibles.

Hoy en día el cambio climático es una certeza para la comunidad científica, y se atribuye, por una parte, a una alteración de la composición de la atmósfera derivada -directa e indirectamente- de la actividad humana y, por otra, a los ciclos naturales de cambio en el planeta. Sus principales manifestaciones se relacionan con la variación de los promedios o normas de temperatura, precipitación y otras variables climáticas y el aumento en el número o la intensidad de los eventos (tanto extremos como potencialmente dañinos en diversas magnitudes), con el consecuente incremento del riesgo de desastres. La medición de sus alcances se apoya en metodologías y proyecciones complejas, que arrojan resultados con distintos grados de certidumbre. Además, en ocasiones se le imputan a este fenómeno los efectos de otras condiciones preexistentes de amenaza y vulnerabilidad, lo que genera confusión y exige a los actores políticos y económicos de su rol en la forma en que los eventos climáticos golpean a la población. Sin embargo, sólida información científica aporta elemen-

tos suficientes para entender la gravedad de la situación, y la necesidad de impulsar acciones en dos dimensiones: la mitigación -centrada en la reducción y fijación de emisiones de gases de efecto invernadero- y la adaptación en respuesta al estímulo climático o a sus efectos.

La evidencia internacional muestra que, por su conformación física y sus niveles de vulnerabilidad, Centroamérica se constituye en el "punto caliente" más prominente de las zonas tropicales del planeta frente al cambio climático, es decir, un área con alta probabilidad de ser la más impactada por los efectos del fenómeno. Como en otros aspectos de la realidad mundial, esta amenaza se levanta sobre el Istmo para cobrar una factura mayoritariamente ajena: la región es responsable de menos del 0,5% de las emisiones que contribuyen al efecto invernadero. En términos globales, aunque los mayores aportes de gases contaminantes provienen de las economías desarrolladas, las regiones que reciben los mayores impactos son las más pobres. Esta situación ha sido reconocida en el marco de las negociaciones internacionales, en las que se ha adoptado el principio de "responsabilidades comunes, pero diferenciadas". Lo anterior no exime a los países de su responsabilidad particular ante este proceso, que también es producto de cambios en el uso del suelo, deforestación, concentraciones urbanas y otros desequilibrios en los cuales Centroamérica ha sido prolífica; sin importar la escala en que se manifiestan, también son frentes abiertos que deben ser atendidos.

Los estudios del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés) y diversos análisis locales plantean que Centroamérica podría sufrir cambios significativos en sus condiciones climáticas. Según los escenarios pesimistas de emisiones futuras, se estima que la temperatura regional promedio aumentaría hasta cerca de 4,2 grados para finales del siglo XXI, y que los patrones de precipitación (con importantes diferencias entre los países) podrían mostrar reducciones e incrementos significativos según la zona y el período. Esto podría exacerbar la tendencia creciente en el número de desastres por fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y la intensidad de

eventos extremos como los huracanes. Históricamente esta es una región con poca experiencia en la planificación del territorio y débil gestión de los riesgos. Un ejemplo drástico fue el huracán Mitch en 1998, responsable de 20.000 víctimas muertas o desaparecidas y una severa destrucción de infraestructura. Pese a la activación de esfuerzos regionales tras esa experiencia, algunos expertos consideran que la persistencia de la pobreza y la fragilidad de la gestión hacen que hoy Centroamérica tenga similares o mayores condiciones de vulnerabilidad que en aquel momento.

En su dimensión más general, los estudios señalan que el cambio climático puede ocasionar graves impactos en la región, como el aumento de la inseguridad alimentaria, problemas para el manejo y disponibilidad del agua, merma de la actividad turística, pérdida de recursos e integridad territorial marino-costeras, destrucción o empobrecimiento de la biodiversidad y los ecosistemas, mayor riesgo de desastres y para la salud humana, dependencia energética, afectación en los medios de vida y la cultura de los pueblos indígenas, entre otros. A nivel natural, en el escenario más pesimista se proyecta que se verían afectados los ecosistemas de más de un millón de kilómetros cuadrados en México, Centroamérica y República Dominicana. En este sentido, las áreas protegidas, que cubren cerca de una cuarta parte del territorio centroamericano, así como los bosques, pueden jugar un rol decisivo tanto en la mitigación como en la adaptación, por sus efectos en la fijación del suelo, el control de inundaciones y la protección de fuentes de agua entre muchos otros.

Además, el cambio climático tendría serias implicaciones sociales y económicas en áreas clave. En la agricultura, los estudios prevén afectación a mediano y largo plazo en cultivos sobre los que descansa gran parte de la seguridad alimentaria y la economía de muchos pequeños productores; esto se daría además en un marco de grandes debilidades para la adaptación, la capacitación y la transformación tecnológica. En el sector

## VALORACIÓN GENERAL

energético también se presentan desafíos: la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en una región que depende de fuentes contaminantes y muestra impactantes cambios de uso y degradación de tierras, a los que se suman los riesgos de disponibilidad y manejo del agua para su aprovechamiento en la generación de energía limpia. La matriz energética centroamericana ha estado marcada por la dependencia de hidrocarburos, tanto para el transporte como para la producción de electricidad en varios países, por lo que es urgente una política que privilegie el desarrollo de energías renovables bajas en emisiones.

Ante este panorama, la región es prolífera en declaraciones, políticas y estrategias; sin embargo, en ellas se señalan tareas que en su mayoría carecen de definición en cuanto a responsables y recursos, y pocas se han traducido en acciones concretas y sostenibles. Además, las primeras iniciativas en este campo se han centrado en la reducción de emisiones, motivadas por la disponibilidad de

recursos internacionales para apoyar los esfuerzos que realicen los países en desarrollo. En cambio, el trabajo de adaptación, clave para que Centroamérica se ajuste al embate del cambio climático, apenas comienza. La reciente aprobación de la Estrategia Regional de Cambio Climático podría significar un avance en ese sentido, que habrá que analizar conforme progrese su implementación.

El informe *The economics of climate change: the Stern review* señaló que las medidas para reducir las emisiones alcanzarían un costo del 1% del PIB mundial anual, pero que, de no hacerse nada, los daños a la economía global podrían llegar a niveles entre el 5% y el 20%. En Centroamérica este reto es mayor y requiere acciones conectadas con la agenda de desarrollo. Desde una perspectiva práctica y realista, y sin descuidar la mitigación, es necesario colocar la meta de la adaptación en el centro de los esfuerzos, articulándola en una relación sinérgica con la política de gestión del riesgo. En consecuencia, urge crear y consolidar sistemas de información sobre las actividades

productivas, de protección ambiental y de prevención de riesgos -principalmente a partir de instrumentos de ordenamiento territorial- y, en forma paralela, desplegar campañas de divulgación educativa dirigidas a la población. También se requieren mecanismos de manejo y planificación para la disponibilidad futura de agua. En mitigación es crucial reforzar la protección y reducir la degradación de tierras, así como encaminarse a la soberanía energética y a un mayor acceso a tecnologías que permitan un uso eficiente y limpio de los recursos. Y por último, es imperativo poner en marcha una reorganización institucional que garantice sinergia entre gestión del riesgo, adaptación y gestión ambiental. Son tareas complejas, pero que refieren a deudas históricas y que se han integrado en el gran tema del cambio climático, dándole una dimensión inédita a la necesidad de relanzar el desarrollo humano sostenible, con participación e integración de todos los actores sociales.

## COORDINACIÓN Y EDICIÓN DEL CAPÍTULO

→ LEONARDO MERINO

INSUMOS DISPONIBLES EN [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)

## "Impactos sociales y económicos del cambio climático con énfasis en los sectores de energía y agricultura"

→ JUVENTINO GÁLVEZ, JUAN CARLOS MÉNDEZ Y RODOLFO VELIZ  
 ▶ IARNA, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR ▶ GUATEMALA

## "Efectos del cambio climático para Centroamérica"

→ LENÍN CORRALES ▶ COSTA RICA

## "Riesgo, desastre y gestión del riesgo en Centroamérica, 1999 a 2010"

→ ALLAN LAVELL Y CHRIS LAVELL ▶ FLACSO | COSTA RICA

## "Políticas y estrategias nacionales y regionales de adaptación y mitigación frente al cambio climático"

→ LEONARDO MERINO  
 ▶ PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN/REGIÓN | COSTA RICA

## CONTRIBUCIONES ESPECÍFICAS PARA EL TEXTO

→ GIANLUCA GONDOLINI ▶ RAINFOREST ALLIANCE | COSTA RICA

→ CARLOS RIVAS ▶ CCAD, SICA | EL SALVADOR

→ PATRICIA RAMÍREZ Y PAOLA BERMÚDEZ ▶ CRRH, SICA | EL SALVADOR

→ EMIL CHERRINGTON ▶ CATHALAC | PANAMÁ

→ GERÓNIMO PEREZ Y JUAN CARLOS ROSITO  
 ▶ IARNA, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR | GUATEMALA

→ LENÍN CORRALES ▶ COSTA RICA  
 REELABORÓ Y PREPARÓ VARIOS MAPAS PARA DIVERSAS SECCIONES.

→ STEFFAN GÓMEZ, AMANDA CHAVES Y KAREN CHACÓN  
 ▶ PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN/REGIÓN | COSTA RICA  
 COLABORARON EN LA REDACCIÓN, SÍNTESIS Y EDICIÓN DE SECCIONES ESPECÍFICAS DEL CAPÍTULO.

## REVISIÓN Y COMENTARIOS A LOS BORRADORES DEL CAPÍTULO

## AGRADECEMOS A

→ PEDRO LEÓN ▶ CENAT | COSTA RICA

→ JORGE AROSAMENA ▶ PANAMÁ

→ PASCAL GIROT ▶ UICN | MESOAMÉRICA

→ JULIE LENNOX ▶ CEPAL | MÉXICO

→ JAIME INCER ▶ NICARAGUA

→ ALIDA SPADAFORA ▶ ANCON, PANAMÁ

→ LEDA MUÑOZ  
 ▶ FUNDACIÓN OMAR DENGO  
 Y PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN | COSTA RICA

→ THOMAS NIELSEN ▶ PREMACA

→ JUVENTINO GÁLVEZ, JUAN CARLOS MÉNDEZ Y RODOLFO VELIZ  
 ▶ GUATEMALA

→ LENÍN CORRALES ▶ COSTA RICA

→ ALLAN LAVELL ▶ FLACSO, COSTA RICA

→ EVELYN VILLARREAL  
 ▶ PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN/REGIÓN | COSTA RICA

## AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

A Hubert Méndez, Pascal Girot y el equipo de UICN, así como a Premaca-Danida, por el apoyo material para el desarrollo de la investigación para este capítulo. A Mirza Castro (Programa del Cambio Climático-Serna, Honduras) y Suyen Gabriela Pérez (Dirección de Cambio Climático-Marena, Nicaragua) por sus aportes para el análisis de políticas y estrategias. A Natalia Morales, Diego Fernández, Antonella Mazzei, Rafael Segura y Karla Meneses (Programa Estado de la Nación/Región, Costa Rica) por su apoyo en la búsqueda, elaboración, procesamiento y preparación de material estadístico.

## TALLER DE CONSULTA

SE REALIZÓ EL 11 DE NOVIEMBRE DEL 2010 EN CIUDAD DE PANAMÁ, CON LA PARTICIPACIÓN DE

→ VIVIANA ALBA	▶ PANAMÁ
→ SONIA BAIREZ	▶ EL SALVADOR
→ ALONSO BRENES	▶ COSTA RICA
→ LILY CABALLERO	▶ HONDURAS
→ JAIME ARTURO CARRERA	▶ GUATEMALA
→ LUIS FERNANDO CARRERA	▶ GUATEMALA
→ LUIS CASTAÑEDA	▶ PANAMÁ
→ ALEXANDER COLES	▶ PANAMÁ
→ LENÍN CORRALES	▶ COSTA RICA
→ ROBERTO DILGER	▶ COSTA RICA
→ JUVENTINO GÁLVEZ	▶ GUATEMALA
→ ALLAN LAVELL	▶ COSTA RICA
→ JOSÉ EMILIO MÁRQUEZ	▶ EL SALVADOR
→ MIRELLA MARTÍNEZ	▶ PANAMÁ
→ JUAN CARLOS MÉNDEZ	▶ GUATEMALA
→ LEONARDO MERINO	▶ COSTA RICA
→ ANTONIO MIJAIL PÉREZ	▶ NICARAGUA
→ OTTONIEL MONTERROSO	▶ GUATEMALA
→ ALBERTO MORA	▶ COSTA RICA
→ NINETTE MORALES	▶ NICARAGUA
→ CAMILO MONTOYA	▶ PANAMÁ
→ CARLOS ISACC PÉREZ	▶ EL SALVADOR
→ MARIAN PÉREZ	▶ COSTA RICA
→ CARLOS RIVAS	▶ EL SALVADOR
→ ALMA QUILO	▶ GUATEMALA
→ ALBERTO SALAS	▶ COSTA RICA
→ ALIDA SPADAFORA	▶ PANAMÁ
→ LORENA SUYAPA	▶ HONDURAS
→ NOEL TREJOS	▶ PANAMÁ
→ ALVARO URIBE	▶ PANAMÁ
→ JORGE VARGAS-CULLELL	▶ COSTA RICA
→ JULIE LENNOX	▶ MÉXICO

## ASISTENTES DE INVESTIGACIÓN

→ AMANDA CHAVES Y KAREN CHACÓN, CON APOYO DE FRAYA CORRALES Y ANTONELLA MAZZEI

## REVISIÓN Y CORRECCIÓN DE CIFRAS

→ JOSÉ ANTONIO RODRÍGUEZ Y NATALIA MORALES





## CAPÍTULO

## 9

## El desafío de enfrentar el cambio climático

**Introducción**

Según se define en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el proceso que analiza este capítulo consiste en “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. Es decir, junto a los ciclos propios de la naturaleza, la actividad humana ha llegado a generar una transformación del equilibrio natural del planeta; aunque este muestra cambios de clima en el transcurso de largos períodos, el ritmo impuesto por la variable humana implica que el calentamiento global se daría más rápidamente de lo que se ha experimentado en los últimos 10.000 años (Campos, 2001).

El presente capítulo analiza las potenciales repercusiones de este proceso en Centroamérica y los desafíos que implica enfrentarlo y mitigarlo desde las perspectivas ambiental, social, económica e institucional. Para ello se recopiló y analizó parte de la información científica producida en el Istmo, con el fin de apoyar los esfuerzos por conocer y entender este fenómeno y sus posibles efectos en términos del riesgo, las amenazas físicas y la vulnerabilidad que lo constituyen, y las condiciones institucionales existentes, así como promover

la consecuente acción política -pública y privada- que demanda este reto.

El capítulo está conformado por tres secciones principales. En la primera se hace un recuento de las evidencias científicas y las proyecciones sobre el posible impacto del cambio climático en Centroamérica. La segunda explora, con apoyo en diversos esfuerzos de investigación, los efectos esperados a nivel social y económico, con énfasis en dos sectores clave: agricultura y energía. Además plantea algunos vínculos entre cambio climático y gestión del riesgo de desastre, sobre todo en lo que concierne a la vulnerabilidad social ante los eventos climáticos. Por último, se presenta un análisis sobre las características y alcances generales de las políticas y estrategias regionales que se han formulado ante este desafío. No es posible incluir en este capítulo todos los temas sobre los cuales se han señalado vínculos con el cambio climático, en algunos casos por falta de información y en otros porque se refieren a campos muy específicos o de incipiente tratamiento (por ejemplo, el posible impacto en las zonas urbanas).

**Evidencias y proyecciones del cambio climático en la región**

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático<sup>1</sup> (IPCC, por su sigla en inglés), principal actor científico en la materia, señala a Centroamérica

como el “punto caliente” más vulnerable de las regiones tropicales del mundo. Se trata de un área altamente sensible, tanto a los cambios en los patrones de temperatura y precipitación actuales, como a los posibles aumentos en intensidad y recurrencia de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos extremos que se derivan o son potenciados por el cambio climático.

Los hallazgos de la comunidad científica sobre este fenómeno son variados y divergentes. Sin embargo, los estudios que recoge este capítulo coinciden en señalar un conjunto de impactos potenciales para la región, a saber: debilitamiento de la seguridad alimentaria y riesgo de hambrunas, aumento del estrés hídrico y problemas de disponibilidad de agua, alteración de los recursos marino-costeros, impactos en la biodiversidad y los ecosistemas, amenazas para la salud humana, daños a la infraestructura, mayor vulnerabilidad y riesgo de desastres, dependencia de energías contaminantes, afectación de los medios de vida y la cultura de los pueblos indígenas, entre otros.

La evidencia muestra la necesidad de generar conocimiento y construir capacidades de adaptación, ante un fenómeno que podría afectar significativamente territorios, ecosistemas, actividades económicas y poblaciones ya de por sí vulnerables. Existe consenso en cuanto a las manifestaciones del cambio climático

derivadas de la actividad humana. Por supuesto, se observan diferencias de criterio sobre sus alcances, según las metodologías y supuestos utilizados en distintos estudios; hay ciertos grados de incertidumbre o hallazgos que pueden confundirse con otros fenómenos ya existentes (de amenazas naturales y situaciones de vulnerabilidad social propias de la realidad centroamericana). Las proyecciones temporales también están marcadas por la incertidumbre, pero se sabe que conforme avanza el tiempo, la probabilidad de impactos mayores aumenta. Hay elementos suficientes para visualizar el cambio climático y sus posibles efectos. Esta primera sección recorre parte de esa diversidad de información científica para la región.

### Centroamérica y su papel ante el cambio climático global

Diversos estudios señalan que el istmo centroamericano no juega un papel decisivo en la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen a la ocurrencia del cambio climático a escala mundial, pero sí está significativamente expuesto a sus efectos. Como punto geográfico poblado por sociedades de alta vulnerabilidad, no solo muestra escenarios

de posibles impactos futuros, sino que en él ya se han observado variaciones que pueden derivarse del fenómeno. Este apartado presenta los alcances, manifestaciones y posibles efectos del cambio climático a nivel global y regional, con base en el último reporte del IPCC y en algunos datos regionales, y con énfasis en los efectos sobre la naturaleza y el territorio.

### Comunidad científica aporta evidencia sobre transformaciones globales y regionales

Nuevas y crecientes evidencias muestran que las fuentes del cambio climático son diversas y complejas, y están significativamente relacionadas con los patrones actuales de desarrollo (cuadro 9.1). Sus efectos apuntan a que, durante el presente siglo, el planeta sufrirá variaciones importantes en los patrones de precipitación y de temperaturas, el nivel de los océanos y la ocurrencia de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos, lo cual afectará el equilibrio climático para los ecosistemas, las actividades humanas y la seguridad de la población.

Según el *Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, las pruebas

reunidas hasta ahora muestran tendencias al aumento de la temperatura promedio mundial y de las concentraciones de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico (gráficos 9.1 y 9.2), la elevación del nivel del mar, la reducción de la masa glaciar, las capas de hielo y el hielo marino flotante de los glaciares de altas montañas, y el descongelamiento del *permafrost*<sup>2</sup> tanto al norte de las altas latitudes, como en el sur (Chile y Argentina) (IPCC, 2007). Estos datos refuerzan la idea de que, junto a los procesos climáticos naturales del planeta, hay una relación clara entre la producción de GEI por la actividad humana y el calentamiento global. De mantenerse estas tendencias, es probable que se den impactos diversos sobre los ecosistemas mundiales: pérdida de hábitats, cambios en la vegetación y en la química oceánica, vulnerabilidad a incendios forestales, plagas, expansión de especies invasoras y cambios en la productividad agrícola, entre otros (NASA, 2010; NOAA, 2010; Serreze, 2010).

En Centroamérica, un análisis de índices de cambio climático para el período 1961-2003 (Aguilar et al., 2005) puso de manifiesto una tendencia general al calentamiento en la región, con mayores extremos cálidos y un aumento

#### CUADRO 9.1

##### MUNDO

#### Principales sectores generadores del cambio climático

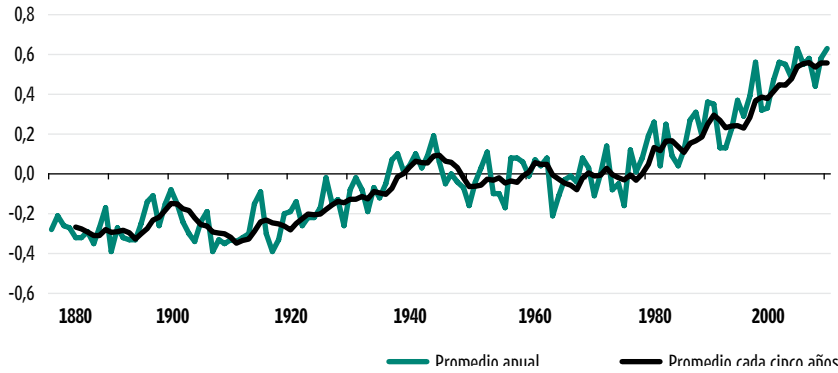
Sector	Impacto
Transporte	Aporta cerca del 13,1% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial. Sus principales fuentes son la flota vehicular y el uso de combustibles fósiles, que generan dióxido de carbono y otros GEI.
Generación de electricidad	Produce aproximadamente un 25,9% del total de emisiones de GEI alrededor del mundo.
Forestal	Los bosques tienen capacidad de absorber y almacenar carbono durante largos períodos. La deforestación, los incendios y la transformación de áreas de bosque en cultivos u otros usos, los convierte en fuentes emisoras de GEI, cerca de un 17,4% del total mundial.
Industrial	Las actividades industriales con intenso consumo energético, como la manufactura de hierro y acero, metales no ferrosos, productos químicos y fertilizantes, el refinado de petróleo y la producción de cemento, pulpa y papel, representan la mayor parte del consumo de ese sector en la mayoría de los países. Generan cerca del 19,4% de las emisiones mundiales de GEI.
Residuos sólidos	Según el IPCC, aproximadamente el 2,8% de las emisiones de GEI proviene de los rellenos sanitarios y la incineración de residuos sólidos.
Agropecuario	Es uno de los principales emisores de GEI como metano, óxido nítrico y, en menor escala, carbono. Estos se liberan debido a prácticas de manejo, tanto en cultivos como en ganadería.
Aguas residuales	Sus emisiones de GEI se originan en fuentes domésticas, comerciales e industriales, específicamente en tanques sépticos y letrinas, así como en descargas no controladas.
Turismo	Contribuye en la emisión de GEI por el transporte (aéreo y terrestre) y el alojamiento de turistas. Se estima que representa cerca de un 5% de las emisiones mundiales de GEI; el transporte aéreo es responsable de un 40% de ese total.

Fuente: IMN.

GRÁFICO 9.1

MUNDO

**Temperatura superficial promedio anual del aire<sup>a/</sup>. 1880-2010**  
(anomalía de temperatura en grados centígrados)

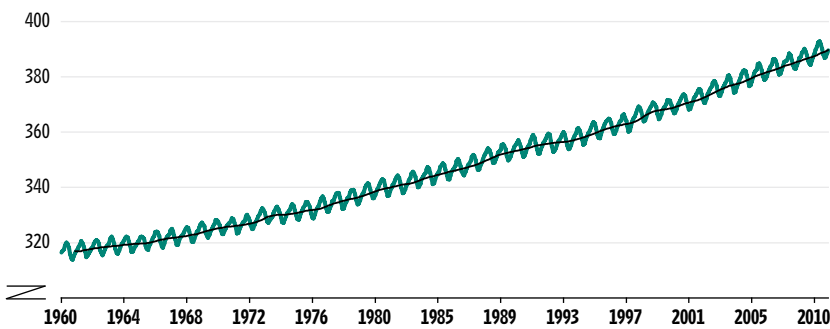


a/ Con un período base de 1951-1980.  
Fuente: NASA, 2010.

GRÁFICO 9.2

MUNDO

**Valores de concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico. 1960-2010**  
(partes por millón)



Fuente: Observatorio Mauna Loa en Hawaii, Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos.

de la temperatura mínima. El promedio de temperatura anual se elevó en alrededor de 1°C desde 1900, y los días y noches cálidas se incrementaron en un 2,5% y un 1,7% por década, mientras que las noches y días fríos disminuyeron en 2,2% y 2,4%, respectivamente. Los extremos de temperatura registran aumentos de entre 0,2°C y 0,3°C por década. Con respecto a la precipitación, se encontró gran variabilidad entre los espacios geográficos, pero los índices muestran que, aunque no haya incrementos importantes en la cantidad de lluvias, sí se observa una intensificación de las mismas. Es decir, en la

región ahora llueve con más intensidad en períodos más cortos.

Otros estudios reportan variaciones en la diversidad y los ecosistemas centroamericanos, que pueden guardar relación con el cambio climático. Pounds et al. (1999) plantearon que el aumento en la temperatura del aire, seguido de un calentamiento de los océanos, estaba asociado a cambios en la población de cincuenta especies de anuros (ranas y sapos), incluyendo la desaparición del sapo dorado (*Bufo periglenes*) en 1987 en el bosque nuboso de Monteverde, en Costa Rica. Por su parte, Clark et al. (2003) observaron que,

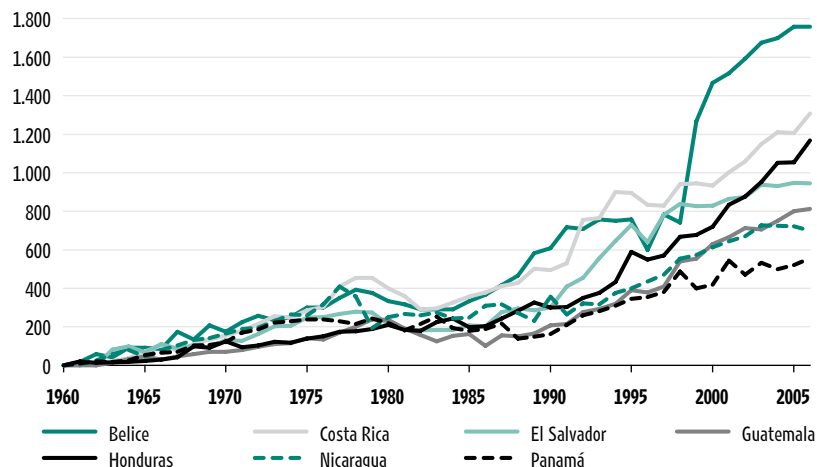
entre 1984 y 2000, bajaron de manera constante las tasas anuales de crecimiento en el diámetro de seis especies de árboles en el bosque tropical lluvioso de la estación La Selva, en ese mismo país; esto fue correlacionado negativamente con la temperatura mínima diaria, así como con el incremento de las temperaturas nocturnas y sus efectos en la fotosíntesis. Un hallazgo similar obtuvieron Feeley et al. (2007) para todas las especies forestales presentes en una parcela de cincuenta hectáreas en la isla Barro Colorado, en Panamá: las tasas de crecimiento habían disminuido de modo significativo durante dos décadas, independientemente de su tamaño inicial o nivel de organización (especie, comunidad o sitio). Se determinó que este hecho tenía una correlación negativa con la media anual de temperaturas mínimas diarias, y una correlación positiva con la precipitación anual y el número de días sin lluvia.

#### Bajo aporte relativo a las emisiones mundiales y el efecto invernadero

Centroamérica tiene una limitada participación en el efecto invernadero; se estima que produce menos del 0,5% de las emisiones de GEI del planeta (IPCC, 2007; Cepal, 2009). Pese a ello, por sus efectos externos e internos en los ámbitos económico, social y ambiental, el panorama de las emisiones regionales es creciente y preocupante, debido, entre otros aspectos, a una alta dependencia de los hidrocarburos y la leña, un uso poco eficiente de la energía, y la deforestación y degradación del suelo. Las emisiones totales en el año 2005 (último dato disponible) fueron de 235,7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>3</sup>. Las naciones que más aportan son Guatemala (45%) y Honduras (31%); el resto presenta valores menores al 7%. Todos los países muestran un acelerado crecimiento de sus emisiones totales de carbono a partir de los años noventa; Belice, Costa Rica y Honduras son los de mayor incremento (gráfico 9.3). El valor más alto corresponde a Belice, cuyas emisiones totales se multiplicaron cerca de dieciocho veces en el período 1960-2006.

GRÁFICO 9.3  
CENTROAMÉRICA

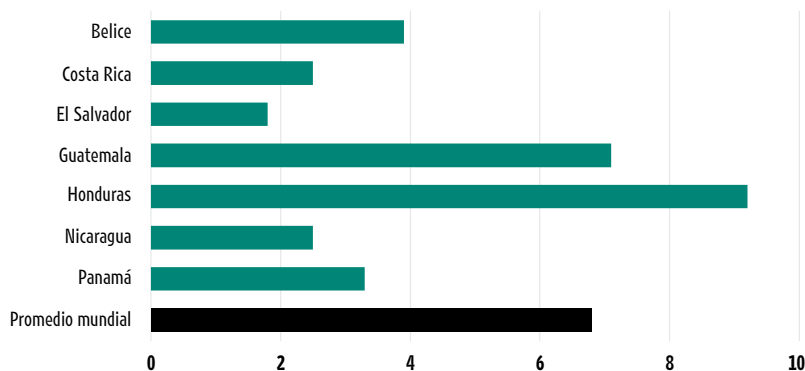
**Crecimiento de las emisiones nacionales totales de CO<sub>2</sub>. 1960-2006**  
(porcentajes)



Fuente: Corrales, 2010, con datos de CAIT-WRI, 2010.

GRÁFICO 9.4  
MUNDO

**Emisiones anuales de GEI por habitante. 2005**  
(toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por habitante)



Nota: Incluye cambio en el uso de la tierra, consumo de *bunkers* y los gases dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre.

Fuente: Corrales, 2010, con datos de CAIT-WRI, 2010.

que cabe una breve mención al tema de las emisiones generadas por cada uno de ellos. Los GEI emitidos por las actividades agrícolas son inferiores a los ocasionados por el cambio en el uso del suelo. Según los inventarios nacionales -en su mayoría con datos que tienen más de quince años de antigüedad-, la agricultura aporta un 12% de las emisiones brutas (gráfico 9.5), la energía representa un 11% y -por encima de ambas- el cambio de uso del suelo significa el 74%. La limitada capacidad de modernización tecnológica y gestión en los sectores agrícola y energético, la dependencia de fuentes contaminantes (pese al enorme potencial de fuentes limpias sin aprovechar) y las presiones sobre el uso de los recursos hacen pensar que, sin medidas prontas, las emisiones derivadas de estos tres factores podrían aumentar. Esto también es clave en el caso del transporte. En la región, este sector carece de alternativas y políticas claras para su ordenamiento y la reducción de sus impactos. En el año 2000 (último dato disponible) este rubro significó entre un 5% y un 19%, dependiendo de si se consideran o no los cambios en el uso del suelo (Cepal et al., 2010).

#### Se proyectan cambios significativos en el clima regional

Dada la alta susceptibilidad de la región al cambio climático, resulta clave contar con información que describa con claridad los posibles impactos de ese fenómeno. En la actualidad el conocimiento se basa en escenarios que proyectan el comportamiento del clima en diferentes modelos de crecimiento económico y de la población, y bajo el supuesto de que se adoptarán nuevas tecnologías. Se prevén concentraciones de emisiones de CO<sub>2</sub> en el aire, con las consecuentes variaciones en la temperatura promedio y los patrones de precipitación. En virtud de la diversidad de metodologías y enfoques que sustentan estos hallazgos, se recomienda tener en cuenta las precisiones técnicas incluidas en forma de notas y los documentos citados a lo largo de este capítulo, así como las consideraciones generales señaladas en el recuadro 9.1.

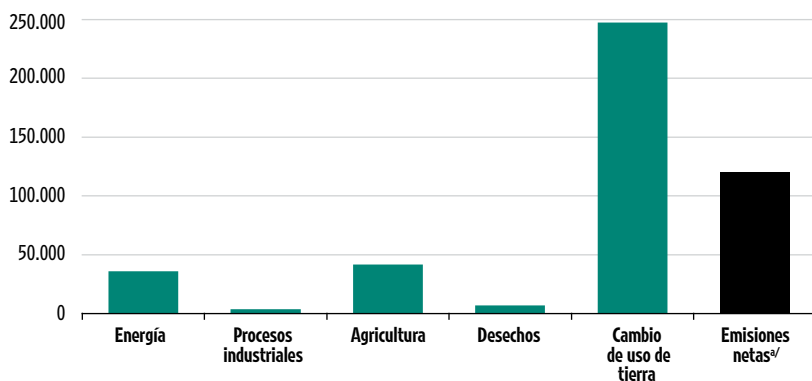
Por su parte, las emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> (sin considerar el cambio de uso del suelo) crecieron en todos los países entre 1980 y 2006. En el 2005 los valores más altos correspondieron a Belice, pero al tomar en cuenta todas las emisiones anuales de GEI por habitante (incluyendo el cambio en el uso de la tierra, el consumo de *bunkers*, diésel, carbón mineral, GLP y otros gases) Honduras y Guatemala registran los valores más elevados (gráfico 9.4). Cabe

mencionar que, aunque todos los países han realizado inventarios de emisiones, los datos están bastante desactualizados y los años de referencia rondan en la mayoría de los casos entre 1990 y 1996. Esto sugiere que el conocimiento sobre las emisiones reales es limitado y que se requiere un esfuerzo para conocer la situación reciente.

Este capítulo analiza el posible impacto del cambio climático en los sectores de energía y agricultura, por lo

## GRÁFICO 9.5

## CENTROAMÉRICA

**Emisiones de GEI por actividad, brutas y netas. 2000**(miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)

a/ Es la diferencia entre las emisiones totales y la absorción de carbono generada por otros cambios de uso del suelo.

Fuente: Cepal et al., 2010, con base en los inventarios nacionales del 2000.

## RECUADRO 9.1

**Escenarios de cambio climático: consideraciones técnicas sobre su presentación**

Los análisis de escenarios que se exponen en este capítulo tienen un carácter técnico que puede dificultar su lectura. Con el objetivo de simplificar y no reiterar en cada segmento todos los detalles metodológicos, fundamentales para interpretar de manera correcta los resultados, este recuadro presenta algunos elementos clave que se encontrarán a lo largo del texto, pues para analizar escenarios de cambio climático se requiere conocer el origen y contenido de la información. Esta última incluye tres tipos de datos: los escenarios de emisiones, el modelo de circulación global del clima que se utiliza y los años de referencia actual y futura.

Los escenarios de emisiones son un componente central de cualquier evaluación del cambio climático. El IPCC identifica cuarenta, en cuatro líneas evolutivas: A1, A2, B1 y B2. Dos de esos escenarios se centran en el posible comportamiento en un contexto de priorización de la riqueza material y dos hacen hincapié en la sostenibilidad y la equidad. Adicionalmente, dos escenarios enfatizan en la globalización y dos en la regionalización (IPCC, 2001):

**La línea evolutiva A1** describe un futuro de crecimiento económico muy rápido, en el que la población mundial alcanza su máximo cerca del año 2050 y disminuye posteriormente. Existen tres grupos que siguen direcciones alternativas del cambio tecnológico en la producción energética: A1FI, caracterizado por un uso intensivo de energía fósil (más alto), A1T, que opta por el uso de fuentes de energía no fósiles (medio) y A1B, en el que se observa un equilibrio de todas las fuentes de energía (el más bajo).

**La línea evolutiva A2** describe un mundo heterogéneo. La población aumenta en forma continua y el desarrollo económico se da básicamente a nivel de regiones. El crecimiento económico per cápita está más fragmentado y tiene un ritmo más lento.

**La línea evolutiva B1** describe un mundo en el que la población alcanza su máximo a mediados del siglo XXI y disminuye posteriormente, como en el grupo A1, pero con rápidos cambios en las estructuras económicas. Se avanza hacia una economía de servicios e información, la reducción intensiva en el uso de materiales y la introducción de tecnologías limpias y eficientes en el empleo de los recursos.

Las proyecciones señalan que, tanto para los escenarios más optimistas como para los más pesimistas, el planeta mantendrá una tendencia al calentamiento en su superficie para finales del siglo XXI. Al analizar los valores de cambio promedio de la temperatura para el período 2090-2099, con respecto a 1980-1999, se prevén aumentos de entre 1,8°C y 4,0°C (cuadro 9.2). Esta tendencia se identifica también para América Latina. Según diferentes modelos, para finales de siglo se proyecta un calentamiento del orden de 1°C a 4°C para el escenario B2, y de 2°C a 5°C para el escenario A2 (Conde y Saldaña, 2007).

En este marco, Centroamérica sobresale como el “punto caliente” más prominente de los trópicos del mundo, como se deriva del análisis de un índice de cambio climático regional (Giorgi, 2006). Este se calcula para veintiséis

**La línea evolutiva B2** describe un mundo en el que el énfasis en la sostenibilidad económica, social y ambiental se da a nivel local. El aumento de la población mundial está en una tasa más baja que en el grupo A2 y existen niveles intermedios de desarrollo económico. El escenario está orientado hacia la protección del medio ambiente y se centra en los ámbitos local y regional.

Una gran parte de los estudios usan tres escenarios base<sup>4</sup>, que a menudo se presentan según el nivel de estabilización de CO<sub>2</sub> (medido en partes por millón, o ppm): B1 (crecimiento con bajas emisiones a un nivel de estabilización del CO<sub>2</sub> de 550 ppm), A1B (crecimiento moderado de emisiones a un nivel de estabilización de CO<sub>2</sub> de 720 ppm) y A2, escenario en el que no hay estabilización de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (Serreze, 2010). Como referencia, el nivel actual en el mundo (a marzo del 2011) es de 392 ppm.

El otro componente de la información sobre el cambio climático se refiere a los modelos de circulación global. Estos son complejos modelos numéricos que representan los procesos físicos del



## RECUADRO 9.1

→ CONTINUACIÓN

**Escenarios de cambio climático: consideraciones técnicas sobre su presentación**

sistema climático en la atmósfera, el océano, las áreas de aguas congeladas y la superficie terrestre. Estos son actualmente la única herramienta fiable para simular las respuestas del sistema climático a la creciente concentración de GEI. Para la preparación del último informe del IPCC se dispuso de veintitrés de estos modelos, con un período de referencia del clima actual correspondiente a 1961-1990 y proyecciones al período 2070-2100. Para conocer sus detalles se recomienda

consultar los documentos técnicos del IPCC.

También se toma en cuenta a cuál publicación del IPCC pertenece la información o los modelos de base. Esa entidad ha producido cuatro evaluaciones, y los datos utilizados en la mayoría de estudios recientes provienen del *Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (conocido como AR4).

Por último, a lo largo de este capítulo se

habla reiteradamente de dos desafíos asociados al cambio climático: mitigación y adaptación. Por **mitigación** se entiende la intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero, y se llama **adaptación** al ajuste de los sistemas humanos o naturales en respuesta a un estímulo climático o a sus efectos actuales o esperados.

Fuente: Corrales, 2010.

## CUADRO 9.2

**Calentamiento medio mundial proyectado para la superficie terrestre.**

2090-2099

( $^{\circ}\text{C}$  en relación con la base de 1980-1999<sup>a/</sup>)

Caso	Cambio de temperatura	
	Mejor cálculo	Margen probable
Concentraciones durante el año constante 2000 <sup>a/</sup>	0,6	0,3 - 0,9
Escenario B1	1,8	1,1 - 2,9
Escenario A1T	2,4	1,4 - 3,8
Escenario B2	2,4	1,4 - 3,8
Escenario A1B	2,8	1,7 - 4,4
Escenario A2	3,4	2,0 - 5,4
Escenario A1F1	4,0	2,4 - 6,4

a/ Estos cálculos se realizan a partir de una jerarquía de modelos que abarca un modelo sencillo de clima, varios modelos de sistemas terrestres de complejidad intermedia (EMIC, por su sigla en inglés) y una gran cantidad de modelos de circulación general atmósfera-océano (MCMAG).

b/ La composición constante para el año 2000 se deriva solamente de MCMAG.

Fuente: IPCC, 2007.

del escenario de emisión de GEI utilizado, las proyecciones de aumento oscilan entre  $0,3^{\circ}\text{C}$  para 2100 y  $3,4^{\circ}\text{C}$  para 2100. Los cambios difieren según la estacionalidad, y su magnitud es ligeramente mayor en el sector sur (Panamá y sur de Costa Rica) que en el norte (desde Belice hasta el norte de Costa Rica), en particular después del 2050. En cuanto a la precipitación, el área norte muestra una tendencia de reducción para la mayor parte del año hasta el 2050. Para el 2100 esta tendencia cambia, y en los escenarios A2 y B2 habría incrementos (en promedio menores al 10%) entre octubre y diciembre. Los otros meses tendrían menor precipitación que en la actualidad, y los meses más críticos presentarían disminuciones de entre un 5,5% en el 2020, hasta un 20% en el 2100. Para el área sur, la tendencia es que durante siete meses del año habría más precipitaciones que en la actualidad, y serían menores entre mayo y septiembre (CRRH-SICA y Cigefi-UCR, 2006).

regiones y se basa en los cambios en la precipitación promedio, la temperatura superficial y la variabilidad interanual de ambas, utilizando veinte modelos de circulación global y tres escenarios (A1B, B1 y A2), y buscando las áreas más sensibles al fenómeno. Además de identificar a Centroamérica como el punto más susceptible, las simulaciones estiman un pronunciado decrecimiento de la precipitación y un aumento en su variabilidad, lo que generaría condiciones más secas en el futuro (Rauscher et al., 2008; Giorgi, 2006; Neelin et al., 2006; Aguilar et al., 2005).

Varias instituciones centroamericanas han realizado esfuerzos para desarrollar escenarios, tanto a nivel regional como local. En general, estas proyecciones han permitido visualizar que la región -de mantenerse las tendencias actuales y según diversos escenarios- presentará cambios significativos en la temperatura promedio y en los patrones de precipitación, con efectos diferenciados según la época y la zona analizada (Anderson et al., 2008; CRRH-SICA y Cigefi-UCR, 2006; Cepal et al., 2010).

En cuanto a la temperatura, estudios del SICA reportan que, dependiendo

MÁS INFORMACIÓN  
SOBRE



**EFFECTOS DEL CAMBIO  
CLIMÁTICO PARA  
CENTROAMÉRICA**

VÉASE

Corrales, 2010,  
en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)

Estas tendencias pueden ser críticas para actividades productivas como la agricultura, pues se modificarían los patrones típicos de lluvias abundantes a lo largo de la cuenca del Pacífico en algunos meses. Los efectos serían más graves durante los períodos de “El Niño”, ya que aumentaría aun más el déficit de lluvia que normalmente produce el fenómeno. Entre octubre y abril, las precipitaciones podrían tener incrementos mensuales de hasta un 10% en 2020 y un 40% en el 2100. Esto tiene tres implicaciones principales: i) a lo largo de la vertiente del Pacífico de Costa Rica y Panamá, las condiciones serían más lluviosas durante todos los meses del año, ii) habría una disminución de la estacionalidad, entre la estación seca y la lluviosa, iii) la presencia de más lluvias a lo largo del año modificaría el clima en ambos países (CRRH-SICA y Cigefi-UCR, 2006).

Los modelos del IPCC coinciden con las simulaciones locales al indicar un aumento generalizado de la temperatura en Centroamérica, una variabilidad positiva y negativa en la precipitación, y además una variación entre la época seca y la lluviosa. El cuadro 9.3 muestra los rangos de cambio en estos indicadores, según estimaciones de varios modelos de circulación global y cuatro de los principales escenarios de emisiones, para las dos épocas del año (Magrin et al., 2007). Según Rauscher et al. (2008), el calentamiento global podría provocar un cambio en la estacionalidad de la precipitación en Centroamérica, lo que tendría serias implicaciones para la gestión de los recursos hídricos en el futuro. Este mismo estudio encontró que la precipitación se reduciría hasta en un 25% (con los mayores cambios en junio y julio), sobre todo en el sur de Guatemala, El Salvador, Honduras y el oeste de Nicaragua.

Asimismo, en escenarios desarrollados recientemente en el marco del proyecto “La economía de cambio climático en Centroamérica”, se estimaron cambios de temperatura y precipitación al año 2100, usando cuatro modelos climáticos en cada caso. En un escenario de emisiones inferior a la tendencia actual (escenario B2), la temperatura

se incrementaría de 2,2°C a 2,7°C, con variaciones por país y un promedio regional de 2,5°C con respecto al promedio de 1980-2000. En el escenario A2, que mantiene la tendencia actual de emisiones crecientes, la temperatura podría aumentar entre 3,6°C y 4,7°C, con variaciones por país y un promedio regional de 4,2°C. La trayectoria esperada de los niveles de precipitación es más incierta. En el escenario B2 disminuiría 3% en Panamá, 7% en Guatemala, entre 10% y 13% en Costa Rica, Belice, El Salvador y Honduras, y 17% en Nicaragua. Para el Istmo en su conjunto la reducción promedio sería de 11%. El escenario A2 sugiere una disminución de 18% en Panamá, 35% en Nicaragua y entre 27% y 32% en Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras, con un promedio regional de 28% (Cepal et al., 2010).

Otro grupo de investigadores realizó proyecciones para Mesoamérica utilizando escenarios diseñados por el Programa Mundial de Investigación sobre el Clima (WCRP, por su sigla en inglés)<sup>5</sup>. Se encontró que para el período 2070-2100, en todos los escenarios, la temperatura aumentaría en un rango de 2,5°C (promedio del escenario B1) a más de 3,5°C en la parte noroeste (escenario A2). La precipitación se incrementaría o reduciría dependiendo de la ubicación y el escenario; las anomalías promedio indican que, en general, la disminución de las lluvias sería del orden de 4% a más del 20% en las zonas secas (mapa 9.1).

Las estimaciones de cambio en los patrones climáticos han generado la necesidad de conocer sus implicaciones territoriales para la región. Un acercamiento a esos efectos esperados se realizó con un modelo de predicción llamado índice de severidad climática (Cathalac et al., 2008). Este utiliza el criterio de “zona de confort del clima”, entendiéndolo por un rango dentro de cuyos límites, los cambios climáticos no afectarían el comportamiento de los ecosistemas. Se trabajó con horizontes de predicción al 2020 y al 2050, para Centroamérica, República Dominicana y México.

Para presentar los resultados de ese ejercicio se emplearon seis categorías, que representan la distancia en que el nivel de severidad afecta la “zona de confort”, del más leve al más severo. El estudio concluyó que las tres categorías de mayor severidad generarían impactos serios en los ecosistemas. En los resultados se observa que en el escenario B2 al 2020 (es decir, el más optimista y de menor plazo), el área afectada severamente alcanzaría los 50.000 kilómetros cuadrados. En cambio, en el escenario pesimista A2 y con un horizonte al año 2050, el impacto abarcaría casi un millón de kilómetros cuadrados (gráfico 9.6).

Para otros escenarios (B2 al 2050) se perciben zonas severamente afectadas en la parte este de Panamá hacia el Darién, y luego la región misquita de Nicaragua. Al agregar la categoría de “cambios significativos” aparece una

CUADRO 9.3

**Centroamérica: cambios esperados en variables climáticas<sup>a/</sup>.**

2020, 2050 Y 2080

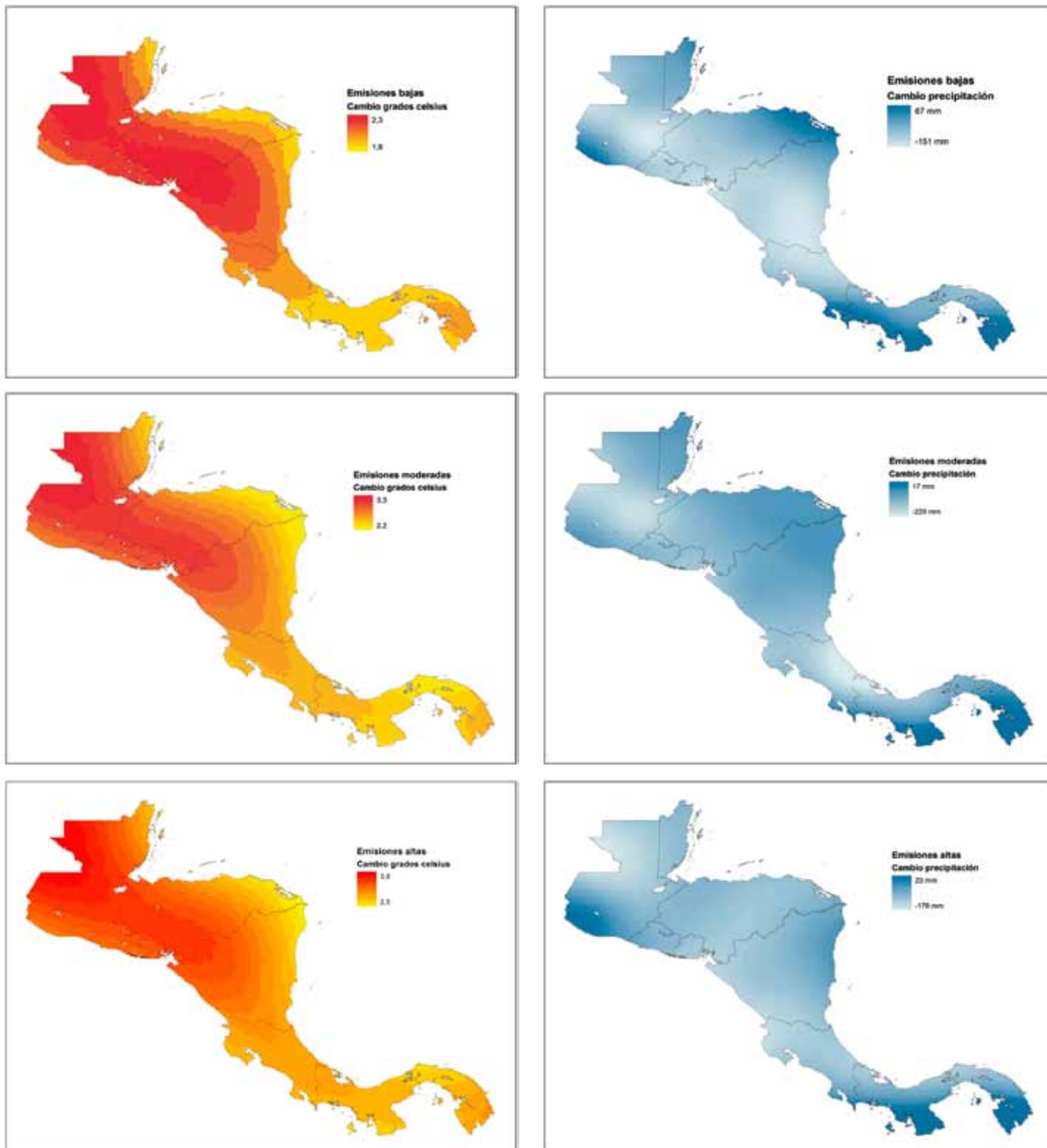
Indicador	Estación	2020	2050	2080
Temperatura (°C)	Seca	+0,4 a +1,1	+1,0 a +3,0	+1,0 a +5,0
	Húmeda	+0,5 a +1,7	+1,0 a +4,0	+1,3 a +6,6
Precipitación (%)	Seca	-7 a +7	-12 a +5	-20 a +8
	Húmeda	-10 a +4	-15 a +3	-30 a +5

a/ Según las estimaciones de siete modelos de circulación global y los cuatro principales escenarios para el análisis del cambio climático.

Fuente: Magrin et al., 2007.

## MAPA 9.1

## CENTROAMÉRICA

**Rangos esperados de anomalías en temperatura y precipitación, según escenario<sup>a/</sup>. 2070-2100**

a/ Utilizando un modelo acoplado con veintitrés modelos de circulación global para los escenarios B2, A1B y A2.

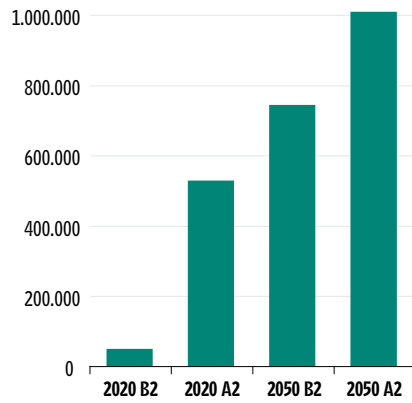
Fuente: Corrales, 2010, con datos del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (fase 3), del WCRP, y el *Cuarto Informe de Evaluación* del IPCC. La reducción de escala fue realizada por la organización TNC a una resolución de 5 km.



GRÁFICO 9.6

CENTROAMÉRICA,  
REPÚBLICA DOMINICANA Y MÉXICO

**Proyección del área afectada severamente, según año y escenario**  
(kilómetros cuadrados)



Fuente: Elaboración propia con datos de Cathalac et al., 2008.

importante afectación a lo largo de esa misma zona y hacia el norte (mapas 9.2). Las áreas afectadas severamente que se reportan son 190.000 km<sup>2</sup> y un total de 555.000 km<sup>2</sup> más al añadir esta tercera categoría<sup>6</sup>. En el escenario A2 se observa la mayor magnitud de afectación territorial. Primero se visualizan zonas en la costa atlántica de Panamá y Costa Rica con impactos medidos en la categoría “lejos de la zona de confort”, y luego prácticamente todo el territorio centroamericano muestra afectaciones severas o cambios significativos.

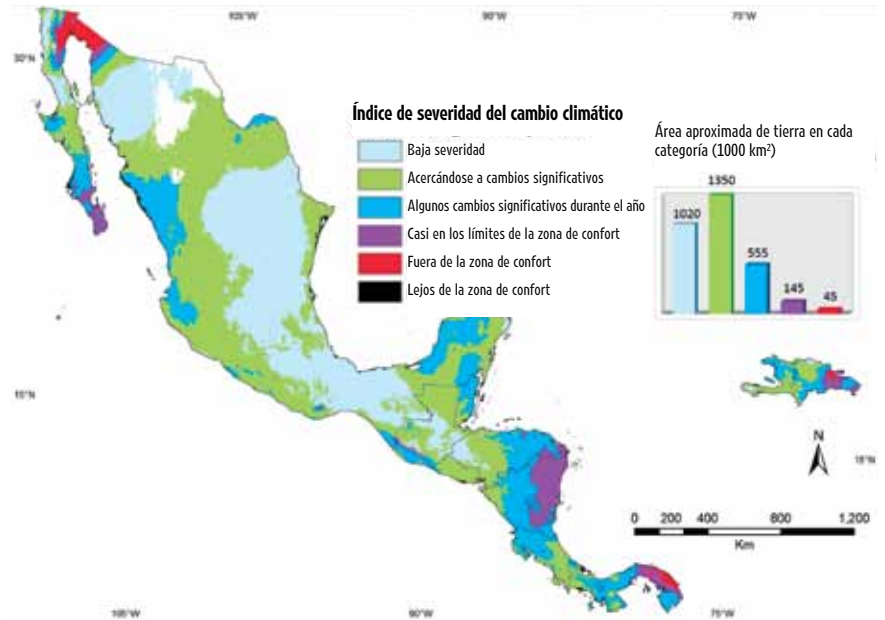
**Biodiversidad y ecosistemas muestran vulnerabilidad**

Centroamérica tiene aún poco conocimiento del probable impacto del cambio climático sobre sus ecosistemas y recursos naturales, entre otros motivos por una limitada disponibilidad de profesionales especializados, sobre todo en áreas relacionadas con los océanos y el clima (CRRH-SICA y Cigefi-UCR, 2006). No obstante, se han iniciado importantes esfuerzos de investigación, que han identificado riesgos significativos para algunos ecosistemas e incluso zonas protegidas; en tal sentido sobresale

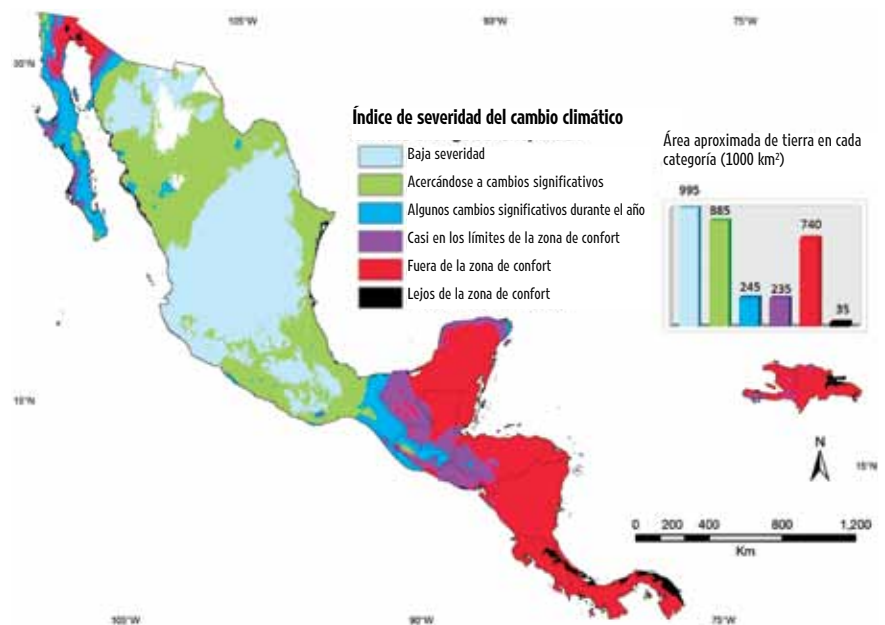
MAPAS 9.2

**Índice de severidad climática proyectada al año 2050, en los escenarios B2 y A2**

ESCENARIO B2



ESCENARIO A2



Fuente: Cathalac et al., 2008.

la vulnerabilidad de las zonas costeras, los bosques nubosos de tierras altas y su biodiversidad y, muy particularmente, el agua. En esta sección se reportan algunos datos sobre el posible efecto del fenómeno en los ecosistemas y la biodiversidad regionales.

#### Patrimonio y recursos naturales podrían ser fuertemente afectados

Diversos trabajos han señalado la posibilidad de transformaciones significativas en las condiciones de algunos ecosistemas centroamericanos. Un aporte reciente fue realizado por Imbach et al. (2010a), en lo concerniente a la modificación de la escorrentía superficial y los tipos de vegetación, por acción del cambio climático<sup>7</sup>. Para el período 2070-2100, y con diferentes grados de incertidumbre, la investigación estima que los bosques que hoy se conocen estarán sometidos a algún tipo de variación: el índice de área foliar podría disminuir en un espacio de entre el 77% y el 89% de la superficie boscosa, en tanto que solo aumentaría en un 2% de esa superficie. Algunos cambios podrían presentarse como transiciones entre los bosques tropicales lluviosos y los bosques estacionales, con un incremento en la densidad de formas no leñosas (por ejemplo, arbustos y pastos) y una reducción en la densidad de árboles. Algunos escenarios muestran que las formas leñosas o árboles, que hoy son dominantes podrían cambiar a arbustos o gramíneas; esta tendencia es más pronunciada en los escenarios de emisiones altas, pero solo se daría en menos del 2% del territorio; en la mayoría de la región seguirían predominando las formas de vida de árboles (Imbach et al., 2010a).

En el estudio antes citado de Anderson et al. (2008) se plantea que para las décadas de 2050 y 2080, casi una cuarta parte de los bosques latifoliados estarían en zonas de impactos severos, en tanto que las sabanas y los manglares se ubicarían en zonas sensibles. Se encontró una tendencia a la disminución de la severidad de los impactos conforme se asciende en altura, probablemente porque los ecosistemas de mayor altitud están más adaptados a mayores rangos

de temperatura; sin embargo, factores como la posible llegada de nuevas especies de pisos inferiores los ponen en riesgo. Los bosques latifoliados y la agricultura constituyen el área mayoritaria de cambios severos, mientras los bosques mixtos y las zonas urbanas están en los límites probables de cambio.

Un ecosistema que sobresale como altamente sensible es el de los bosques nubosos, situados en las tierras altas, debido a su abundante biodiversidad y a su papel crucial en el ciclo hidrológico. Estos bosques se caracterizan por una inmersión persistente en las nubes, lo que constituye una fuente de humedad durante la estación seca. Los cambios en la temperatura y la precipitación podrían alterar la cobertura de nubes y, con ello, afectar de manera grave su vegetación (Lawton et al., 2001; Karmalkar et al., 2008). Un estudio centrado en Costa Rica muestra que, en las elevaciones altas, el calentamiento se amplificaría y la distribución de la temperatura futura quedaría fuera del rango de la distribución actual (con diferencias entre el Caribe y el Pacífico). Los resultados indican que habría cambios significativos en la cantidad de precipitación y su variabilidad, y un incremento en la altura a la cual se forman las nubes en el lado del Pacífico; este patrón podría repetirse en las demás elevaciones altas de Centroamérica (Karmalkar et al., 2008).

En este tema cabe considerar la hipótesis planteada por Lawton et al. (2001), en el sentido que -más allá de la temperatura superficial del mar-, al deforestar las tierras bajas aumentan los procesos de convección<sup>8</sup>, es decir, las nubes se forman a un altura superior; esto evita que choquen con las montañas y disminuye el efecto de lluvia horizontal característico en los bosques nubosos, lo que a su vez provocaría la fragmentación o la posible desaparición de parte de estos ecosistemas en el futuro. Por eso, junto al tema del cambio climático, la supervivencia de los bosques nubosos depende también del uso del suelo en las tierras bajas.

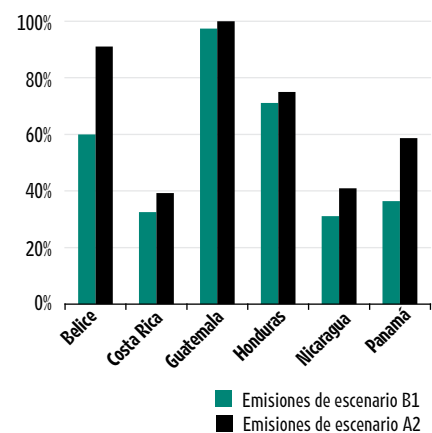
Algunos autores han hecho estimaciones para la región según las zonas de vida de Holdridge<sup>9</sup>, ya que este sistema es un descriptor de las condiciones requeridas para el desarrollo o el

mantenimiento de los grandes ecosistemas naturales. Por ejemplo, Mendoza et al. (2001) evaluaron el impacto del cambio climático en los ecosistemas naturales de Nicaragua, por medio de un análisis de sensibilidad a diferentes escenarios<sup>10</sup> y con proyección al 2100. El ejercicio encontró que habría una tendencia muy marcada al incremento de zonas muy secas y que los ecosistemas tendrían que adaptarse a condiciones climáticas muy distintas a las actuales. Por lo tanto, es probable que la composición específica de los bosques de Nicaragua sea afectada en forma sustancial en el futuro. También en Guatemala se ha empleado este sistema para realizar estimaciones a nivel nacional (recuadro 9.2).

Este mismo modelo (Mapss) fue utilizado por Imbach et al. (2010b) para estudiar los ecosistemas que se ubican dentro de los sistemas nacionales de áreas protegidas (Sinap) en Centroamérica. El modelo simuló la interacción entre suelo, vegetación y atmósfera, para determinar la vegetación potencial de un sitio<sup>11</sup>. Se determinó que los ecosistemas presentes en los Sinap sufrirían variaciones en los patrones de precipitación y temperatura; los países con mayores áreas afectadas serían Belice, Guatemala y Honduras, en todos los escenarios (gráfico 9.7).

GRÁFICO 9.7  
CENTROAMÉRICA

**Estimación del área impactada por el cambio climático en los Sinap. 2070-2099**  
(porcentajes del área total)



Fuente: Imbach et al., 2010b.

## RECUADRO 9.2

**Estimaciones sobre el impacto del cambio climático en ecosistemas de Guatemala**

Un estudio realizado en Guatemala<sup>12</sup> (Usaid, 2010) evaluó el cambio futuro de las zonas de vida en el sistema nacional de áreas protegidas, en la propuesta de corredores biológicos<sup>13</sup> y en los vacíos de conservación<sup>14</sup>. El principal cambio observado (para el período 2070-2100 y con base en el período 1960-1990) fue la variación de los rangos de biotemperatura o piso altitudinal; se encontró que el área que sufriría un cambio probable oscilaría entre un 13% y un 69% de la superficie total actual del sistema, dependiendo del escenario de emisiones. En los corredores propuestos, la superficie donde podrían ocurrir cambios varía del 13% al 25% según el escenario de emisión y en los vacíos de conservación propuestos la variación iría del 17% al 35% de la superficie total. Esto sugiere cambios en el gradiente de temperatura actual, lo que significa una modificación y la probable desaparición futura de sistemas de montaña.

Por otra parte, los cambios en los ecosistemas forestales fueron simulados empleando el modelo Mapss<sup>15</sup> (Imbach et al., 2010b). El área probable de cambio en la vegetación se muestra en los mapas 9.3, en color rojo, para los dos escenarios de emisiones analizados; esas áreas corresponden a niveles de probabilidad mayores al 66%. En color blanco se presentan las zonas en las que hay incertidumbre sobre el futuro, con base en el estudio efectuado. Las áreas de cambio probable varían de 65,7% a 81,7% de la superficie total del país, lo que implica que la mayor parte de la vegetación estaría sometida a modificaciones significativas.

En fecha reciente (2011), también el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (Iarna) realizó un estudio sobre las implicaciones del cambio climático en los ecosistemas de Guatemala. Este señala que, para la región del norte de Mesoamérica, los principales efectos negativos estarían relacionados con el aumento de la temperatura, lo cual generaría mayores demandas de agua de la vegetación (por evapotranspiración) y una drástica disminución de la disponibilidad hídrica, debido a sequías y patrones irregulares de precipitación. Es altamente probable que esos cambios en las condiciones bioclimáticas sean más rápidos que la capacidad de los ecosistemas para adaptarse. El estudio apunta que las regiones con niveles críticos de cambio en Guatemala, en el corto y mediano plazos (2020 y 2050) serían los cinturones este-oeste en el centro de Petén (Arco de la Libertad), la franja transversal del norte y los valles de las cuencas Motagua y Cuilco y Selegua, así como los sistemas montañosos.

Se prevé que las condiciones bioclimáticas del territorio guatemalteco habrán cambiado en más del 50% para el 2050, y en más del 90% para el 2080. Entre los principales impactos específicos en los ecosistemas y la biodiversidad se espera la expansión de bosques secos y muy secos, que hoy cubren cerca del 20% del país, y que para los años 2050 y 2080 podrían incrementar su extensión a 40% y más del 65%, en caso de que suceda. Además existirían condiciones para el surgimiento y expansión de la zona de vida de monte espinoso (zona árida). En forma paralela se observaría la contracción de la cobertura territorial de los bosques húmedos, muy húmedos y

pluviales; en la actualidad estos cubren cerca del 80% del territorio, extensión que disminuiría a 60% y menos del 35% para los años 2050 y 2080, respectivamente. Esto implica una reducción considerable de los ecosistemas excedentarios de agua.

Todo lo anterior, unido al deterioro actual de la cobertura de los ecosistemas naturales y las altas tasas de deforestación, provoca desde ya una progresiva y acelerada erosión genética y la simplificación de los ecosistemas, acompañadas de altas tasas de mortalidad y extinciones masivas, sobre todo de especies endémicas y de distribución restringida, así como de los ecosistemas de bosque nuboso y bosque latifoliado de tierras bajas. En tal sentido, los efectos del cambio climático y la degradación del medio natural en Guatemala pueden significar, en el mediano plazo (2050-2080), la pérdida del 50%, o mucho más, de la diversidad genética con la que actualmente cuenta el país.

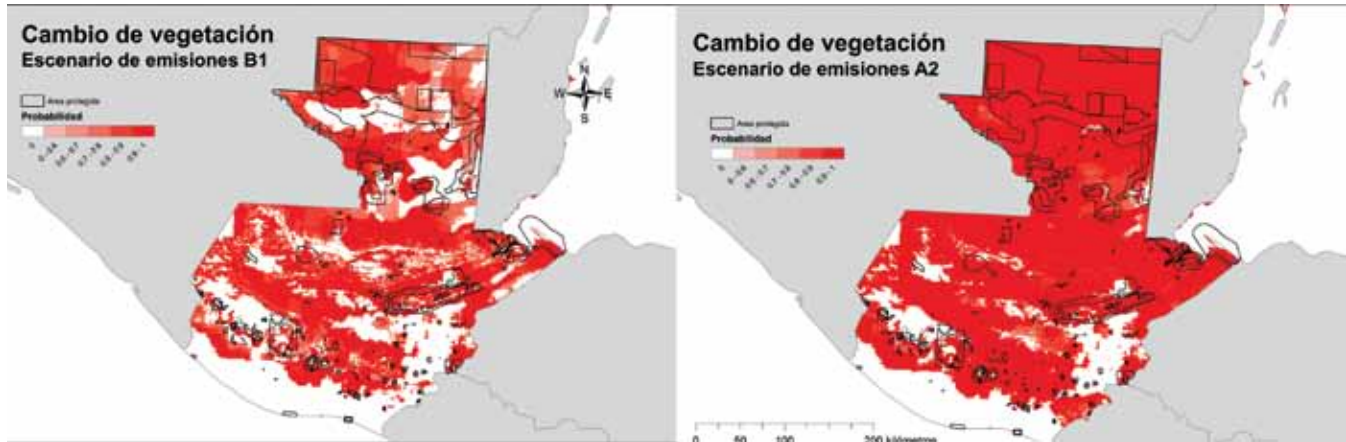
En este contexto, el estudio señala que es fundamental dirigir los esfuerzos de las políticas públicas, institucionales y sociales a la adaptación local al cambio climático abrupto. Las acciones de política nacionales y la formación de capacidades locales son más importantes que las contribuciones de la cooperación internacional por sí mismas, las cuales, usualmente, están enfocadas hacia la mitigación (Iarna, 2011).

Fuente: Corrales, 2010; Usaid, 2010; Iarna, 2011.

## MAPAS 9.3

## GUATEMALA

### Probabilidad de cambios en la vegetación en los escenarios B1 y A2 (período 2070-2100 en relación con la base 1960-1990)



Fuente: Usaid, 2010.

Según lo que suceda, tanto dentro de zonas protegidas como en la totalidad del territorio marino y continental, los impactos esperados del cambio climático sobre la naturaleza tendrían a su vez efectos sobre el uso humano de los recursos que dependen del equilibrio ecosistémico. Un ejemplo claro, y además clave para el futuro, es el agua. Su estado está relacionado con las implicaciones más generales de este fenómeno, tanto por temperatura como por precipitación.

Un estudio de la Cepal estima que, debido al cambio climático, la demanda de agua de la región podría crecer un 12% por arriba del escenario tendencial hacia 2050 y un 19% en 2100. Además de la presión que ejercerán la expansión urbana y el crecimiento económico, el aumento de la temperatura y la variación de los niveles de precipitación impactarían la demanda y el suministro del líquido. Se espera que la presión sobre los recursos hídricos sea mayor en Guatemala, Honduras y Nicaragua (Cepal y DFID, 2009). El Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH, organismo técnico intergubernamental del SICA) realizó una compilación de estudios por país sobre este tema. De su revisión se concluye que, durante la última década, Centroamérica ha optado por diseñar e implementar medidas de mitigación,

sobre todo en los ámbitos de la conservación y el uso sostenible del agua (CRRH-SICA, 2011).

Aunque la investigación en este campo todavía es limitada, ya se han podido identificar posibles repercusiones de los cambios en el ciclo hidrológico y el aumento de los eventos extremos y el nivel del mar, sobre la calidad, disponibilidad y condiciones de los recursos hídricos. Se prevén serios impactos sobre la infraestructura productiva, la disponibilidad de agua y energía para la población, la salud pública, la producción agrícola, el turismo y el riesgo de desastre (cuadro 9.4).

Según Cepal et al. (2010), la región es “privilegiada en disponibilidad de agua, pero su distribución entre países, regiones y en las vertientes del Pacífico y del Atlántico es muy desigual, con grandes variaciones intra e interanuales. Esta situación, relacionada con la precipitación, genera alternativamente inundaciones y períodos de sequía severa. Con el aumento de la población, la demanda de agua podría crecer casi 300% al año 2050 y más de 1600% al 2100 en un escenario tendencial sin medidas de ahorro y sin cambio climático. Con cambio climático, la demanda podría aumentar 20% más que en este escenario base en B2 y 24% más en A2. La disponibilidad total del agua renovable podrá bajar 35% con B2 en relación

con la disponibilidad actual y 63% con A2 a 2100. En estos escenarios, El Salvador sería el más afectado, seguido por Honduras y Nicaragua”.

En una región que ya tiene problemas de disponibilidad y calidad de agua para uso humano, las amenazas, tanto de sequías como de mayor precipitación, imponen el desafío de lograr capacidad de manejo del recurso, para su planificación adecuada en ambos escenarios. Según el IPCC, el acelerado crecimiento urbano, mayor pobreza y menor inversión en el suministro de agua contribuirán, entre otros problemas, a un faltante del líquido en muchas ciudades, un elevado porcentaje de la población sin acceso a servicios de sanidad, ausencia de plantas de tratamiento de aguas y sistemas de drenaje urbano, y alta contaminación de aguas subterráneas. Se esperan también serias dificultades para el abastecimiento de agua para uso humano en las planicies, el valle de Motagua y la costa pacífica de Guatemala; en El Salvador; en el Valle Central y la costa pacífica de Costa Rica; en las regiones intermontanas del norte, centro y oeste de Honduras, y en la península de Azuero en Panamá. La reducción en la disponibilidad de agua además afectará la capacidad de generación de energía hidroeléctrica en Belice, Honduras, Costa Rica y Panamá (CRRH-SICA, 2011).



CUADRO 9.4

## Posibles impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos de Centroamérica

Cambio esperado	Implicaciones generales	Implicaciones específicas
Alteraciones en el ciclo hidrológico	Cambios en la intensidad, volumen, duración y variabilidad de la precipitación.	Efectos sobre el régimen de escorrentía; mayores problemas por sequías e inundaciones. Impactos negativos en la infraestructura vial, hidroeléctrica, de riego y de acueductos y alcantarillado. Erosión y arrastre de sedimentos, lo que afectaría la regulación y encarecería el aprovechamiento del recurso. Implicaciones para el abasto de agua potable: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Agotamiento de reservas y oferta.</li> <li>■ Aumento de costos de aprovechamiento.</li> <li>■ Mayores racionamientos.</li> </ul>
	Disminución de caudales en la estación seca, junto a un aumento en la temperatura y mayores niveles de sedimentación.	Impactos en las obras de infraestructura de generación y transmisión de energía eléctrica: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Disminución de capacidad hidroeléctrica y aumento en generación térmica.</li> <li>■ Mayor riesgo productivo por incertidumbre sobre la disponibilidad de energía y agua potable.</li> <li>■ Incremento del uso de tecnologías contaminantes.</li> <li>■ Impacto de posibles racionamientos sobre sectores económicos clave.</li> </ul> Aumento en la contaminación por reducción de los flujos base, con implicaciones estéticas, de salud pública y en los ecosistemas acuáticos. Incremento del consumo de leña y de la deforestación. Fuegos naturales o inducidos por temperatura y sequía, pérdida de bosques. Mayor incidencia de enfermedades de origen hídrico. Tensiones sociales por escasez de agua. Mayor humedad por mayor precipitación en estación lluviosa: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento de enfermedades patógenas en agricultura.</li> <li>■ Disminución de la producción y mayores costos agrícolas.</li> </ul> Mayor frecuencia de deslizamientos y avalanchas, con las consecuentes pérdidas de vidas humanas e infraestructura. Usos restrictivos del agua potable, menor producción agropecuaria y racionamiento hídrico y eléctrico: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mayor costo de la vida.</li> <li>■ Incremento en el déficit de producción alimentaria básica e impactos nutricionales en la población vulnerable.</li> </ul> Deslizamientos, erosión y sedimentación, sequías: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Deterioro de infraestructura básica de apoyo.</li> <li>■ Mayor riesgo de deslizamientos por riesgo sísmico.</li> </ul>
Aumento en eventos atmosféricos extremos	Incrementos potenciales en el número y severidad de las tormentas tropicales.	Cambios en la línea de costa, con efectos sobre el desarrollo de infraestructura turística. Cambios en la abundancia de poblaciones y en la biodiversidad de ecosistemas costeros, con especial severidad en áreas de manglares y estuarios. Estancamiento de aguas costeras: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Efectos sobre los costos y deterioro de infraestructura.</li> <li>■ Riesgos de enfermedades vectoriales.</li> </ul> Aumento en nivel freático, lo que generaría mayor vulnerabilidad sísmica en zonas propensas a licuefacción. Trastornos en abastecimiento de agua potable, con el consecuente impacto en el sector turismo.
Alteraciones en el nivel del mar	Cambios en el comportamiento fluvial en las planicies costeras y en el nivel base en las desembocaduras de los ríos.	
	Salinización de mantos acuíferos costeros.	

Fuente: Campos, 2001.

### Efectos diferenciados sobre la biodiversidad

También se han realizado algunas investigaciones en torno al vínculo entre el cambio climático y el estado actual o futuro de especies. Uno de los grupos más estudiados en la región es el de los anfibios, como en el ya mencionado caso de Whitfield et al. (2007), que reportaron el declive de las poblaciones de anfibios y reptiles en los bosques de la estación La Selva, en Costa Rica. En ese mismo país, estudios realizados por Pounds et al. (1999) encontraron cambios en la demografía de anfibios, reptiles y aves de la zona de Monteverde, asociados a cambios en el clima local. Además, Pounds et al. (2007) argumentan que la disminución en las poblaciones de anfibios en tierras altas está asociada a

los ataques del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, favorecidos aparentemente por un aumento en la temperatura mínima. Hoy en día quedan pocas dudas de que las poblaciones de anfibios en la región están decreciendo, y de que hay un vínculo estrecho entre esa situación y el calentamiento global (Corrales, 2010; Lips et al., 2003; Corn, 2005; Pounds, 2001; Pounds et al., 2007; Anchukaitis y Evans, 2010). En cuanto al futuro, Deliso (2008) señala que los cambios de clima reportados en Monteverde podrían tener consecuencias sobre las distribuciones espaciales y temporales de las especies de colibríes y plantas.

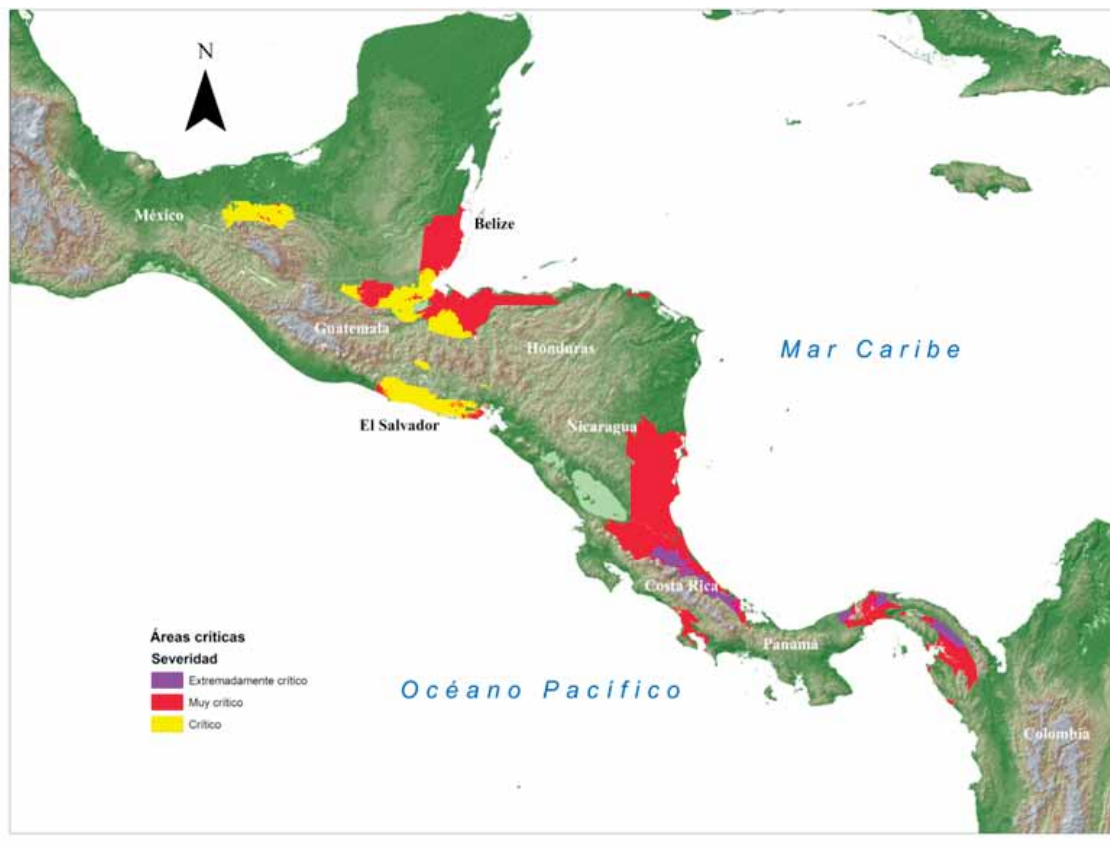
El citado análisis de Anderson et al. (2008) se basó en la riqueza de especies de anfibios, anfibios endémicos, aves y mamíferos, e identificó hábitats críticos<sup>16</sup>.

Se generó un mapa del escenario A2 para el año 2050, que muestra las áreas en las cuales el cambio climático se proyecta como una amenaza a la biodiversidad terrestre, en relación con el índice de severidad climática (mapa 9.4). Las zonas extremadamente críticas se encuentran en Costa Rica y Panamá; no obstante, todos los países presentan zonas con áreas críticas y muy críticas. Otro aporte en este sentido se realizó en Costa Rica, a partir de los escenarios elaborados por el Instituto Meteorológico Nacional (con la línea base 1961-1990 y escenarios al 2030). Bajo un conjunto de supuestos, se analizaron las variaciones esperadas en la distribución potencial de dieciséis especies, con base en tres variables: precipitación anual, temperatura mínima y

MAPA 9.4

#### MESOAMÉRICA

### Áreas críticas para la biodiversidad terrestre<sup>a/</sup> en el escenario A2 al año 2050



a/ A partir de la riqueza de especies y el índice de severidad climática, con el modelo de circulación global HADCM3.

Fuente: Anderson et al., 2008.

temperatura máxima; se determinó que todas las especies sufrirían algún tipo de impacto (diferenciado) en la pérdida o ganancia de hábitat con respecto al escenario base (INBio, 2009).

Por otra parte, en el marco del proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica” el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie) realizó un escenario del cambio tendencial en el uso de la tierra. Utilizando un índice de biodiversidad potencial, que incluye las variables de temperatura y precipitación, encontró que ante ese escenario, sin cambio climático se podría perder un 13% de este índice al final del siglo, y con los escenarios B2 y A2, la pérdida aumentaría a 33% y 58%, respectivamente (Cepal et al., 2010).

#### Efectos territoriales esperados: el caso de las zonas costeras

Un tema que ha generado preocupación, por sus posibles vínculos futuros con el cambio climático, es el aumento en el nivel del mar, y la consecuente intensificación del estrés de muchas zonas costeras, en especial aquellas en las que hay presencia de actividades humanas (Feenstra et al., 1998). Esto no solo ocurriría a nivel global, sino con particularidades en los ámbitos regional y local, ya que las variaciones oceánicas son afectadas por diversos factores: temperatura superficial, salinidad, vientos, circulación oceánica y la variabilidad climática regional en períodos cortos, como los fenómenos de “El Niño” y “La Niña” (IPCC, 2007). A lo anterior se suman la elevación de masas terrestres conocida como ajuste isostático glacial<sup>17</sup> y los hundimientos naturales o inducidos por el ser humano en escalas locales. Por tanto, el aumento relativo en el nivel del mar es a la vez una respuesta al cambio climático y a otros factores que varían de un lugar a otro (Nicholls, 2010). En Centroamérica aún es poca la información con que se cuenta para el análisis de este tema. Este apartado presenta algunos datos que denotan una importante vulnerabilidad de las costas y reiteran la importancia de profundizar en su conocimiento.

#### Escasos registros regionales para conocer tendencias en el nivel del mar

A nivel mundial, uno de los factores responsables del aumento en el nivel del mar en los últimos decenios es la expansión térmica del océano, la cual, de acuerdo con diversos modelos climáticos, seguirá contribuyendo a este fenómeno en los próximos cien años. Según el IPCC, el nivel del mar en el mundo se elevó a un ritmo medio anual de 1,8 (1,3 a 2,3) milímetros entre 1961 y 2003. Si en 2100 el forzamiento radiactivo se estabilizara en los niveles del escenario A1B (720 ppm), la expansión térmica por sí sola provocaría un aumento de 0,3 a 0,8 metros en el nivel del mar en 2300 (con respecto al período 1980-1999) (IPCC, 2007). Otros autores estiman que ese incremento alcanzaría entre 0,5 y 1,4 metros, en relación con 1990 (Rahmstorf, 2007). Por su parte, Richardson et al. (2009) reportan que el nivel del mar está cambiando cerca del extremo superior del comportamiento proyectado.

Durante más de un siglo, las mediciones internacionales con mareógrafos instalados en los estuarios o zonas costeras han sido utilizadas

para el monitoreo del nivel del mar o los niveles de los estuarios, así como para las operaciones de navegación y puertos, y la predicción de modelos de mareas e inundaciones. Estos sistemas han estado a cargo de autoridades portuarias y servicios marítimos nacionales. Desde 1933, el Servicio Permanente para el Nivel Medio del Mar (PSMSL, por su sigla en inglés), uno de los más antiguos servicios de carácter científico, ha sido responsable de la recopilación, análisis, interpretación y publicación de los datos del nivel del mar de la red mundial de mareógrafos (Blewitt et al., 2010).

No obstante, en Centroamérica existe poca información local; el sistema de monitoreo mundial no tiene registros de la región desde 1998, excepto en el caso de la estación Balboa, en Panamá. Dado que, según expertos, para que un análisis en este campo tenga significancia estadística se requieren series de datos mayores a 60 o 70 años (Mitchum et al., 2010), solamente las estaciones panameñas de Cristóbal y Balboa aportarían referencias suficientes para estudiar el tema (cuadro 9.5).

CUADRO 9.5  
CENTROAMÉRICA

#### Registro de datos del nivel medio del mar<sup>a/</sup>

País	Estación	Período de registro	Años de registro	Litoral
Guatemala	Puerto San José	1960-1969	9	Pacífico
	San José II	1963-1975	12	Pacífico
	Santo Tomás de Castilla	1964-1983	19	Caribe
Honduras	Puerto Castilla	1955-1968	13	Caribe
	Puerto Cortés	1948-1968	20	Caribe
El Salvador	La Unión	1948-1968	20	Pacífico
	Acajutla	1962-1991	29	Pacífico
Costa Rica	Puntarenas	1941-1966	25	Pacífico
	Quepos	1957-1994	37	Pacífico
	Puerto Limón	1948-1968	20	Caribe
Panamá	Coco Solo	1991-1996	5	Caribe
	Cristóbal	1909-1980	71	Caribe
	Puerto Armuelles	1951-1968	17	Pacífico
	Puerto Armuelles B	1983-1998	15	Pacífico
	Balboa	1908-2003	95	Pacífico
	Naos Island	1949-1968	19	Pacífico
Naos Island 2	1991-1995	4	Pacífico	

a/ En estaciones mareográficas.

Fuente: Corrales, 2010, con datos tomados del PSMSL.

Existen, por tanto, pocos estudios sobre el nivel del mar en Centroamérica, y menos aun en el plano local. Gutiérrez y Chacón (2009) analizaron el caso de Puntarenas, en Costa Rica, para los años 1940-1980; observaron un aumento y determinaron que, para la zona tropical interamericana, la tendencia generalizada es que el mar se está elevando de 1 a 5 milímetros por año. En la estación Balboa, en la salida al Pacífico del Canal de Panamá, con registros acumulados a lo largo de 95 años, se reporta que la tendencia ascendente ha sido sostenida, a un ritmo de 1,8 milímetros por año, pese a algunas oscilaciones derivadas de los fenómenos de “El Niño” y “La Niña” (Arauz, 2003). Por el contrario, otras estaciones informan sobre descensos en el nivel medio del mar; en el caso de puerto Armuelles, por ejemplo, los datos indi-

can que se ha producido una reducción de 6 centímetros durante el período 1982-2001. Y en el caso de la estación Cristóbal, veintiún años de registros continuos revelan una tendencia de incremento a razón de 1,4 milímetros al año, aproximadamente. Los estudios advierten que estos resultados no son suficientes para concluir que el nivel del mar está elevándose o que la tierra se está hundiendo (Arauz, 2003); en términos generales, la falta de datos dificulta el análisis del tema a nivel regional y la realización de proyecciones.

#### Escenarios de cambio climático indican vulnerabilidad costera

Dada la falta de información, pocos países (incluso de América Latina y el Caribe) han abordado el tema de los impactos del aumento del nivel del mar en las comunicaciones nacionales

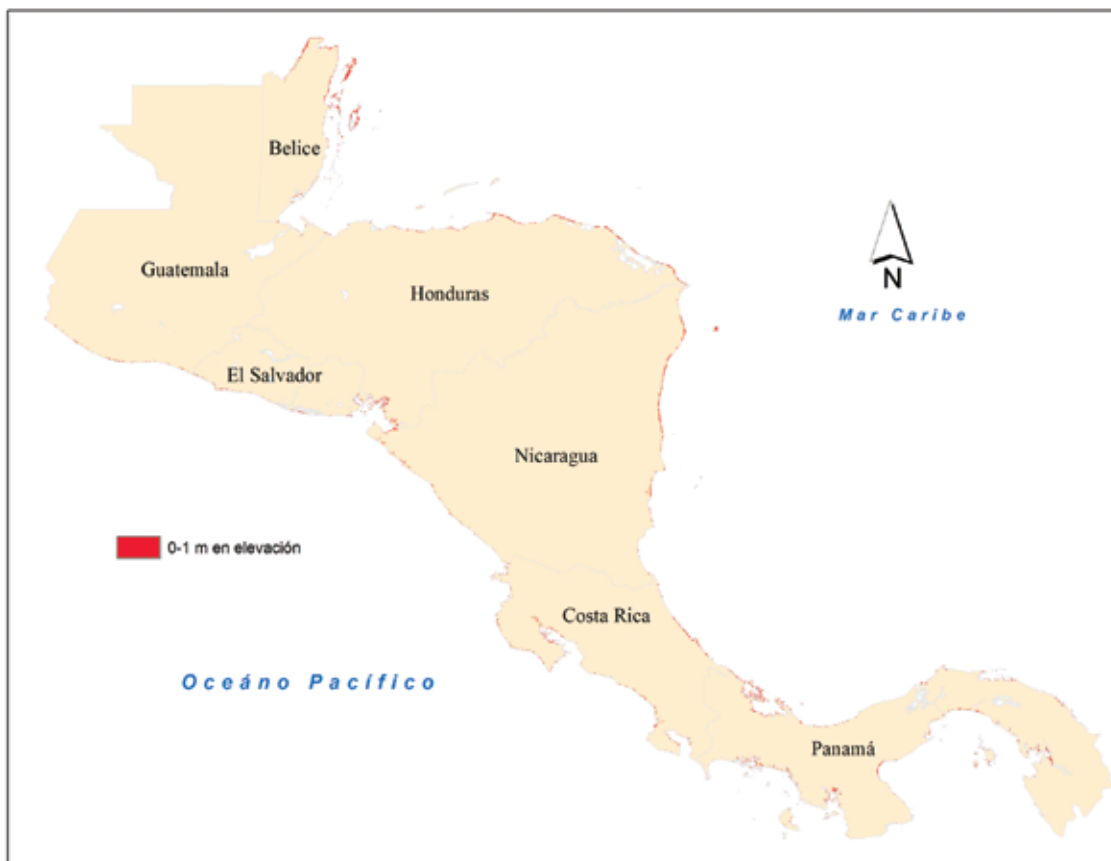
entregadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En Centroamérica se han realizado esfuerzos puntuales. En un estudio de 2008, Pnuma et al. construyeron escenarios en los que se incluyó el aumento en el nivel del mar, con base en un modelo de elevación digital de 90 metros. Los resultados se muestran en el mapa 9.5, en el cual, en color rojo, se observan las zonas costeras que serían afectadas si, a causa del cambio climático, el nivel del mar se elevara un metro, con los consecuentes problemas para las poblaciones locales y sobre todo, para las islas pequeñas que son especialmente vulnerables.

En el ámbito nacional, El Salvador realizó estudios para estimar la afectación de las tierras productivas agrícolas situadas en zonas costeras, y determinó que estas podrían experimentar una

MAPA 9.5

#### CENTROAMÉRICA

#### Zonas vulnerables a una elevación de un metro en el nivel del mar



Fuente: Pnuma et al., 2008.



reducción del 10% al 27,6%, para un intervalo de 13 a 110 centímetros de elevación del nivel del mar (Majano et al., 2000). También Costa Rica ha reportado proyecciones de los posibles efectos sobre la ciudad de Puntarenas, ante un aumento de 30 a 100 centímetros en el nivel del mar (Minae e IMN, 2000). Además, en ese mismo país Drews y Fonseca (2009) analizaron el caso de Playa Grande, en el Parque Nacional Las Baulas, un sitio importante para la anidación de la tortuga baula en el Pacífico Oriental. Partiendo del supuesto de un metro de elevación para fines de siglo, la playa experimentaría un retroceso de aproximadamente 50 metros tierra adentro y se inundarían algunos terrenos adyacentes al manglar actual. El futuro de esta área protegida depende de su capacidad de retroceder ante el aumento del nivel del mar y mantener condiciones ecológicas idóneas para la anidación de la tortuga baula, por lo cual se requiere que la infraestructura existente y futura no obstaculice ese proceso, y que la zona de amortiguamiento garantice la aplicación de medidas de mitigación ambiental<sup>18</sup> (Drews y Fonseca, 2009).

### Posibles impactos sociales y económicos

Un fenómeno de dimensiones globales como el cambio climático no solo tendría efectos en los sistemas naturales analizados en la sección precedente, sino también en las condiciones de vida de la población, a través de su impacto en actividades productivas, el uso del territorio y el aprovechamiento sostenible de recursos como el agua, la energía y las tierras cultivables, cruciales para el desarrollo de los países más rezagados y vulnerables. En *The economics of climate change: the Stern review* se señala que las medidas para reducir las emisiones que generan el cambio climático podrían alcanzar un costo del 1% del PIB mundial anual, pero los daños a la economía global, de no ejecutarse tales acciones, alcanzarían niveles de entre el 5% y el 20% de ese mismo indicador (Stern, 2007).

En Centroamérica, sumado al impacto recurrente que ya reciben sus

sociedades, el cambio climático profundizaría las amenazas existentes, que se convierten en desastres por la alta vulnerabilidad social y los débiles esquemas de gestión. Desde hace décadas, los embates tanto de la naturaleza como del desequilibrio ambiental generado por la acción humana, han golpeado profundamente la infraestructura productiva, deteriorado las condiciones y medios de vida -en particular de los sectores más pobres- y cobrado la vida de gran cantidad de personas. En una región con limitada gestión de riesgos y poca planificación del uso del territorio, el cambio climático podría llevar este panorama a una intensidad y gravedad aun mayores que las ya vividas.

En este sentido, la Estrategia Regional de Cambio Climático reconoce que “los déficit permanentes como la seguridad alimentaria, la disponibilidad del agua y los desplazamientos de población por la vulnerabilidad ya están siendo agudizados por la creciente variabilidad climática asociada al cambio climático. Los factores de riesgo asociados a la inestabilidad social están manifestándose con fuerza; tal es el caso de la falta de acceso a agua, migraciones forzadas, pérdidas de cosechas y hambrunas” (CCAD-SICA, 2010).

Por otra parte, en lo que concierne a los Objetivos del Milenio, se ha señalado que la meta de garantizar la sostenibilidad ambiental se complica por el hecho de que, a nivel global, el cambio climático alterará la calidad y la productividad de los recursos naturales y ecosistemas, reducirá la biodiversidad y acentuará la degradación ambiental. En cuanto al objetivo de erradicar la pobreza extrema y el hambre, se prevé que el fenómeno afectará los modos de vida de la población más pobre, a raíz de las mayores dificultades de acceso a los recursos naturales, en especial el agua, y las alteraciones en la seguridad alimentaria por la baja en la productividad agrícola de subsistencia, sobre todo de granos básicos. Además, habría tensión social por el uso de los recursos, ingobernabilidad rural y migraciones masivas en busca de refugio y mejores condiciones de vida (Samaniego, 2009).

Analizar de manera precisa y amplia los posibles efectos sociales y económicos del cambio climático no es tarea sencilla, debido a limitaciones de información sectorial y territorial para profundizar en algunos temas fundamentales. Teniendo en cuenta esa dificultad, esta sección presenta un acercamiento exploratorio a dos áreas: los vínculos entre cambio climático y gestión del riesgo, con énfasis en la construcción social del riesgo y la vulnerabilidad, y las eventuales repercusiones sociales y económicas de este fenómeno, particularmente en dos sectores clave para las economías y sociedades centroamericanas: agricultura y energía.

### Riesgo, cambio climático y pobreza: vínculos identificables

Históricamente Centroamérica ha destacado por sus altos niveles de riesgo de desastres, como resultado de la interacción entre una amplia gama de amenazas físicas (geológicas, geomorfológicas, meteorológicas e hidrometeorológicas), los grados de exposición de la sociedad (por su reducido territorio y la consecuente densidad de población, producción e infraestructura) y la gran vulnerabilidad de sus habitantes y sus medios de vida (relacionada con la pobreza, la exclusión social y sus efectos en la llamada “construcción social del riesgo”). Los índices elaborados por distintas agencias y organismos coinciden en señalar la existencia de altos niveles de riesgo y el carácter incipiente de los esquemas de gestión (Lavell y Lavell, 2010). Las características e impactos de los desastres derivados de lo anterior se analizan en el capítulo 5 de este Informe. Sin embargo, este apartado explora algunos vínculos -en proceso de debate- entre cambio climático y gestión del riesgo, y las condiciones que generan el frágil marco en que se da esa relación.

### Creciente impacto e intensidad de los desastres

Si bien la relación entre el cambio climático y las tendencias actuales en materia de desastres aún es objeto de estudio, es claro que ya de por sí esas tendencias entrañan un alto costo

para la región. Como se analiza en el capítulo 5, en las últimas décadas Centroamérica ha experimentado un aumento en el número e impacto de los desastres asociados a eventos meteorológicos e hidrometeorológicos, especialmente por tormentas, inundaciones y deslizamientos. En los registros sobre el tema tienen un peso desmedido las cifras relativas al huracán Mitch de 1998; sin embargo, el incremento de eventos extensivos<sup>19</sup> de pequeña y mediana magnitud en la década posterior fue tan significativo, que generó pérdidas y daños similares a los reportados para ese caso en particular (Lavell y Lavell, 2010).

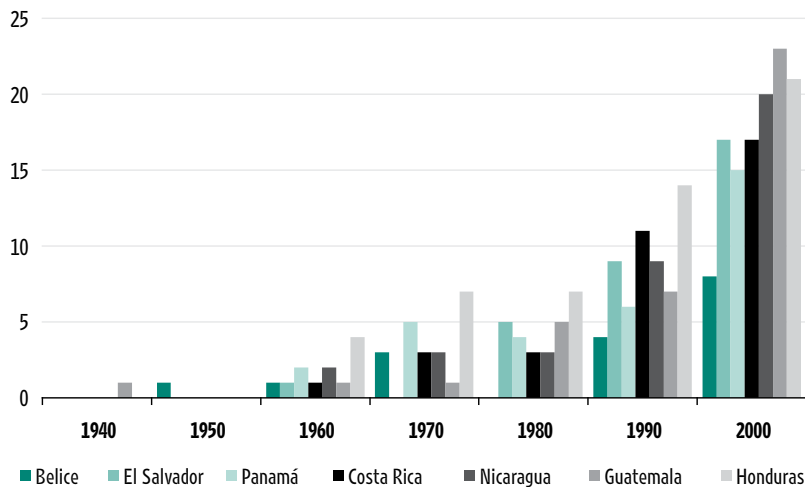
En la primera década del presente siglo, los eventos meteorológicos e hidrometeorológicos siguieron siendo el mayor componente en el número de desastres en la región, pero además pasaron a ser la fuente dominante de la cantidad y magnitud de pérdidas producidas. Según el registro de la base de datos EM-DAT (*emergency events database*, del CRID), existente desde 1988, los principales disparadores de desastres son las inundaciones (siete por año) y las tormentas (cinco por año), cuya ocurrencia casi duplicó la cantidad registrada en los años noventa (gráfico 9.8). A nivel mundial, el número de desastres asociados a tormentas se ha incrementado linealmente en las últimas décadas, pero en Centroamérica esa tendencia es más drástica. Aun sin la variable de cambio climático, las tendencias regionales son preocupantes, y si se conjugan con los procesos sociales y las proyecciones sobre dicho fenómeno, se visualiza un panorama alarmante en cuanto a inundaciones y deslizamientos (Lavell y Lavell, 2010).

También existen motivos de preocupación en lo concerniente a eventos extremos. El clima centroamericano es moldeado por diversas manifestaciones atmosféricas: las ondas provenientes del este, los frentes fríos y la intrusión de masas de aire frío, las oscilaciones de la zona de convergencia intertropical, el tránsito de ciclones tropicales en el océano Atlántico y el mar Caribe, y los sistemas ciclónicos que viajan paralelos al istmo en el océano Pacífico.

GRÁFICO 9.8

CENTROAMÉRICA

### Número de desastres meteorológicos e hidrometeorológicos, por década. 1940-2010



Nota: Incluye sequía, temperatura extrema, inundación, movimiento en masa y tormenta, así como los eventos que cumplen uno o más de los siguientes criterios: i) diez o más muertes, ii) cien o más afectados, iii) declaración de estado de emergencia, iv) llamado por asistencia internacional. Los datos de 2000 a 2010 son proyecciones extrapoladas preliminares.

Fuente: Lavell y Lavell, 2010, con datos de EM-DAT.

Cuando estas condiciones se acoplan con otras de distinta escala temporal y espacial, surgen eventos extremos como fuertes lluvias, inundaciones, deslizamientos y sequías (Corrales, 2010).

Uno de los disparadores de eventos extremos son los ciclones tropicales. Centroamérica está localizada en una zona de gran actividad ciclónica, que afecta la mayoría de su superficie y que anualmente ejerce acción directa o indirecta sobre sus dos costas (mapa 9.6). El IPCC (2007) señala que, sobre la base de una gama de modelos, es probable que los ciclones tropicales futuros sean más intensos, con vientos de mayor velocidad máxima y precipitaciones más intensas, asociadas a los aumentos que se están registrando en la temperatura superficial de los mares tropicales.

El aparente aumento en la proporción de tormentas muy intensas desde 1970 en algunas regiones, es mayor que el simulado en los modelos para ese período; por ello, se puede esperar que en el futuro se incremente la frecuencia de fenómenos extremos, así como la cantidad e intensidad de huracanes en

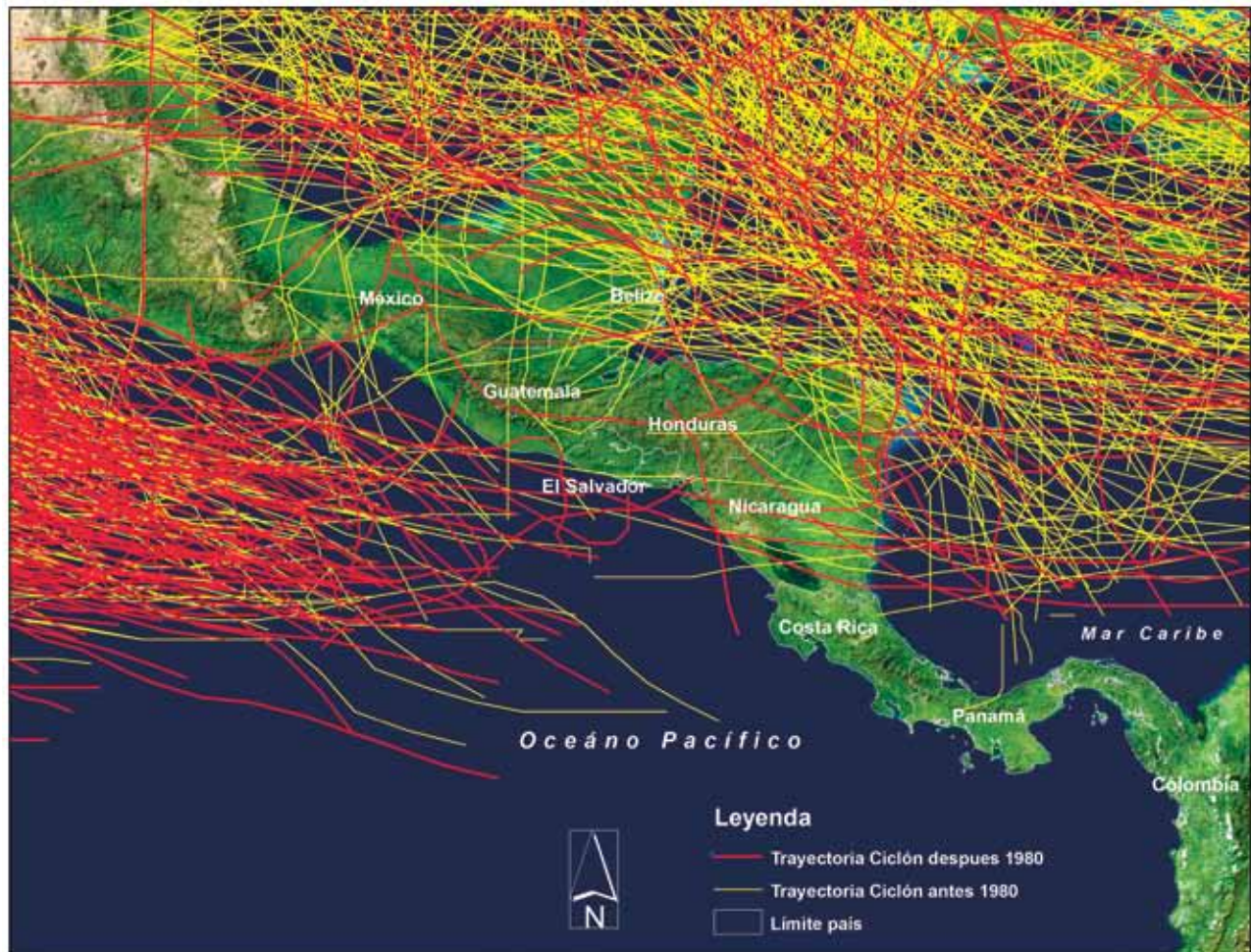
la cuenca del Caribe (Emanuel, 1987; IPCC, 2007). Asimismo, en los últimos 35 años ha aumentado la intensidad de los ciclones en las categoría 4 y 5 en el Pacífico Norte, el océano Índico y el Pacífico sudoccidental (Webster et al., 2005), aunque no así su número; de ahí que Trenberth (2005) plantee que la interrogante para los científicos no es si estos fenómenos serán más frecuentes o cuál será su trayectoria, sino más bien cómo están cambiando sus características.

Todavía es difícil asignar al cambio climático un peso específico en relación con la incidencia de desastres asociados a fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos, aunque se han señalado algunos vínculos significativos; por ejemplo, el análisis de EM-DAT muestra una tendencia elevada en el número de tormentas en Centroamérica y el Caribe en comparación con el resto del mundo. Esa similitud entre estas regiones, en contraste con otras, coincide con su ubicación en una misma zona de afectación por tormentas, identificada a su vez como una de las más altamente expuestas a los efectos del cambio climático.

## MAPA 9.6

## MESOAMÉRICA

## Trayectoria de los ciclones tropicales. 1851-2009



Fuente: Corrales, 2010, con datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos.

Esto plantea un desafío de investigación, pues tentativamente los resultados indican que el cambio climático podría ser una causa de variaciones similares en estas dos regiones (Lavell y Lavell, 2010).

Existen limitaciones en las bases de datos disponibles (como EM-DAT o DesInventar) para identificar las zonas específicas más afectadas por los desastres en la región. Aunque los países muestran números similares en la cantidad de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos, hay patrones independientes para aquellos que históricamente registran las cifras más altas y más bajas en este rubro. Esto es consistente con la perspectiva del riesgo extensivo, el cual, por manifestarse en muchos pequeños eventos, tiende a tener una variabilidad menor que el riesgo intensivo<sup>20</sup>. En el caso de este último, expresado en el número

de personas afectadas y casas destruidas en ciertos años, hay un nivel de varianza mayor que en la manifestación extensiva del riesgo. Por ello, entre las naciones con más altos niveles de pérdidas según la base DesInventar (El Salvador, Honduras, Guatemala y Nicaragua) es relativamente aleatorio cuál de ellas sufrirá el próximo evento de tamaño suficiente para detonar un desastre intensivo (Lavell y Lavell, 2010). Un tema en el cual sí se han identificado zonas geográficas vulnerables es el de la propensión a sequías e inundaciones, que amenazan amplias franjas de territorio, sobre todo cercanas a las costas (mapa 9.7).

MÁS INFORMACIÓN  
SOBRE

GESTIÓN DEL RIESGO  
Y DESASTRES

VÉASE

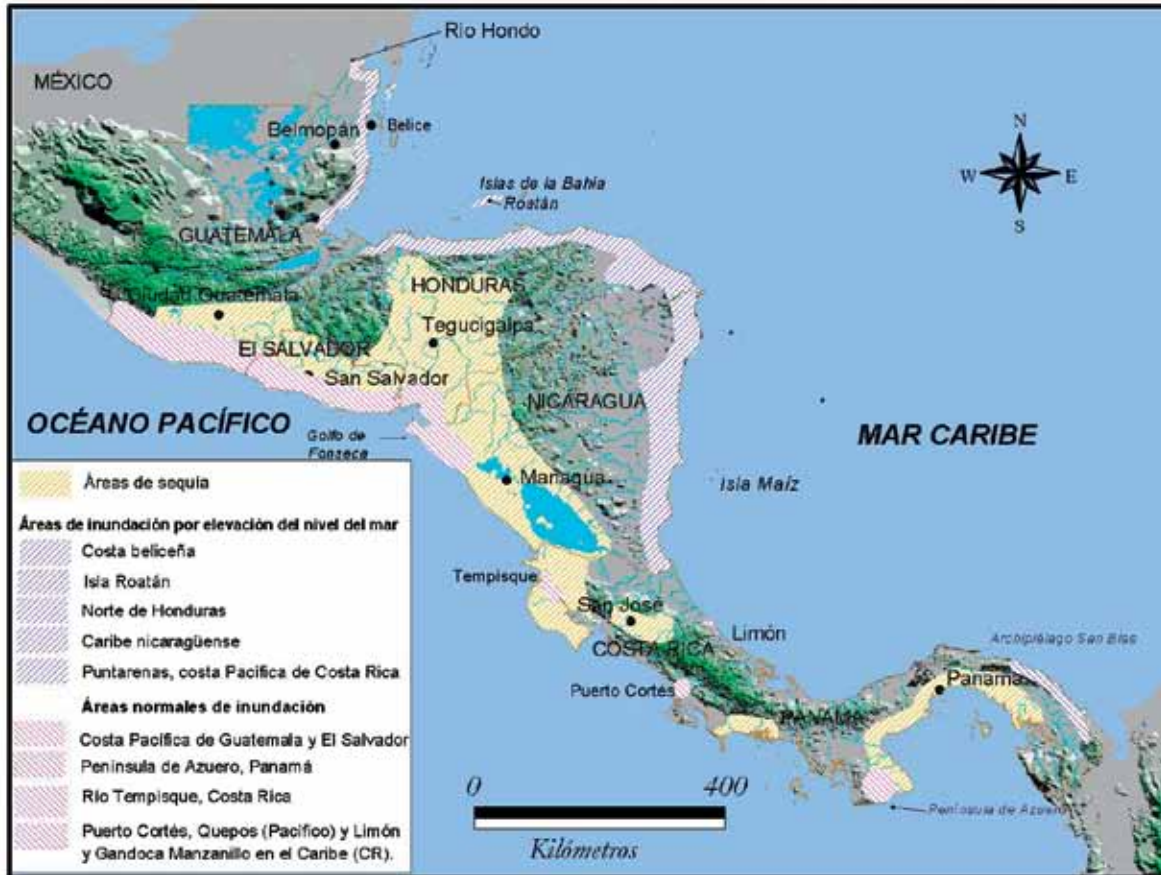
Lavell y Lavell, 2010,  
en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)



## MAPA 9.7

## CENTROAMÉRICA

## Áreas propensas a sequías e inundaciones



Fuente: UICN, 2000.

### Pobreza y vulnerabilidad, debilidades para enfrentar el cambio climático

Como se ha venido mencionando, la amenaza del cambio climático surge en un contexto regional de alta vulnerabilidad y construcción social de riesgos. Estos factores están asociados a persistentes índices de pobreza, la precariedad de muchos medios de vida rural, la inadecuada institucionalidad para enfrentar el riesgo de desastres y bajos niveles de aseguramiento (tanto en la esfera pública como en la privada y en la sociedad civil), lo cual dificulta el financiamiento de la rehabilitación y reconstrucción posimpacto (Lavell y Lavell, 2010).

El *Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres*, elaborado en el marco de la Estrategia Internacional para la Reducción de

Desastres (EIRD-ONU, 2009) trató el tema de riesgo y pobreza bajo un clima cambiante, y constató que los pequeños y medianos desastres recurrentes erosionan continuamente los medios de vida -rurales en particular-, lo que dificulta la ruptura del círculo vicioso de la pobreza para muchas comunidades. Dada la tendencia de aumento en el número de eventos meteorológicos e hidrometeorológicos, resulta preocupante el posible impacto del cambio climático ante un panorama de mayor magnitud no solo de los eventos extremos, sino de los pequeños y medianos desastres recurrentes.

Una demostración fehaciente de las condiciones de riesgo en la región fue el impacto del huracán Mitch en 1998. Aunque antes Centroamérica había sufrido múltiples eventos dañinos, los

desastres asociados no llegan a compararse con este caso, que fue considerado como el “desastre del siglo” en la región (Lavell, 2000). Esto es así no solo por la cantidad de personas muertas y desaparecidas (estimadas en cerca de 20.000), sino por las enormes pérdidas y daños sufridos, tanto en los sectores pobres como en otros más aventajados. El huracán motivó una negociación política regional para la búsqueda de apoyo internacional a los esfuerzos de reconstrucción y, en particular, reveló de manera contundente la forma en que la pobreza y la degradación ambiental, los cambios del uso de suelo y la urbanización espontánea -entre otros aspectos- se conjugan para aumentar la capacidad de destrucción de eventos físicos como Mitch (Lavell, 2000). La situación favoreció la puesta en marcha de un

importante conjunto de iniciativas institucionales de alcance nacional y regional, así como la conformación de redes y equipos de trabajo (como se analiza en el capítulo 5 de este Informe).

En los años posteriores a Mitch, el discurso y las políticas en torno al riesgo de desastres han empezado a relacionarse con el tema de la adaptación al cambio climático. La creciente demanda por un acercamiento entre ambos conceptos, y sus prácticas, ha generado nuevos insumos para la discusión y la búsqueda de sinergia entre ellos. Esto quedó manifiesto en la Conferencia de las Partes de la CMNUCC celebrada en Bali en 2007, y más recientemente en un estudio del IPCC y la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (aún en proceso), que comienza a establecer las bases para vincular la gestión del riesgo con la adaptación al cambio climático, desde la perspectiva del desastre por eventos extremos.

Pese a que se han logrado avances significativos en determinados ámbitos de la reducción, prevención y previsión del riesgo, Lavell y Lavell (2010) plantean que en la actualidad la región tiene niveles de riesgo de desastre iguales, si no superiores o muy superiores, a los que existían antes de Mitch. Esto se debe a la persistencia de procesos sociales y económicos como la ubicación de viviendas en pendientes y zonas de inundación, la degradación ambiental rural y urbana, las malas prácticas constructivas y la falta de controles sobre la construcción, especialmente entre la población excluida e informal, así como procesos de especialización productiva y cambio de uso del suelo en el campo. Además, han surgido nuevas amenazas sicionaturales, como la degradación de ecosistemas costeros y la deforestación de cuencas y riberas de ríos, así como la migración campo-ciudad (Lavell, 1993; Lavell y Lavell, 2010; Wisner et al., 2004; Mansilla, 2008).

Otro entorno de riesgo tiene que ver con el crecimiento de ciertos tipos de infraestructura, como la derivada del desarrollo turístico en zonas como Guanacaste en Costa Rica, Ciudad de Panamá, Bocas del Toro y Chiriquí, San

Juan del Sur en Nicaragua, la costa norte de Honduras y las Islas de la Bahía, entre otras. Todas estas áreas tienen importantes niveles de riesgo por su ubicación y condiciones de amenaza natural. Algo similar ocurre en las ciudades; por ejemplo, desde los años noventa la zona metropolitana del Valle de Sula se ha venido densificando con actividades de maquila y mayor número de personas expuestas a huracanes, inundaciones y, después del 2009, a terremotos, por la activación de las fallas del Caribe frente a la costa hondureña (Caballeros, 2008). El riesgo urbano también se asocia con deficiencias en los sistemas de drenaje de las ciudades, un desafío clave ante los posibles cambios en los patrones de precipitación.

En Centroamérica las ciudades intermedias están en rápida expansión, bajo menores condiciones de gobernanza y adherencia a normas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, y están seriamente amenazadas por inundaciones y deslizamientos, como resultado del crecimiento hacia laderas y zonas inseguras. También se han señalado riesgos de sequía por mal manejo del agua en áreas como el denominado “Arco Seco” en las provincias centrales de Panamá y algunas zonas de Honduras y Nicaragua; al mismo tiempo, se ha alertado sobre el riesgo de inundación, y la consecuente afectación de la actividad turística, en las localidades hondureñas de La Ceiba, Comayagua, Siguatepeque y Santa Rosa de Copán (Lavell y Lavell, 2010).

En el debate en torno al cambio climático, es fundamental tomar en cuenta el papel de la exposición y la vulnerabilidad al riesgo, que son factores socialmente construidos, antes de “responsabilizar” al fenómeno por el aumento en el número y la intensidad de los desastres, exonerando de su injerencia a la sociedad y los actores políticos. Debe entenderse que el cambio climático se suma al entorno de riesgo derivado de las condiciones antes mencionadas, y que la urgencia de tomar medidas consiste en que, si la capacidad de respuesta en la región ha sido débil, la escala a la que este fenómeno podría llevar las amenazas podría impactar de una forma inédita a sus sociedades.

### Incipientes esquemas de gestión para un riesgo significativo

El marco institucional para la gestión del riesgo está necesariamente ligado a los esfuerzos para enfrentar el cambio climático. Para analizar la situación regional en este campo, se han identificado diversos índices e indicadores (tanto de riesgo como de gestión de riesgo) elaborados por distintas entidades, y que coinciden en señalar debilidades y desafíos en los esquemas de los cuales depende afrontar los significativos niveles de riesgo en algunos países.

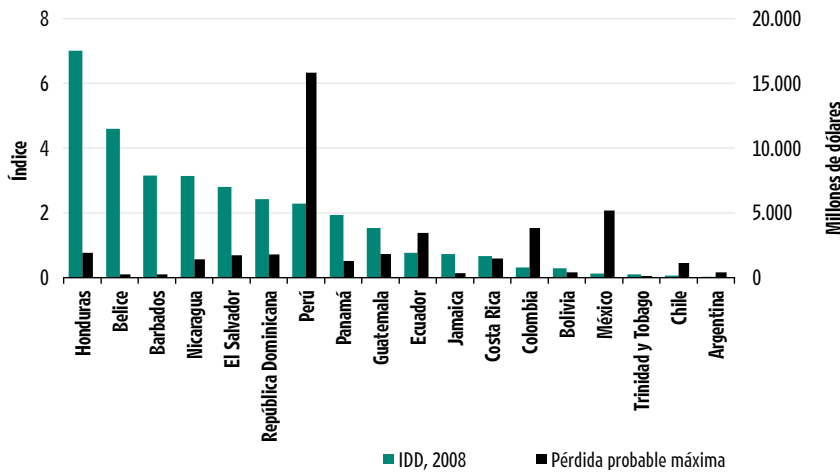
Por ejemplo, un esquema desarrollado por el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, con fondos del BID, representa un aporte con amplia cobertura espacial sobre el tema del riesgo y su gestión. En dieciocho países de América Latina esta iniciativa recabó datos cuantitativos y cualitativos del período 1990-2007, la mayoría de ellos comparables. Esta información, avalada por bases de datos nacionales e internacionales, sirvió como insumo para la realización de diversos procedimientos de cálculo y condujo a la producción y actualización de datos en torno a cuatro índices: el de déficit por desastre, el de desastres locales, el de vulnerabilidad prevaleciente y el de gestión del riesgo.

El índice de déficit por desastre (IDD) mide la pérdida posible (en millones de dólares) en caso de que ocurra un evento físico del tamaño máximo esperado, y sus implicaciones en la disponibilidad de recursos económicos para hacer frente al daño sufrido<sup>21</sup>. El rango va de 0,1 hacia arriba; los países que obtienen más de 1,0 tienen déficit, y esto cambia de forma ascendente a medida que sube el nivel del indicador. El gráfico 9.9 ilustra el índice y la máxima pérdida probable para el año 2008, frente a eventos máximos esperados, con un período de retorno de cien años. Los resultados muestran que, con excepción de Costa Rica, los países de la región se sitúan entre la mitad peor ubicada de las dieciocho naciones incluidas en el análisis, con Honduras en la posición de mayor desventaja.

GRÁFICO 9.9

AMÉRICA LATINA

**Índice de déficit por desastres y pérdida probable en el 2008**  
(con un período de retorno de cien años)

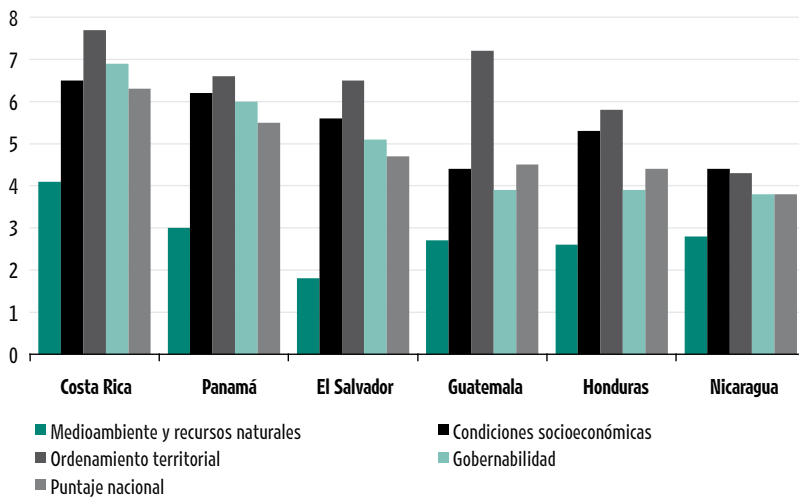


Fuente: Cardona, et al., 2009.

GRÁFICO 9.10

CENTROAMÉRICA

**IRR-ICRR<sup>a/</sup>, según factores impulsores del riesgo. 2010**



a/ Índice nacional de condiciones y capacidades para la reducción del riesgo.

Fuente: Proyecto IRR-ICRR; Lavell et al., 2010.

entiende un conjunto de elementos que -de acuerdo con el concepto y la teoría del riesgo de desastre y su gestión que se utilice- deben existir para promover exitosamente la gestión y la reducción del riesgo (Lavell et al., 2010).

El índice nacional fue calculado usando indicadores *proxy* para los cuatro impulsores del riesgo identificados por la EIRD-ONU (2009): degradación ambiental, ordenamiento territorial, condiciones socioeconómicas y medios de vida y gobernabilidad. Se trata de 38 indicadores seleccionados de bases de datos construidas y avaladas internacionalmente, y medidos de 1 a 9. Según los resultados (gráfico 9.10), Centroamérica es una de las zonas más propensas a desastres en el mundo. Las condiciones de riesgo forjadas a lo largo de décadas se evidencian con regularidad ante eventos diversos, particularmente de naturaleza hidrometeorológica y geológica. Además, nuevos procesos de construcción del riesgo se hacen palpables con cambios en patrones de asentamiento, producción, uso del territorio y degradación ambiental.

En síntesis, el tema de la gestión del riesgo ha cobrado auge desde la catástrofe provocada por el huracán Mitch. Sin embargo, aunque el discurso ha cambiado, en la práctica sigue dominando la priorización de la respuesta humanitaria, por encima del concepto de reducción del riesgo en el marco de la planificación del desarrollo. El debate centrado en este enfoque es clave para acercar el tema a la agenda de cambio climático, dadas las vinculaciones ya señaladas entre cualquier amenaza física y el contexto de vulnerabilidad y exposición socialmente construidas. En tal sentido, resulta alentador que los gobiernos de la región hayan reconocido la necesidad de integrar y generar sinergias entre la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático (Lavell y Lavell, 2010).

Un debate en desarrollo: cambio climático y salud pública

Entre los riesgos asociados al cambio climático se ha señalado la reaparición y propagación de enfermedades tropicales. Aunque no se desarrolla

Otro esfuerzo por establecer un índice de condiciones y capacidades para la reducción del riesgo (fundamentales tanto para los efectos esperados del cambio climático como para el marco general de amenazas presentes en la región), ha sido promovido por la Fundación DARA Internacional, de

Madrid, con fondos de la Aecid. Su objetivo es desarrollar una metodología, tanto cuantitativa como cualitativa, que se aplicará a manera de prueba en los países centroamericanos. El resultado puede constituirse en una línea base para futuros análisis de avances y retrocesos. Por condiciones y capacidades se

ampliamente en este capítulo, el tema ha motivado un amplio debate que cabe reportar. Ya la OMS ha atribuido la muerte de miles de personas al año, a la tendencia al calentamiento y las variaciones en la precipitación debidas al cambio climático generado por la acción humana en los últimos treinta años (Patz et al., 2005).

Muchas enfermedades humanas son vinculadas a la fluctuación del clima. No obstante, existe incertidumbre en cuanto a que su expansión o reaparición se deba a ese fenómeno, tanto por la carencia de datos de alta calidad y largo plazo, como por la incidencia de

factores socioeconómicos y las variaciones en la inmunidad y la resistencia a medicamentos. Además, las proyecciones de cambio climático provienen de modelos de gran escala, que no consideran aspectos importantes de la ecología de la enfermedad, como la influencia de la topografía, los cuerpos de agua, las costas y los accidentes geográficos (Patz et al., 2005). Mientras algunos estudios le imputan al cambio climático un rango muy amplio de desastres medioambientales y de salud pública, otros plantean que tendrá efectos sobre las enfermedades transmitidas por insectos, pero con consecuencias específicas inciertas

(Shetty, 2009). Como un aporte al conocimiento del tema, el cuadro 9.6 muestra un panorama básico del estado de la información, según lo registrado en investigaciones reportadas por el IPCC.

La idea general de que este fenómeno propiciaría la malaria y otras enfermedades ha sido convincente: dado que la malaria es endémica en las zonas cálidas del planeta, si hay un calentamiento global su incidencia aumentaría. En la comunidad científica, sin embargo, se ha señalado que la epidemiología de la enfermedad es extremadamente compleja, y sus factores más determinantes

CUADRO 9.6

### Posibles efectos del cambio climático en enfermedades transmitidas por insectos

Factor climático	Efectos potenciales sobre el vector	Efectos potenciales sobre el patógeno
Aumento de la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reducción de la supervivencia de algunas especies de mosquitos.</li> <li>■ Cambio en la susceptibilidad a algunos patógenos.</li> <li>■ Aumento de la población en crecimiento.</li> <li>■ Disminución en la duración de las etapas larvales.</li> <li>■ Aumento en la tasa de alimentación para combatir la deshidratación (por lo tanto, mayor contacto del vector con los humanos).</li> <li>■ Distribución estacional y espacial extendida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Incubación más rápida en el vector.</li> <li>■ Ampliación de la temporada de transmisión.</li> <li>■ Distribución extendida.</li> </ul>
Disminución de las lluvias	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Incremento de la reproducción de los mosquitos en los contenedores, debido a un mayor almacenamiento de agua.</li> <li>■ Mayor concentración de vectores que se reproducen en los lechos de los ríos secos.</li> <li>■ Reducción de depredadores naturales de los vectores.</li> <li>■ Reducción -o eliminación- de vectores como los caracoles acuáticos, por sequía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sin efectos.</li> </ul>
Incremento de las lluvias	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Más sitios de reproducción e incremento en el tamaño de la población de vectores.</li> <li>■ Aumento de la supervivencia del vector, debido al incremento de la humedad.</li> <li>■ Más ecosistemas potenciales para vectores aguas abajo de las inundaciones.</li> <li>■ Las lluvias fuertes pueden sincronizarse con los vectores que buscan hospederos y favorecer la transmisión de virus.</li> <li>■ Los sitios de reproducción son arrastrados por las fuertes lluvias.</li> <li>■ Destrucción del hábitat por las inundaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Poca evidencia de efectos directos.</li> </ul>
Aumento en el nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mayor abundancia de mosquitos que se crían en aguas salobres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sin efectos.</li> </ul>

Fuente: IPCC.



son la ecología y el comportamiento, tanto de los humanos como de los mosquitos. Su ocurrencia más bien puede ser impulsada por dinámicas económicas, ecológicas y sociales: crecimiento poblacional y desplazamiento, deforestación, irrigación, deterioro de la infraestructura de salud, resistencia a medicamentos, guerra y disturbios civiles y, como principal detonante, la pobreza (Reiter, 2009). En suma, existe un debate en proceso y el posible impacto del cambio climático en este ámbito constituye un importante desafío de investigación.

### Implicaciones esperadas para la agricultura regional

El debilitamiento o pérdida de productividad en la agricultura es uno de los posibles efectos del cambio climático que con más claridad tendría implicaciones económicas y sociales, dado el papel que juega esta actividad en la supervivencia de la población rural, la dinámica de diversos sectores de consumo y exportación, y en la seguridad alimentaria. Históricamente, la agricultura ha sido una actividad primaria de alto riesgo ante las condiciones del clima, la volatilidad de precios y la incertidumbre de los mercados. Estas condiciones por lo general se derivan de factores externos cuya gestión requiere esfuerzos amplios y de múltiples actores.

A nivel mundial, se ha invertido en desarrollar tecnologías para controlar ese tipo de variables -como el clima y las respuestas naturales de los cultivos-, así como para generar formas de mercado que reduzcan los riesgos económicos. Sin embargo, este no parece ser el caso para la mayor parte de la agricultura centroamericana, dado que tales esfuerzos requieren una capacidad de respuesta que el sector y el Estado no suelen tener. Con algunas limitaciones en cuanto a la información disponible, y con el aporte de diversas investigaciones regionales, este apartado explora el posible impacto económico y social del cambio climático sobre el sector agrícola, y el marco en el cual se enfrentan los desafíos derivados.

### Un sector social y económicamente vulnerable

En Centroamérica, la agricultura está relacionada con una parte importante de la vida y la supervivencia rurales. Es un pilar de las economías regionales (con alguna tendencia a cambiar, pero de manera diferenciada entre los países) y uno de los principales usos del territorio. Como sucede en muchas naciones en vías de desarrollo, solo ciertos sectores agrícolas han logrado algún nivel de evolución en materia tecnológica, ambiental y productiva, mientras una amplia proporción de la actividad se mantiene en fases muy primarias, lo que genera altos grados de rezago social y económico en la sociedad, especialmente la rural.

Un breve repaso sobre algunos datos básicos permite valorar el peso económico y social de esta actividad<sup>22</sup> (cuadro 9.7). En las economías centroamericanas, el sector primario representó un 12% de la estructura del PIB promedio entre 1990 y 2009, frente a un 26% del sector secundario y 63% del terciario. Presenta un comportamiento variado por país: en Nicaragua ocupa el lugar más importante, con un 18% del PIB en 2009; en Guatemala y Honduras registra valores intermedios, y cifras bajas en El Salvador, Costa Rica y Panamá.

La agricultura, aportó el 20% de las

exportaciones regionales en 2007, y un rubro importante en el ingreso de divisas, solamente superado, en el caso de Costa Rica, por el turismo y los componentes electrónicos, y en El Salvador, Honduras y Guatemala, por las remesas familiares enviadas desde Estados Unidos. El valor de las exportaciones promedio del sector fue de 5.502 millones de dólares en el 2009; café, banano y azúcar fueron los principales productos colocados en el exterior.

La relevancia social de la agricultura se percibe también en el empleo. La participación de la población económicamente activa (PEA) agrícola en la PEA total es mayor a la mitad en el caso de Guatemala, supera el 40% en Honduras y el 30% en El Salvador y Belice (gráfico 9.11). El sector tiene un alto componente de mano de obra que puede ser muy vulnerable a los posibles cambios en la productividad, principalmente porque, en promedio, la región concentra el 42% de la pobreza en el área rural y muestra elevados índices de desigualdad social. El jornal agrícola promedio fue de 4,75 dólares en el 2006, con variaciones entre países pero siempre en niveles muy bajos, desde 2 dólares en Nicaragua hasta 8,8 en Costa Rica (Cepal, 2008). El tema de la pobreza se analiza con detalle en los capítulos 2 y 3 de este Informe.

#### CUADRO 9.7

##### CENTROAMÉRICA

#### Datos básicos sobre el sector agropecuario en la economía

País	Porcentaje del PIB agropecuario <sup>a/</sup> en el PIB total		Exportaciones agropecuarias 2007 (millones de dólares)
	Promedio 1990-2009	2009	
Belice	14,0	12,0	
Costa Rica	9,0	7,0	1.981,1
El Salvador	11,0	10,0	285,3
Guatemala	14,0	14,0	1.763,6
Honduras	14,0	13,0	996,0
Nicaragua	18,0	18,0	552,5
Panamá	7,0	5,0	764,0

a/ Incluye pesca.

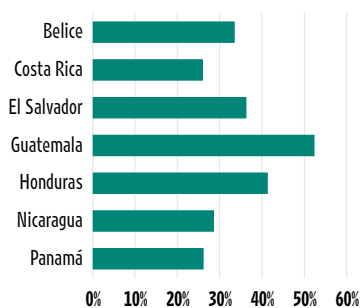
Fuente: Cepal.



GRÁFICO 9.11

CENTROAMÉRICA

Participación de la PEA agrícola en la PEA total. 2009



Fuente: Cepal.

El impacto del cambio climático sobre este sector dependerá de diversos aspectos, entre ellos la modernización tecnológica, inherente a los procesos de transformación de la agricultura, sobre todo la de exportación. El costo de este avance normalmente es asumido como un bien público en los países desarrollados, una enorme diferencia con el medio centroamericano, que no le ha otorgado la misma prioridad. Esto implica que, para enfrentar el cambio climático, no solo se deben proyectar las pérdidas posibles en producción y productividad, en especial en la agricultura de subsistencia, sino que también deberá contemplarse el costo que conlleva la transformación hacia una menor vulnerabilidad, mediante las prácticas de adaptación (Iarna, 2010).

En el año 2006, la mayor parte del área de cultivos de Centroamérica<sup>23</sup> estaba sembrada con granos básicos (cuadro 9.8), principalmente para consumo interno. El porcentaje dedicado a este fin varía de modo significativo entre países: en Nicaragua asciende al 73%; luego se encuentran El Salvador y Panamá con 62% y 60%, respectivamente, mientras que en Costa Rica la proporción es de un 15% (FAO, 2010).

Buena parte de estos cultivos (principalmente de subsistencia en el caso de los granos básicos) está en manos de pequeños y medianos productores, lo mismo que una alta proporción de los cultivos no tradicionales. En 2007 la

CUADRO 9.8

CENTROAMÉRICA

Superficie sembrada de algunos cultivos. 2006 (miles de hectáreas)

País	Granos básicos <sup>a/</sup>	Cultivos tradicionales de exportación <sup>b/</sup>	Cultivos no tradicionales <sup>c/</sup>	Cultivos industriales <sup>d/</sup>
Costa Rica	69,2	197,1	173,5	4,2
El Salvador	421,7	215,0	31,6	2,6
Guatemala	841,1	479,1	308,9	12,6
Honduras	456,1	332,6	140,6	7,8
Nicaragua	687,3	172,8	84,1	4,0
Panamá	186,3	66,7	47,2	3,8
<b>Total</b>	<b>2.661,7</b>	<b>1.463,2</b>	<b>786,0</b>	<b>35,0</b>

a/ Incluye arroz, frijol, maíz, sorgo y trigo.

b/ Incluye banano, café y caña de azúcar.

c/ Incluye frutas, hortalizas, legumbres, raíces y tubérculos y plantas oleaginosas.

d/ Incluye algodón, cacao y tabaco.

Fuente: Cepal.

CUADRO 9.9

CENTROAMÉRICA

Datos básicos de los pequeños productores de granos básicos.

2005-2007<sup>a/</sup> (porcentajes)

País	Pequeños productores respecto a la población total	Porcentaje de crecimiento (1987-2005/2007)
Costa Rica	0,8	-83,0
El Salvador	11,8	20,0
Guatemala	42,5	94,0
Honduras	30,5	2,0
Nicaragua	31,0	89,0
Panamá	17,5	38,0

a/ Los datos de Nicaragua y Honduras son del año 2005; los de Guatemala, El Salvador y Panamá del 2006 y los de Costa Rica del 2007.

Fuente: Baumeister, 2010.

región tenía poco más de dos millones de pequeños productores de granos básicos, la mayoría de ellos en el contexto rural y con importantes diferencias entre países: en Costa Rica esta actividad solo abarcaba un 0,8% de la población rural total, pero en el resto del Istmo representaba cerca del 60% y en Guatemala, que registró el valor más alto, el 42,5%. En el período 1987-2007, en Guatemala y Nicaragua se duplicó el número total de estos productores, mientras que en Costa Rica decreció significativamente (cuadro 9.9).

Potenciales efectos sociales y económicos para la agricultura

La agricultura es una actividad productiva altamente dependiente del entorno natural y las condiciones del clima, y requiere conocimiento y planificación para el aprovechamiento adecuado de esas condiciones. Por tanto, proyectar el impacto del cambio climático involucra relacionar a la vez los posibles efectos sobre los ecosistemas y los patrones climáticos, con la capacidad de adaptación y las circunstancias propias de la agricultura regional, en

especial en el marco rural. Por esta sensibilidad a los factores mencionados, pero sobre todo por la realidad social que lo enmarca y el entorno socioeconómico e institucional que lo caracteriza, el sector podría sufrir severos golpes en su productividad, lo que a su vez afectaría a buena parte de la población centroamericana.

Existen esfuerzos -aún exploratorios- para conocer cómo incidiría el cambio climático en las áreas agrícolas y la productividad de los cultivos, a fin de determinar la magnitud de sus impactos sociales y económicos en el sector. Muchos de los estudios todavía no permiten analizar los efectos a nivel desagregado (por cultivos y territorios). Si bien se han realizado estimaciones de los daños y pérdidas ocasionadas por eventos extremos, a partir de la experiencia ya registrada, la generación de proyecciones más detalladas apenas inicia. Con esta advertencia, el presente apartado recoge los resultados de algunas investigaciones, para aportar una visión preliminar de las posibles repercusiones del fenómeno en la región y para colaborar en la identificación de desafíos de adaptación y mitigación en la agricultura.

MÁS INFORMACIÓN  
SOBRE



### IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AGRICULTURA Y ENERGÍA

VÉASE

Iarna, 2010,  
en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)

En términos globales, se estima que para el año 2080 la producción agropecuaria mundial sufriría una caída del 16% como resultado del cambio climático; de ese total un 25% corresponderá a pérdidas en los países en vías de desarrollo y solo un 6% a los países desarrollados (Stern, 2007). Paralelamente, se señala que los cambios en las condiciones climáticas tendrían un impacto sobre la seguridad alimentaria y nutricional. Lobell et al. (2008) identificaron las doce regiones del mundo con mayo-

res problemas de seguridad alimentaria, tomando en cuenta sus similitudes en términos de dieta, sistemas agrícolas y proporción de población desnutrida, a partir de estimaciones de la FAO. Tres de esas regiones se encuentran en América Latina, y Centroamérica y el Caribe conforman una de ellas. Jiménez (2010a) describe algunas posibles consecuencias del fenómeno sobre la agricultura que tendrían efectos en la seguridad alimentaria, a saber:

- Cambios en la adaptabilidad de la tierra para diferentes tipos de cultivos y pasturas.
- Cambios en la salud y productividad de los bosques.
- Cambios en la distribución, productividad y composición comunitaria de los recursos marinos.
- Pérdida de la biodiversidad y deterioro del funcionamiento de los ecosistemas en los hábitats naturales.
- Cambios en la distribución de agua de buena calidad para los cultivos, el ganado y la producción pesquera continental.
- Pérdida de tierras arables debido a la creciente aridez y la salinidad asociada; disminución del agua subterránea y aumento del nivel del mar.
- Cambios en el acceso a los medios de subsistencia.

Otros efectos esperados tienen relación con las transformaciones en algunos ecosistemas. Un acercamiento al tema (Iarna, 2010) se realizó a partir de las regiones de humedad según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, para las cuales se establecieron vínculos con cultivos específicos, los factores de cambio proyectados, los posibles impactos sobre los ecosistemas y algunas alternativas para adaptar la producción. El cuadro 9.10 resume ese análisis y denota que las variaciones derivadas del fenómeno climático (en especial en los patrones de temperatura y precipitación, así como en los eventos extremos) afectarían estas zonas de vida y obligarían a realizar importantes esfuerzos de adaptación tecnológica y planificación.

Estudios recientes coordinados por la Cepal, los ministerios de Ambiente y

Finanzas, la CCAD y la Sieca han relacionado las variaciones del clima con el rendimiento de los principales cultivos de la región, desde dos enfoques complementarios: el de la función de producción (que a partir de series históricas establece el rendimiento óptimo para temperatura y precipitación) y el de renta de la tierra (que vincula los ingresos agrícolas con las variables del clima y determina el cambio en la renta de la tierra a partir de los cambios unitarios en el clima). En ambos casos, los impactos económicos se calculan con proyecciones basadas en los escenarios del IPCC. A continuación se presentan de manera sucinta los resultados de algunos de esos trabajos.

Un conjunto de análisis realizados por Cepal et al. (2010), para cada país de Centroamérica, estimó funciones de producción agropecuaria midiendo el costo del impacto de un aumento en la temperatura y cambios de la precipitación, “asumiendo que existe un valor máximo de rendimiento/producción asociado a niveles óptimos de las variables climáticas, de tal modo que una modificación que se aleja de este nivel óptimo implica una disminución en rendimiento/producción<sup>24</sup>. Utilizando los escenarios B2 y A2<sup>25</sup> se obtuvieron estimados iniciales del costo acumulado del impacto del cambio climático al año 2100. Los resultados sugieren efectos negativos para la producción agropecuaria en su conjunto (cuadro 9.11). Según los cálculos a nivel agregado para la región, y que no incluyen el efecto de medidas de adaptación, “con el escenario A2 a 2100 el índice agropecuario arrojaría una reducción de aproximadamente 9%, siendo particularmente afectado el índice pecuario con una caída de 13%. La producción de maíz tendería a crecer en el corto plazo, con rendimientos ligeramente mayores a 2 toneladas por hectárea, pero luego decrecería, hasta llegar posiblemente a 1,4 toneladas por hectárea cerca de 2100. El rendimiento promedio de frijol podrá declinar de más de 0,7 a menos de 0,1 toneladas por hectárea en el año 2100. La producción de arroz tenderá a caer, del promedio histórico de 3,5 toneladas por hectárea a entre 2 y 1 toneladas por hectárea” (Cepal et al., 2010).

## CUADRO 9.10

## CENTROAMÉRICA

Efectos previsibles del cambio climático en ecosistemas agrícolas al año 2050<sup>a/</sup>

Región de humedad <sup>b/</sup>	Cultivos y ecosistemas agrícolas	Factores de cambio climático	Impactos previsibles <sup>c/</sup>	Alternativas
Húmedo, muy húmedo en pisos basales (hasta 1.000 msnm). Representatividad <sup>d/</sup> : 70,1%.	Caña de azúcar, banano, plátano, ganadería bovina de carne, palma africana, hule, cacao, cardamomo, maíz, frijol, ajonjolí, arroz, huertos familiares con frutas tropicales, yuca, papaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento abrupto de temperaturas altas y medias.</li> <li>■ Alta variabilidad interanual y estacional de la precipitación, disminución de días de lluvia.</li> <li>■ Aumento de sequías, aridez, incendios, inundaciones, tormentas.</li> <li>■ Aumento de concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico, aumento de respiración de los sistemas (estrés), reducción de biotemperatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reducción de zonas de vida y tendencia de transformación hacia humedad seca.</li> <li>■ Alta erosión genética y simplificación de la estructura y composición florística.</li> <li>■ Aumento de tasas de mortalidad, de espacios abiertos dentro del bosque e incremento de especies tolerantes a la luz; disminución de especies tolerantes a la sombra.</li> <li>■ Incremento en emisiones netas de CO<sub>2</sub> y pérdida de carbono del suelo por disminución de biomasa.</li> <li>■ Aumento de incendios, plagas y enfermedades.</li> <li>■ Mejores o iguales condiciones: ganadería, palma, hule, caña.</li> <li>■ Condiciones críticas: banano, cacao, arroz, cardamomo, yuca, frijol y maíz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sistemas agroforestales.</li> <li>■ Infraestructura para captación y almacenamiento de agua.</li> <li>■ Sistemas de riego.</li> <li>■ Infraestructura para disminuir los efectos de mayores caudales instantáneos.</li> <li>■ Seguridad alimentaria.</li> <li>■ Gestión del riesgo financiero.</li> <li>■ Revalorización de sistemas tradicionales de cultivo.</li> <li>■ Gestión del riesgo.</li> <li>■ Prácticas de manejo y conservación de suelos.</li> <li>■ Manejo integrado de plagas.</li> </ul>
Húmedo y muy húmedo en pisos altitudinales arriba de 1.000 msnm. Representatividad: 15,2%.	Café, ganadería de leche, maíz, frijol, papa, repollo, zanahoria, cebolla, calabazas, remolacha, lechuga, espárrago, arveja china, ejote francés, flores, plantas ornamentales, aguacate, frutales deciduos, manzana, durazno, pera, ciruela.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento abrupto de temperaturas altas y medias.</li> <li>■ Alta variabilidad interanual y estacional de la precipitación, disminución de días de lluvia.</li> <li>■ Aumento de sequías, aridez, incendios, inundaciones, tormentas.</li> <li>■ Aumento de concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico, aumento de respiración de los ecosistemas (estrés).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Posibilidad de que esta región de humedad ocupe rangos altitudinales superiores.</li> <li>■ Las especies que conforman esta región tienen altos niveles de persistencia y tolerancia a sequías (coníferas y encinos) podrán seguir ocupando sus nichos actuales o migrar a altitudes superiores.</li> <li>■ La región de humedad que mejor conserva composición, estructura y funcionalidad.</li> <li>■ Aumento de incendios, plagas y enfermedades.</li> <li>■ Aumento de productividad primaria neta.</li> <li>■ Especies de importancia económica (pino) y su manejo pueden verse beneficiados.</li> <li>■ Mayor capacidad de "resiliencia" en la mayoría de los cultivos.</li> <li>■ La variación en horas de frío afectará los frutales deciduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sistemas agroforestales.</li> <li>■ Infraestructura para captación y almacenamiento de agua.</li> <li>■ Infraestructura para disminuir los efectos de mayores caudales instantáneos.</li> <li>■ Sistemas de riego.</li> <li>■ Seguridad alimentaria.</li> <li>■ Gestión del riesgo financiero.</li> <li>■ Revalorización de sistemas tradicionales de cultivo.</li> <li>■ Gestión del riesgo.</li> <li>■ Prácticas de manejo y conservación de suelos.</li> <li>■ Ordenamiento territorial y protección de cuencas altas.</li> <li>■ Investigación.</li> </ul>

CONTINÚA →

## CONTINUACIÓN

## CUADRO 9.10

## CENTROAMÉRICA

Efectos previsibles del cambio climático en ecosistemas agrícolas al año 2050<sup>a/</sup>

Región de humedad <sup>b/</sup>	Cultivos y ecosistemas agrícolas	Factores de cambio climático	Impactos previsibles <sup>c/</sup>	Alternativas
Humedad pluvial. Representatividad: 4,0%.	Café, cacao, cardamomo, ganado de leche, plantas ornamentales, arroz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento de temperaturas medias, máximas (factor crítico), estacionalidad y variabilidad interanual.</li> <li>■ Alta variabilidad interanual y estacional de la precipitación.</li> <li>■ Manifestación de una estación seca bien definida y en estación lluviosa aumento drástico de la intensidad diaria.</li> <li>■ Sequías, aumento en altitud de la nube y la nubosidad, incendios y tormentas.</li> <li>■ Aumento de concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico, aumento de respiración de los ecosistemas (estrés).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reducción significativa.</li> <li>■ Disminución de nubosidad y entradas de lluvia, así como aumento de evapotranspiración y disminución de la humedad relativa.</li> <li>■ Cambios drásticos del balance y déficit hídrico estacional.</li> <li>■ Disminución crítica de la capacidad de captación y regulación hidrológica de los ecosistemas actuales.</li> <li>■ Aumento de disponibilidad de nutrientes en el suelo.</li> <li>■ Se mantienen o mejoran las condiciones agronómicas para la mayoría de los cultivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sistemas agroforestales.</li> <li>■ Infraestructura para captación y almacenamiento de agua.</li> <li>■ Infraestructura para disminuir los efectos de mayores caudales instantáneos.</li> <li>■ Seguridad alimentaria.</li> <li>■ Revalorización de sistemas tradicionales de cultivo.</li> <li>■ Gestión del riego.</li> <li>■ Prácticas de manejo y conservación de suelos.</li> <li>■ Ordenamiento territorial y protección de cuencas altas.</li> <li>■ Manejo forestal sostenible (sistemas agrosilvopastoriles).</li> <li>■ Investigación.</li> </ul>
Seco y muy seco. Representatividad: 8,2%.	Ganadería bovina extensiva, caña, maíz, sorgo, arroz, tabaco, maní, achioté, árboles frutales, tomate, cebolla, chile, pepino, melón, sandía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aumento abrupto de temperaturas medias y extremas, especialmente las máximas diarias.</li> <li>■ Alta variabilidad interanual y estacional de la precipitación, disminución de días de lluvia.</li> <li>■ Aumento de sequías, aridez, incendios, inundaciones.</li> <li>■ Aumento de concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico, aumento de respiración de los ecosistemas (estrés).</li> <li>■ Reducción de biotemperatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Expansión territorial y conversión de seco a muy seco.</li> <li>■ Mayor variabilidad climática (largos períodos de sequía y aumento de la aridez, mayor escasez de agua en estación seca y disminución de días de lluvia en tación lluviosa).</li> <li>■ Pérdida de carbono del suelo y consecuente pérdida de fertilidad natural.</li> <li>■ La ganadería podrá permanecer.</li> <li>■ Donde se amplíe el área seca los cultivos representativos tendrán mayor potencial, pero al pasar a muy seco habrá inhabilitación para algunos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Semillas mejoradas.</li> <li>■ Mejores razas de ganado.</li> <li>■ Sistemas silvopastoriles.</li> <li>■ Infraestructura para captación y almacenamiento de agua.</li> <li>■ Sistemas de riego.</li> <li>■ Seguridad alimentaria.</li> <li>■ Revalorización de sistemas tradicionales de cultivo.</li> <li>■ Gestión del riego.</li> <li>■ Prácticas de manejo y conservación de suelos.</li> <li>■ Manejo integrado de plagas.</li> <li>■ Investigación.</li> </ul>

a/ El escenario utilizado es el A2 y el modelo de circulación global HADCM3.

b/ Según las regiones de humedad de la clasificación de zonas de vida de Holdridge.

c/ Los más probables para los escenarios al año 2050 en los ecosistemas y cultivos analizados.

d/ Representatividad aproximada en ocupación del territorio en Centroamérica.

Fuente: Iarna, 2010.

CUADRO 9.11

## CENTROAMÉRICA

**Estimado inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático en el sector agropecuario, según escenario**  
(porcentajes del PIB de 2008 a valor presente neto)

Año	Tasa de descuento			
	0,5%	2,0%	4,0%	8,0%
<b>Escenario B2</b>				
2020	0,3	0,3	0,2	0,1
2030	2,2	1,8	1,3	0,8
2050	4,7	3,3	2,2	1,0
2070	8,9	5,2	2,8	1,1
2100	13,7	6,7	3,2	1,1
<b>Escenario A2</b>				
2020	1,8	1,7	1,6	1,4
2030	3,5	2,9	2,4	1,8
2050	5,4	4,1	3,1	2,0
2070	8,5	5,6	3,6	2,1
2100	18,5	8,7	4,3	2,1

Fuente: Cepal et al., 2010.

Por otro lado la Cepal analizó los cambios en la renta y los rendimientos de la tierra, y obtuvo estimaciones preocupantes sobre el posible efecto de la variabilidad climática en los ingresos económicos, sobre todo de los pequeños productores<sup>26</sup>. Algunos de estos hallazgos se resumen a continuación (cabe anotar que en el análisis se usaron las variables identificadas como más significativas en cada caso, y que no necesariamente son las mismas en cada país). Para Honduras se proyectó que, con un incremento de un grado centígrado, las ganancias mensuales promedio de los agricultores se reducirían en un rango de 1,72 a 2,50 dólares, y con un aumento de dos grados centígrados la pérdida sería del 9%. Según estratos, para el 20% de los productores de menos ingresos, la caída podría representar hasta el 57% de sus entradas anuales, en tanto que para el 20% de los agricultores de mayores ingresos solo representaría un 1% (Ordaz et al., 2010c).

En el caso de Guatemala, un incremento en un grado centígrado generaría una pérdida de 6 dólares en los ingresos mensuales de los agricultores. En el largo plazo y bajo distintos escenarios y plazos, esto significaría reducciones en el nivel de ingresos

de entre 7% y 67%. Para los hogares más pobres ligados a esta actividad la pérdida ascendería a un 10% anual. En El Salvador, el aumento en un grado centígrado disminuiría en un 2% las ganancias de los productores del estrato más pobre. En Nicaragua y Costa Rica el estudio estimó que un incremento de un grado centígrado provocaría caídas del 8% y 3% en el nivel de ingresos anuales de los productores más pobres, respectivamente (Ramírez et al., 2009; y 2010b; Mora et al., 2010a).

Los estudios de la Cepal también exploraron los posibles impactos del cambio climático en la productividad de los principales cultivos de la región. Para ello se consideró que existen temperaturas óptimas para la producción agrícola, que no necesariamente se han presentado todavía. En el caso del maíz, por no haberse alcanzado aún la temperatura máxima óptima, en los primeros años se esperarían aumentos en la producción, pero luego se darían pérdidas considerables. Con el arroz pasaría algo similar, aunque estarían más próximas las temperaturas óptimas, por lo que las pérdidas se observarían antes. Y en el cultivo del frijol ya estas temperaturas se han alcanzado, por lo que se estima que en la actualidad su rendimiento

está generando pérdidas. Al igual que en el caso de las funciones agregadas, para estos cultivos se calcularon las pérdidas del 2010 en relación con el PIB del 2007 (bajo el escenario A2). Estas corresponden a un 1,57% para el maíz, 2,04% para el arroz y 4,41% para el frijol.

Es importante considerar que este análisis regional genera proyecciones a una escala muy general, pero en realidad existen variaciones significativas a nivel de países. Tomando en cuenta el estado actual de la temperatura y la precipitación (en cuanto a los niveles óptimos que maximizan los rendimientos en la función de la producción agropecuaria agregada) se observan impactos diversos según cultivos y países. Aunque algunos son positivos en el corto plazo, mayoritariamente se espera que a lo largo del siglo se dé una afectación importante en la productividad y las ganancias del sector. Algunas de estas tendencias se presentan en el cuadro 9.12.

Otros aportes específicos han analizado el posible impacto del cambio climático sobre la productividad agrícola a nivel de país, utilizando diversos modelos de simulación de cultivos y escenarios. Por ejemplo, un estudio sobre el comportamiento del área apta para el cultivo de café en Nicaragua determinó que, a futuro, se esperaría una reducción significativa de esta actividad, por las variaciones derivadas de este fenómeno (recuadro 9.3).

En suma, puede afirmarse que, según numerosos estudios, Centroamérica ya está siendo impactada por cambios en el clima local, y que las proyecciones no son alentadoras. Es evidente que buena parte de los productores agropecuarios es vulnerable a estas variaciones, sobre todo si se mantienen las debilidades institucionales, socioeconómicas, de asistencia técnica y de capacidades para la adaptación que hoy existen. Por otro lado, es difícil, con la información actual, medir las repercusiones económicas y sociales en una escala práctica, que guíe el diseño de programas de asistencia; por ello se recomiendan investigaciones más detalladas, que identifiquen zonas geográficas y tipologías de productores que requerirán apoyo.



## CUADRO 9.12

## CENTROAMÉRICA

**Situación de los patrones óptimos para la productividad agropecuaria en temperatura y precipitación**

País	Temperatura	Precipitación
Belice	En 2005 y 2006 la temperatura rebasó el nivel óptimo para los principales cultivos, por lo que ya se podrían estar experimentando pérdidas.	El nivel óptimo fue rebasado también entre 2005 y 2006, por lo que ya podría haber pérdidas por esta causa.
Costa Rica	Para el 2005 la temperatura promedio anual ya habría rebasado el nivel óptimo; por lo tanto, ya se estarían sufriendo pérdidas en la función de producción agropecuaria, por ejemplo en maíz, frijol y café.	Aún no se habría alcanzado el nivel óptimo; sin embargo, se presumen pérdidas debido a que los pronósticos son hacia la baja y el nivel óptimo de lluvias ya se rebasó en cultivos específicos como maíz, frijol y café.
El Salvador	Aún no se ha alcanzado el nivel óptimo de temperatura, por lo que se podría observar un ligero aumento en la producción general en el corto plazo, que luego decaería y causaría pérdidas. En maíz, frijol y café el nivel óptimo se rebasó en 2006.	Los modelos hacen pronósticos de menor precipitación en el corto y mediano plazo, por lo que podrían darse impactos negativos de forma inmediata en algunos cultivos, como el maíz.
Guatemala	Para 2005 ya se había alcanzado el nivel óptimo para el máximo rendimiento promedio en la función de producción agregada; por lo tanto, cualquier aumento tendrá impactos negativos.	Todavía hay margen para incrementar rendimientos, conforme aumente la precipitación.
Honduras	En el cultivo de frijol está por alcanzarse la temperatura óptima, por lo que pronto habría pérdidas en los rendimientos. En café se observarían mayores en rendimientos, pero luego se iniciará una caída. En el maíz ya se registran pérdidas por este motivo.	Para casi todos los cultivos se esperan mayores rendimientos, mientras la precipitación aumente en los primeros años, pero a mediano y largo plazos, cuando esta disminuya, los rendimientos tenderán a bajar.
Nicaragua	En 2005 no se había alcanzado el nivel óptimo para el rendimiento máximo de la función de producción agropecuaria, por lo que se podrían esperar algunos incrementos, que caerían dramáticamente en el mediano plazo.	Ya se habría rebasado el nivel óptimo, por lo que podrían estar dándose pérdidas en la producción, especialmente de maíz y café.
Panamá	Ya se habría rebasado el nivel óptimo, por lo que en la actualidad podrían estar ocurriendo efectos negativos en los cultivos analizados, como maíz, arroz y banano.	No se ha rebasado el nivel óptimo, aunque sí en los casos del maíz y el arroz, y se observarían mejores rendimientos si, como se ha previsto, las lluvias se redujeran.

Fuente: Cepal et al., 2010.

Paralelamente, el tema particular de la ganadería, que no se analiza a fondo en este capítulo, es un reto de investigación. Según la FAO, a nivel mundial esta actividad representa el 18% de las emisiones de GEI (Steinfeld et al., 2006). Por tanto, el sector pecuario es a la vez emisor de GEI y víctima del cambio climático. Se ha señalado que el conocimiento sobre el posible efecto en la producción ganadera todavía es incompleto y que la adecuada preparación -incluida la investigación- evitaría o reduciría pérdidas y permitiría aprovechar oportunidades (Jiménez, 2010a).

#### Otros elementos vulneran la capacidad de adaptación agrícola

Aunque el tema de las políticas y estrategias en materia de adaptación al cambio climático se analizan en la última sección de este capítulo, es importante esbozar aquí algunos elementos generales relacionados con la capacidad del sector agrícola para enfrentar el fenómeno, y que tienen que ver con la adopción de las medidas necesarias y la reducción de los riesgos asociados.

Dos aspectos importantes en este sentido son la gestión del riesgo (analizada en el capítulo 5 de este Informe)

y la capacidad de dar sostenibilidad económica a los esfuerzos nacionales. El primero es clave para enfrentar la vulnerabilidad presente y futura a los eventos climáticos en la región. El índice de riesgo climático, calculado para 176 países entre 1990 y 2008 con base en fenómenos meteorológicos extremos, ubica dos países centroamericanos en posiciones de alto riesgo: Honduras en la tercera y Nicaragua en la quinta. Esta situación es preocupante por la vulnerabilidad ya existente a estos eventos, que ya han generado enormes pérdidas: en Honduras han sido del

## RECUADRO 9.3

**Impacto del cambio climático en la sostenibilidad de la caficultura en Nicaragua**

Un estudio publicado en 2009 estimó los posibles impactos del cambio climático sobre los terrenos aptos para el cultivo del café en Nicaragua. Las áreas productoras actualmente son Nueva Segovia, Jinotega, Madriz, Estelí, Matagalpa, Boaco y pequeñas regiones de Masaya, Carazo y Managua, donde una proporción de entre el 50% y el 80% de la superficie corresponde a zonas aptas para el cultivo. Hay otras áreas en los mismos departamentos y en los departamentos del Atlántico Norte, Chinandega, León y Chontales, pero con menores grados de aptitud para el cultivo (del 30% al 50%).

Escenarios de cambio climático hacia el año 2050 muestran una importante disminución del área disponible para la producción (mapa 9.8), la cual se moverá hacia arriba del gradiente altitudinal y ocasionará la pérdida de las zonas de menor altitud. En el 2050 las áreas con una aptitud alta para el café (50% a 60%) estarán en el sur de Jinotega y el norte de Matagalpa. Las tierras con una aptitud de entre 30% y 50% estarán en Nueva Segovia en la frontera con Honduras, en Madriz, Atlántico Norte, y Boaco. Las mayores pérdidas (40% a 60%) se darán en los departamentos de Nueva Segovia, Jinotega, Matagalpa, Boaco, y en la fron-

tera de Carazo, Masaya y Managua. Las áreas menos afectadas (20% a 40%) se encuentran en Estelí y Madriz.

Actualmente la zona óptima de producción de café está en una elevación de entre 800 y 1.400 msnm; para el año 2050 se proyecta que esta zona se ubique entre 1.200 y 1.600 msnm. Las áreas productoras de café que más sufrirán son las que hoy se encuentran entre 500 y 1.500 msnm.

Fuente: Laderach et al., 2011.

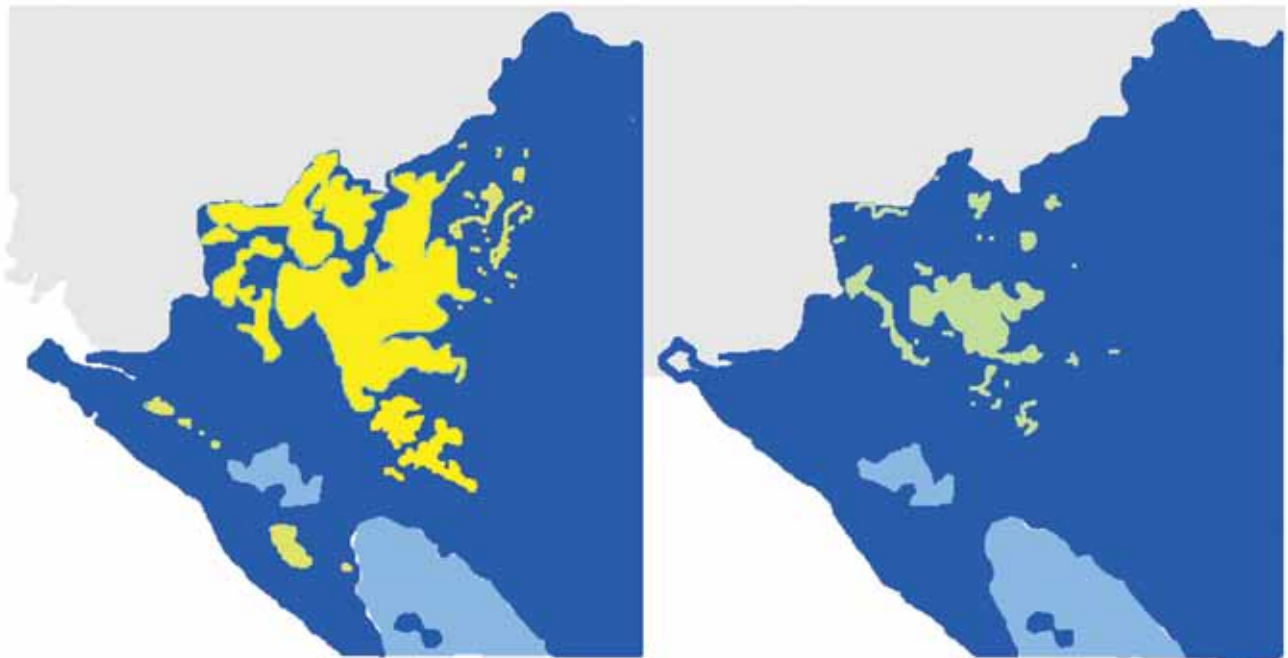
## MAPA 9.8

## NICARAGUA

**Zonas aptas para la caficultura<sup>a/</sup> actualmente y en el año 2050, según escenarios de cambio climático**

ACTUAL

2050



a/ Se trata del coeficiente de variación para zonas aptas para el cultivo de *Coffea arabica*.

Fuente: Laderach et al., 2011.

3,37% del PIB como promedio anual, en Nicaragua del 2,03%, en Guatemala del 0,33%, en El Salvador de 0,38%, en Costa Rica de 0,25% y en Panamá de 0,02% (Icefi, con datos de Harmeling, 2009). Lo anterior se agrava por la debilidad económica; por ejemplo, el índice de competitividad global ubica a las naciones del área en puestos muy bajos; la de mejor posición es Panamá, seguida por Costa Rica y El Salvador. El cuadro 9.13 presenta los dos índices mencionados. Para un análisis sobre el panorama económico regional, consúltese el capítulo 4 de este Informe.

Dado que la variabilidad climática tiene siempre un alto impacto sobre el sector agrícola, todos los países del Istmo requieren inversión pública para atender las tareas de adaptación. Ello demanda recursos que generalmente no están disponibles o son insuficientes, por lo que también surge la necesidad de diseñar esquemas de participación privada y de cooperación internacional. Datos del 2006 muestran a Guatemala, Panamá, Nicaragua y Honduras con las mayores proporciones de gasto en el sector agrícola con respecto al gasto total de gobierno, aunque siempre se trata de porcentajes bajos: 2,8%, 2,8%, 2,5% y 1,7%, respectivamente (Cepal, 2008). En el caso panameño, la asignación es más alta de lo esperado, en virtud de la importancia relativa del sector. Es difícil analizar información sobre la calidad de este gasto, aunque se puede notar que en pocos casos se trata de recursos orientados a mejorar la producción agropecuaria<sup>27</sup> (Iarna,

2010). En cuanto al crédito agrícola, el país que presenta la cifra más baja es El Salvador, con un 3% del total del crédito asignado a nivel nacional, mientras que Honduras, Guatemala y Nicaragua muestran proporciones mayores al 5%.

Como se ve, existen indicios de que tanto en las esferas públicas como entre los mismos agricultores, las mayores debilidades se dan en aquellos países donde los niveles de pobreza y la concentración de la agricultura de subsistencia son más altos, y donde será más difícil implementar medidas de adaptación, por la escasez de recursos y capacidades (Iarna, 2010). Esta discusión se retoma en las secciones finales de este capítulo.

### Energía y cambio climático, impacto en dos vías

Centroamérica tiene importantes limitaciones para contar con la energía que requiere su desarrollo y, a la vez, reducir el impacto social, económico y ambiental de sus patrones de uso del recurso. Este sector es estratégico para las naciones y por décadas ha descansado en una utilización irresponsable y de serias repercusiones. En cuanto al cambio climático, es al mismo tiempo un generador del problema (el principal emisor de GEI a nivel global) y un sector potencialmente vulnerable a sus efectos, sobre todo en lo que concierne a la disponibilidad de fuentes limpias. Aunque existe mucha información sobre el rol del consumo energético en las emisiones contaminantes, el impacto económico y social de este fenómeno

ha sido poco investigado. Esta sección recoge algunos aportes para el conocimiento del tema.

### Dilemas globales y regionales en materia de energía, desarrollo y cambio climático

Al analizar la situación de la energía en Centroamérica, el *Informe Estado de la Región (2008)* evidenció, en términos generales, una región con una dependencia significativa de las fuentes fósiles importadas, un extendido uso de leña, y un consumo energético alto, creciente y poco eficiente. Los esfuerzos por diversificar la matriz energética son incipientes y limitados, pese al alto potencial de generación con fuentes limpias -al menos en materia eléctrica- aún sin desarrollar (cuadro 9.14). En 2008, un 44% de la energía consumida en el Istmo correspondió a derivados del petróleo, un 43% a biomasa (principalmente leña), un 12% a electricidad y un 1% a otras fuentes. Los sectores doméstico y de transporte figuran como los de mayor peso, aunque esto varía de manera significativa entre países. En la producción de electricidad, la utilización de fuentes limpias era del 91% en 1990, pero bajó al 63% en 2008 (Programa Estado de la Nación, 2008; Cepal, 2009).

En la literatura reciente, la relación más analizada entre energía y cambio climático tiene que ver con la emisión de GEI y el requerimiento de una reconversión hacia fuentes limpias y nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia. A nivel mundial, esta reconversión está siendo gradual y lenta, con grandes intereses económicos en juego (Iarna, 2010).

Se pueden identificar tres vertientes para enfocar el posible impacto del cambio climático en el sector energético, y sus implicaciones sociales y económicas. En lo que concierne a las fuentes primarias, se sabe que el ciclo hidrológico sería alterado por la mayor evaporación del agua, lo que ocasionaría cambios en los patrones de lluvia, pero al mismo tiempo una intensificación de las sequías. Además se esperarían incrementos en los eventos extremos. Dependiendo de su posición geográfica,

CUADRO 9.13

#### CENTROAMÉRICA

#### Posición de los países en dos índices internacionales

País	Índice de competitividad global 2009	Índice de riesgo climático 2008
Costa Rica	59	61
El Salvador	63	37
Guatemala	91	24
Honduras	90	3
Nicaragua	101	5
Panamá	56	101

Fuente: Icefi, con base en Harmeling, 2009.



## CUADRO 9.14

## CENTROAMÉRICA

**Capacidad potencial estimada para generación eléctrica. 2004**  
(MW)

Países	Potencial hidroeléctrico		Potencial geotérmico		Recursos eólicos
	Total	Por desarrollar	Total	Por desarrollar	Potencial total
Centroamérica	22.068	18.271	2.928	2.501	2.200
Costa Rica	5.802	4.499	235	69	600
El Salvador	2.165	1.723	333	182	
Guatemala	5.000	4.360	1.000	967	400
Honduras	5.000	4.525	120	120	200
Nicaragua	1.760	1.656	1.200	1.123	600
Panamá	2.341	1.508	40	40	400

Fuente: Programa Estado de la Nación, 2008, con datos de la Cepal.

entre las zonas de mayor riesgo se señalan los sistemas insulares y los istmos, como Centroamérica. Aunque se reconoce cierta incertidumbre en algunos modelos climáticos, se prevé que la variabilidad extrema podría afectar la planificación en la producción de energía hidroeléctrica.

En cuanto a las zonas forestales -como se analizó anteriormente- se vislumbra su retroceso hacia el interior de los continentes, en busca de cotas más altas, y su sustitución por ecosistemas degenerados por la desertificación y la sequía. El calentamiento esperado podría exceder la capacidad de migración y adaptación de comunidades naturales, lo que resultaría en un deterioro de los ecosistemas, algunos de los cuales hoy proveen medios de vida a las poblaciones circundantes. Este no es un fenómeno nuevo para las comunidades rurales de Centroamérica, pues el avance de la frontera agrícola ya ha mostrado impactos serios y cambios abruptos en el uso del suelo. La escasez de leña, principal fuente energética de estos grupos, afectaría la calidad de vida si antes no se consolidan alternativas eficientes, sostenibles y accesibles.

Por último, los combustibles fósiles se queman casi exclusivamente para producir energía y representan el 75% de la energía total mundial, entre petróleo, carbón y gas natural. El 68% de las emisiones de carbono (CO<sub>2</sub>) en la producción de electricidad y calor proviene del carbón, el 27% del gas y el 5% del

petróleo (Stern, 2007). Por tanto, es evidente que se trata de un ámbito central para la definición de políticas de reconversión. Es sabido que la respuesta razonable ante el cambio climático es la reducción drástica de emisiones, adoptando nuevas tecnologías y haciendo más eficientes las actuales, y en esto el sector energético es clave, dado que su comportamiento ha sido irresponsable en términos de su impacto ambiental.

Se ha calculado que la estabilización de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera requiere que las emisiones actuales de origen energético se reduzcan, como mínimo, en un 25% para el año 2050 (Stern, 2007). Esta meta exigiría una revisión de las políticas económicas, energéticas y de transporte del mundo desarrollado. Además, se sabe que la demanda energética de los países en vías de desarrollo (cerca del 80% de la población mundial) tendría un crecimiento del orden del 4% o 5% anual. Esto lanza el reto de lograr menos emisiones sin descuidar las necesidades de esta población, muy lejanas a los niveles de consumo de los países desarrollados. Una tarea clave en esta dirección es aprovechar el potencial de fuentes limpias con que cuenta la región, mencionado anteriormente y señalado en diversos estudios (Cepal y SICA, 2007).

Una de las alternativas que se han propuesto es incrementar el uso de biocombustibles. El tema fue abordado con entusiasmo en la región, sobre todo debido a los altos precios del petróleo.

Los estudios preliminares identificaron la caña de azúcar y la palma africana como las principales fuentes para la producción de bioetanol y biodiésel. Las previsiones eran que agregar un 10% de bioetanol en las gasolinas y un 5% de biodiésel, requeriría la expansión de estos cultivos. Diversas acciones se pusieron en marcha a nivel nacional para desarrollar este campo.

Sin embargo, posteriormente surgió un intenso debate. A nivel mundial la demanda de biocombustibles aumentó los precios de algunos alimentos básicos, lo que a su vez provocó, en parte, la crisis alimentaria de 2007 y 2008 y generó preocupación entre los políticos, en la ONU y en la comunidad científica, sobre los posibles impactos negativos de esta iniciativa para la protección ambiental y la seguridad alimentaria, entre otros aspectos (véase Programa Estado de la Nación, 2008). También se señalaron debilidades en el supuesto impacto positivo. Por ejemplo, un artículo de la revista *Science* planteó que, según un cálculo a treinta años plazo, el potencial de secuestro de carbono por la restauración de bosques sería mayor que las emisiones evitadas por el uso de biocombustibles líquidos (Righelato y Spracklen, 2007). Estas consideraciones bajaron el ímpetu inicial en torno al tema, que se ha reactivado recientemente por la presentación de nuevas fuentes y tecnologías, menos relacionadas con cultivos alimentarios.

### Uso energético: responsable y víctima del cambio climático

Como se mencionó, el sector energético es una fuente clave del cambio climático y, a la vez, un posible afectado. En la primera dimensión, ante la necesidad de modificar los patrones actuales y la generación de emisiones, Cepal y SICA (2007) evaluaron los posibles resultados que tendría la ejecución de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 (analizada a fondo en el *Informe Estado de la Región (2008)*). Para ello se seleccionaron seis escenarios (cuadro 9.15) y se combinaron los tres planes de electrificación del Consejo de Electrificación de América Central (CEAC), considerando diferentes grados de participación de las fuentes renovables y de las medidas de uso racional de la energía. La evaluación midió seis parámetros proyectados al año 2020: consumo total de combustibles, consumo total de energía, participación de fuentes renovables en la producción de electricidad, participación de fuentes renovables en la oferta primaria de energía, nivel de emisiones de GEI en el año 2020 e inversiones requeridas en el período 2007-2020. Se empleó el año 2005 como referencia para comparar los escenarios.

Las estimaciones de cambio entre 2005 y 2020, en cuanto al consumo total de combustibles en el escenario ideal (VI), muestran un aumento de tan solo 25%, en contraste con 85% en el escenario tendencial. El consumo total

de energía en el escenario VI crece un 41%, en tanto que el escenario tendencial lo hace en 51%. La participación de fuentes limpias en la producción de electricidad (61% en 2005) solo es posible superarla si se ejecutan los escenarios III y VI. En los otros escenarios esta participación decrece. Con respecto a las emisiones de GEI, en el escenario tendencial tendrían un incremento de 48 megatoneladas de CO<sub>2</sub> entre 2005 y 2020, y en el escenario ideal solo de 20 megatoneladas de CO<sub>2</sub>. La incorporación de centrales hidroeléctricas en el escenario III tendría un impacto intermedio (aumenta 36 megatoneladas), mientras que el escenario que incluye medidas de ahorro solo reduciría 7 megatoneladas de CO<sub>2</sub> con respecto al escenario tendencial. Por otro lado, la aplicación del programa de biocombustibles tendría un impacto mínimo, con una reducción de solo 1,6 megatoneladas de CO<sub>2</sub> con respecto al escenario tendencial.

El estudio incluye una comparación de costos y beneficios. En estos se identifica que la inversión mínima requerida (escenario tendencial) es de 13.000 millones de dólares (90% en construcción de centrales hidroeléctricas), pero que una inversión adicional de 5.000 millones de dólares en diversos rubros tendría un enorme impacto a nivel regional. Paralelamente, junto a una importante lista de beneficios<sup>28</sup>, el escenario ideal significaría una reducción de la importación de carbón,

derivados del petróleo y gas natural, con una baja de 28 megatoneladas de GEI, más otros contaminantes primarios y secundarios (Cepal y SICA, 2007).

La segunda dimensión es quizás la de más peso para una región que tiene una altísima vulnerabilidad a los posibles efectos del cambio climático. Sin duda, el principal foco de atención es la producción energética a partir de fuentes primarias, como la fuerza hidráulica y la biomasa. En ambos casos se carece de suficiente información específica, lo cual dificulta conocer los impactos directos a nivel económico y social que se podrían esperar. Se puede inferir, como se apuntó, que las marcadas variaciones en el régimen de lluvias podrían afectar la planificación adecuada de la generación hidroeléctrica, especialmente en centrales pequeñas, lo que reforzaría la dependencia de fuentes contaminantes y caras.

El Iarna (2010) realizó en Guatemala un ejercicio preliminar, tendiente a estimar posibles impactos en la producción de hidroelectricidad. Para ello se utilizaron los escenarios A2 y B2 en relación con las anomalías en precipitación, proyectando los plazos 2020, 2050 y 2080. Esta podría ser una línea de trabajo para analizar posibles efectos de esa variabilidad sobre la generación hidroeléctrica. En este ejercicio se identificaron las centrales hidroeléctricas y sus cuencas hidrográficas, y se señalaron puntos que indican el nivel de variación en precipitación que se tendría en ellas. Del ensayo se puede inferir que, hacia el año 2020, el fenómeno podría beneficiar la producción eléctrica por una mayor presencia de lluvias, y por tanto de agua, pero hacia el 2050 en varias cuencas se experimentarían mermas que oscilarían entre el 5% y el 20%, y para el 2080 este rango podría ampliarse a niveles de entre 20% y 35% (mapas 9.9).

Estudios similares podrían efectuarse con base en información disponible. En El Salvador, la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones posee mapas de la ubicación de las centrales actuales y las proyectadas, que podrían usarse para

#### CUADRO 9.15

### Escenarios de evaluación para la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020

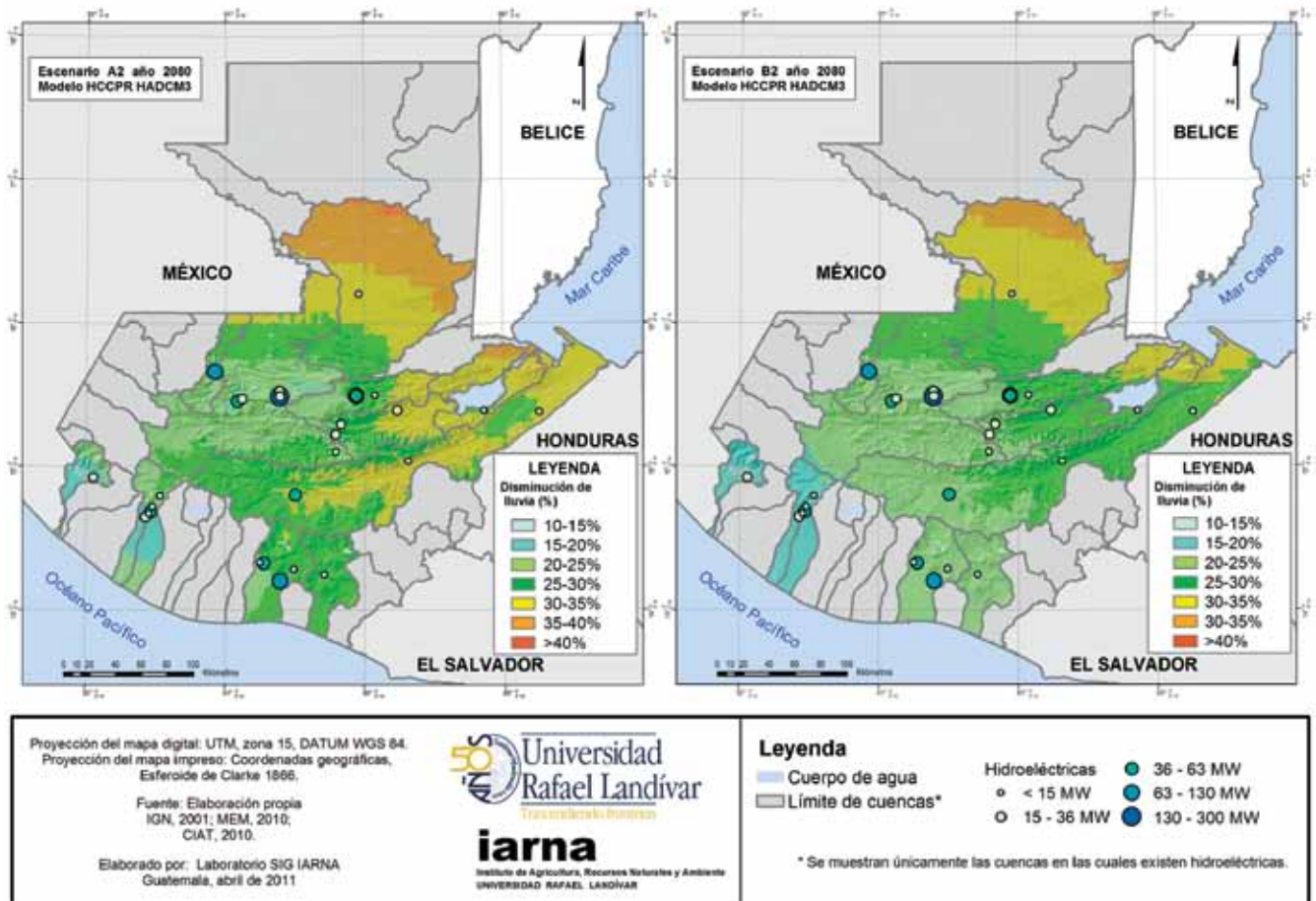
Escenario	Condiciones consideradas
I	Escenario tendencial. Plan Eléctrico I, hidroelectricidad hasta 75 MW
II	Plan Eléctrico II, hidroelectricidad hasta 150 MW
III	Plan Eléctrico III, hidroelectricidad libre
IV	Plan Eléctrico I + medidas de uso racional de energía (9.000 GWh)
V	Plan Eléctrico I + biocombustibles + cogeneración
VI	Escenario ideal. Plan Eléctrico III + medidas de uso racional de energía + biocombustibles + cogeneración + cocinas mejoradas + medidas de transporte

Fuente: Cepal y SICA, 2007.

MAPAS 9.9

GUATEMALA

Cuencas hidroeléctricas y variación esperada en la precipitación<sup>a/</sup>. 2080



a/ Según los escenarios A2 y B2 y el modelo de circulación global HCCPR HADCM3.

Fuente: Iarna, 2010.

evaluaciones de este tipo. Panamá y Costa Rica también cuentan con información y es de esperar que cruces semejantes puedan realizarse en todos los países, como insumo para la planificación de futuras plantas hidroeléctricas y diseñar medidas de adaptación y mitigación. Un acercamiento interesante realizado por la Cepal estimó que el cambio climático provocaría una reducción de entre 10% y 20% en la escorrentía en Centroamérica; para el caso de Nicaragua calculó que el descenso en la generación hidroeléctrica podría estar en un rango de 12% (utilizando un escenario optimista de cambio climático), hasta un 60% en el escenario más pesimista, para el año 2100 (Cepal, 2009).

Dadas las tendencias mostradas, de una mayor precipitación en el corto plazo (2020) y una caída más o menos drástica a mediano y largo plazos (2050 y 2080), se puede esperar un escenario de encarecimiento e incertidumbre en la producción hidroeléctrica, que se sumaría a la ya conocida dependencia de fuentes fósiles y los altos precios del petróleo. Esto abre espacios para alternativas urgentes de sustitución, eficiencia y sostenibilidad de las fuentes limpias. Por ejemplo, el Iarna (2009a) plantea la hipótesis de que buena parte de la población que había dejado de utilizar leña como energético, en los últimos cuatro años, ha recurrido nuevamente a su uso, hecho que se explicaría por el

aumento de los precios del petróleo y sus derivados, la carestía de alimentos y el incremento, en general, de la pobreza en el ámbito rural y en la periferia urbana.

No se cuenta con información actual y precisa sobre la dependencia de la leña como fuente energética en la región. Según datos de la Cepal, en 2007 este recurso representaba un 41,1% del consumo total. Muchas poblaciones rurales de Guatemala, Honduras y Nicaragua estarían en riesgo de ver mermada esa fuente, sin que esté disponible un sustituto adecuado, sostenible y accesible para ellas. Los elevados índices de pobreza podrían incluso agudizarse en función de lo anterior, lo que aumentaría

la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. La desertificación, por ejemplo, ya ha hecho que el enrarecimiento de los bosques presionados por la extracción de leña esté acelerando el proceso de pauperización, que en algunas áreas del corredor seco centroamericano en los países antes citados generó situaciones de hambruna en 2008 y 2009 (Iarna, 2009a). Se estima que cerca de 3,5 millones de hogares en la región estarían en alto riesgo por estas razones (Cepal, 2009).

### Políticas y estrategias regionales ante el cambio climático

En el mundo en general, y en Centroamérica en particular, el cambio climático ha motivado, como pocos asuntos de índole ambiental, una gran cantidad de debates, discursos, encuentros académicos y políticos y publicaciones en los últimos años. El aporte de evidencias científicas, a partir sobre todo de los documentos del IPCC, así como la apropiación del tema por una significativa parte de la comunidad internacional, han generado, de manera dispersa y con escalas y objetivos muy disímiles, un conjunto de políticas, estrategias e iniciativas a lo largo del planeta. En la región se ha presentado también una amplia gama de estrategias, en un inicio centradas en la mitigación, y con desarrollo incipiente en cuanto a la adaptación y las medidas para reducir los riesgos asociados al proceso. La transformación de estas preocupaciones en acciones concretas es, en realidad, limitada. Esta sección presenta una caracterización preliminar de estas políticas y estrategias, así como su relación con los retos señalados a lo largo del capítulo.

### Amplio debate pero limitado compromiso a nivel mundial

Por sus dimensiones y múltiples relaciones con el desarrollo, el tema del cambio climático se ha insertado profundamente en el debate internacional. Esta inserción ha sido, por supuesto, diferenciada. Hay alarmas enviadas por la comunidad científica, se han activado esfuerzos y acciones de la sociedad civil, y se ha dado un uso

-a veces indiscriminado- del discurso por algunos sectores de la economía y la política. Un vistazo general permite observar la evolución del debate y la presencia de este tema en el marco global.

En 1979, la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima celebrada en Ginebra consideró por primera vez a nivel global el cambio climático como una amenaza real, y exhortó a los gobiernos a prever y evitar los posibles efectos en el clima provocados por el ser humano. Al año siguiente se estableció el Programa Mundial sobre el Clima, que ofrecía un marco de referencia para la cooperación internacional en investigación, y una plataforma para el análisis de las cuestiones climáticas en el debate del momento (agotamiento del ozono y calentamiento global). En la década siguiente, la presencia del tema en los foros públicos fue en aumento, y los gobiernos plantearon más acciones de diagnóstico y estudio. En 1988, la Asamblea General de la ONU aprobó la resolución 43-53, que pedía la protección del clima para las generaciones actuales y futuras de la humanidad. A la luz de estas discusiones surgió el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés), creado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. El IPCC es un grupo amplio de científicos que trabaja para informar a la ciudadanía y proveer a los actores políticos datos y análisis lo más objetivos posible sobre este fenómeno. Su papel es científico, pero no prescriptivo.

Entre las funciones del IPCC se encuentra la de evaluar la información científica y socioeconómica disponible sobre el cambio climático y su impacto, así como las opciones de mitigación y adaptación. Para ello, revisa y resume el estado del conocimiento en el tema, y prepara informes de evaluación que se publican aproximadamente cada cinco años. Estos informes han llegado a ser documentos de amplia consulta para las autoridades políticas y los expertos a nivel mundial. El primero se publicó en 1990 y sentó las bases científicas en este

campo (y llevó a la Asamblea General de la ONU a elaborar la Convención Marco sobre el Cambio Climático). El segundo se presentó en 1995 y proporcionó material para que esa Convención iniciara el proceso que llevó a la firma del Protocolo de Kioto, en 1998. Desde entonces se ha realizado una gran cantidad de actividades internacionales en este ámbito (cuadro 9.16).

En 1992 se realizó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (“Cumbre para la Tierra”) en Río de Janeiro (conocida como la Cumbre de Río). En ella se aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que entró en vigor en 1994 y que tiene como objetivo principal reducir y estabilizar las emisiones de GEI, en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten de manera natural al cambio climático. También pide el establecimiento de inventarios precisos y periódicamente actualizados de las emisiones de GEI de los países industrializados. Además esboza las grandes áreas temáticas en la materia: agricultura, industria, energía, recursos naturales y actividades que afectan los litorales marinos.

En el marco de la CMNUCC en 1997 se aprobó el Protocolo de Kioto, un acuerdo que pretende reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre. El parámetro establecido pretende que las emisiones disminuyan al menos en un 5% entre 2008 y 2012, con respecto a las de 1990. Es la primera meta con ese grado de especificidad que se plantea en los acuerdos internacionales sobre el tema, aunque deja en manos de los gobiernos nacionales encontrar los mecanismos necesarios para su concreción.

El acuerdo adquirió carácter obligatorio luego de ser ratificado por los países industrializados, responsables de cerca del 55% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Para las naciones en desarrollo no se estableció una obligación de reducir emisiones, pero se les solicitó dar



CUADRO 9.16

**Cronología básica de actividades oficiales clave sobre cambio climático a nivel internacional**

Año	Actividad
1979	Primera Conferencia Mundial sobre el Clima (CMC).
1980	Establecimiento del Programa Mundial sobre el Clima.
1988	Creación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).
1990	El IPCC y la Segunda CMC piden un tratado mundial sobre el cambio climático.
1991	Primera reunión del Comité Intergubernamental de Negociación (CIN). Primer Informe del IPCC.
1992	"Cumbre para la Tierra", en Río de Janeiro. Se abre a la firma la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
1994	Entra en vigor la CMNUCC.
1995	I Conferencia sobre Cambio Climático (Berlín).
1996	II Conferencia sobre Cambio Climático (Ginebra).
1997	III Conferencia sobre Cambio Climático (Kioto) - Protocolo de Kioto
1998	Se abre a la firma el Protocolo de Kioto.
1998	IV Conferencia sobre Cambio Climático (Buenos Aires).
1999	V Conferencia sobre Cambio Climático (Bonn).
2000	VI Conferencia sobre Cambio Climático (La Haya).
2001	VII Conferencia sobre Cambio Climático (Bonn).
2001	VII Conferencia sobre Cambio Climático (Marrakech, Marruecos) - Acuerdos de Marrakech.
2002	VIII Conferencia sobre Cambio Climático (Nueva Delhi).
2003	IX Conferencia sobre Cambio Climático (Milán).
2004	X Conferencia sobre Cambio Climático (Buenos Aires).
2005	Entra en vigor el Protocolo de Kioto, con fecha de 16 de febrero.
2005	XI Conferencia sobre Cambio Climático. Primera Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto (Montreal).
2006	XII Conferencia sobre Cambio Climático (Nairobi).
2007	XIII Conferencia sobre Cambio Climático (Bali) - Hoja de Ruta y Plan de Acción de Bali.
2008	XIV Conferencia sobre Cambio Climático (Poznan).
2009	XV Conferencia sobre Cambio Climático (Copenhague).
2010	XVI Conferencia sobre Cambio Climático (Cancún).

Fuente: Agencia Latinoamericana de Información (ALAI).

muestras de avance en algunas áreas, como la industrial. Estados Unidos firmó el acuerdo pero no lo ratificó, y en el año 2001 se retiró. Cabe recordar que ese país es el segundo mayor emisor de GEI del planeta (18% del total, superado solo por China, con 19%); con el 4% de la población mundial, es responsable de cerca del 25% del consumo de energía fósil.

El Protocolo de Kioto entró en vigor en el 2005 y sus disposiciones no solo obligan a los países industrializados a reducir sus emisiones de GEI, sino que plantean mecanismos para favorecer el desarrollo sostenible en los países en desarrollo, alentando la inversión en proyectos que contribuyan a ese mismo propósito. Uno de estos es conocido como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y en un primer momento

su aprovechamiento se constituyó en uno de los principales objetivos de las políticas ambientales en algunas naciones centroamericanas, sobre todo en materia de energías limpias y reducción de emisiones, entre otros.

Después de varios encuentros anuales y acuerdos parciales (Acuerdos de Marrakech en 2001, Programa de Trabajo de Nairobi en 2006, Plan de Acción de Bali en 2007), en 2009 se celebró la XV Conferencia sobre Cambio Climático en Copenhague. En esa ocasión se pretendía establecer un acuerdo jurídicamente vinculante en todo el mundo, que se aplicaría a partir del 2012, para garantizar el descenso de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> en al menos un 50% para el año 2050, con respecto a 1990. Así, las naciones industrializadas deberían reducir sus

emisiones de GEI entre un 25% y un 40% en el 2020, y entre el 80% y el 95% para 2050. Sin embargo, no se logró un pacto específico en esa oportunidad. Los países desarrollados se resistieron a la imposición de recortes sustantivos y a las metas obligatorias con respecto a los GEI. Al final solo se consiguió firmar el Acuerdo de Copenhague, en el cual Estados Unidos y las economías emergentes ofrecen intentar que el aumento de temperatura sea menor a dos grados, pero sin precisar cómo lo harán.

Aunque existen lecturas disímiles sobre sus alcances, la XVI Conferencia, realizada en Cancún en el 2010, no parece haber logrado una diferencia de peso, y llegó a su fin con la aprobación -por mayoría, no por consenso- de los Acuerdos de Cancún, un conjunto de



iniciativas y proyectos para crear instituciones. Se elaboró un cuadro cronológico de revisión, con el fin de asegurar que las acciones sean las adecuadas para que el aumento de temperatura en el planeta se mantenga por debajo de dos grados. Se pospuso para el 2011 la definición del segundo período de compromisos de reducción de emisiones en el marco del Protocolo de Kioto y se delegó en el Banco Mundial el control de un Fondo Verde para el Clima. Los países industrializados se comprometieron a diseñar planes y estrategias de desarrollo bajo en carbono, mientras que las naciones en desarrollo trabajarán en monitorear las acciones de mitigación de los primeros. También se aprobó la canalización de 30.000 millones de dólares en financiamiento de arranque rápido, provenientes de los países desarrollados, para apoyar la acción en los países en desarrollo. Además las partes establecieron un Comité Ejecutivo de Tecnología, así como el Centro y la Red de Tecnología Climática. La próxima Conferencia de las Partes se celebrará en diciembre de 2011 en Sudáfrica.

Es importante señalar que existe un amplio conjunto de actores internacionales que no solamente han participado en el ámbito de las entidades oficiales, sino también en actividades dirigidas a la sociedad civil o el sector académico, y que han planteado visiones críticas en el abordaje del cambio climático. Entre muchos ejemplos, un caso interesante fue la Conferencia Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra, realizada en Bolivia en 2010, con la participación de grupos indígenas, campesinos, movimientos sociales, científicos, académicos y delegaciones oficiales. Su declaración final propone limitar el incremento de la temperatura media global a un máximo de 1°C, y que los países desarrollados reduzcan en al menos un 50% sus emisiones de GEI entre 2013 y 2017; además sugiere la creación de un fondo de adaptación para enfrentar el cambio climático y la modificación del sistema de financiamiento, que deberá ser administrado por la Conferencia de las Partes de la CMNUCC (SENG-ONU, 2010).

### Centroamérica, acciones regionales buscan su norte

Ante el panorama mostrado por la información científica, los gobiernos y actores sociales y políticos han lanzado diferentes iniciativas relacionadas directa e indirectamente con el cambio climático. Hasta fecha muy reciente, el tema tenía gran presencia en el discurso político, pero poca concreción en cuanto a responsabilidades y recursos para implementar medidas específicas. Las acciones más claras han surgido desde el enfoque de la mitigación, mientras que en el ámbito de la adaptación por mucho tiempo los esfuerzos fueron aislados e incipientes. Este apartado desarrolla una caracterización general de los instrumentos adoptados en los contextos regional y nacional, así como algunas consideraciones específicas en torno a los sectores de agricultura y energía, analizados en este capítulo.

#### Un punto de partida: dificultades para un abordaje integrado

En Centroamérica, el desafío de enfrentar el cambio climático evidencia una característica común a gran cantidad de retos regionales: se trata de un fenómeno multidimensional, con efectos diferenciados sobre sectores, instituciones y territorios diversos, que rebasa las fronteras tanto de los países como de las actividades económicas, los ecosistemas y los usos específicos de la tierra. Para naciones con poca experiencia en la definición de políticas territoriales o intersectoriales, la fragmentación del marco institucional que gestiona recursos, zonas o actividades, y las condiciones persistentes de pobreza y desigualdad, complican el diseño de una estrategia amplia y clara para la mitigación y la adaptación, explícitamente integrada con las políticas de desarrollo.

En términos generales, y con diferentes grados de avance, tanto en el ámbito regional como en el nacional, las naciones centroamericanas han incorporado el tema del cambio climático en sus agendas, específicamente en dos áreas: por un lado, la generación (lenta) de información científica a partir de la producida a nivel internacional y la

realización de diagnósticos exploratorios, y por otro lado, la construcción de espacios institucionales para la definición de políticas y estrategias. La región ha hecho un esfuerzo, tardío en algunos casos, para recoger información de base, y muestra capacidades limitadas para elaborar informes y propuestas de política, tanto en los gobiernos como en entidades públicas y privadas de investigación.

Una observación inicial permite identificar una débil relación entre los hallazgos de las investigaciones y los enfoques adoptados en las primeras políticas y estrategias formalizadas en la región. Estas últimas se centran en la mitigación, los mercados de carbono y la posibilidad de aprovechamiento económico de estos, más que en la adaptación. Es indudable que el primer conjunto de temas tiene gran importancia para Centroamérica, tanto por la responsabilidad global que implican los patrones de uso de recursos como la energía y la contaminación asociada, como por la necesidad de reducir el deterioro ambiental. Sin embargo, también es claro que la altísima vulnerabilidad del Istmo al cambio climático hace de la adaptación el gran tema clave para minimizar los riesgos para la naturaleza y la población. En este campo, las estrategias siguen siendo aisladas e incipientes.

Según estudios realizados por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (Iarna), de Guatemala, la viabilidad de lograr acciones integrales para enfrentar el cambio climático en diversos sectores (como los analizados en este capítulo) pasa por cuatro niveles de interacción: i) las bases técnico-científicas para la gestión, ii) las políticas y estrategias públicas explícitas, iii) el respaldo social y del sector privado que se logre y iv) la estructura institucional, el liderazgo efectivo y los recursos financieros que se asignen (Iarna, 2009b). En el primer caso, el retraso o la limitación de los estudios específicos, sobre todo de carácter territorial, han sido señalados por los expertos como una barrera. Paralelamente, las políticas y estrategias más generales en muchos

casos carecen de previsiones en cuanto a acciones concretas, definición de responsabilidades, recursos, indicadores de seguimiento y mecanismos claros para lograr sus metas.

El Iarna ha advertido que, por la magnitud de la problemática del cambio climático, su abordaje se quedaría corto si se plantea desde lo sectorial. Por tanto, en un análisis para el caso de Guatemala señala la necesidad de actuar integralmente y propone un modelo basado en un enfoque sistémico socioecológico. El supuesto básico es que los subsistemas económico, social e institucional son causa directa o indirecta del deterioro del subsistema natural, por ejemplo, porque la producción con tecnologías contaminantes y/o extractivas impacta lo que acontece en la naturaleza. Así sucede con las emisiones de GEI, una problemática que tendría efectos crecientes mientras los procesos de negociación avanzan con lentitud, por lo que se carecerá -al menos en el corto plazo- de acciones contundentes que las reduzcan a nivel global. Los flujos de apoyo económico hacia los países más pobres y vulnerables, para impulsar medidas de mitigación y adaptación, probablemente serán limitados o parciales, por lo que en forma paralela se requieren acuerdos nacionales para el financiamiento de iniciativas en este campo (Iarna, 2009b).

Para enfrentar el desafío de la integración en torno al cambio climático, Centroamérica cuenta con una institucionalidad fragmentada y, en gran medida, desvinculada de la agenda de desarrollo. En el ámbito político hay importantes limitaciones, algunas de ellas sustantivas. En primer lugar, aunque se ha creado un conjunto de organismos relacionados con acuerdos, políticas y estrategias de modo explícito, la tarea pendiente para la región es analizar, con visión propositiva y prospectiva, cuáles entidades deben ser parte de este conglomerado, y que no necesariamente están teniendo un papel o recién están incorporando el tema en sus agendas. Esto refiere, sobre todo, a las entidades estatales de planificación o elaboración de políticas de desarrollo.

Un primer esfuerzo de compilación sobre la institucionalidad regional enfocada al cambio climático fue realizado por la Cepal (2009), que identificó entidades públicas y privadas, además de algunas instancias de carácter regional y otras menos estructuradas, para construir un vistazo general del marco de organizaciones explícitamente relacionadas con el fenómeno (cuadro 9.17). Dado que el enfoque de este capítulo es regional, no es posible rescatar en él, y sin estudios nacionales más específicos, todas las iniciativas que desarrollan comunidades, organizaciones de la sociedad civil y actores locales, formales e informales. Este es un desafío de investigación importante para futuros estudios.

El abordaje del tema en la agenda política se ha caracterizado por un relativo aislamiento de las entidades relacionadas con el desarrollo, incluso de las encargadas de la gestión del riesgo. Se trata sobre todo de instancias de tipo económico y ambiental que están llamadas a atender sectores identificados como sensibles, para lo cual deben generar información, precisar vulnerabilidades y proponer acciones para la mitigación y adaptación al cambio dinámico. Algunas se dedican al monitoreo, otras a la formación de políticas y otras a la elaboración de diagnósticos. En el nivel regional, aunque no se ha articulado de manera sustantiva el tema del cambio climático con el debate sobre el desarrollo, los órganos de integración y coordinación han logrado vincularlo de modo general con las agendas ambientales y económicas de ciertos sectores, y se ha dado una mayor coordinación con las entidades de gestión del riesgo.

Sobre esto último, es importante recordar la importancia que tiene en la región la gestión del riesgo, de cara al desafío del cambio climático. El huracán Mitch marcó un hito en los planteamientos teóricos y las prácticas sobre riesgo y desastre, y puso en evidencia la relación entre los desastres y los problemas del desarrollo: la vulnerabilidad social, la degradación ambiental y condiciones de gobernanza inadecuadas. En respuesta a una demanda por aumentar la gestión del riesgo como

práctica “proactiva”, se elevó el estatus del Cepredenac y otros organismos regionales vinculados al tema, y se confirmó la importancia del análisis y la acción con perspectiva regional, que anteriormente existían pero sin llegar al mismo nivel de aceptación y desarrollo entre los países e instituciones (Lavell y Lavell, 2010).

El análisis de las políticas, estrategias y enfoques regionales formulados en el marco del SICA, muestra que el riesgo de desastre y su gestión han evolucionado en su abordaje y concreción programática en los documentos oficiales. En el primer caso ello se refleja en los Planes Regionales de Reducción de Desastres (PRRD) de 2000-2004 y 2006-2015 y en la Política Regional de Gestión Integrada del Riesgo (PRGIR), del 2010. En el segundo caso destacan la Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible (Alides) de 1994, el “Marco estratégico para la reducción de vulnerabilidades y desastres naturales en Centroamérica”, de 1999, el “Marco estratégico para la transformación y modernización de Centroamérica en el siglo XXI” de 2001 y los Lineamientos y la Estrategia Regional de Cambio Climático, de 2008 y 2010. Paralelamente, la CCD elaboró sucesivos Planes Ambientales de la Región Centroamericana para 2000-2005 y 2006-2010, se formuló la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS), para los recursos hídricos y la agricultura, y se han presentado planteamientos de distintos entes regionales sectoriales, como el CAC, Comitran y Siepac (Lavell y Lavell, 2010).

Esta evolución refleja un cambio en el discurso, en favor de una visión desde el desarrollo y desde la perspectiva de la reducción del riesgo, a diferencia del enfoque centrado en la respuesta humanitaria. No obstante, en la práctica el segundo sigue dominando sobre la primera. Los esquemas de reducción de riesgos por vía de la gestión prospectiva y correctiva son múltiples pero dispersos, y más de tipo piloto que programáticos y normativos, financiados o apoyados en muchos casos con fondos internacionales, pero no generalizados

**CUADRO 9.17**  
CENTROAMÉRICA

**Principales entidades relacionadas con el cambio climático**

País	Entidad
Región	Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (Cathalac). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). Organización para Estudios Tropicales (OET). Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, del SICA). Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH, del SICA). Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (Cepredenac, del SICA). Consejo de Electrificación de América Central (CEAC). Comité de Cooperación de Hidrocarburos de América Central (CCHAC, del SICA). Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible (Alides, de la CCAD-SICA). Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental (Prevda, del SICA). Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana (Comisca, del SICA). Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC, del SICA). Consejo de Ministros de Integración Económica (Comieco, de la Sieca).
Belice	Ministry of Natural Resources and the Environment / Ministerio de Recursos Naturales y el Medio Ambiente (MNREI). National Meteorological Service / Servicio Meteorológico Nacional. Caribbean Community Climate Change Centre / Centro de Cambio Climático de la Comunidad del Caribe (CCCCC). Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
Costa Rica	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (Minaet). Instituto Meteorológico Nacional (IMN, Programa de Cambio Climático). Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC, iniciativa del Minaet). Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). Observatorio del Cambio Climático (del Cenat-Conare). Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (Senara). Centro de Investigaciones Geofísicas (Cigefi, de la UCR).
El Salvador	Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Universidad Centroamericana (UCA, Departamento de Economía). Universidad de El Salvador (Consejo de Investigaciones Científicas). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-El Salvador (PNUD, Programa Medio Ambiente y Desarrollo).
Guatemala	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión del Riesgo). Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS, Departamento de Regulación de los Programas de la Salud y Ambiente). Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh). Universidad del Valle de Guatemala (Centro de Estudios Ambientales). Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (Iarna, de la Universidad Rafael Landívar). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)-Guatemala.
Honduras	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (Serna). Servicio Meteorológico Nacional. Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Proyecto Gauree 2. Comité Nacional de Bienes y Servicios Ambientales de Honduras (Conabisah). Agenda Forestal Hondureña (AFH). Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD).
Nicaragua	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (Marena). Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (Mific, Unidad de Gestión Ambiental). Ministerio Agropecuario y Forestal (Magfor). Ministerio de Energía y Minas (MEM, Unidad de Gestión Ambiental). Ministerio de Salud (Dirección General de Vigilancia de la Salud Pública, Unidad de Gestión Ambiental). Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Ineter).
Panamá	Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Autoridad Nacional de Ambiente (ANAM). Mecanismo Mundial de la CNULD. Ministerio de Salud (Minsa; Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario). Autoridad del Canal de Panamá (Departamento de Ambiente, Agua y Energía). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)-Panamá.

Fuente: Cepal, 2009 y otras fuentes.

y legislados a nivel nacional. En el ámbito organizacional e institucional se han hecho esfuerzos importantes para establecer esquemas más integrados, como en los casos de Previda, ERAS y Presanca (Lavell y Lavell, 2010).

Buena parte del avance se debe a iniciativas de los sectores económicos y sociales ligados al SICA. Esto incluye al CAC, la CCAD, la Femica y el Consejo Centroamericano de Ministros de Vivienda y Asentamientos Humanos. Existe la noción de que los organismos nacionales encargados de la gestión del riesgo, en general, muestran poca ascendencia o poder de convocatoria para señalar rumbos y coordinar con otros sectores. Fortalecer este aspecto será clave para impulsar las acciones de adaptación al cambio climático y complementar las iniciativas en áreas como la planificación de la inversión pública, el ordenamiento territorial, la transferencia del riesgo, la gestión

ambiental de cuencas hidrográficas y la creación de más mecanismos para conocer los grados de riesgo en el territorio (Lavell y Lavell, 2010).

#### Acuerdos regionales, primeros pasos ante una enorme tarea

Las preocupaciones sobre el cambio climático a nivel global y el reconocimiento de la vulnerabilidad centroamericana, motivaron actividades oficiales y compromisos -limitados en sus alcances iniciales pero de creciente complejidad- en los espacios regionales. Estas actividades generaron principios básicos sobre los requerimientos del área en este campo, permitieron construir posiciones conjuntas para la participación en las cumbres internacionales y propiciaron la elaboración, entre otras iniciativas, de una estrategia regional.

Un vistazo a las principales actividades oficiales realizadas en la región (cuadro 9.18) permite identificar carac-

terísticas básicas de la evolución del tema. En los años noventa, obviamente, la preocupación era incipiente y la información disponible, imprecisa; se emitieron declaraciones sobre la necesidad de proteger el sistema climático y reducir las amenazas al desarrollo económico regional. Paralelamente, se suscribieron acuerdos dirigidos a negociar y lograr la incorporación y participación de Centroamérica en los espacios internacionales que empezaban a conformarse. A finales de la década, la aprobación del Protocolo de Kioto y su ratificación en la región estableció un punto de partida centrado en la disminución de emisiones contaminantes y en mecanismos (técnicos y financieros) para alcanzar esa meta.

En los primeros años de la década del 2000 se impulsó la generación de diagnósticos que sobre la vulnerabilidad regional ante el cambio climático, en el entendido que su conocimiento es vital

### CUADRO 9.18

#### CENTROAMÉRICA

#### Cronología básica de actividades regionales sobre cambio climático

Año	Actividad	Enfoque principal
1993	Convenio Centroamericano sobre Cambios Climáticos (Guatemala)	Se establece el objetivo de proteger el sistema climático, para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir el desarrollo económico
1997	XXII Reunión Ordinaria de la CCAD (El Salvador)	Instruir a la Secretaría Ejecutiva para fortalecer la presencia de la región, como bloque, en foros internacionales.
1999	XX Reunión Ordinaria de Presidentes Centroamericanos, República Dominicana y Belice (Guatemala)	Impulsar la ratificación del Protocolo de Kioto, promover un mercado de fijación de carbono y asumir medidas de reducción de emisiones de GEI.
2000	Foro Regional Pronósticos Climáticos y sus Aplicaciones: Hacia el Nuevo Siglo (Belice)	Se dispuso que el CRRH promueva la producción y disseminación de pronósticos climáticos regionales.
2002	Declaración de San José (Costa Rica)	Se reiteró que la Cumbre de Johannesburgo constituyó una oportunidad para poner en práctica la Agenda 21 y para que la comunidad internacional estableciera sistemas de alerta temprana para la prevención y mitigación de desastres y los efectos adversos del cambio climático
	XXII Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y Gobierno de Centroamérica (Costa Rica)	Se adoptó el marco estratégico de acciones para proteger a la población más vulnerable y asegurar la disponibilidad de alimentos en la región ante el cambio climático.
2007	XXX Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países del SICA (Belice)	Se acordó realizar una cumbre presidencial sobre cambio climático y medioambiente en el 2008.
	Consejo de Ministros de la CCAD (Guatemala)	Se dispuso elaborar una propuesta de estrategias regionales ante el cambio climático.
	XXXI Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los Países del SICA (Guatemala)	Preparación para la Cumbre sobre Cambio Climático de San Pedro Sula. Se encomendó a las instituciones responsables la elaboración de una propuesta de estrategia regional en esta materia.
2008	Declaración de los Presidentes de las comisiones de Ambiente y Recursos Naturales de las Asambleas Legislativas de Centroamérica (Guatemala)	Compromiso de impulsar para profundizar la política y la legislación en materia de cambio climático.

CUADRO 9.18

→ CONTINUACIÓN

## CENTROAMÉRICA

**Cronología básica de actividades regionales sobre cambio climático**

Año	Actividad	Enfoque principal
	Presentación de los Lineamientos de la Estrategia Regional de Cambio Climático al Consejo de Ministros de Ambiente, Agricultura y Salud (Panamá)	Se declaró que, tomando en cuenta la modesta contribución de Centroamérica a las emisiones de GEI a la atmósfera y su vulnerabilidad a los efectos esperados del cambio climático, las prioridades para la región son la adaptación y la reducción de la vulnerabilidad a ese fenómeno.
	Declaración de San Pedro de Sula, aprobada por los Jefes de Estado y de Gobierno del SICA (Honduras)	Se instruyó a las instituciones para que, de acuerdo con los "Lineamientos", formulen y coordinen la puesta en marcha de una estrategia regional ante el cambio climático.
	Foro de Presidentes de Poderes Legislativos de Centroamérica y la Cuenca del Caribe (Foprel; Guatemala)	Se declaró que la adaptación al cambio climático requiere aumentar los recursos financieros de los Estados para la valoración de vulnerabilidades y la identificación de estrategias de respuesta, así como su integración en los planes nacionales y sectoriales de desarrollo.
	Declaración Conjunta sobre Cambio Climático de los Presidentes de los Organismos de Justicia de Centroamérica	Compromiso de encaminar acciones para profundizar la política y la legislación en materia de ambiente, recursos naturales y cambio climático, e impulsar su cumplimiento.
	Declaración de Antigua de los Presidentes y Presidenta de las comisiones legislativas de Ambiente y Recursos Naturales de Centroamérica sobre Cambio Climático (Guatemala)	Se reconoció que el cambio climático requiere una inmediata respuesta a nivel internacional y regional, pero que esta responsabilidad debe ser diferenciada, considerando el volumen total de las emisiones de GEI de Centroamérica en relación con los volúmenes globales.
2009	Declaración del CC-SICA sobre Cambio Climático (Costa Rica)	Se dieron a conocer las posiciones sectoriales (indígena, laboral, empresarial, ambiental, entre otras) para definir y consensuar la posición regional del CC-SICA para la XV Conferencia de las Partes que se celebraría en Copenhague en 2009.
	Primera Reunión Técnica sobre Cambio Climático SICA-Caricom (Nicaragua)	Se reafirmó la voluntad de estrechar los lazos de cooperación y fortalecer los esfuerzos para elaborar una agenda común que permita a los países de ambas regiones afrontar en forma efectiva los embates del cambio climático.
	Segundo Encuentro Regional de Vicepresidentes. Carta de Intenciones de Trabajo sobre Ambiente y Cambio Climático (Guatemala)	Se acordó exigir a los países desarrollados que, en la XV Conferencia de las Partes, asumieran compromisos legalmente vinculantes con metas medibles de reducción de sus emisiones, a fin de evitar perturbaciones del sistema climático global.
2010	Tercer Encuentro Regional de Vicepresidentes. Declaración Especial Conjunta sobre Cambio Climático (República Dominicana)	Se expresó el interés en la búsqueda de soluciones efectivas para la mitigación, y principalmente, para la urgente adaptación ante los efectos del cambio climático en las naciones.
	Declaración Política de Managua sobre Cambio Climático (Nicaragua)	Se reafirmó el compromiso de contribuir, en la XV Conferencia de las Partes, a que se adopten medidas más ambiciosas en el marco del Protocolo de Kioto.
	XXXI Foro del Clima de América Central (El Salvador)	Se revisó y analizó la información científica disponible, los registros históricos y los análisis estadísticos aportados por cada uno de los servicios meteorológicos de la región.
	Declaración "Centroamérica debe unirse frente al Cambio Climático", Parlacen (Nicaragua)	Se manifestó que los países industrializados son los que más aportan a las emisiones de GEI y que ninguno de ellos ha cumplido con la obligación de reducirlas.
	Cumbre de Presidentes del SICA (Panamá)	Se acordó reafirmar los mandatos sobre cambio climático a las instituciones nacionales y regionales

Fuente: Merino, 2010.

para la toma de medidas que permitan, entre otras cosas, garantizar la seguridad alimentaria. Del 2007 en adelante se asumieron compromisos más específicos a nivel político, se propuso realizar una cumbre especializada sobre el tema y se iniciaron consultas para elaborar una estrategia centroamericana. Esto fue acompañado por una declaración de intenciones (en 2008) para encaminar esfuerzos y promover legislación y acciones en cada país, y establecer lineamientos para las tareas de la adaptación. Se reconoció que era necesario

aumentar los recursos financieros de los Estados para la valoración de vulnerabilidades y el diseño de estrategias de respuesta. También se dispuso que el cambio climático se incorporara en las políticas y planes nacionales y sectoriales de desarrollo, aunque esto no se ha concretado en forma significativa.

Cabe notar que desde 1994 los países centroamericanos han participado y dado seguimiento a los procesos multilaterales de negociación, ya que son parte de acuerdos y compromisos como el Protocolo de Kioto (1997), los Acuerdos

de Marrakech (2001), el Programa de Trabajo de Nairobi (2006) y el Plan de Acción de Bali (2007) (CCAD-SICA, 2010), además de que todos han ratificado su adhesión a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. A partir del 2009, la mayor disponibilidad de recursos ha hecho que el enfoque regional se dirija en parte a los instrumentos generadores de fondos, relacionados con la reducción o compensación de emisiones de GEI, como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y, más recientemente, los



mecanismos REDD, que se analizan más adelante. Si bien este enfoque no es el desafío más grande a nivel regional (la adaptación), también es cierto que los mecanismos mencionados han sido una ventana de oportunidad para obtener financiamiento y reforzar las iniciativas de conservación y protección de bosques, así como para la transformación de las matrices energéticas.

El tema del cambio climático no solo ha estado presente en políticas relativas a este fenómeno, sino que ha sido mencionado, al menos como discurso, en otros acuerdos regionales. Por ejemplo, la Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental, del 2008, lo incluye entre sus grandes líneas de acción. De igual modo, las comisiones legislativas de Ambiente y Recursos Naturales emitieron en ese mismo año la Declaración de Antigua, que plantea “la preparación para la implementación de acciones concretas dirigidas hacia la mitigación del cambio climático, en particular, en actividades forestales dentro de los lineamientos del Mecanismo de Desarrollo Limpio bajo el Protocolo de Kioto”. También algunos convenios y acuerdos han generado iniciativas de tipo académico; por ejemplo, se puso en marcha el Proyecto Bosques y Cambio Climático en América Central (PBCC), financiado mediante un acuerdo de asociación entre la FAO y el Gobierno de los Países Bajos, en coordinación con la CCAD. Sus productos han sido supervisados por los respectivos puntos focales y comités técnicos nacionales, y han generado documentación de base en torno al tema de bosques y cambio climático en la región.

El establecimiento de un marco de objetivos de política regional sobre cambio climático se concretó en la Declaración del CC-SICA del 2009, en la cual se preparó la posición centroamericana para la Conferencia de las Partes de Copenhague, que se celebró a finales de ese año. Este documento del Consejo Consultivo plantea un conjunto de propuestas, algunas de alcance global y otras específicas para la región (recuadro 9.4), que combinan manifestaciones muy abstractas en algunos casos, con algunos requerimientos clave para efectos de mitigación y adaptación, tales como la modificación de las matrices energéticas, la protección de bosques,

el ordenamiento territorial y la gestión del riesgo, entre otros. En materia de financiamiento, básicamente se señala la necesidad de acceder a fuentes externas, sin mucha claridad sobre las posibilidades de dar sustento regional a los esfuerzos apuntados. Sí se recomienda incorporar en los presupuestos nacionales acciones relacionadas con la transferencia de tecnología y el mejoramiento de capacidades técnicas.

A partir de estos enfoques y principios, en el 2010 Centroamérica oficializó su Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), aprobada por el Consejo de Ministros de la CCAD, en cumplimiento del mandato de la Cumbre

#### RECUADRO 9.4

##### Propuestas del CC-SICA en materia de vulnerabilidad, adaptación y mitigación

- Transformar la matriz energética de los países, de las fuentes móviles y fijas, en otra orientada a un sistema de producción más limpia y acelerando la introducción de las fuentes de energía renovables y su uso más eficiente, lo cual contribuya en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Establecer un sistema de movilidad de transporte integral, el cual sea sostenible, equitativo, ambientalmente justo, brinde seguridad a los usuarios y contribuya a mitigar el cambio climático.
- Promover un sistema de economía social, cuyo resultado permita la generación de empleo pleno y digno, facilitando a su vez la formación de sociedades bajas en carbono.
- Crear un sistema de pago por servicios ambientales que incentive la protección de las áreas silvestres bajo conservación, asegurando conjuntamente la reducción de gases de efecto invernadero, la protección del ciclo hidrológico, la biodiversidad y la protección de los ecosistemas.
- Fortalecer la gestión pública local con un mecanismo de ordenamiento territorial y planificación estratégica, que incluya, entre otros, la gestión integral del riesgo, el agua y el medio ambiente.
- Desarrollar un sistema de seguridad territorial para el uso y manejo de los ecosistemas, integrando y respetando el conocimiento, el rescate y aplicación de tecnologías tradicionales y ancestrales de los pueblos indígenas, afrodescendientes y campesinos.
- Garantizar la participación de las mujeres en las estrategias de cambio climático, como sujetos y actoras proactivas de los procesos económicos, sociales, políticos y ambientales que se emprendan, en torno a la reducción de la vulnerabilidad, en la adaptación y la mitigación del cambio climático.
- Fortalecer el desarrollo de los cultivos agroforestales y agrícolas, vitales para la provisión de alimentos, generación de empleo y prestación de servicios ambientales, que a su vez contribuyen en la mitigación del cambio climático y los servicios ambientales.

Fuente: Declaración del CC-SICA, San José, noviembre de 2009.

MÁS INFORMACIÓN  
SOBRE



**POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS  
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

VÉASE

Merino, 2010,  
en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)

de Presidentes y Jefes de Estado celebrada ese mismo año en San Salvador. El documento se basa en el objetivo de “contribuir a prevenir y reducir los impactos negativos del cambio climático, mediante el aumento de la capacidad de adaptación, a fin de reducir la vulnerabilidad humana, social, ecológica y económica, crear las capacidades para incidir y contribuir a la reducción de las amenazas climáticas y además contribuir voluntariamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero según lo permitan las circunstancias nacionales”. La ERCC tiene la virtud de dar un paso importante hacia el posicionamiento del enfoque de la adaptación como el tema clave para Centroamérica, y contempla acciones de los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil, según un conjunto de áreas programáticas estratégicas (cuadro 9.19). De estas se

derivan medidas específicas, con base en un conjunto de principios centrales:

- Responsabilidad compartida, pero diferenciada, tanto en el ámbito nacional como en el internacional.
- Justicia ambiental y compensación por deuda ecológica.
- Contribución al logro de los Objetivos del Milenio.
- Transversalidad, intersectorialidad e interculturalidad; uno de los principales ejes transversales es la equidad e igualdad de género.
- Coherencia de políticas de gobernabilidad y solidaridad, equidad, igualdad de género y justicia social.

■ Reconocimiento de que las poblaciones más vulnerables de la región incluyen las comunidades indígenas, las poblaciones afrodescendientes, las mujeres rurales y urbanas, los niños, las personas adultas mayores y las familias en condición de pobreza (CCAD-SICA, 2010).

Contrario a otros instrumentos regionales, la ERCC plantea al menos un esquema básico para dar seguimiento a la implementación y cumplimiento de sus objetivos (recuadro 9.5). También menciona los mecanismos de financiamiento, aunque no asigna recursos específicos, sino que señala algunas fuentes existentes e instruye a diversas entidades regionales para que comiencen a gestionar recursos, sobre todo para la creación de un Fondo Regional de Adaptación.

CUADRO 9.19

### Estrategia Regional de Cambio Climático: objetivos estratégicos y operacionales

Objetivo estratégico	Objetivo operacional
<b>Área estratégica 1: Vulnerabilidad y adaptación a la variabilidad y cambio climáticos, y gestión del riesgo</b>	
Reducir la vulnerabilidad y promover la adaptación de la población y los sectores socioeconómicos al cambio y la variabilidad del clima.	Aumentar las capacidades de la región para diseñar e implementar políticas, programas y medidas para la adaptación y “resiliencia” de la población y los sectores socioeconómicos al cambio y la variabilidad del clima.
1.1. Impulsar las capacidades de la institucionalidad regional para reducir la vulnerabilidad de la población frente a los impactos de los eventos extremos, con miras al desarrollo sostenible de la región en congruencia con la Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (PCGIR) y el Plan Regional de Reducción de Desastres (PRRD).	Generar investigaciones, sistemas y redes de comunicación, para implementar una gestión integrada del riesgo que mejore la previsión y la preparación frente a eventos climáticos extremos, de acuerdo con los mandatos emanados de la PCGIR y los lineamientos establecidos en el PRRD.
1.2. Reducir la vulnerabilidad de la agricultura a la variabilidad y los cambios del clima, incorporando la adaptación en las políticas regionales relevantes.	Fortalecer la implementación de la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud, con énfasis en su área programática dirigida al cambio climático, la variabilidad climática en la agricultura y el manejo sostenible de tierras.
1.3. La sociedad reconoce la importancia de los ecosistemas forestales y la biodiversidad para la adaptación al cambio climático.	Reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales y la biodiversidad por medio de políticas, incentivos y generación de conocimiento científico acerca de ellos.
1.4. Reducir la vulnerabilidad al cambio y la variabilidad del clima de los recursos hídricos y la infraestructura asociada a ellos.	Fortalecer la implementación de la Estrategia Regional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos a nivel regional, en el futuro inmediato.
1.5. Reducir la vulnerabilidad del sector de salud pública a la variabilidad y el cambio climáticos.	Mejorar el nivel de conocimiento técnico-científico de la relación entre el clima, su variabilidad y sus cambios, y la salud pública en la región.
1.6. Fortalecer las capacidades institucionales y humanas de la región para generar conocimiento sobre la relación entre el cambio climático y los ecosistemas costero-marinos y su gestión sustentable.	Desarrollar una agenda de investigación/acción sobre cambio y variabilidad del clima, su relación con los ecosistemas y recursos costero-marinos, e integrar sus resultados en las políticas costero-marinas de la región.

CUADRO 9.19

→ CONTINUACIÓN

**Estrategia Regional de Cambio Climático: objetivos estratégicos y operacionales**

Objetivo estratégico	Objetivo operacional
1.7. Promover la adaptación necesaria para minimizar el riesgo derivado del cambio climático y contribuir a la mitigación de sus efectos, incidiendo en sectores y actores que se entrelazan con la actividad turística, propiciando una mayor competitividad del multidestino turístico centroamericano.	Reducir la vulnerabilidad del sector turismo y promover su adaptación al cambio climático.
1.8. Fortalecer los sistemas tradicionales indígenas y de comunidades locales enfocados a las prácticas para la mitigación y adaptación al cambio climático, propiciando la activa participación de sus poblaciones.	Fortalecer la implementación de los conocimientos y prácticas tradicionales y ancestrales, en los planes, programas y proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático.
1.9. Promover el blindaje de la infraestructura pública estratégica para el desarrollo social y económico de los países del SICA, ante el cambio climático.	Fortalecer e incorporar los criterios de gestión de riesgos y adaptación al cambio climático en los procesos de planificación, diseño, supervisión y ejecución de la obra pública.
<b>Área estratégica 2: Mitigación</b>	
Fortalecer el marco normativo legal e institucional, y crear un entorno que viabilice las acciones nacionales adecuadas de mitigación en los países del SICA a la reducción de emisiones de GEI.	Aumentar las capacidades institucionales y humanas en la región para un mejor entendimiento del clima y las amenazas climáticas.
<b>Área estratégica 3: Fortalecimiento de capacidades institucionales</b>	
Aumentar y mejorar la capacidad para enfrentar los retos del cambio y la variabilidad del clima.	Aumentar las capacidades institucionales y humanas en la región para un mejor entendimiento del clima y las amenazas climáticas.
<b>Área estratégica 4: Educación, concienciación, comunicación y participación ciudadana</b>	
Involucrar a la sociedad civil por medio de la educación y socialización, para que participen en la toma de decisiones en torno al cambio climático.	Establecer acuerdos cooperativos con las entidades pertinentes, para desarrollar programas y acciones de educación y concienciación sobre cambio climático dirigidos a la ciudadanía, y facilitar la participación de esta en las acciones de adaptación, mitigación e incidencia política.
<b>Área estratégica 5: Transferencia de tecnologías</b>	
Conformar el sistema de generación y transferencia de tecnologías de mitigación y adaptación al cambio climático.	Desarrollar centros regionales de innovación tecnológica en mitigación y adaptación al cambio climático.
<b>Área estratégica 6: Negociaciones y gestión internacional</b>	
Mejorar la efectividad de la participación de los países del SICA en las negociaciones internacionales sobre cambio climático.	Aumentar la movilización de recursos y decisiones políticas en favor de los países que integran el SICA

Fuente: CCAD-SICA, 2010.

## RECUADRO 9.5

**Algunos puntos definidos por la ERCC para la implementación de sus objetivos**

La implementación de la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) supone un marco de actuación amplio, que incluye algunas medidas de carácter inmediato. La elaboración del Plan de Acción de la ERCC es el siguiente paso concreto para su puesta en marcha, y en él se definirán las tareas en términos de corto, mediano y largo plazos, sus indicadores y mecanismos de monitoreo y verificación, así como las responsabilidades directas asociadas a cada una de las acciones.

En términos operativos, para su aplicación y cumplimiento la ERCC cuenta con el respaldo de la Secretaría General del SICA, las secretarías sectoriales, las autoridades nacionales ambientales y las entidades regionales y nacionales relevantes. La institucionalidad regional ya cuenta con mecanismos y espacios de trabajo para la implementación de la ERCC, tales como el subsistema ambiental del SICA, conformado por el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), el Cepredenac y la CCAD; el Comité Técnico de Cambio Climático, los comités técnicos de la ERAS, los comités técnicos de la CCAD, convenios intersecretariales y el Comité Consultivo del SICA (CC-SICA).

Además, considerando la transversalidad del cambio climático la ERCC propone la conformación de un panel regional de expertos en la ciencia del clima y un comité consultivo de la ERCC, conformado por miembros de los comités técnicos de la CCAD, de la sociedad civil regional representada por el CC-SICA y delegados de entidades técnicas regionales. Esta institucionalidad permitirá el desarrollo de un proceso de planificación y evaluación anual, tomando en cuenta las distintas áreas programáticas de la Estrategia. Para garantizar la adecuada coordinación y articulación de esfuerzos se proponen las siguientes acciones al interior del SICA:

- Optimizar iniciativas regionales que se encuentran en marcha en las diferentes

secretarías del SICA, integrándoles elementos de las áreas programáticas de la ERCC.

- Revisar las iniciativas regionales y nacionales que los gobiernos indiquen que están en trámite ante diferentes agencias de financiamiento, para incorporar en ellas elementos conducentes a la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático, en línea con las áreas programáticas de la ERCC.

- Instruir a las secretarías sectoriales para que incluyan el tema del cambio climático en sus sistemas de planificación anual y reporten los avances en los informes correspondientes.

- Desarrollar el diseño del Panel Regional de Expertos sobre Cambio Climático.

- Instruir al Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) para que gestione financiamiento para implementar proyectos de adaptación y mitigación, según las áreas programáticas de la ERCC. El BCIE incluirá en sus planes anuales la inversión correspondiente y divulgará los avances sobre el tema en sus informes anuales.

- Producir informes anuales de los avances en la implementación de la ERCC.

- Conjuntamente con las autoridades nacionales en materia ambiental, se propone realizar un inventario de iniciativas que podrían contribuir a la ERCC en los planos local, nacional y regional, pero que no se desarrollan bajo la gestión directa del SICA.

Se ha identificado un conjunto de acciones que apuntan a la consecución de varios objetivos de la ERCC, a partir de esfuerzos de entidades regionales, nacionales, organizaciones sociales y el sector privado. Algunas de ellas se mencionan a continuación:

- Monitoreo regional del clima.
- Fortalecimiento de la gestión sostenible del Corredor Biológico Mesoamericano.

- Implementación de la Política Centroamericana de Gestión Integral del Riesgo de Desastres (PCGIR).

- Reducción de amenazas y vulnerabilidades en las áreas marino-costeras de la región.

- Valoración económica del cambio climático en Centroamérica.

- Gestión sostenible del Sistema Arrecifal Mesoamericano.

- Diseño de la Estrategia de Seguridad Regional y Cambio Climático.

- Construcción de una Agenda Centroamericana de Ordenamiento Territorial con enfoque de riesgo y adaptación al cambio climático.

- Implementación de la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS).

- Promoción de la sostenibilidad energética regional.

- Atención a la seguridad alimentaria y desarrollo de la Agenda de Salud de Centroamérica.

- Reducción de emisiones de GEI por deforestación y degradación de bosques a nivel regional.

- Promoción de acciones de adaptación en comunidades indígenas de la región.

- Registro de emisiones y transferencia de contaminantes a nivel regional.

- Desarrollo de capacidades regionales para la adaptación al cambio climático.

Fuente: CCAD-SICA, 2010.

Es importante resaltar que, al igual que en el resto del mundo, no solo en el plano oficial o intergubernamental se han planteado propuestas con visión regional. También se han abierto espacios en la sociedad civil con participación de las denominadas Mesas Nacionales de Cambio Climático, grupos indígenas, organizaciones civiles, agencias de cooperación, grupos ambientalistas, de mujeres y otros actores sociales. En varios de esos foros se ha instado a incluir en las posiciones oficiales señalamientos críticos sobre la débil respuesta de los países desarrollados ante el cambio climático, ya que se niegan a comprometerse con una reducción sustantiva de sus emisiones, con el argumento de los aportes económicos que realizan para que otros países (menos responsables del fenómeno) hagan esa tarea.

Otros esfuerzos han combinado aportes oficiales y otros actores. Por ejemplo el SICA, en conjunto con el Comité Regional de Recursos Hidráulicos, la UICN y la organización Global Water

Partnership de Centroamérica, presentó el “Marco regional de adaptación al cambio climático para los recursos hídricos en Centroamérica”, y en similar dirección la UICN dio a conocer un proyecto sobre cambio climático y gobernanza del agua, en cuya elaboración participó una importante cantidad de actores<sup>29</sup> (recuadro 9.6).

También se ha generado producción académica con perspectiva regional. Ejemplo de ello son los estudios de la Cepal (comentados en este capítulo) sobre agricultura y economía del cambio climático, y los documentos de los proyectos “Bosques y Cambio Climático en América Central” de la FAO y la CCAD, y “Fomento de las capacidades para la adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba”, de Cathalac y otras organizaciones. Además, se han producido diagnósticos en torno al posible impacto del fenómeno sobre los recursos hídricos (realizados, entre otros, por el CRRH).

### Políticas y estrategias nacionales muestran poca concreción

En la mayoría de los países centroamericanos se han establecido formalmente políticas para enfrentar el cambio climático y se han aprobado instrumentos de alcance nacional, territorial (para casos particulares) y sectorial (según sectores económicos, recursos naturales específicos o ámbitos de gestión institucional). En esos instrumentos se han detallado propuestas y medidas concretas para encarar el fenómeno. En ellas hay presencia de enfoques de mitigación y de adaptación, aunque en la práctica los primeros han tenido prioridad. En la mayoría de los casos, esta claridad de tareas no siempre se corresponde con la necesaria dotación de recursos para su puesta en marcha.

Entre los desafíos que encara Centroamérica, la generación de información se ha mencionado como una tarea clave. Todos los países del área han ratificado su adhesión a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre

#### RECUADRO 9.6

### Cambio climático y gobernanza del agua

En 2010 la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) presentó el proyecto “Cambio climático y gobernanza del agua”. Como su nombre sugiere, la iniciativa está basada en el concepto de gobernanza del agua, utilizado por la citada organización para impulsar la gestión de este recurso con un enfoque sistémico que garantice su sustentabilidad. La idea es promover el desarrollo de capacidades nacionales a partir de este concepto, para la reforma y el avance en la adaptación al cambio climático.

El proyecto plantea la necesidad de reforzar las estructuras de gobernanza, con el objetivo de incrementar la capacidad de gestión del agua a través del empoderamiento de diversos actores, y prevé una revisión institucional y social de las prácticas en este ámbito, a la luz de los nuevos retos que impone la adaptación al cambio climático. Para alcanzar estos

objetivos, se promoverá el fortalecimiento e integración de los diferentes marcos de gobernanza (legal y político) a nivel nacional y regional.

Se crearán cinco “sitios piloto” en la región mesoamericana (en las cuencas de los ríos Coatán/Cahoacán, Lempa, Sixaola y Paz), en los cuales se pondrán a prueba diferentes medidas, tales como: restauración y mantenimiento de acuíferos y áreas de recarga, cosecha de agua de lluvia, gestión sustentable del suelo, reforestación y campañas de concienciación, entre otras.

Los objetivos buscados son: aumentar la “resiliencia” de los ecosistemas al cambio climático, mejorar la capacidad para la formulación e implementación de leyes, políticas públicas y planes regulatorios, y realizar intervenciones *in situ* en un contexto político más amplio, específicamente del Sistema de la Integración Centroamericana.

Los principales componentes del proyecto son la generación de una base de conocimiento para apoyar la toma de decisiones, la construcción del discurso y el desarrollo de políticas, así como el mejoramiento de la política y el ambiente institucional en los sitios piloto.

El resultado previsto será el mejoramiento de las capacidades para desarrollar planes nacionales, estrategias y políticas de adaptación al cambio climático. Adicionalmente, se espera que información clave para la toma de decisiones sea compilada, distribuida y compartida como insumo de diálogos constructivos. Las lecciones principales serán sintetizadas y recopiladas en una metodología específica, con miras a facilitar su réplica y escalamiento en la región, así como en otras similares donde la UICN está presente.

Fuente: UICN, 2011.



Cambio Climático y todos presentaron sus primeras comunicaciones nacionales hace cerca de una década (cuadro 9.20). Costa Rica produjo una segunda comunicación y varios países están elaborándola. Es importante notar que los años de referencia de los datos, especialmente de los inventarios de emisiones de GEI, son bastante antiguos en la mayoría de los casos; esto sugiere que el conocimiento en materia de emisiones reales no es sólido.

Aunque quizás no abarca toda la amplia producción reciente, para este capítulo se llevó a cabo una revisión de 120 documentos de nivel nacional de todos los países, que incluyen políticas, estrategias, planes oficiales y diagnósticos independientes para enfrentar el cambio climático. En 65 de ellos se plantean medidas concretas para tal fin. Se puede percibir, como se ha venido mencionando, un importante énfasis en la adaptación, pese a que han predominado las acciones para la mitigación. En la mayoría de los instrumentos analizados, los lineamientos están acompañados de declaraciones de intenciones del tipo “promover”, “desarrollar”, “mejorar”, “fomentar”, “fortalecer”, entre otras. Se trata, además, de una extensa gama de tareas que se relacionan con gran cantidad de desafíos regionales en múltiples ámbitos. En ese sentido, resulta complicado identificar las metas más inmediatas y posibles en el marco centroamericano. Llama la atención que el tema de la vulnerabilidad social, presente en el discurso de casi todas las políticas y estrategias, no se menciona reiterada y claramente entre las metas más específicas. Las principales acciones promovidas (cuadro 9.21) se enfocan en cinco grandes metas, a saber:

- Reducir las emisiones de GEI en sus fuentes y aumentar la capacidad de fijación de carbono mediante la protección y recuperación de la cobertura forestal y los sumideros de carbono.
- Planificar y ordenar del uso del territorio de manera sostenible y con enfoque en la identificación y prevención de riesgos (tanto de desastres

CUADRO 9.20

## CENTROAMÉRICA

**Comunicaciones nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 2011**

País	Comunicaciones	Año de presentación	Año de referencia de los datos
Belice	Primera	2002	1994
Costa Rica	Primera	2000	1990-1996
	Segunda	2009	2005
El Salvador	Primera	2000	1994
Guatemala	Primera	2002	1990
Honduras	Primera	2000	1995
Nicaragua	Primera	2001	1994
Panamá	Primera	2001	1994

Fuente: CMNUCC, 2010.

como de afectación sobre actividades productivas, seguridad alimentaria, infraestructura y servicios básicos para la población).

- Manejar integralmente ecosistemas y recursos naturales que permitan garantizar la disponibilidad y calidad de su aprovechamiento (sobre todo en energía, agua y alimentos) y la supervivencia de la biodiversidad y los ecosistemas.
- Adaptar la actividad productiva para asimilar los eventuales efectos del cambio climático sin afectar la productividad, la seguridad alimentaria, la inversión y el desarrollo.
- Fortalecer el marco institucional y normativo para permitir el abordaje integrado y sinérgico del tema.

Los lineamientos y propuestas que se observan en el cuadro 9.21 reflejan grandes similitudes entre los países. Sin embargo, la concreción de la mayoría de las acciones es exigua. Entre los 65 documentos que establecen medidas concretas, solo en siete casos se definen responsabilidades específicas y recursos dirigidos a su cumplimiento o puesta en marcha (cuadro 9.22). Esta es una de las grandes debilidades de una región que, como se ha mencionado, muestra una institucionalidad fragmen-

tada, dificultades para la comunicación y el trabajo interinstitucionales, y reducidas capacidades técnicas y financieras para afrontar los retos que impone un fenómeno de tanta complejidad e impacto sobre muchos aspectos del desarrollo social y económico.

En algunos campos, Centroamérica ha implementado herramientas más específicas para mitigar el cambio climático; como se comentó, ello se debe en gran parte a la existencia de recursos aportados por los países desarrollados. Por ejemplo, los incentivos para la fijación de carbono y la reducción de emisiones de GEI han ido evolucionando de la idea inicial de mercados de carbono (sobre todo con el Mecanismo de Desarrollo Limpio o MDL), a otros esquemas de mitigación, como los que se centran en el concepto de “deforestación evitada”, en especial los llamados mecanismos REDD (reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques), enfocados en los países en desarrollo (recuadro 9.7), o propuestas de “carbono-neutralidad” como la que se ha planteado en Costa Rica para el 2021. A febrero de 2010 existían en la región 68 proyectos que participaban en el MDL, un número significativo si se tiene en cuenta que los costos de transacción por proyecto son altos. En 2008 se estimó que el efecto de este tipo de iniciativas había sido una reducción de 2.738.319 toneladas

## CUADRO 9.21

## CENTROAMÉRICA

Acciones planteadas ante el cambio climático en documentos nacionales<sup>a/</sup>

Área temática	Lineamientos generales y medidas propuestas	Énfasis
Ecosistemas y biodiversidad	■ Rehabilitación de áreas degradadas, reforestación y recuperación de bosques.	Mitigación y adaptación
	■ Prácticas de control de incendios y plagas forestales.	Adaptación
	■ Incentivos para la conservación y manejo sostenible de bosque; restricción de la explotación maderera en bosques primarios.	Mitigación y adaptación
	■ Incorporación de un enfoque ecosistémico en la planificación y ordenamiento del territorio.	Adaptación
	■ Ampliación de acciones de conservación de la biodiversidad y los ecosistemas; fortalecimiento de propuestas de corredores biológicos.	Mitigación y adaptación
	■ Programas de manejo regional y nacional de especies amenazadas o de interés.	Adaptación
	■ Incorporación de la conservación de la biodiversidad en las estrategias de adaptación de otros sectores.	Adaptación
Zonas marino-costeras	■ Programas de manejo de zonas costeras y de protección de playas e infraestructura costera.	Adaptación
	■ Conservación y restauración de ecosistemas costeros, manglares, humedales y otros.	Adaptación
	■ Sostenibilidad socioeconómica de las poblaciones costeras.	Adaptación
	■ Construcción y mejoramiento de diques costeros.	Adaptación
	■ Minimización del estrés sobre los ecosistemas que sustentan la pesquería y la acuicultura.	Adaptación
Agricultura y seguridad alimentaria	■ Promoción de modalidades de semillas y cultivos más tolerantes al cambio climático.	Adaptación
	■ Cambio tecnológico y mejores prácticas y sistemas agrícolas.	Mitigación y adaptación
	■ Reducción del uso de agroquímicos y la emisión de GEI como el metano.	Mitigación
	■ Tecnologías de control de suelos y manejo de especies de árboles que ayudan a los cultivos resistir eventos extremos.	Adaptación
	■ Eliminación de la práctica de quemas en terrenos agrícolas.	Mitigación
	■ Sistemas agroforestales y silvopastoriles; ecosistemas agrícolas.	Mitigación y adaptación
	■ Aumento de la productividad agrícola actual en cuanto a capital humano y físico.	Adaptación
	■ Seguros agrícolas e instrumentos de mercado de riesgos.	Adaptación
	■ Sustitución de la actividad ganadera en zonas de aptitud forestal.	Mitigación
	■ Acciones para la seguridad alimentaria; reducción de déficits nutricionales en la población.	Adaptación
■ Adaptación en tecnología, planificación y apoyo para la producción de granos básicos.	Adaptación	
■ Sistemas de pronóstico de cosecha y de vigilancia alimentaria y nutricional.	Adaptación	
Salud humana	■ Adecuado suministro de agua potable a la población y saneamiento.	Adaptación
	■ Ordenamiento territorial y de los asentamientos humanos; regulación del uso de la tierra.	Adaptación
	■ Prevención y control de enfermedades vectoriales.	Adaptación
	■ Campañas de inmunización.	Adaptación
Gestión del riesgo	■ Control de escorrentías y desbordamientos en sistemas fluviales.	Adaptación
	■ Normas y códigos de diseño y construcción de infraestructura adaptados al cambio climático.	Adaptación
	■ Fortalecimiento institucional en prevención y gestión prospectiva; incorporación de las variables de prevención y evaluación de riesgos en los proyectos de inversión pública.	Adaptación
	■ Manejo sostenible de la tierra y ordenamiento territorial con visión de gestión del riesgo.	Adaptación
	■ Reubicación de poblaciones en riesgo.	Adaptación
	■ Preparación de planes de reconstrucción post desastre.	Adaptación
	■ Fortalecimiento de la organización local para la gestión de riesgos.	Adaptación
	■ Implementación de sistemas de alerta temprana.	Adaptación
Energía y emisiones de GEI	■ Reducir las emisiones de GEI provenientes del cambio de uso del suelo y el consumo energético.	Mitigación
	■ Transformación de la matriz energética hacia fuentes limpias (hídrica, eólica, geotérmica).	Mitigación
	■ Gestión adecuada del recurso hídrico para generación eléctrica.	Adaptación
	■ Fortalecimiento de la infraestructura de transmisión y distribución ante eventos extremos.	Adaptación
	■ Sistemas y redes alternativas de transporte de personas y mercancías.	Mitigación
	■ Aprovechamiento energético del gas metano generado en rellenos sanitarios y vertederos.	Mitigación
	■ Erradicación de sustancias fluorocarbonadas en refrigeración, promoción de equipos eficientes.	Mitigación
	■ Alternativas al uso de leña, como biodigestores, gas y otros; equipos ahorradores de leña.	Mitigación
	■ Programas de ahorro de energía a nivel doméstico y mejoramiento de la eficiencia	Mitigación
	■ a partir de equipos y tecnologías, uso de energía solar; tecnologías limpias en transporte.	Mitigación

CUADRO 9.21  
CENTROAMÉRICA

→ CONTINUACIÓN

### Acciones planteadas ante el cambio climático en documentos nacionales<sup>a/</sup>

Área temática	Lineamientos generales y medidas propuestas		
Energía y emisiones de GEI	■ Protección y gestión de recursos forestales para el secuestro de carbono; implementación de mercados de carbono, venta de certificados de carbono y pago por servicios ambientales.	Mitigación	
	■ Búsqueda de la "carbono-neutralidad" en el mediano plazo, a través de: reducción de emisiones por fuente, captura y almacenamiento de carbono y desarrollo de un mercado de carbono efectivo.	Mitigación	
	■ Cobro del servicio ambiental de mitigación de GEI a instituciones públicas y empresas privadas.	Mitigación	
	■ Cooperación energética regional.	Mitigación y adaptación	
Recursos hídricos	■ Desarrollo de una gestión integrada de los recursos hídricos.	Adaptación	
	■ Protección, manejo y uso sostenible de cuencas hidrográficas.	Adaptación	
	■ Prácticas de conservación de suelos y reducción de la contaminación y erosión sobre aguas.	Adaptación	
	■ Recuperación y protección de bosques y zonas de producción y recarga hídrica.	Adaptación	
	■ Aprovechamiento sostenible del agua en actividades productivas y en los sistemas de riego.	Adaptación	
	■ Acciones de "cosecha" de agua.	Adaptación	
	■ Pago de servicios ambientales para protección hídrica.	Adaptación	
	■ Manejo de la demanda de agua por medio de tarifas adecuadas y cobro del saneamiento; cánones hídricos para protección.	Adaptación	
Investigación, capacitación y educación	■ Elaboración y divulgación de estudios nacionales, locales y sectoriales; análisis de escenarios de línea base y proyecciones futuras de emisiones y efectos esperados; monitoreo climático y meteorológico y mapas de vulnerabilidad; monitoreo del nivel del mar.	Mitigación y adaptación	
	■ Inventarios nacionales de emisiones; sistemas de monitoreo y captura de GEI.	Mitigación	
	■ Investigación sobre especies y ecosistemas vulnerables al cambio climático.	Adaptación	
	■ Participación comunitaria en la elaboración de programas de adaptación.	Adaptación	
	■ Capacitación para la formulación, gestión, evaluación, verificación y monitoreo de proyectos de fijación de carbono y el cálculo de emisiones.	Mitigación	
	■ Campañas de sensibilización de la ciudadanía y los tomadores de decisiones; material educativo; creación de centros de información sobre cambio climático.	Mitigación y adaptación	
	■ Balances hídricos y conocimiento de la disponibilidad, calidad y vulnerabilidad del agua.	Adaptación	
Marco institucional y normativo	■ Coordinación interinstitucional articulada e implementación conjunta.	Mitigación y adaptación	
	■ Inclusión de actores públicos y privados para la implementación de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio.	Mitigación	
	■ Identificación de fuentes de financiamiento para mitigación y adaptación; gestión de fondos no reembolsables provenientes de la cooperación internacional; gestión de proyectos en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio; promoción y búsqueda de socios para mecanismos de reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD).	Mitigación y adaptación	
	■ Creación de comisiones, oficinas nacionales y puntos focales de cambio climático.	Mitigación y adaptación	
	■ Fortalecimiento de capacidades para el cumplimiento de la legislación ambiental y los compromisos internacionales.	Mitigación y adaptación	
	■ Leyes y ordenanzas para el control del uso del agua.	Adaptación	
	■ Articulación de posiciones nacionales y regionales para las negociaciones multilaterales.	Mitigación y adaptación	
	■ Fortalecimiento de los sistemas tradicionales indígenas y de las comunidades locales enfocados en prácticas de adaptación y mitigación.	Mitigación y adaptación	
	Infraestructura	■ Normas y códigos de diseño y construcción; inversión pública y privada en infraestructura adaptada al cambio climático.	Adaptación
		■ Incorporación de la variable de reducción del riesgo en programas de vivienda.	Adaptación
■ Construcción de obras civiles en zonas vulnerables: diques de contención, canales y otros.		Adaptación	
■ Reparación y mejoramiento continuo de la infraestructura vial, de alcantarillado pluvial y de servicio de agua potable.		Adaptación	

a/ Este cuadro recoge una visión analítica del tipo de medidas que se han planteado en el conjunto de los países; algunas son particulares de cada uno y otras sintetizan diversas variantes. No se presentan todos los niveles de desagregación y detalle que indican los documentos analizados, sino que se pretende su identificación de manera general.

Fuente: Merino, 2010.

## CUADRO 9.22

## CENTROAMÉRICA

**Documentos que señalan responsables y recursos para ejecutar sus propuestas en materia de cambio climático**

País	Documento
Belice	National capacity self-assessment for global environmental management
Costa Rica	Estrategia de adaptación del sistema hídrico al cambio climático en la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana Evaluación de medidas para la adaptación del sistema hídrico al cambio climático
El Salvador	Creación de capacidades nacionales para la aplicación de la CMNUCC. Política y plan de acción de convivencia con la sequía en El Salvador
Guatemala	Política Nacional de Cambio Climático
Nicaragua	Estrategia nacional ambiental y del cambio climático: plan de acción 2010-2015

Fuente: Merino, 2010.

métricas de CO<sub>2</sub> (SNV y PNUD-Honduras, 2010; García et al., 2008).

**Esfuerzos y desafíos específicos en agricultura y energía**

Para los sectores específicos que han sido analizados en este capítulo, es claro que la región enfrenta retos importantes que deben ser considerados en sus estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático. Este fenómeno evidencia la necesidad de atender el problema de cambio de uso del suelo y los frentes de deforestación que, en algunos países, coinciden con zonas agrícolas ocupadas por población sumamente vulnerable. Asimismo, las prácticas de adaptación que facilitarían el aprovechamiento de fuentes sustentables de energía, se traslapan con las medidas tendientes a reducir las emisiones de GEI que provienen de la deforestación y la degradación de los bosques. Algunas de estas especificidades de los sectores agrícola y energético se comentan en este apartado.

En el sector agrícola, las medidas que se han propuesto tocan tanto la mitigación (por la necesidad de reducir emisiones de GEI) como la adaptación (por los posibles efectos del cambio climático en las condiciones requeridas por los cultivos). El Iarna (2010) realizó una recopilación de algunas consideraciones que la comunidad científica ha planteado para este sector.

A nivel mundial, se ha reportado que aproximadamente el 70% de las emisiones de GEI provenientes de la agricultura son resultado del uso de fertilizantes y de la fermentación entérica (descomposición de las heces) en las ganaderías (Stern, 2007). Los resultados de los inventarios en Centroamérica no aportan suficiente información para corroborar las tendencias regionales. Además de participar con emisiones directas, la agricultura juega un papel indirecto a través del cambio de uso del suelo, la mayor fuente de emisiones en el Istmo. Por eso, la mitigación implica duplicar esfuerzos en los países que muestran altas tasas de deforestación (Iarna, 2010).

Según un concepto planteado por la FAO (2010), se requiere una agricultura “inteligente” en relación con el clima<sup>30</sup>.

## RECUADRO 9.7

**Deforestación evitada: características de los mecanismos REDD**

Los mecanismos de reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD) están dirigidos a las naciones en desarrollo y tienen como fin crear un esquema de políticas públicas basado en incentivos financieros para la mitigación de las emisiones provenientes de la deforestación y la degradación forestal. La idea principal consiste en que los países que pueden reducir sus emisiones de GEI por la deforestación (más allá de las derivadas de los patrones de uso energético) deben ser compensados financieramente por proteger y regenerar sus áreas boscosas. Con base en tal esquema, las iniciativas de REDD pueden crear oportunidades de acceso a recursos para sectores de pobreza rural en los países en desarrollo.

El tema de la deforestación y la degradación es prioritario, debido a que alrededor del 20% de las emisiones mundiales de GEI se dan por este motivo (y en Centroamérica la mayoría, como se analiza en este capítulo). En la Conferencia de Cambio Climático de Montreal, en 2005, Papúa Nueva Guinea y Costa Rica, con el apoyo de otros ocho Estados, propusieron el desarrollo de este tipo de mecanismo. El planteamiento fue bien recibido, por lo que se estableció una comisión para explorar las opciones de un esquema

REDD. La utilidad de esta iniciativa también fue reconocida en la Conferencia de Copenhague, en 2009, y al final de ese encuentro seis países (Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Japón, Australia y Noruega) se comprometieron a destinar alrededor de 3.500 millones de dólares en los siguientes tres años para implementarla.

Los bosques tienen una importancia crucial para el almacenamiento de carbono y, por tanto, para los esfuerzos por mitigar el cambio climático. En Centroamérica, las oportunidades para reducir las emisiones por deforestación evitada se encuentran principalmente en áreas protegidas y territorios indígenas, que albergan buena parte de estos ecosistemas; por ello, se requiere claridad en cuanto a los mecanismos de acceso a fondos, así como el desarrollo de procesos de consentimiento libre, previo e informado de las poblaciones involucradas. En este sentido, es fundamental que los pueblos indígenas que participen en la protección de esta riqueza no solo sean reconocidos, sino que además disfruten de los beneficios económicos que se deriven de ella.

Fuente: Elaboración propia con datos de UN-REDD.

Asegura esta organización que las medidas inteligentes son conocidas, pero imponen un reto doble, puesto que quienes deben implementarlas no solo son vulnerables al cambio climático, sino también en su seguridad alimentaria y en la comercialización de sus productos. Aumentar la productividad, reducir pérdidas poscosecha y mejorar los canales de comercialización son grandes desafíos en el ámbito de los pequeños productores de subsistencia; el cambio climático agrava su situación y debería poner en alerta a las autoridades vinculadas con el desarrollo agrícola.

Lograr una agricultura que integre estos elementos requiere interacciones y transformaciones en múltiples frentes. A nivel institucional, es importante la coordinación entre entidades, para lograr armonización y consistencia en políticas relacionadas con agricultura, seguridad alimentaria y cambio climático; el fortalecimiento técnico y financiero es clave para proveer la asistencia necesaria a los pequeños productores de granos básicos, que hoy resultan ser los más vulnerables en el contexto descrito. A nivel social, deberán mejorar las capacidades asociativas, para establecer mecanismos solidarios de intervención público-privadas en materia de seguridad alimentaria, y llevar adelante acciones de adaptación basadas en programas de apoyo a los pequeños productores agrícolas (Iarna, 2010).

A nivel natural, se requiere la adopción de esquemas de gestión ecosistémica y de manejo del paisaje, para romper el ciclo de degradación de la materia orgánica del suelo, que conlleva el agotamiento de la fertilidad natural de los suelos, una menor productividad agrícola y de la biomasa, y un incremento en las emisiones de GEI. Las consecuencias inmediatas para los agricultores son la inseguridad alimentaria, la desnutrición y el hambre (Trumper et al., 2009). Un esfuerzo interesante en este sentido es el de los sistemas agroforestales, que pueden facilitar esquemas más integrados de manejo del suelo (recuadro 9.8). Un reto paralelo es contener los frentes de deforestación

#### RECUADRO 9.8

##### Sistemas agroforestales, seguridad alimentaria y cambio climático

Los sistemas agroforestales (SAF) son un conjunto de tecnologías de manejo de suelo, agua, nutrientes y cultivos agrícolas forestales, que bajo un enfoque integrado proporcionan una serie de beneficios ambientales, productivos y socioeconómicos. En Centroamérica se aplican exitosamente desde hace varios años, y han contribuido de manera significativa a mejorar la seguridad alimentaria de la población. Diversos estudios desarrollados por la FAO en conjunto con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) han demostrado el impacto positivo que estos sistemas han tenido en la región, ya que se ha mejorado la fertilidad del suelo, reducido el grado de erosión y disminuido los costos de producción, al restringir o eliminar la cantidad de fertilizantes y químicos utilizados.

Los sistemas agroforestales son considerados un factor de reducción del riesgo y la vulnerabilidad para las familias de las zonas rurales, ya que aseguran una producción sostenible de granos básicos como el maíz y el frijol en situaciones climáticas adversas (exceso o escasez de agua). Los SAF ayudan a mejorar de modo simultáneo los medios de vida y la seguridad alimentaria de la población rural más vulnerable, lo que permite enfrentar mejor el desafío de la adaptación al cambio climático. Estos sistemas son relativamente fáciles de diseñar y aplicar; además, una de sus características es la diversidad de bienes que se pueden obtener de su implementación, como los productos pecuarios y forestales para la venta o el uso en las fincas.

Los SAF se muestran como una alternativa importante, ya que la pobreza en

Centroamérica es un fenómeno predominantemente rural y se calcula que un 37% de la pérdida de productividad agrícola se debe a la degradación de los suelos (los SAF son económicamente muy rentables en comparación con los sistemas tradicionales). Mucha de la actividad agropecuaria y forestal de la región se lleva a cabo en las montañas y laderas, siendo estas zonas las que registran las tasas más elevadas de pobreza extrema. Es por ello que un alto porcentaje de estos sistemas se implementa en las laderas, con muy buenos resultados. Si más familias adoptaran estos sistemas de producción, aumentarían sus posibilidades de producir alimentos en forma sostenible y en menor superficie, lo que mejoraría su nivel de vida.

Es muy probable que los SAF se conviertan en un factor de desarrollo social y económico para los pobladores rurales, mediante su vinculación con los diversos mecanismos de mitigación que se han creado como respuesta al desafío del cambio climático. Cuanto mayor sea el número de sistemas agroforestales en marcha, mejor será el potencial de participar en el mercado de venta de carbono, lo que incentivaría a la familia campesina a extender mucho más esta práctica. Los SAF son una herramienta validada y primordial para un amplio grupo de agricultores rurales y productores de granos básicos, ya que a través de ellos logran estabilizar la disponibilidad familiar de granos, al tiempo que se adaptan al cambio climático y mejoran el medioambiente de sus comunidades.

Fuente: FAO, 2010

y el avance de la frontera agrícola, lo cual demanda información geográfica que identifique y permita concentrar acciones en esos puntos. Esto tendría un enorme impacto en términos de mitigación y adaptación, sobre todo si se considera que buena parte de las poblaciones más vulnerables se ubica en esas zonas (Iarna, 2010).

Otros esfuerzos regionales buscan el montaje de estrategias agrícolas orientadas a transformar las prácticas productivas de cara a la adaptación. Un ejemplo es el aporte de la organización Rainforest Alliance y la Red de Agricultura Sostenible, a través del lanzamiento del “Módulo de Clima”, una iniciativa de alcance global (recuadro 9.9).



## RECUADRO 9.9

**Rainforest Alliance promueve una agricultura amigable con el clima**

Durante varios años, la organización Rainforest Alliance ha certificado fincas agrícolas mediante el otorgamiento de sellos enfocados en la agricultura sostenible y, recientemente, en prácticas amigables con el clima, que tienen un impacto positivo en términos de mitigación y adaptación. Entre ellas se incluyen las acciones que los agricultores están realizando en sus fincas para reducir emisiones, fijar carbono y mejorar la capacidad adaptativa de sus agro-ecosistemas, con el objetivo de hacer frente a un clima cambiante y sostener sus propios medios de vida.

Bajo este marco, Rainforest Alliance y la Red de Agricultura Sostenible han desarrollado la herramienta denominada "Módulo de Clima", cuyo propósito es concienciar y orientar a los productores sobre la importancia de utilizar prácticas amigables con el clima, fomentando esfuerzos de mitigación del cambio climático y promoviendo medidas de adaptación para asegurar la sostenibilidad de la producción agrícola en el largo plazo. Con la implementación del Módulo, que es una acción adicional a los requisitos que ya existen para obtener los sellos que otorga Rainforest Alliance, se espera diferenciar el impacto de prácticas agrícolas de productos certificados en cuanto a la reducción de la huella de carbono. Para demostrar la aplicabilidad de este instrumento se realizaron varios proyectos piloto alrededor del mundo. Dos de ellos se efectuaron en Centroamérica, uno en Guatemala y otro en El Salvador.

En Guatemala la meta del proyecto fue desarrollar un protocolo para validar las prácticas amigables con el clima en sistemas de producción de café bajo sombra. Esto se hizo a través de una metodología que permite evaluar cómo la certificación contribuye a mitigar el impacto del sector cafetalero en el cambio climático. Se midió el almacenamiento de carbono en fincas seleccionadas y se analizaron las contribuciones de las buenas prácticas

agrícolas a la reducción de emisiones y el aumento o mantenimiento del carbono en los sistemas agroforestales. El proyecto se realizó en varias regiones de Guatemala: Santa Rosa, Jalapa (zona oriental conocida como Fraijanes) y la costa sur occidental del país, en el departamento de San Marcos.

También se efectuaron talleres de capacitación para agricultores y auditores, con el fin de evaluar la viabilidad de implementación del módulo en fincas de diferentes tamaños y condiciones, así como para crear conciencia sobre el cambio climático. Cada agricultor puede adoptar voluntariamente estas prácticas, con el beneficio de proporcionar un valor agregado a su café y comercializarlo como "amigable con el clima".

En El Salvador el proyecto se desarrolló en las fincas proveedoras del Grupo Jasal, exportador de café para la firma Caribou Coffee, de Estados Unidos. El trabajo se enfocó en el manejo de los gases de efecto invernadero y la planificación para la mitigación y adaptación al cambio climático en fincas de café certificadas por Rainforest Alliance. Al realizar el diagnóstico del "Módulo de Clima" se comprobó que este es aplicable y factible de implementar en fincas salvadoreñas, pues estas ya cumplen parcialmente con algunos criterios, en especial los referentes a prácticas agrícolas, tales como: i) siembra de árboles de sombra, ii) uso de abonos orgánicos, iii) recolección de datos de variabilidad climática, como la pluviosidad y la temperatura, iv) eficiente aplicación de fertilizantes, v) manejo y conservación de suelos, entre otros. También se determinó que las fincas certificadas mostraron una mayor cantidad de carbono retenido, en comparación con las fincas no certificadas. Esta diferencia pudo deberse a que estas últimas han sido manejadas de forma más intensiva, por lo que tienen pocos árboles de sombra.

Fuente: Rainforest Alliance.

También hay procesos que no atienden exclusivamente al sector agrícola, pero lo incluyen de manera importante. Uno de ellos es el impulsado por el Cathalac, el PNUD y el FMAM, que estableció prioridades de acción con diversos grupos de actores sociales. Estos coincidieron en que el manejo integrado de los recursos hídricos es central, e identificaron otras tareas como la mejora de la productividad de los suelos, la disminución de los impactos de las sequías y la reducción del alto uso de plaguicidas, el excesivo laboreo y la sobreexplotación de suelos y acuíferos. También plantearon la necesidad de fortalecer el marco legal e institucional de los municipios, desarrollar procesos de comunicación y sensibilización en torno al cambio, implementar campañas de educación ambiental con énfasis en adaptación y reforzar las capacidades locales y de las organizaciones de base (Cathalac et al., 2008).

También se identifican barreras que dificultan la implementación de este tipo de estrategias en la región; entre ellas cabe citar: i) baja prioridad política, ii) desconocimiento de la problemática por parte de los tomadores de decisiones, iii) falta de visión e integralidad en los programas globales y regionales, iv) ausencia de políticas sobre el tema, v) marcos jurídicos difusos (en los países que los tienen), vi) escasa coordinación interinstitucional, y vii) poca participación de la iniciativa privada. Estas barreras se traducen en inadecuadas políticas de asignación de recursos para la atención del cambio climático (Cathalac et al., 2008).

En 2008, cuando el SICA y la CCAD oficializaron los Lineamientos de la Estrategia Regional de Cambio Climático, se instruyó al Consejo de Ministros de Agricultura para que, con el apoyo de las autoridades de ambiente regionales y nacionales, reforzaran las iniciativas para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria ante los impactos del cambio climático, y desarrollaran programas para enfrentar ese fenómeno<sup>31</sup>. Asimismo, se les solicitó que contribuyeran con la gestión de los ecosistemas forestales.

Por su parte, el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) ha procurado posicionar el tema en la discusión y la acción regional agrícola; por ejemplo, pidió al Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (Sicta) que incorpore en su agenda de trabajo la generación y difusión de tecnologías adecuadas para la reducción del riesgo de desastres provocados por alteraciones climáticas, y que además incluya entre sus prioridades de investigación e innovación, la vulnerabilidad y la adaptación y mitigación del cambio climático, entre otros aspectos. No obstante, el conocimiento acerca de la manera en que este fenómeno afectará la producción agrícola, y sobre cómo enfrentar ese impacto, aún es incompleto e insuficiente. Por eso la adecuada preparación con distintos horizontes temporales -incluidas la tecnología y la innovación- evitará o reducirá pérdidas y permitirá aprovechar oportunidades. De ahí la importancia de que el cambio climático y la gestión ambiental figuren como temas transversales en las políticas y estrategias regionales del sector, así como en las agendas de los organismos que lo apoyan (Jiménez, 2010b).

Paralelamente, desde el 2008 existe la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS 2009-2024), la cual consta de cinco componentes: i) manejo sostenible de tierras, ii) cambio climático y variabilidad climática, iii) biodiversidad, iv) negocios agroambientales y v) espacios y estilos de vida saludables. Por su parte, el CAC presentó la Política Agrícola Centroamericana 2008-2017, que apunta hacia el logro de una agricultura competitiva e integrada para un mundo global. En ella se incluye la gestión ambiental como eje transversal y reconoce oficialmente la ERAS como el mecanismo para su implementación. Este eje tiene un objetivo específico en materia de cambio climático: fortalecer la capacidad regional para adaptarse a la variabilidad y el cambio climático, considerando la vulnerabilidad de los distintos territorios, con el fin de minimizar los impactos sobre la salud humana, la agricultura y la biodiversidad, e identificar y aprovechar oportunidades económicas derivadas

de la mitigación de GEI, de manera que contribuyan al desarrollo sostenible del Istmo. Aunque la ERAS define instancias de coordinación regional, solo de modo general señala los responsables y no plantea con claridad los recursos para su implementación.

Así pues, se han generado espacios de coordinación y planificación de tipo general, y se han planteado un conjunto de principios sobre las medidas de adaptación y mitigación que deberían aplicarse en el ámbito regional. Pero a nivel nacional, las acciones en marcha responden en gran parte a iniciativas aisladas de entidades públicas o privadas, más que a un esfuerzo dirigido por políticas públicas consistentes. Es probable que sea temprano para esperar programas vigorosos, pues la generación de información sobre los posibles impactos del cambio climático en la agricultura regional es, como se ha visto, incipiente.

Cathalac et al. (2008) efectuaron talleres de consulta a nivel regional, con el fin de delinear un panorama de cómo se aprecia desde el punto de vista técnico el escenario actual en términos de fortalezas, debilidades y prioridades de adaptación en los diferentes países (cuadro 9.23). Los resultados muestran que, en términos generales, existe una importante participación de diversos actores (tanto del sector público como del privado); además se cuenta con marcos normativos específicos en materia ambiental, y con (limitados) recursos financieros destinados a este rubro. Entre las debilidades sobresalen los problemas de infraestructura, una deficiente aplicación de la normativa ambiental y el manejo inadecuado de los recursos naturales.

Según la ERCC, algunos de los mecanismos financieros implementados recientemente contribuyen a la preparación del sector agrícola para hacer frente a riesgos climáticos. “Varios países han puesto en marcha, con resultados parciales, sistemas de manejo de riesgos ante eventos climáticos extremos que podrían ocasionar pérdidas en la agricultura. Sin embargo, estos sistemas de seguros agrícolas no han alcanzado una cobertura adecuada y ameritan un análisis crítico para deter-

minar las restricciones para lograr la participación de una población importante de productores y una cobertura mayor” (CCAD-SICA, 2010). En este sentido, con respaldo del BID se inició la construcción de una base de datos climáticos de Centroamérica, que desde el 2007 pretende servir de apoyo a los seguros agropecuarios (Jiménez, 2007). Pese a este y otros esfuerzos, “hasta el momento los mecanismos financieros existentes en el marco de la CMNUCC no han permitido que los países de la región obtengan recursos suficientes para fortalecer y expandir sus actividades y acciones de adaptación, y mucho menos hay respuestas para enfrentar los impactos de desastres asociados a la variabilidad climática” (CCAD-SICA, 2010).

A diferencia del sector agrícola, para el sector energético la mitigación resulta más relevante. Como se analizó anteriormente, en este ámbito las medidas de adaptación se circunscriben a reducir los impactos de lo que sucederá con la producción de energía hidráulica, y lo que acontezca con el uso de biomasa, en particular la leña. Sobre este último tema la región aún no se ha planteado estrategias ni tareas sustantivas (Iarna, 2010). Es importante resaltar que, mientras en el sector agrícola las decisiones públicas tienen poco impacto en las acciones privadas, en el sector eléctrico, por ejemplo, los actores institucionales tienen mayor peso. La ERCC instruye a las autoridades e instituciones del campo energético para que pongan en práctica la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, desarrollando políticas coherentes que permitan un uso más eficiente de los recursos domésticos e importados, y una mayor participación de fuentes renovables en las matrices energéticas nacionales.

Este sector es clave entre los objetivos estratégicos de la ERCC. En el área estratégica 2 de ese instrumento se plantea como objetivo operacional impulsar programas de energía renovable, eficiencia energética, ahorro de energía y transporte sostenible. En sus líneas de acción, incluye entre otras medidas: apoyar la implementación de

CUADRO 9.23

## CENTROAMÉRICA

**Condiciones y prioridades para la adaptación al cambio climático en agricultura<sup>a/</sup>**

País	Fortalezas	Debilidades	Prioridades
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Desarrollo socioeconómico.</li> <li>■ Liderazgo del IMN y la CNE.</li> <li>■ Amplia legislación.</li> <li>■ Experiencia en protección y conservación ambientales.</li> <li>■ Iniciativas privadas para el ahorro de agua.</li> <li>■ Creación de capacidades.</li> <li>■ Educación ambiental formal e informal.</li> <li>■ Cultura ecológica.</li> <li>■ Sector forestal consolidado.</li> <li>■ Organización local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Poca preparación ante desastres.</li> <li>■ Problemas o daños en infraestructura vial, pluvial y de distribución del agua.</li> <li>■ Escasa participación de municipalidades.</li> <li>■ Contaminación de fuentes de agua.</li> <li>■ Desarticulada gestión del agua.</li> <li>■ Mal manejo de residuos sólidos y líquidos.</li> <li>■ Falta de información para diagnósticos.</li> <li>■ Problemas de financiamiento y adjudicación de obras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mejor manejo de la fertilización nitrogenada.</li> <li>■ Promoción de la agricultura orgánica.</li> </ul>
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aceptación de la estrategia de adaptación.</li> <li>■ Conocimiento y conciencia local sobre la vulnerabilidad climática.</li> <li>■ Anuencia a futuras alianzas entre los actores locales y las municipalidades.</li> <li>■ Programas locales de incidencia.</li> <li>■ Compromiso e interés por parte de las organizaciones y pobladores locales.</li> <li>■ Amplia normativa ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Escasez de recursos para adaptación local.</li> <li>■ Uso limitado de tecnología agropecuaria frente a inundaciones y sequías.</li> <li>■ Inadecuada definición de las políticas nacionales de desarrollo.</li> <li>■ Inoperancia de los mecanismos financieros de la CMNUCC (FMAM).</li> <li>■ Pocas capacidades en investigación científica y desarrollo tecnológico.</li> <li>■ Debilidad de los sistemas de observación del clima y carencia de expertos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Establecimiento de un programa de microfinanzas para el fomento de actividades agropecuarias de alto valor agregado.</li> <li>■ Diversificación de la base productiva.</li> <li>■ Transformación para agregar valor a las materias primas agropecuarias.</li> <li>■ Intensificación y tecnificación de la actividad agropecuaria para enfrentar el cambio climático.</li> </ul>
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Descentralización del Estado.</li> <li>■ Organización de base comunitaria.</li> <li>■ Capacitación en gestión del riesgo.</li> <li>■ Desarrollo de capacidades en vulnerabilidad y adaptación.</li> <li>■ Experiencias locales exitosas en adaptación a sequías e inundaciones.</li> <li>■ Sistemas de alerta temprana.</li> <li>■ Incidencia local de ONG y entidades sin fines de lucro.</li> <li>■ Cooperación internacional para rehabilitación y restauración de infraestructura.</li> <li>■ Proyectos de seguridad alimentaria.</li> <li>■ Capacidades administrativas en la ejecución de macroproyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Manejo inadecuado de los recursos hídricos.</li> <li>■ Malas prácticas agrícolas.</li> <li>■ Frágil atención local de emergencias.</li> <li>■ Falta de esfuerzos en prevención, concentración en la respuesta.</li> <li>■ Escasez de fondos para la adaptación.</li> <li>■ Migración a áreas urbano-marginales.</li> <li>■ Ausencia de una estrategia nacional sobre conservación de recursos naturales.</li> <li>■ Débil promoción y divulgación sobre cambio climático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Prácticas de conservación de suelos y de agua.</li> <li>■ Establecimiento de plantaciones y sistemas agroforestales.</li> <li>■ Mejoramiento de la infraestructura social y productiva.</li> <li>■ Capacitación y fortalecimiento organizacional.</li> <li>■ Educación para servicios de apoyo a la producción.</li> <li>■ Aprovechamiento de condiciones climáticas y físicas en el establecimiento de sistemas productivos.</li> </ul>
Honduras	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Apropiación de la estrategia por parte de las autoridades locales y los líderes comunitarios.</li> <li>■ Interés de organismos financieros en apoyar la implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.</li> <li>■ Participación de gobiernos y organizaciones locales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inexistencia de recursos para la implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.</li> <li>■ Poca voluntad política.</li> <li>■ Cambios en las autoridades de gobierno y las prioridades nacionales.</li> <li>■ Ausencia de inversión para la sistematización de información meteorológica y la generación de escenarios climáticos.</li> <li>■ Inestabilidad laboral y escaso recurso humano capacitado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación y desarrollo de productos agrícolas sostenibles.</li> <li>■ Conservación y protección del suelo en laderas y montañas.</li> <li>■ Estímulo al cooperativismo.</li> <li>■ Extensión del seguro agropecuario a pequeños y medianos productores.</li> <li>■ Consolidación de bancos de semillas para investigación en adaptación.</li> </ul>

→ CONTINUACIÓN

CUADRO 9.23

**Centroamérica: condiciones y prioridades para la adaptación al cambio climático en agricultura<sup>a/</sup>**

País	Fortalezas	Debilidades	Prioridades
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Participación de actores en la identificación y priorización de medidas de adaptación.</li> <li>■ Selección de territorios prioritarios para el Plan Nacional de Desarrollo Rural Productivo.</li> <li>■ Programas estratégicos nacionales en materia de cuencas.</li> <li>■ Amplio número de expertos y organizaciones que trabajan en zonas bajo estudio.</li> <li>■ Responsabilidad social de la empresa privada en zonas donde hay proyectos en marcha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Incongruencia entre las medidas de adaptación y los planes de negocio de los grandes productores privados.</li> <li>■ Mal manejo de los conflictos por el agua por parte de los gobiernos municipales.</li> <li>■ Medidas de adaptación inequitativas entre grandes y pequeños productores.</li> <li>■ Deficiente aplicación de las leyes ambientales de adaptación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Plan de ordenamiento municipal.</li> <li>■ Buenas prácticas agrícolas.</li> <li>■ Desarrollo de capacidades de manejo de las fincas.</li> <li>■ Diversificación e intensificación de la actividad agrícola y silvícola.</li> <li>■ Canales de comercialización que apoyen al productor.</li> <li>■ Reactivación y fortalecimiento de la infraestructura productiva.</li> </ul>
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Compromiso gubernamental.</li> <li>■ Capacidad instalada para la identificación de las medidas de adaptación.</li> <li>■ Identificación de nuevos proyectos.</li> <li>■ Priorización de las medidas de adaptación por parte de los actores clave.</li> <li>■ Definición de estrategias de adaptación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Limitaciones financieras para la implementación de las medidas.</li> <li>■ Falta de una estrategia para definir la transferencia de tecnología adecuada.</li> <li>■ Costo-efectividad en el uso del recurso.</li> <li>■ Usos del suelo y del agua.</li> <li>■ Carencia de una institucionalidad de la información hidrometeorológica.</li> <li>■ Falta de armonía entre los intereses ambientales y la política agropecuaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Utilización de caña de azúcar, sorgo forrajero y otros pastos para consumo.</li> <li>■ Uso de semillas mejoradas.</li> <li>■ Empleo de secadores de plástico tipo túnel, con energía solar.</li> <li>■ Siembra de pastos que permitan la preservación para henificación y ensilado.</li> </ul>

a/ Información aportada por un grupo de técnicos consultados en talleres regionales por Cathalac, PNUD y FMAM. El cuadro resume el texto del cuadro original.

Fuente: Cathalac et al., 2008.

la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 y promover la participación de proyectos de energía renovable y reducción de emisiones en el sector transporte.

A la fecha no hay una evaluación formal de los logros de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020; sin embargo, un informe de la Cepal (2009) sobre fuentes renovables de energía señala algunas tendencias que, en alguna medida, contribuyen a la mitigación. Por ejemplo, la participación de la energía renovable en la generación eléctrica pasó de 59% a 63% entre 2007 y 2008. En términos de eficiencia energética, en 2008 la región registró pérdidas del 16% y no mostró mejoras sustan-

tivas con respecto al 2006. Lograr el 12% planteado en la Estrategia será un esfuerzo enorme para Guatemala, Honduras y Nicaragua, que mantienen niveles altos de pérdidas, de 17,1%, 23,5% y 27,3%, respectivamente. No hay datos confiables para evaluar el descenso del consumo de leña para cocción de alimentos, pero se asume que, luego de las crisis de precios del petróleo, estas cifras podrían haberse deteriorado. La meta de disminuir en un 10% este consumo mediante el uso de cocinas eficientes parece difícil no solo de cumplir, sino también de medir. Por su parte, las emisiones de GEI por quema de combustibles fósiles (principalmente en los sectores de transporte e

industria), mostraron un ligero aumento entre 2006 y 2008, dirección contraria a la meta de 20% de reducción planteada por la Estrategia para el año 2020 (Iarna, 2010). En este sentido, el sector transporte también requiere acciones sustantivas. Se han reportado algunos esfuerzos de alcance regional para explorar oportunidades de reducción de emisiones contaminantes y mejorar la eficiencia de la flota de transporte de carga y de pasajeros. En el 2010 se realizó una reunión entre ministros de Ambiente y de Transportes, en conjunto con la Federación Centroamericana de Transporte (Fecatrans), cuyos resultados podrán ser evaluados más adelante.

## NOTAS

- 1** Al ser conocido principalmente por su sigla en inglés, el IPCC aparece en documentos oficiales y académicos con diferentes denominaciones (Grupo Intergubernamental de Expertos, Panel Intergubernamental de Expertos y Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). Su aparición en estas formas tan solo obedece a diferentes traducciones de la misma organización.
- 2** Se denomina *permafrost* a las capas permanentemente cubiertas de hielo que se encuentran en la superficie del suelo en zonas frías del planeta.
- 3** Estas cifras fueron estimadas a partir del informe publicado en 2006 por el World Resources Institute (WRI). Los datos son del año 2005, con la excepción de Nicaragua, en cuyo caso se usó la información provista por el Marena y correspondiente al año 2000. El término “CO<sub>2</sub> equivalente” indica una medida que se utiliza para estandarizar las cantidades de otros GEI con una misma unidad.
- 4** Estas proyecciones no toman en cuenta la retroalimentación del ciclo de carbono, que podría eventualmente contribuir a elevar las concentraciones de GEI en la atmósfera, produciendo más calentamiento. Una de estas retroalimentaciones proviene la acidificación de los océanos, lo cual conduce a una reducción en sus capacidades de absorber las emisiones antropogénicas. Otro fenómeno que podría aportar gases adicionales es la liberación del carbono capturado en los suelos del Ártico y subártico, producido gracias a la acción microbiana del suelo a partir del deshielo del *permafrost*. Esto último es un buen ejemplo de retroalimentación biológica en el clima (Serreze, 2010).
- 5** Los escenarios se realizaron a una escala de 2,5 minutos de resolución (cinco kilómetros) y tres grupos de forzamiento radiactivo de los SRES-IPCC, B1, A1B y A2 con 48, 52 y 36 modelos, respectivamente.
- 6** Esta última cifra debe ser tomada con reserva, pues en ella quedan incluidas buena parte del territorio de la península de Yucatán en México y algunas áreas en el norte de ese país y la República Dominicana.
- 7** El estudio fue realizado empleando tres escenarios: B1, A1B y A2, con 48, 52 y 36 escenarios para el período 2070-2100, y una resolución de aproximadamente cinco kilómetros.
- 8** La convección es una de las tres formas de transferencia de calor. Se produce por intermedio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. Los fluidos, al calentarse, aumentan de volumen: de este modo su densidad disminuye, lo que los hace ascender y desplazar el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura.
- 9** Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales, tomando en cuenta las asociaciones edáficas, climáticas y/o atmosféricas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Son unidades naturales de bioclima, con límites de biotemperatura y precipitación tomados como valores promedio multianuales (Holdridge, 1978).
- 10** IPCC IS92a, IS92d e IS92c.
- 11** El modelo fue calibrado y validado con datos del índice de área foliar (IAF), derivados de sensores remotos y promedios de caudales de estaciones hidrométricas distribuidas en la región. El análisis de los escenarios de cambio climático, impacto en los ecosistemas e incertidumbre, se basó en 136 climatologías (2070-2099) simuladas por 23 modelos generales de circulación, bajo tres escenarios de emisiones de GEI.
- 12** Esta evaluación utiliza tres grupos de forzamiento radiactivo SRES-IPCC, B1, A1B y A2, con 48, 52 y 36 escenarios, respectivamente, para el período 2070-2100, para un total de 136 simulaciones de clima futuro y utilizando 23 modelos de circulación global.
- 13** Un corredor biológico tiene como finalidad primordial posibilitar el flujo genético entre poblaciones aisladas, para así conservar la biodiversidad. Por lo general los corredores son diseñados en los espacios que quedan entre las áreas protegidas.
- 14** Metodología utilizada por la Biología de la Conservación para estimar la representatividad de la biodiversidad en un sistema nacional de áreas protegidas e identificar aquella que no se encuentra protegida bajo ese sistema.
- 15** Mapss (Mapped Atmosphere-Plant-Soil System) es un modelo biogeográfico que simula el tipo de vegetación potencial y el área foliar presente en un sitio, teniendo en cuenta las limitaciones climáticas. Se considera la vegetación leñosa y herbácea, así como la competencia por agua y luz. Además de describir biogeográficamente la vegetación (arbusiva, leñosa, de hoja ancha o aciculada, perenne o caducifolia), Mapss estima el balance hídrico. Se ha utilizado para las predicciones de los patrones de distribución de la vegetación, la humedad del suelo, los patrones de escurrimiento y sus cambios en relación con escenarios de cambio climático.
- 16** Para ello se combinó la distribución de riqueza de especies con el índice de severidad al cambio climático. Este último se calculó utilizando como línea base el clima del período 1961-1990, y los escenarios futuros 2011-2040 (2020), 2041-2060 (2050), 2061-2090 (2080), de un único modelo de circulación global, el HadCM3, y el forzamiento radiactivo A2.
- 17** Es la elevación de masas terrestres que fueron presionadas por el enorme peso de los casquetes glaciares durante la última glaciación, mediante un proceso conocido como depresión isostática.
- 18** En la actualidad la Comisión Especial Permanente de Ambiente de la Asamblea Legislativa estudia un proyecto de ley que pretende rectificar los límites del parque, con lo cual su ancho actual se reduciría a una franja de cincuenta metros. Esto implicaría que a fin de siglo todo el Parque quedaría sumergido. La playa se situaría dentro de un refugio de vida silvestre, y las tortugas y sus nidos competirían directamente por espacio con viviendas y otros tipos de infraestructura.
- 19** Estos eventos son los relacionados con el concepto de riesgo extensivo, que refiere a la exposición de poblaciones dispersas a condiciones reiteradas o persistentes de impactos de baja o mediana intensidad.
- 20** A diferencia del riesgo extensivo, el riesgo intensivo refiere a condiciones de concentración de población o infraestructura que favorecen altos impactos como resultado de un bajo número de eventos, o incluso de uno solo.
- 21** Los fondos disponibles son internos y externos, es decir, incluyen acceso a deuda internacional, opciones de reasignación presupuestaria interna, seguros y nuevos impuestos, entre otros.
- 22** En algunos países existe información específica sobre el sector agrícola, mientras en otros se combinan los datos de los sectores pecuario y de pesca. De ahí que en el texto se especifique, en cada caso, de qué tipo de información se trata.
- 23** En esta sección, en virtud de la disponibilidad de información, se entiende por región centroamericana Honduras, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Cuando se incluye Belice se hace la aclaración respectiva.
- 24** Con este enfoque se analizan los costos de los índices de producción agrícola con precios del año 2000, con referencia a los escenarios B2 y A2, con el promedio de los modelos ECHAM5, GDFL2.0 y HADCM3/HADGEM de cultivos y de cereales en forma agregada, relacionando el índice de productividad con la precipitación acumulada (mayo a octubre) y la temperatura máxima anual (1961-2007)” (Cepal et al., 2010).
- 25** Para las anomalías climáticas se usó el modelo Miroc de alta resolución, un instrumento para la investigación interdisciplinaria sobre clima que se actualizó por última vez el 15 de mayo de 2002. Es un modelo de circulación general acoplado, desarrollado por el Centro para la Investigación del Sistema Climático de la Universidad de Tokio. Paralelamente, para la parte econométrica se usó el modelo Ricardiano, con el cual se explora de qué manera los cambios futuros en el clima pueden afectar la renta de la tierra por hectárea de los hogares rurales.
- 26** Los impactos de la precipitación sobre los ingresos anuales de los agricultores parecen tener mayor importancia cuando se trata de eventos extremos que resultan en inundaciones y anegamiento de cultivos. Por lo tanto, aquí se centra la atención en los cambios esperados en las temperaturas promedio.
- 27** Existen estudios sobre la calidad del gasto público, como los realizados por RUTA y el Banco Mundial en Guatemala en 2008.
- 28** Para un resumen más completo de estos beneficios y costos con base en Cepal y SICA (2007), consúltese Iarna, 2010.
- 29** Los socios del proyecto son: el Comité Consultivo, la CCAD, el CRRH y el Cepredenac, todos pertenecientes al SICA; la Comisión Trinacional del Plan Trifino, el Proyecto Binacional Sixaola (FMAM-BID), el Minaet y el IMN de Costa Rica, la Vicepresidencia de la República del El Salvador, la ANAM de Panamá y la Reserva de la Biosfera del Volcán Tacaná, en la frontera entre México y Guatemala.
- 30** La agricultura “clima inteligente” es aquella que logra incrementos sustentables en la productividad, es resiliente a los cambios de clima (adaptación), reduce o elimina las emisiones de GEI y al mismo tiempo es capaz de contribuir a la seguridad alimentaria y el desarrollo (FAO, 2010).
- 31** Fue en seguimiento a estos mandatos que la Cepal formuló y desarrolló el proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica” (Cepal et al., 2010).



