



# CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA

## IMPACTOS POTENCIALES Y OPCIONES DE POLÍTICA PÚBLICA





**Cambio climático en Centroamérica:**  
**Impactos potenciales y opciones de política pública**

**ALICIA BÁRCENA**

Secretaria Ejecutiva

**ANTONIO PRADO**

Secretario Ejecutivo Adjunto

**HUGO EDUARDO BETETA**

Director

Sede Subregional en México de la CEPAL

**JOSELUIS SAMANIEGO**

Director

División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

**LUIS MIGUEL GALINDO**

Jefe de la Unidad de Cambio Climático

División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

**JULIE LENNOX**

Punto focal de Cambio Climático y Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola

**DIANA RAMÍREZ Y JAIME OLIVARES**

Investigadores de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Economía del Cambio Climático

Sede Subregional en México de la CEPAL

Esta publicación se basó en los análisis preparados entre 2008 y 2015 en el marco de la iniciativa “La economía del cambio climático en Centroamérica”, realizada con los Ministerios de Ambiente y Hacienda o Finanzas de Centroamérica, sus Consejos y Secretarías Ejecutivas correspondientes de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y el Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica y República Dominicana (COSEFIN), así como la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), instancias del Sistema de la Integración Centroamericano (SICA) y la Sede Subregional en México de la CEPAL, con aportes de UKAID/DFID y DANIDA. La serie agropecuaria se gestionó con los Ministerios de Agricultura del SICA, su Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), su Secretaria Ejecutiva y su Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo (GTCCGIR). La publicación sobre salud se gestionó con los Ministerios de Salud, su Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA), su Secretaría Ejecutiva y su Comisión Técnica de Vigilancia en Salud y Sistemas de Información (COTEVISI). Igualmente, se ha incluido análisis preparados por la Unidad de Cambio Climático en DDSAH CEPAL y de SIECA.

Referencia sugerida:

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano), COMISCA (Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica), CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo), COSEFIN (Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica y República Dominicana), SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana), SICA (Sistema de la Integración Centroamericano), UKAID (Programa de Asistencia del Ministerio para Desarrollo Internacional del Gobierno Británico) y DANIDA (Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca), (2015), *Cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales y opciones de política pública*, LC/MEX/L.1196, México, D. F.

Las opiniones expresadas en este documento, que no fue sometido a revisión editorial formal, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la CEPAL y de las instituciones socias del documento. El texto fue preparado por Julie Lennox, Diana Ramírez y Jaime Olivares de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Cambio Climático de la Sede Subregional en México de la CEPAL.

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

El término “dólares” se refiere a la moneda de los Estados Unidos de América.

LC/MEX/L.1196

Copyright © Naciones Unidas, noviembre de 2015. Todos los derechos reservados.

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

Fotografía de portada y agradecimiento: Juan Pablo Moreiras/CCAD (2012).

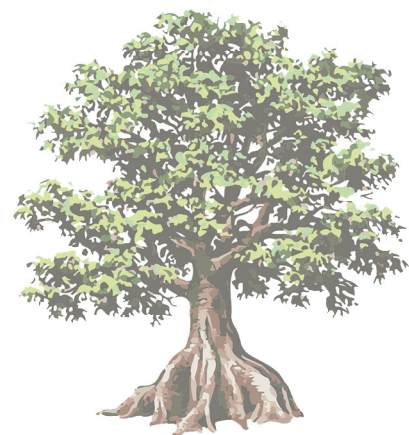
Diseño de portada: Alejandro Espinosa (Sonideas) y Jorge Ronzón, Unidad de Servicios Editoriales y de Conferencias (USEC), Sede Subregional en México de la CEPAL





# CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA

## IMPACTOS POTENCIALES Y OPCIONES DE POLÍTICA PÚBLICA

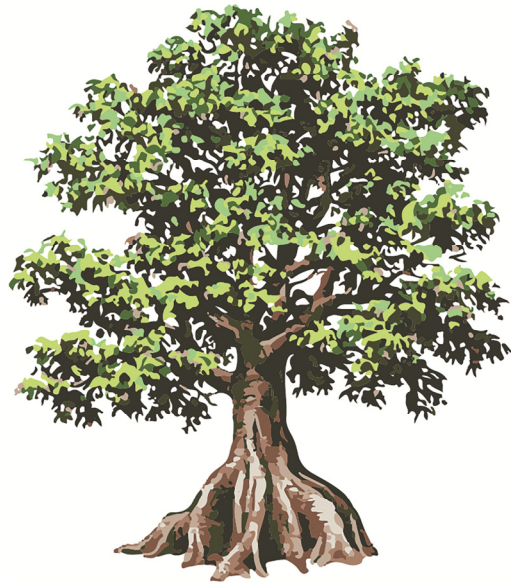




# Agradecimiento

A los ríos que recorren las tierras centroamericanas, desde los más pequeños manantiales hasta los más largos y caudalosos.

A los árboles que alzan sus ramas y hojas al cielo y hunden sus raíces en lo más profundo de la tierra. Gracias por el hogar y por las enseñanzas. Esperemos ser lo suficientemente sabios y sabias para entenderlas.



“Y se levantó la Gran Madre Ceiba  
[Yaax Imix Che, “Ceiba verde”],  
en medio del recuerdo  
de la destrucción de la tierra.  
Se asentó derecha y alzó su copa  
pidiendo hojas eternas”

*Del Libro de Chilam Balam de Chumayel*





© JUAN PABLO MOREIRAS/CCAD 2012

## ÍNDICE

Prólogo .....	13
Mensajes clave.....	15
Introducción .....	19
<b>1. Adaptación sostenible e incluyente .....</b>	<b>21</b>
<b>2. Evidencia de eventos extremos y escenarios con cambio climático .....</b>	<b>28</b>
2.1 Variabilidad climática y cambio climático en centroamérica .....	32
2.2 Tendencias en eventos extremos .....	41
<b>3. Impactos potenciales y opciones de políticas en sectores clave.....</b>	<b>62</b>
3.1 Disponibilidad y demanda del agua.....	62
3.2 Agricultura y seguridad alimentaria y nutricional.....	69
3.3 Biodiversidad y ecosistemas .....	103
3.4 Energía.....	115
3.5 Salud .....	135
3.6 Política fiscal.....	146
3.7 Política comercial .....	150
<b>4. Conclusiones.....</b>	<b>156</b>
Bibliografía .....	162
Siglas y acrónimos .....	171

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Centroamérica y República Dominicana: Monitor de vulnerabilidad climática - Pérdidas totales nacionales, 2010 y 2030 .....	29
Cuadro 2	Centroamérica y República Dominicana: Monitor de vulnerabilidad climática - Nivel de vulnerabilidad 2010 y 2030 .....	29
Cuadro 3	El Salvador, Ilopango: Número de eventos que sobrepasan umbrales, 1971–2011.....	40
Cuadro 4	Centroamérica y República Dominicana: Pérdidas económicas causadas por los principales desastres ocurridos .....	53
Cuadro 5	Centroamérica: Reducción de la disponibilidad de agua per cápita. Escenarios base, B2 y A2, 2005-2100.....	64
Cuadro 6	Centroamérica: Evolución de los rendimientos de maíz en escenarios B2 y A2 - Promedio 2001-2009 y cortes a 2100.....	75
Cuadro 7	Centroamérica: Evolución de los rendimientos de frijol en escenarios B2 y A2 - Promedio 2001-2009 y cortes a 2100.....	78
Cuadro 8	Centroamérica: Evolución de los rendimientos de arroz en escenarios B2 y A2 - Promedio 2001-2009 y cortes a 2100.....	80
Cuadro 9	Centroamérica: Evolución de los rendimientos de café en escenarios B2 y A2 - Promedio 2001-2009 y cortes a 2100.....	84
Cuadro 10	Centroamérica y República Dominicana: Prevalencia de la subnutrición, 1990-2016 .....	91
Cuadro 11	Resumen de las características de la vulnerabilidad .....	141

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Adaptación incluyente y sostenible .....	22
Figura 2	Efectos del comercio internacional en el cambio climático.....	152

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Centroamérica: Estructura sectorial de las emisiones brutas de GEI estimadas con cambio de uso de tierra, 2000 y 2030.....	25
Gráfico 2	Centroamérica: Temperatura media anual y su filtro Hodrick-Prescott, 1950-2006 .....	33
Gráfico 3	Centroamérica: Precipitación acumulada anual y su filtro Hodrick-Prescott, 1950-2006 .....	35
Gráfico 4	Centroamérica: Precipitación mensual. Promedio 1980–2000 y Escenario A2, con cortes a 2100 .....	38
Gráfico 5	El Salvador, Ilopango: Número de eventos que sobrepasan umbrales. 1971-2011 .....	39

Gráfico 6	Centroamérica y República Dominicana: Evolución temporal de los eventos extremos registrados, 1931-2015 .....	43
Gráfico 7	Centroamérica y República Dominicana: Número de tormentas tropicales y huracanes registrados en dos períodos, 1966-1990 y 1991-2015 .....	43
Gráfico 8	Océano Atlántico Norte: Número de huracanes, tormentas tropicales y subtropicales, 1878-2015.....	44
Gráfico 9	Océano Atlántico: Número de tormentas según duración (moderada y corta), 1878-2006.....	44
Gráfico 10	El Salvador: Eventos hidrometeorológicos extremos.....	46
Gráfico 11	Centroamérica: Disponibilidad de agua actual .....	63
Gráfico 12	Centroamérica: Extensión de las cuencas internacionales.....	63
Gráfico 13	Centroamérica: Disponibilidad per cápita de agua en 2005 y con escenarios base, B2 y A2 en 2100 .....	64
Gráfico 14	Centroamérica: Producción y superficie cosechada de granos básicos, 1980-2013.....	69
Gráfico 15	Centroamérica: Producción y superficie de maíz, 1980-2013 .....	72
Gráfico 16	Centroamérica: Producción y superficie de frijol, 1980-2013 .....	73
Gráfico 17	Centroamérica: Producción y superficie de arroz, 1980-2013.....	73
Gráfico 18	Centroamérica: Producción y superficie de café, 1980-2013.....	74
Gráfico 19	Costa Rica, Coto Brus: Precipitación mensual.....	88
Gráfico 20	Costa Rica, Coto Brus: Proporción mensual de horas de temperatura favorable para la infección de la roya .....	88
Gráfico 21	Costa Rica, Coto Brus: Incidencia de la roya .....	89
Gráfico 22	Centroamérica: Producción neta, exportaciones, importaciones y consumo aparente de granos básicos, 1980 y 2013.....	92
Gráfico 23	Precios internacionales del maíz, por mes, 2005-2015.....	93
Gráfico 24	Centroamérica y República Dominicana: Proporción promedio que aportan los granos básicos al suministro total de energía de los alimentos por país, 2009-2011 .....	94
Gráfico 25	Centroamérica y República Dominicana: Proporción promedio que aportan los granos básicos al suministro total de proteínas de los alimentos por país, 2009-2011 .....	94
Gráfico 26	Centroamérica: Superficie de zonas de vida de Holdridge, 2005 y escenarios, con cortes a 2100.....	107
Gráfico 27	Centroamérica: Evolución de demanda de electricidad con escenario base, 1970-2100.....	116
Gráfico 28	Centroamérica: Generación de energía eléctrica, por tipo de fuente, 2008 y con escenario base en 2100 .....	117
Gráfico 29	Planta Chixoy: Resultados de simulaciones, escenario A2, 2020-2100 .....	123

Gráfico 30	Planta Cerrón Grande: Resultados de simulaciones- Escenario A2, 2020-2100.....	123
Gráfico 31	América Latina: Relación entre la tasa de motorización y el PIB per cápita, 2003-2010 .....	129
Gráfico 32	Ciudades seleccionadas: Concentraciones de pm10 y pm2.5.....	131
Gráfico 33	Países seleccionados: Composición del gasto de los hogares en energía para transporte (gasolina, diésel y biodiesel) por quintiles.....	132
Gráfico 34	Países seleccionados: Propiedad de automóviles por quintiles .....	133
Gráfico 35	Centroamérica: Pérdidas económicas causadas por los principales desastres en el sector salud .....	136
Gráfico 36	Costa del Pacífico: Impacto de la variabilidad climático sobre el comportamiento de las infecciones respiratorias agudas (IRA).....	138
Gráfico 37	Distrito de Panamá: Comparación del índice de infestación observado y pronosticado, mayo de 2010-agosto de 2012 .....	140

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1	Centroamérica: Temperatura mensual media anual por departamento. Promedio 1950–2000 y escenario A2 con cortes a 2100.....	36
Mapa 2	Centroamérica: Ubicación espacial de riesgos de los huracanes, 1977-2006.....	45
Mapa 3	Centroamérica: Ubicación espacial de riesgos por deslizamientos .....	48
Mapa 4	Centroamérica: Ubicación espacial de sequías, 1974-2004.....	49
Mapa 5	Centroamérica: Áreas de principal preocupación en materia de inseguridad alimentaria aguda.....	51
Mapa 6	Centroamérica: Índice de aridez por departamento. Promedio 1950–2000 y escenario A2 con cortes a 2100.....	56
Mapa 7	Centroamérica: Meses secos al año por departamento, Escenario A2, con cortes a 2100.....	57
Mapa 8	Centroamérica: Disponibilidad per cápita de agua para el escenario base y A2 referidos al índice de estrés hídrico, en 2050 y 2100 .....	65
Mapa 9	Centroamérica: Rendimientos de maíz por departamento, promedio 2001–2009 y escenario A2, con cortes a 2100.....	76
Mapa 10	Centroamérica: Rendimientos de frijol por departamento, promedio 2001–2009 y escenario A2, con cortes a 2100.....	79
Mapa 11	Centroamérica: Rendimientos de arroz por departamento, promedio 2001–2009 y escenario A2, con cortes a 2100.....	81
Mapa 12	Centroamérica: Rendimientos de café por departamento, promedio 2001–2009 y escenario A2, con cortes a 2100.....	85



Mapa 13	Centroamérica: Índice de biodiversidad potencial 2005, escenarios base solamente con Cut, B2 y A2, con Cut a 2100 .....	106
Mapa 14	Centroamérica: Superficie de zonas de vida de Holdridge, 2005 y escenarios a 2100 .....	109
Mapa 15	Distritos de Panamá y San Miguelito: Pronósticos del índice de infestación en agosto de 2012 .....	139

## ÍNDICE DE RECUADROS

Recuadro 1	Recomendaciones para enfrentar los riesgos climáticos .....	59
Recuadro 2	Recomendaciones para la adaptación en el uso incluyente y sostenible de los recursos hídricos .....	67
Recuadro 3	Recomendaciones para la agricultura y los granos básicos frente al cambio climático .....	97
Recuadro 4	Recomendaciones para la producción de café frente al cambio climático.....	100
Recuadro 5	Microseguros, estrategias de las estrategias de prevención de riesgos en el sector agropecuario .....	101
Recuadro 6	Recomendaciones para la adaptación de ecosistemas boscosos al cambio climático .....	113
Recuadro 7	Recomendaciones para garantizar la seguridad y sostenibilidad de la matriz energética y mejorar la eficiencia energética.....	121
Recuadro 8	Recomendaciones para la adaptación de generación hidroeléctrica .....	127
Recuadro 9	Recomendaciones para el transporte público urbano.....	134
Recuadro 10	Recomendaciones para el análisis de enfermedades sensibles al clima...	144
Recuadro 11	Recomendaciones para la política fiscal .....	148
Recuadro 12	Recomendaciones para la política comercial .....	154



# PRÓLOGO

A partir de 2008 hemos colaborado en la iniciativa de la Economía del cambio climático en Centroamérica con el propósito de evidenciar los impactos de la variabilidad y el cambio climáticos y propiciar la discusión sobre políticas públicas en sectores clave. La iniciativa ha sido liderada por los Ministerios de Ambiente y de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, con el apoyo de sus Consejos, la CCAD, el COSEFIN y la SIECA. A este esfuerzo se han sumado los Ministerios de Agricultura y Salud, con sus Consejos, el CAC y el COMISCA, al cual se integró la República Dominicana en 2015.

En el marco de estas discusiones se ha generado la propuesta de priorizar la adaptación que explícitamente favorece la sostenibilidad y la inclusión coordinada con programas de reducción de la vulnerabilidad y la pobreza, marco en el que se puede transitar a economías ambientalmente sostenibles y bajas en emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). El cambio climático debe ser una alerta para prestar mayor atención a bienes y servicios comunes públicos e intergeneracionales, como el clima, los recursos hídricos y los ecosistemas, la seguridad alimentaria y energética, y el transporte público. Por ello, los (Objetivos de Desarrollo Sostenible) ODS nos proporcionan un marco valioso para el respeto del derecho de todos y de todas a un desarrollo sostenible.

Durante estos años hemos sido testigos del desarrollo de estrategias regionales y políticas nacionales que integran al cambio climático, así como de la contribución de los países de la región a la agenda internacional, especialmente en el establecimiento de la institucionalidad de la adaptación, de las pérdidas y daños asociados al cambio climático y del Fondo Verde del Clima en el marco de la CMNUCC. Apreciamos sus propuestas innovadoras, como el enfoque de paisajes y mitigación basada en adaptación (MbA) para la Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación plus (REDD+), la perspectiva del “rostro humano” al cambio climático, la alianza para la educación frente al cambio climático, y sus medidas anticipadas para la reducción de emisiones con proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMA, «Nationally Appropriate Mitigation Actions», por sus siglas en inglés), incluyendo la primera en el sector agrícola a nivel mundial, entre muchas otras iniciativas.

Ahora, el reto para la región lo es la implementación, la coordinación de acciones entre sectores y el involucramiento de todos los actores de la sociedad. Y el reto, a nivel global, es cerrar la brecha requerida de reducción de emisiones y asegurar el apoyo internacional necesario para la implementación de una respuesta enfocada en la adaptación incluyente y sostenible en los países en vías de desarrollo, especialmente los particularmente vulnerables, como Centroamérica. La escasa ventana de oportunidad que tenemos, tanto en la región como a nivel global, requiere redoblar esfuerzos, para lo cual reiteramos nuestro compromiso de seguir colaborando con nuestros socios centroamericanos.

Hugo Eduardo Beteta  
Director, Sede subregional de la CEPAL en México





## MENSAJES CLAVE

Centroamérica es una de las regiones más expuestas a fenómenos climáticos sus sociedades y ecosistemas son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, con diversas características de vulnerabilidad identificadas en la Convención-Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Al ser un Istmo estrecho entre dos continentes y entre los océanos Pacífico y Atlántico, tiene extensas costas con áreas de baja altura. Es una región recurrentemente afectada por sequías, lluvias intensas, ciclones y el fenómeno El Niño-Oscilación Sur (ENOS). Alberga bosques y ecosistemas de alta biodiversidad, dentro de zonas montañosas, los cuales no sólo enfrentan degradación y deforestación, sino los efectos de alzas en la temperatura y eventos extremos hidrometeorológicos.

En el Quinto Reporte del IPCC se informó sobre un amplio rango de efectos climáticos en la región centroamericana, incluyendo temperatura y nivel del mar, eventos de blanqueamiento de corales, eventos extremos, atraso en el inicio de las lluvias, y mayor irregularidad e intensidad de éstas. Igualmente se consideraron escenarios de condiciones hidrológicas, aumento de temperatura, producción de alimentos y seguridad alimentaria, hidroelectricidad y salud (Magrin y otros, 2014). En su informe anterior, había reportado con un nivel de confianza media que influencias antropogénicas han contribuido a la intensificación de precipitación extrema a escala global y sequías en algunas regiones, incluyendo Centroamérica, debido a reducciones en la lluvia y/o aumentos en la evapotranspiración (IPCC, 2011).

El índice de riesgo climático global de la organización *German Watch* del período 1994-2013 indica que Honduras es el país con mayores impactos recibidos, Nicaragua el cuarto, la República Dominicana el octavo, Guatemala el noveno, El Salvador el decimosegundo, Belice el vigésimo primero, Costa Rica el sexagésimo y Panamá el nonagésimo. El mismo indicador para el período 2004-2013 arroja que los países de la región a menudo resultan entre los diez primeros lugares de riesgo: la República Dominicana segundo en 2004, Guatemala primero y Honduras séptimo en 2005, Nicaragua tercero en 2007, Belice noveno en 2008, El Salvador primero en 2009, Guatemala segundo y Honduras quinto en 2010, El Salvador cuarto y Guatemala noveno en el 2011 (Harmeling, 2012; Kreft y otros, 2015).

El Monitor de Vulnerabilidad Climática de DARA (2012) estima los niveles de vulnerabilidad en cinco categorías: agudo (categoría más vulnerable), severo, alto, moderado y bajo (categoría menos vulnerable). El nivel de vulnerabilidad para los países centroamericanos en 2010 se estima moderado para Costa Rica, Guatemala, Nicaragua y Panamá, alto para la República Dominicana, severo para El Salvador y Honduras y agudo para Belice. El Monitor prevé un aumento de dicha vulnerabilidad hacia 2030, llegando a los siguientes niveles: alto para Costa Rica, Guatemala y Nicaragua, severo para Panamá y agudo para Belice, El Salvador, Honduras y la República Dominicana.

La región no sólo se caracteriza por estas vulnerabilidades. También contiene valiosos acervos naturales y culturales que ameritan y requieren ser preservados y valorados por su

contribución al desarrollo de las generaciones actuales y futuras. Sus ecosistemas albergan aproximadamente 7% de la biodiversidad (INBio, 2004) y conforman parte de la zona de megadiversidad de Mesoamérica (Ramírez, 1983). Proveen múltiples servicios ambientales, incluyendo fuentes silvestres de cultivos, polinización, control de plagas, regulación de la humedad, el ciclo hídrico y el clima local, pero se están deteriorando por el patrón de desarrollo insostenible. La población de la región, relativamente joven, con gran diversidad cultural, étnica y de estilos de vida, constituye asimismo un tesoro que puede contribuir a la respuesta al cambio climático, pero requiere de un mayor reconocimiento y de inversión para desarrollar sus capacidades. No obstante, estos mismos acervos podrían ser los más vulnerables a los efectos del cambio climático.

Así, el cambio climático está magnificando las vulnerabilidades socioeconómicas de la región e incidirá cada vez más en su evolución económica, dado que los factores dependientes del clima son decisivos para las actividades productivas, como la agricultura y la generación hidroeléctrica, y para sus habitantes y ecosistemas. Al mismo tiempo, se estima que Centroamérica únicamente produce una mínima parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) globales: menos de 0,3% de las emisiones sin cambio de uso de tierra y menos de 0,8% de las emisiones brutas totales (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a).

El cambio climático podría considerarse un fenómeno que solamente afectaría en un futuro lejano. La presión de los rezagos sociales y económicos existentes y las restricciones presupuestarias pudieran ser un argumento para posponer las medidas necesarias. Pero los crecientes impactos de eventos extremos, como la depresión tropical 12E en 2011 y la intensificación de las sequías en los últimos años, están evidenciando que se debe romper el círculo vicioso del efecto acumulativo de pérdidas y daños y de la reproducción de vulnerabilidades frente a eventos climáticos. Urge tomar medidas mayores para que la reconstrucción posdesastre y la inversión pública se realicen de forma diferente con incentivos y requerimientos para la reducción de vulnerabilidades y la adaptación frente a la variabilidad climática actual y los cambios previstos con cambio climático.

Diversas iniciativas nacionales y regionales, como el Foro del Clima, el Foro regional de aplicación de los pronósticos climáticos a la seguridad alimentaria y nutricional, la base de datos internacional de desastres (EMDAT, «International Disaster Database», por sus siglas en inglés), la red de sistemas de alerta temprana para casos de hambruna (FEWSNET, «Famine Early Warning Systems Network», por sus siglas en inglés) y la Iniciativa de la Economía del Cambio Climático en Centroamérica (ECC CA), evidencian y dan seguimiento a aumentos significativos en temperatura, tormentas tropicales, huracanes, inundaciones y sequías en la región. Se cuenta con diversas estimaciones de los impactos potenciales del cambio climático para la región en sectores como los recursos hídricos, la agricultura, la biodiversidad y los bosques y la hidroelectricidad, entre otros. La valorización económica inicial de la ECC CA evidencia que los impactos y costos del cambio climático, en un escenario de emisiones crecientes e inacción global, tipo A2, serían significativos y crecientes en el tiempo. Y éstos serían más elevados que los de un escenario que redujera la tasa de crecimiento de las emisiones, tipo B2, o un escenario que estabilice y redujera significativamente las emisiones, como se aspira lograr con las negociaciones internacionales. Así, los costos de la inacción frente a los eventos extremos y el valor presente de los impactos del cambio climático son demasiado altos, si no se toman medidas ambiciosas e inmediatas de reducción de emisiones, especialmente de los grandes países emisores e históricamente responsables por su acumulación en

la atmósfera. (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012d y CEPAL, UKAID y CCAD/SICA, 2010).

Debido a que es una falla de mercado con impactos amplios en la economía, el cambio climático no puede ser tratado como responsabilidad exclusiva de las instituciones ambientales, sino como problema económico central y transversal con serias implicaciones fiscales. Constituye un pasivo público contingente, que afectará las finanzas públicas en forma creciente, las cuales ya enfrentan mayores demandas por los impactos de eventos extremos como sequías, huracanes, lluvias intensas e inundaciones. Así, es urgente hacer frente al desafío de los eventos extremos, la variabilidad y el cambio climáticos en forma proactiva. De otro modo, la actual generación sufrirá mayores costos y deterioro por los eventos extremos, y las generaciones futuras cargarán un costo muy elevado para adaptarse al cambio climático y una transición tardía y caótica a economías bajas en emisiones de GEI y más sostenibles.

Al considerar las circunstancias y prioridades de la región, se propone priorizar medidas y políticas públicas contribuyan a la reducción de vulnerabilidades que incentiven estrategias de adaptación diseñadas explícitamente para asegurar una mejor inclusión y sostenibilidad. En este marco prioritario, es necesario realizar la transición a economías y sociedades ambientalmente sostenibles y bajas en emisiones de GEI. Dichas políticas deben ser parte integral de los planes de desarrollo nacional y de reducción de la pobreza.

El cambio climático presenta una serie de desafíos multisectoriales que deben enfrentarse con respuestas particulares de cada sector y con instancias de coordinación intersectorial que faciliten aportes de diversos actores, incluyendo el sector público, el sector privado, la ciudadanía y sus organizaciones civiles, el sector académico, las instituciones de integración y la comunidad internacional.

Los cambios estructurales en la economía global y los riesgos del cambio climático pueden ser aprovechados para revisar a fondo la especialización productiva de las economías, considerando retos como sus formas de inserción en los mercados internacionales, las cadenas de producción y comercio intrarregionales, la dependencia creciente en consumo de hidrocarburos con sus costos de importación, la contaminación y las pérdidas para la salud pública, así como la degradación de los bosques y otros ecosistemas que brindan múltiples productos y servicios.

En términos de la política pública, ésta requiere pactos dentro de la sociedad incluyendo: inversiones e incentivos para el cambio estructural en la producción y en el consumo que reduzcan el riesgo climático y fomenten la transición a economías ambientalmente sostenibles; políticas fiscales que generen un mejor equilibrio entre bienes privados y servicios públicos en la arquitectura del bienestar; gobernanza más robusta de los recursos naturales y preservación del ambiente, incentivando una matriz productiva más diversificada y “verde” y un pacto social y laboral, que potencie la capacidad redistributiva del Estado; y una institucionalidad laboral más incluyente (CEPAL, 2010).

Este esfuerzo requiere diversas medidas como cambiar normas de infraestructura; proteger las cuencas hidrológicas y las barreras costeras naturales, como los manglares; administrar mejor el uso del agua y cambiar el diseño y la ubicación de hogares, comunidades e infraestructura social, entre otras. Implica, asimismo, desarrollar una visión estratégica para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos intersectoriales de las acciones de adaptación y mitigación, integrándolas con la agenda de desarrollo. En el fondo, esto conlleva una atención especial a la inclusión y la

sostenibilidad en sus múltiples sentidos y una mayor atención a bienes y servicios comunes públicos e intergeneracionales, como el clima, el agua, la seguridad alimentaria y energética, y el transporte público.

El avance en el consenso internacional sobre la necesidad de transitar a un estilo de desarrollo sostenible es la otra oportunidad clave para la respuesta al cambio climático. En un esfuerzo de varias décadas, cuyos hitos son la Cumbre de la Tierra de 1992 y la Conferencia sobre el Desarrollo Sostenible Río +20 en 2012, se han logrado establecer los ODS que deben dirigir los esfuerzos de desarrollo de la comunidad internacional durante los próximos 15 años. No solamente incluye el objetivo de “tomar acción urgente para combatir el cambio climático y sus impactos”, sino que el logro de este objetivo dependerá de alcanzar los otros objetivos y tener una respuesta rápida, ambiciosa, sostenible e incluyente al cambio climático.

Considerando que casi la mitad de la población centroamericana vive en condiciones de pobreza, es crucial vincular las respuestas frente al cambio climático a los programas de reducción de la pobreza y mejora de la calidad de vida y oportunidades de la población. Como señala el economista Nicholas Stern, los dos retos que definirán la historia de este siglo son resolver el cambio climático y superar la pobreza, los cuales están íntimamente ligados. Si no se resuelve uno, no se resuelve el otro. No está de más recordar que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) frecuentemente reconoce la relación entre la respuesta al cambio climático, el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza.

En las negociaciones internacionales, los gobiernos del Sistema de Integración Centroamericana han priorizado la adaptación y la reducción de la vulnerabilidad, en consideración de las condiciones de su región. Han participado activamente en la creación de la institucionalidad de la CMNUCC para la adaptación, pérdidas y daños, así como el Fondo Verde del Clima, insistiendo en el trato equitativo de la adaptación frente a la mitigación. Han generado propuestas innovadoras e integradoras, como el enfoque de paisajes y MbA para REDD+, la perspectiva del “rostro humano” al cambio climático y la alianza para la educación frente al cambio climático.

Asimismo, han insistido en la necesidad de lograr una reducción de las emisiones globales de GEI consistentes con un límite de 1.5 °C en el alza de la temperatura global con respecto a la época preindustrial. Han ofrecido contribuir a la reducción de emisiones de GEI en el marco de responsabilidades comunes pero diferenciadas, y de las capacidades y condiciones nacionales, y de un apoyo internacional favorable y previsible, abarcando medios de implementación, como son financiamiento, desarrollo y transferencia de tecnología y fortalecimiento de capacidades. Sin embargo, es importante recalcar que ya estaban contribuyendo con medidas anticipadas en reducción de emisiones, en algunos casos, por medio de proyectos MDL y NAMAs, incluyendo el primer NAMA del sector agrícola a nivel mundial. Durante los últimos años Centroamérica ha realizado un significativo esfuerzo para desarrollar estrategias regionales y políticas nacionales que integran al cambio climático. Ahora, el reto lo constituye la implementación, la coordinación de acciones entre sectores y el involucramiento de todos los actores de la sociedad. Y el reto, a nivel global, es cerrar la brecha requerida de reducción de emisiones y de apoyo internacional necesario para la implementación de una respuesta enfocada en la adaptación incluyente y sostenible en los países en vías de desarrollo, con una especial atención a los particularmente vulnerables, como los centroamericanos.



# INTRODUCCIÓN

Esta publicación tiene el objetivo de presentar un resumen de los análisis y de las discusiones sobre opciones de políticas públicas generadas en el marco de la Iniciativa de la Economía del Cambio Climático en Centroamérica (ECC CA) a partir de 2008. Estas discusiones evolucionaron en el tiempo hacia un consenso que prioriza la adaptación con un enfoque de sostenibilidad e inclusión y en cuyo marco se pueden integrar esfuerzos para una transición a economías ambientalmente más sostenibles y bajas en emisiones de gases GEI y otros contaminantes.

La iniciativa ECC CA fue gestionada de forma conjunta por los Ministerios de Ambiente y Hacienda o Finanzas de Centroamérica, sus Consejos y Secretarías Ejecutivas correspondientes de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y el Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica y República Dominicana (COSEFIN), así como por la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), instancias del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), con la coordinación técnica de la CEPAL. Estas instituciones crearon un Comité Técnico Regional (CTR) para la gestión técnica del conjunto de la iniciativa.

A partir de 2012 se estableció un programa de trabajo técnico entre la CEPAL y el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) de los Ministerios de Agricultura de los países miembros del SICA, ejecutado con su Secretaría Ejecutiva y su Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo (GTCCGIR). Igualmente, en 2012, el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA) estableció un mandato ministerial con respecto a la salud y al cambio climático, lo cual motivó el diseño y la implementación de un proyecto con su Secretaría Ejecutiva y su Comisión de Directores de Epidemiología y Vigilancia y Sistemas de Información (COTEVISI).

En esta publicación se presenta, en sus primeros dos capítulos, la propuesta de adaptación sostenible e incluyente y una amplia evidencia de la vulnerabilidad de la región a eventos extremos y al cambio climático. En el tercer capítulo, se reporta sobre las estimaciones de impactos potenciales y propuestas de políticas ordenadas por sectores clave en el tercer capítulo, con especial atención a los análisis de granos básicos, seguridad alimentaria y café, que no han sido incluidos en las síntesis anteriormente publicadas. Igualmente, se presentan planteamientos más amplios sobre opciones de política fiscal y política comercial, desarrollados con la Secretaría Ejecutiva de COSEFIN y con la SIECA.

Durante este período, la iniciativa contó con el apoyo financiero del Programa de Asistencia del Ministerio para Desarrollo Internacional del Gobierno Británico (UKAID-DFID) y la Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA). Actualmente, se implementa una tercera fase de la iniciativa, en la cual se ha incluido a la República Dominicana, por lo cual se cuenta con el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Fondo Nórdico de Desarrollo (FND) y la CEPAL.

Más de una docena de equipos técnicos han participado en la elaboración de los análisis y las discusiones con los grupos técnicos de gobernanza de la iniciativa, especialmente el CTR de la ECC CA, el GTCCGIR de CAC y la COTEVISI de COMISCA. Para mayor información sobre las múltiples colaboraciones que han hecho posible esta iniciativa, favor de referirse a las publicaciones de la ECC CA.

# I. ADAPTACIÓN SOSTENIBLE E INCLUYENTE

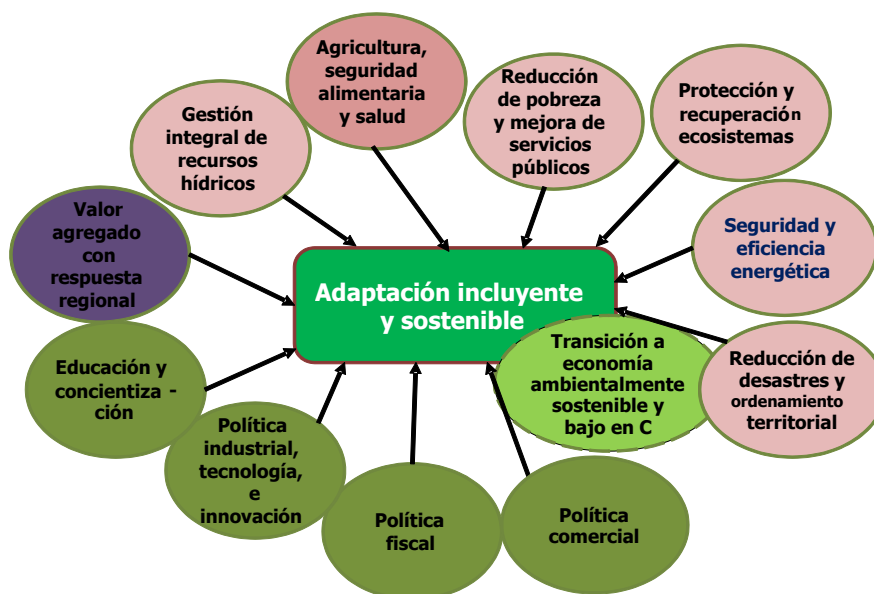
El cambio climático podría considerarse un problema del futuro lejano, no atendible dadas las restricciones presupuestarias, profundizadas por la actual inestabilidad y transición de la economía global y por las urgencias sociales y económicas ya existentes. Sin embargo, en la actualidad los crecientes impactos de eventos extremos, como las lluvias intensas de la depresión tropical 12E de 2011 y las sequías de 2010 y 2014-2015 que afectaron varios países centroamericanos, evidencian la urgencia de tomar medidas, las cuales no deberían estar condicionadas a la discusión de la atribución del cambio climático.

La realidad exige que los esfuerzos de reconstrucción post desastres sea una oportunidad para que se contribuyan a la reducción de riesgo a través de mejoras en normas de infraestructura, mejor gestión del recurso hídrico, mayor protección de los bosques, las cuencas hidrológicas y las barreras costeras naturales, como los manglares, y cambios en el diseño y ubicación de hogares, comunidades e infraestructura, entre muchas otras medidas. Esta inversión debería reducir la vulnerabilidad actual y los costos asociados a los próximos eventos extremos y generar mayor capacidad de adaptación para enfrentar los impactos previstos del cambio climático. Así, en las negociaciones internacionales, los países miembros del SICA han priorizado establecer una institucionalidad robusta para la adaptación y las pérdidas y daños asociados al cambio climático.

En este complejo contexto es recomendable lograr acuerdos nacionales, regionales e internacionales para impulsar **estrategias de adaptación diseñadas explícitamente para asegurar una mejor inclusión y sostenibilidad** que integren acciones de reducción de la pobreza y de la vulnerabilidad a la variabilidad climática y los eventos extremos. Y dentro de este marco, fomentar la transición a economías ambientalmente más sostenibles y bajas en emisiones de GEI y otros contaminantes. Esto requiere una visión estratégica para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos entre sectores y entre la adaptación y la mitigación. También es recomendable integrar estos esfuerzos en la agenda de desarrollo nacional y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, aprobados en septiembre de 2015.

De este modo, las sociedades centroamericanas podrían evitar estrategias *ad hoc* de lógica inercial que podrían resolver urgencias pero profundizar riesgos, resolver situaciones en un sector a costa de otro, o manejar de forma separada las medidas de adaptación de las de desarrollo sostenible y de las de mitigación de GEI. Por ejemplo, avanzar en la protección y restauración de bosques, en el acceso a energía y su uso eficiente y que reduzca la pobreza energética es parte de una agenda de desarrollo sostenible que, bien diseñada, podría generar cobeneficios en la adaptación de estos ecosistemas, en la reducción de emisiones y en el bienestar e inclusión de los sectores que viven en pobreza, incluyendo a los pueblos indígenas (véase la figura 1).

**FIGURA I  
ADAPTACIÓN INCLUYENTE Y SOSTENIBLE**



Fuente: Elaboración propia.

Las políticas públicas de adaptación sostenible e incluyente podrían diseñarse a partir de sinergias intra e intersectoriales en grandes bloques de políticas, con objetivos sectoriales y territoriales explícitos. Los resultados de la iniciativa ECC CA sugieren la conveniencia de explorar ejes de opciones de políticas agrupados de la siguiente forma:

a) Inclusión y adaptación de la población humana con políticas de reducción de la pobreza y desigualdad, incluyendo ejes de seguridad alimentaria, gestión integral de, y acceso a, recursos hídricos y otros factores productivos, reducción de impactos de eventos extremos con ordenamiento territorial, educación y participación ciudadana.

b) Transición a economías ambientalmente sostenibles, bajas en emisiones de GEI y otros contaminantes y eficientes en el uso de recursos naturales, introduciendo cambios estructurales y tecnológicos en torno a ejes de seguridad y eficiencia energética, transporte público, gestión integral de recursos hídricos, reciclaje, reducción de la deforestación y de la contaminación.

c) Protección y restauración de los ecosistemas y paisajes rurales, incluyendo los bosques, para mejorar su adaptación y asegurar una provisión perdurable de servicios ambientales a los seres humanos, como eje clave de transición hacia economías más sostenibles y para la adaptación, incluyendo incentivos económicos y valoraciones no económicas, culturales e intergeneracionales.

d) Medidas proactivas por medio de políticas fiscales, comerciales, tecnológicas y educativas, como ejes transversales y facilitadores, creando criterios de resiliencia frente al cambio climático para la inversión pública e incentivos económicos correctos para la reducción de riesgos, la adaptación, y la transición hacia economías más sostenibles, estableciendo la institucionalidad para el financiamiento climático, incorporando el tema en los diferentes niveles de educación y en la agenda de desarrollo tecnológico, y estableciendo mecanismos de aseguramiento.

e) Aprovechamiento de las oportunidades estratégicas de integración centroamericana como gestión de recursos hídricos, seguridad alimentaria y energética, condiciones para el comercio y negociaciones internacionales.

Debe admitirse que habrá límites de adaptación, con pérdidas y daños no reparables, aún si hubiera financiamiento suficiente. Los múltiples impactos directos e indirectos del cambio climático exacerbarán las diferentes formas y fuentes de vulnerabilidad de determinadas poblaciones. Su análisis requiere considerar las múltiples dimensiones de procesos y experiencias de “pobreza”, como el enfoque de “capacidades y oportunidades” de Amartya Sen (1999). Lo anterior exige un análisis de la capacidad de las personas para adaptarse al cambio climático no sólo en función de la disponibilidad de recursos económicos, naturales, educativos y sanitarios, sino de su habilidad para aprovecharlos.

El IPCC subraya que las causas de los problemas derivados del cambio climático y sus soluciones se relacionan con la equidad, pues los países que contribuyen menos a la emisión de GEI resultan ser los más vulnerables porque tienen menores capacidades de adaptación y, por tanto, son los que sufrirán los mayores impactos del fenómeno (IPCC, OMM y PNUMA, 2007). El Informe Stern (2007) afirma que “el cambio climático supone una dura amenaza para los países en vías de desarrollo y un obstáculo grande para la continua reducción de la pobreza en sus múltiples dimensiones.” Por tanto, se plantea la necesidad de integrar las estrategias de adaptación con las emprendidas para reducir la pobreza y la desigualdad (CEPAL, 2009; 2010; IPCC, 2007a; PNUD, 2007; AfDB y otros, 2007).

Casi la mitad de la población de Centroamérica vive en pobreza y alrededor de una tercera parte en pobreza extrema, especialmente en las zonas rurales. Persisten altos niveles de desigualdad socioeconómica, de etnia y de género, que se manifiestan en varios indicadores, incluyendo el Índice de Gini,<sup>1</sup> en las tasas de mortalidad y morbilidad infantil y materna, en los niveles de desnutrición y de acceso a alimentos, agua potable, servicios de salud, educación, seguridad social, capital y crédito productivo. Una parte importante de la población en situación de pobreza, especialmente en las áreas rurales, depende en forma directa del ambiente para acceder a agua, alimentos, techo, medicinas y energía, entre otros. En algunos casos, la falta de capital y de medios de subsistencia provoca la sobreexplotación del ambiente por estas poblaciones. El patrón general de desarrollo y las debilidades de gestión del riesgo han creado un círculo vicioso de empobrecimiento humano y degradación ambiental, lo que se complicará aún más con el avance del cambio climático.

Otra parte de la población en situación de pobreza —como la de zonas urbanas marginales y/o la que depende de la economía informal— enfrentará con serias desventajas las inestabilidades económicas que el cambio climático podría provocar. Este segmento accede a la mayor parte de sus bienes y servicios por medio del mercado. Los estudios sectoriales sugieren que podría sufrir diversos impactos. La reducción e inestabilidad de la disponibilidad del agua y de los rendimientos agrícolas pueden afectar los mercados laborales, el suministro y el precio de los bienes básicos y el flujo migratorio hacia las zonas urbanas.

---

<sup>1</sup> Las estimaciones de índices de Gini van de 0,45 en El Salvador (2013) a 0,59 en Guatemala (2006), con base en las encuestas de hogar nacionales.

El reto de la inversión social se relaciona con el predominio del trabajo informal y la limitada cobertura de protección social en la mayoría de los países. Sólo los que se emplean en el sector formal tienen acceso a esta cobertura, que incluye pensiones, seguro de desempleo y servicios de salud, entre otros, pero no en todos los casos. El reducido gasto social por habitante —relativamente más alto en Panamá y Costa Rica— limita la capacidad de adaptación. En décadas recientes se han implementado programas de transferencias condicionadas a familias pobres en varios países para complementar el ingreso e incentivar el uso de servicios de salud y educación. Estos programas tienen la ventaja de concentrar su cobertura en los hogares pobres con población infantil, adolescente y joven, jefatura femenina y población inactiva y desempleada (CEPAL, 2012). “En algunos países facilitan el acceso a servicios sociales para la población con mayores carencias. Sin embargo, no debe perderse de vista que estos programas no reemplazan las funciones correspondientes a otros instrumentos y que su efectividad depende en buena medida de la presencia de sólidos sistemas universales de salud y educación” (Cecchini y Madariaga, 2011). El fortalecimiento de la oferta de estos servicios continúa siendo una necesidad prioritaria en la región y en el contexto actual es recomendable integrar incentivos para la adaptación a eventos extremos y cambio climático. Un ejemplo de este esfuerzo es el enfoque de “rostro humano del cambio climático” que Honduras aplica a su programa “Vida mejor”.

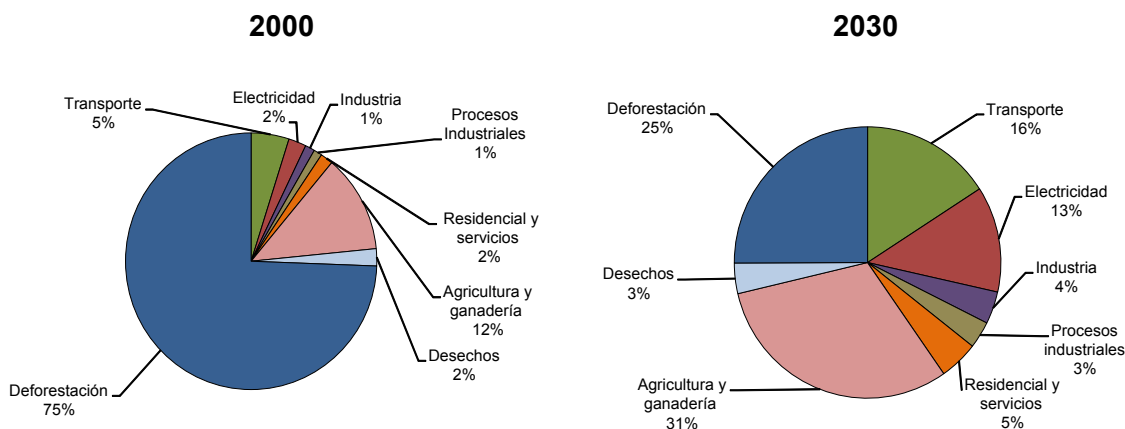
La participación y la representación políticas son importantes. Aunque los países han adoptado sistemas democráticos electorales, aún falta camino por recorrer para que los sectores marginados, como las mujeres y las comunidades indígenas y afrodescendientes, logren una participación eficaz en espacios de consulta y toma de decisiones. Igualmente, se requerirá un análisis con enfoque de género y étnico para lograr una mayor precisión de las diferencias de vulnerabilidad y capacidades de adaptación con una perspectiva temporal amplia, ya que el cambio climático puede empeorar el círculo vicioso de empobrecimiento intergeneracional.

La valorización económica inicial de la ECC CA evidencia que los impactos del cambio climático en Centroamérica, en un escenario de emisiones crecientes e inacción global tipo A2, son significativos y crecientes, con cierto grado de heterogeneidad entre los países. Se confirmaría la paradoja de que los países desarrollados que más han contaminado y tienen mayores capacidades para adaptarse sufren menos impactos. En cambio, los países que menos han contribuido al problema tienen menos capacidad de adaptación y sufren los mayores impactos. También se confirma el planteamiento de que los costos de los impactos en un escenario de inacción global, tipo A2, particularmente de los grandes países emisores, serían más elevados que los de un escenario que redujera la tasa de crecimiento de las emisiones, tipo B2, y por ende, mucho mayor que un escenario en que se estabilizaran y redujeran significativamente las emisiones, como se aspira lograr con las negociaciones internacionales.

Por su parte, los países de Centroamérica contribuyen juntos con menos de 0,3% del total de las emisiones de GEI, sin incluir cambio de uso de tierra, y menos de 0,8% de las emisiones brutas totales. Un análisis de la estructura sectorial de las emisiones en 2000, basada en los inventarios nacionales, permite identificar a la deforestación como contribuyente mayor, con aproximadamente el 75% de las emisiones totales de GEI de la región, aunque con grandes variaciones de tasas entre los países (véase el gráfico 1). El segundo sector es la agricultura y la ganadería con 12%, observándose que aún faltan mejores estimaciones del efecto sumidero de este sector. Estimaciones iniciales realizadas al 2030 indican que la estructura de las emisiones podría modificarse de modo

que los sectores con mayor participación serían la agricultura y ganadería (31%), la deforestación (25%), el transporte (16%) y la electricidad (13%) (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

**GRÁFICO I**  
**CENTROAMÉRICA: ESTRUCTURA SECTORIAL DE LAS EMISIONES BRUTAS DE GEI ESTIMADAS CON CAMBIO DE USO DE TIERRA, 2000 Y 2030**  
*En porcentajes)*



2000 Emisiones brutas reportadas = 335 MTCO<sub>2</sub>e  
 Emisiones netas = 120 MTCO<sub>2</sub>e  
 2030 Emisiones brutas estimadas = 310 MTCO<sub>2</sub>e  
 Emisiones CUs Trabajan de 247 a 78 MTCO<sub>2</sub>e  
 Emisiones Agricultura/Ganadería aumentan de 42 a 96 MTCO<sub>2</sub>e

Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011a.

Durante los últimos años los gobiernos de Centroamérica han integrado el cambio climático a sus planes nacionales de desarrollo y/o de gobierno: el Marco Nacional de Desarrollo 2010-2030 de Belice, el Plan Nacional de Desarrollo 2015–2018 de Costa Rica, el Plan Estratégico Institucional 2013-2016 de Guatemala, el Plan Quinquenal de Desarrollo 2014-2019 de El Salvador, El Plan Estratégico de Gobierno 2014–2018 de Honduras, el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016 de Nicaragua, el Plan Estratégico de Gobierno 2015-2019 de Panamá y la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 de la República Dominicana.

Los países también han avanzado en establecer políticas y leyes nacionales para enfrentar el cambio climático. Belice cuenta con la Política Nacional de Cambio Climático («National Climate Change Policy»), el Plan de Nacional de Inversiones para la Resiliencia al Clima, 2013-2018 («National Climate Resilient Investment Plan»). Por su parte Costa Rica cuenta con el Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y la Ley marco de cambio climático, en proceso de aprobación. El Salvador tiene la Estrategia Nacional de Cambio Climático de 2013 y el Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC), como mandatado en la Ley del Medio Ambiente. En Guatemala existen la Ley Marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto 7-2013), la Política Nacional para la Reducción del Riesgo a los Desastres en Guatemala y la Política Nacional de Cambio Climático (2009). Honduras cuenta con la Ley de Cambio Climático (Decreto 297- 2013), la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y la Política de Estado para la Gestión Integral de Riesgo en Honduras (PEGIRH) -decreto Ejecutivo N° PCM-051-2013. En



el caso de Nicaragua existe la Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático 2010-2015. En Panamá la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Panamá (ENCCP) se encuentra en proceso de aprobación, y el país cuenta con el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres 2011-2015 y su Marco Financiero. República Dominicana cuenta con el Plan Nacional de Cambio Climático, el Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2008 y el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático (Plan DECCC). Además, varios gobiernos han avanzado con estrategias o políticas para sectores críticos como el agua, la energía y la agricultura.

A nivel del SICA, los Presidentes de los países miembros han establecido al cambio climático como uno de sus cinco ejes prioritarios y la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) aprobada por el Consejo de Ministros de CCAD en 2010, abarca los retos y propuestas de acción de forma multisectorial. Diversos Consejos de Ministros han establecido mandatos para acciones sectoriales, incluyendo la Estrategia Regional Ambiental Marco (ERAM), la Política Centroamericana para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (PCGIR), el Mecanismo de Seguro contra Riesgos Catastróficos (CCRIF) liderado por COSEFIN, la Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT), la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS) y la Política Agrícola Centroamericana (PACA).

Algunos países de la región están desarrollando NAMAs. Por ejemplo, Guatemala elabora una propuesta de NAMA sobre refrigeración eficiente. En el caso de Costa Rica se cuenta con el NAMA Café y el NAMA Ganadería Bovina, ambas en búsqueda de apoyo para su implementación. Además, están elaborando otras propuestas para caña de azúcar, banano, eco-eficiencia en la industria, residuos sólidos, energía alternativa (biomasa), desarrollo urbano y transporte (de carga y público). En el caso de República Dominicana se busca apoyo para la preparación del NAMA Carbono Azul para la conservación y restauración de sus manglares; y para la implementación de NAMAs relacionadas con turismo y residuos, cemento/coprocesamiento y sector residuos, eficiencia energética en el sector público y de reducción de GEI en granjas de cerdos.

Así, cada país está en un proceso de concretizar programas e iniciativas específicas y establecer los instrumentos y las medidas para su implementación, según sus prioridades y necesidades particulares. Las ventajas y desventajas de las diversas opciones de políticas públicas discutidas en el marco de la ECC CA pueden variar entre países y dependerán de acuerdos internacionales por establecerse. Debido a este contexto variable e incierto, la iniciativa ECC CA busca proporcionar un análisis y diálogo amplios, no necesariamente vinculados a la posición de los países en particular.

Desde la perspectiva económica es más rentable actuar ahora que dejar el problema a las generaciones futuras, además de las consideraciones éticas de esta posición. Los resultados de las investigaciones demuestran que el valor presente del costo de los impactos del cambio climático resultará demasiado alto a la postre si no tomamos medidas ambiciosas e inmediatas. Se confirma también que el cambio climático es el mayor fracaso del mercado jamás visto, por no internalizar el valor del clima como bien público global y no registrar adecuadamente sus impactos en la sociedad y en los servicios ambientales. Esto implica que, más allá de la valoración económica, se requiere tomar decisiones éticas con respecto a la distribución de costos entre generaciones, valorando las necesidades de las generaciones futuras. Igual análisis se tendría que hacer con respecto a los ecosistemas, los cuales prestan múltiples servicios ambientales que perderemos antes de que el mercado sea capaz de registrar estas pérdidas y envíe señales para motivar su manejo adecuado.

Por tratarse de escenarios futuros a largo plazo que integran diversas “capas” de análisis con incertidumbre y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas.

Los cambios estructurales en la economía global y los riesgos de cambio climático pueden ser aprovechados para revisar a fondo la especialización productiva de las economías centroamericanas, incluyendo sus formas de inserción en los mercados internacionales y las cadenas de producción y comercio intrarregionales, la dependencia en consumo de hidrocarburos, con sus costos de importación, la contaminación y las pérdidas para la salud pública, y la degradación de los bosques y otros ecosistemas que brindan múltiples productos y servicios.

Habrá que enfrentar estos retos en un período en el que el modelo de autorregulación de los mercados demuestra sus limitaciones. Como ha señalado Bárcena, se está viviendo un cambio de época, el cual demanda profundas transformaciones estructurales exigidas por el cambio climático y otras externalidades causadas por la industrialización y la economía basada en hidrocarburos, cambios que pueden equipararse en escala a la revolución industrial (CEPAL, 2010). Otro elemento a considerar es el significativo aumento de la población antes de alcanzar su estabilización en la segunda mitad de este siglo, la transición demográfica y la migración de poblaciones entre países y del campo a la ciudad. El reto de lograr un patrón de desarrollo incluyente con mejor calidad de vida y oportunidades es mayor si consideramos nuestra responsabilidad por las generaciones futuras, es decir, la equidad intergeneracional en el contexto del cambio climático. Las próximas décadas se caracterizarán por la expansión de la sociedad del conocimiento. La globalización de las comunicaciones fomenta la desregulación, la autorregulación y un mayor flujo de información, lo que favorece la democracia. Pero también ha contribuido a convertir al mercado en eje central de la definición de identidades. Enfrentar las consecuencias de la excesiva autorregulación del mercado y de la dependencia de los hidrocarburos requiere una mayor conciencia colectiva de los bienes públicos globales. Esto requerirá fortalecer y transformar los procesos y las estructuras de gobernabilidad global y nacional (CEPAL, 2010; CEPAL, 2012).

En términos de la política pública, se pueden identificar varios pactos dentro de las sociedades que facilitarían esta transición: inversiones e incentivos para el cambio estructural en la producción y en el consumo que reduzcan el riesgo climático y fomenten economías ambientalmente sostenibles; políticas fiscales y sectoriales que generen un mejor equilibrio entre bienes privados y servicios públicos en la arquitectura del bienestar; gobernanza más robusta de los recursos naturales y preservación del ambiente incentivando una matriz productiva más diversificada y “verde”; y un pacto social y laboral, potenciando la capacidad redistributiva del Estado y una institucionalidad laboral más incluyente (CEPAL, 2010).

El cambio climático presenta una serie de desafíos multisectoriales que deben enfrentarse con respuestas particulares de cada sector y con instancias de coordinación intersectorial que faciliten los aportes de diversos actores, incluyendo el sector público, el sector privado, la ciudadanía y sus organizaciones civiles, el sector académico, las instituciones de integración y la comunidad internacional.

## 2. EVIDENCIA DE EVENTOS EXTREMOS Y ESCENARIOS CON CAMBIO CLIMÁTICO

El índice de riesgo climático global de la organización German Watch califica el impacto de los eventos extremos (tormentas, inundaciones, temperaturas extremas y olas de calor y frío) en un *ranking* de 183 países, en el cual el país con el número más bajo es el más vulnerable. Los resultados del período 1994-2013 indican que Honduras es el país con mayores impactos recibidos, Nicaragua el cuarto, la República Dominicana el octavo, Guatemala el noveno, El Salvador el décimo segundo, Belice el vigésimo primero, Costa Rica el sexagésimo y Panamá el nonagésimo. Considerando el aumento de eventos extremos en los últimos años, el mismo indicador para el período 2004-2013 arroja que los países de la región centroamericana a menudo resultan entre los diez primeros lugares de riesgo: República Dominicana segundo en 2004, Guatemala primero y Honduras séptimo en 2005, Nicaragua tercero en 2007, Belice noveno en 2008, El Salvador primero en 2009, Guatemala segundo y Honduras quinto en 2010, El Salvador cuarto y Guatemala noveno en el 2011 (Harmeling, 2012, Kreft y otros, 2015).

Otro índice es el Monitor de Vulnerabilidad Climática de DARA (2012), el cual sintetiza investigaciones e información científica sobre los impactos globales (incluyendo pérdidas y beneficios) del cambio climático y la economía del carbono desde el punto de vista económico, ambiental y de la salud para los plazos de 2010 y 2030 (promedios anuales). El Monitor, que realiza una valoración de los costos humanos y económicos de la crisis climática, consta de dos partes: una referente al impacto del cambio climático, la cual incluye 22 indicadores, y otra al impacto de la economía del carbono, la cual incluye 12 indicadores. La evaluación de la economía del carbono consiste en una evaluación de la situación económica, salud e impactos ambientales; poniendo especial interés en la adquisición, el consumo de combustibles y la liberación de varios tipos de contaminantes de efecto invernadero a través de la combustión. Este análisis analiza los costos y beneficios de la extracción, la producción, el consumo - independientemente de los efectos de estos procesos en el cambio climático-. La estimación para Centroamérica se presenta en el cuadro 1.

El Monitor también estima el nivel de vulnerabilidad, no obstante este nivel de impacto se considera indicativo. Este indicador de vulnerabilidad es el resultado de los daños incurridos o de la ausencia de ellos. Los impactos son significativos en términos relativos, es decir, en relación con el tamaño de la economía o población. Asimismo, los mayores impactos son el resultado de mayores niveles de vulnerabilidad y viceversa. El monitor expresa los niveles de vulnerabilidad en cinco categorías, que se determinan estadísticamente usando la desviación estándar. La clasificación va de agudo -categoría más vulnerable-, severo, alto, moderado, y bajo -categoría menos vulnerable-. Por ejemplo, los países con un nivel de vulnerabilidad "bajo" experimentarían un impacto nulo o beneficios debido al cambio climático. El nivel de vulnerabilidad de Centroamérica se presenta en el cuadro 2.

**CUADRO I**  
**CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA: MONITOR DE VULNERABILIDAD**  
**CLIMÁTICA – PÉRDIDAS TOTALES NACIONALES, 2010 Y 2030**

	Costos económicos				Pérdidas humanas					
	Impactos del cambio climático		Impacto de la intensidad de carbono		Impactos del cambio climático e intensidad de carbono		Impactos del cambio climático		Impacto de la intensidad de carbono	
	% PIB				Mortalidad		Personas afectadas			
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Belice	7,7	14,2	5,3	10,2	50	60	25 000	30 000	2 000	2 500
Costa Rica	3,1	6,3	0,6	0,9	700	850	75 000	200 000	25 000	30 000
El Salvador	3,6	7,2	0,5	0,8	1 500	1 500	100 000	150 000	45 000	60 000
Guatemala	2,9	5,8	0,8	1,2	3 500	5 000	1 100 000	1 200 000	150 000	250 000
Honduras	4,6	9,0	1,5	2,5	2 500	3 000	150 000	250 000	100 000	150 000
Nicaragua	6,3	11,7	2,4	4,3	1 500	2 000	95 000	200 000	55 000	65 000
Panamá	42	8,4	2,1	3,8	550	650	200 000	300 000	25 000	25 000
República Dominicana	2,4	4,8	0,3	0,3	3 000	3 500	250 000	400 000	75 000	100 000

Fuente: DARA (2012).

Nota: Los impactos son promedios anuales.

**CUADRO 2**  
**CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA: MONITOR DE VULNERABILIDAD**  
**CLIMÁTICA - NIVEL DE VULNERABILIDAD 2010 Y 2030**

	Climática		Carbón	
	2010	2030	2010	2030
Belice	Agudo	Agudo	Alto	Alto
Costa Rica	Moderado	Alto	Bajo	Bajo
El Salvador	Severo	Agudo	Bajo	Bajo
Guatemala	Moderado	Alto	Bajo	Moderado
Honduras	Severo	Agudo	Moderado	Moderado
Nicaragua	Moderado	Alto	Bajo	Moderado
Panamá	Moderado	Severo	Alto	Severo
República Dominicana	Alto	Agudo	Alto	Alto

Fuente: DARA (2012).

Mientras que los expertos internacionales consideran que ha sido más fácil analizar su atribución en el caso de temperaturas extremas, hacerlo para eventos hidrometeorológicos ha resultado muy complejo y con mayor incertidumbre. En su reporte especial sobre eventos extremos, el IPCC indica qué cambios en extremos pueden ser asociados a cambios sufridos en la media, varianza, forma de las distribuciones de probabilidad o todos estos indicadores juntos. Finalmente, observa que la variabilidad natural seguirá siendo un factor importante en extremos futuros, adicional al efecto de los cambios asociados a actividades antropogénicas (IPCC, 2011).

A nivel internacional, una serie de eventos hidrometeorológicos severos han acontecido en diversas partes del mundo en los últimos años, como la ola de calor en Rusia en 2010, las

inundaciones de 2000 en Inglaterra, en Pakistán en 2010, y muy recientemente en Tailandia, lo cual ha generado cada vez mayor discusión y análisis sobre la posible contribución del cambio climático a la mayor severidad de dichos eventos. La literatura científica reciente sugiere que, aunque hay incertidumbres significativas, se empieza a acumular evidencia sobre esta relación y a identificar casos de probable atribución parcial.

Existen varias razones por las cuales los científicos tratan de establecer si eventos meteorológicos particulares pueden ser atribuidos al efecto de emisiones de gases de efecto invernadero (Hulme, 2014). La primera es desarrollar una nueva comprensión racional de los procesos físicos y crear nuevos métodos analíticos para su estudio. Un segundo argumento es saber si las condiciones meteorológicas extremas y específicas son causadas por el hombre. Lo anterior, con el fin de justificar, planificar y llevar a cabo acciones de adaptación. Un tercer argumento se inspira en la posibilidad de fincar responsabilidad legal por los daños causados. Este argumento se basa en el deseo de calcular la probabilidad de que un evento extremo pueda ser atribuido a una causa específica, en este caso a las emisiones de gases de efecto invernadero (Allen y otros, 2007). Si los daños causados por condiciones climáticas extremas pudieran ser atribuidos a las emisiones de gases de efecto invernadero –aún expresada en términos de incremento del riesgo- se podría abrir la posibilidad de litigios legales. Una última razón es la frustración y la invisibilidad del cambio climático. En algunos grupos de la sociedad todavía existen problemas para hacer visible el cambio climático y por implicación "real" (Rudiak-Gould, 2013).

En la literatura existen diversos estudios de detección y atribución de eventos extremos entre ellos Allen y otros (2007), Bindoff y Stott (2013), Hegerl y Zwiers (2011) y Stott y otros (2010). Por lo general, estos estudios buscan detectar un cambio en las medias espacio-temporales de las estadísticas mensuales o estacionales de algunas variables climáticas a escalas globales, continentales o regionales, y con la ayuda de uno o más modelos de simulación climática atribuir este cambio a un factor específico (por ejemplo una erupción volcánica o la concentración de gases de efecto invernadero). El estudio de la atribución de los fenómenos meteorológicos extremos a la influencia humana se ha llevado a cabo mediante diferentes enfoques. El más general es el razonamiento físico simple, por ejemplo, esperar precipitaciones más intensas en una atmósfera que contiene más vapor de agua. Un segundo enfoque consiste en utilizar el análisis estadístico de series de tiempo de datos meteorológicos para determinar si un evento extremo particular cae fuera del rango de un clima "normal" o imperturbable. Un tercer método propuesto por Allen (2003), y aplicado por Stott y otros (2004) consiste en calcular el Riesgo Fraccional Atribuible (FAR, «Fraction Attributable Risk», por sus siglas en inglés) de un extremo (o de corto plazo). La literatura hasta la fecha, sugiere que hay una alta preocupación y demanda de mejor información sobre ésta posible relación, y que aunque hay incertidumbres significativas, empieza a acumularse evidencia sobre esta relación y la identificación de casos de probable atribución parcial (Hulme, 2014).

Ejemplos de los estudios recientes, los cuales incluyen a Pall y otros (2011), donde se utilizó un marco de atribución probabilística de las inundaciones que ocurrieron en Inglaterra y Gales en el año 2000, comparando los datos climáticos de lo ocurrido con un modelo que suponía no hubiera ocurrido calentamiento global. Reportaron que en nueve de cada diez casos, los resultados indicaron que las emisiones de los últimos 100 años aumentaron el riesgo de estas inundaciones en 20% y en dos de cada tres casos en más de 90%. La tendencia de menor precipitación invernal en la región del Mediterráneo fue analizada por Hoerling y otros (2011) con respecto a posibles contribuciones de variabilidad natural, Oscilación del Atlántico Norte y el cambio climático

antropogénico. Encontraron que el cambio climático puede explicar aproximadamente la mitad del aumento de sequedad entre 1902 y 2010, principalmente por aumentos en la temperatura de la superficie del mar Mediterráneo.

Rahmstorf y Coumou (2011) analizaron la probabilidad de que las temperaturas de julio de 2010 experimentadas en Moscú con un modelaje Monte Carlo, podrían haber sido probables dado los registros en este mes del último siglo, encontrando que sin cambio climático la probabilidad de no ocurrir este golpe de calor hubiera sido del 80%. Estos resultados y los de Tamino (2010) contradicen parcialmente un estudio anterior de Dole y otros (2011) que concluyó que este evento fue generado principalmente por variabilidad atmosférica interna natural.

Otro grupo de investigadores del Canadá (Min y otros, 2011) comparó la serie histórica de precipitación en América del Norte con simulaciones de seis modelos climáticos con y sin cambio climático y encontraron que los patrones de lluvia extrema observada no concordaron con lo esperado de los ciclos naturales pero se aproximaron a los patrones esperados con cambio climático. Estos reportes sugieren que la preocupación por la posible exacerbación de los eventos extremos por el cambio climático es legítima, especialmente en regiones como la Centroamericana, por su histórica exposición a estos eventos.

En 2009 arrancó la Iniciativa internacional de atribución de eventos relacionados con el clima (ACE, «Attribution of Climate-Related Events», por sus siglas en inglés), donde participan expertos del Centro Hadley, el Departamento de Energía y Cambio Climático de Inglaterra, diversos centros de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), el Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR) y diversas universidades. En octubre de 2011, esta iniciativa presentó un resumen de avances en la Conferencia del Programa de Investigación Climática (WCRP) y propuso opciones para una metodología de atribución fraccional, es decir, atribución de cambios en riesgos de eventos extremos a factores particulares, incluyendo el cambio climático (Stott y otros, 2011). Desde la formación de ACE se han coordinado dos reportes anuales sobre la atribución climática publicados en el Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana (Peterson y otros, 2012, 2013). Hay planes para que esto sea una serie de informes anuales que complementen el Reporte del Estado del Clima de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La ciencia de la atribución se mueve de una etapa de pruebas a una fase más desarrollada. No obstante, su estudio puede impulsar el desarrollo de modelos climáticos y mejorar las capacidades de predicción estacional (Hulme, 2014).

Una línea de análisis de la relación entre eventos extremos, como inundaciones y lluvias intensas, con el cambio climático se basa en las leyes termodinámicas, que sugieren que un incremento en la temperatura generaría mayores niveles de evaporación, evapotranspiración, vapor de agua en la atmósfera y una aceleración o desestabilización del ciclo hidrológico (Flower, Mitchell y Codner, 2007; Ekström y otros, 2005). Stott del Centro Hadley ha indicado que por cada incremento de 1°C en la temperatura se estima un aumento del 7% promedio global en la humedad de la atmósfera, dando como resultado eventos de precipitación con mayor intensidad (Carey, 2011).



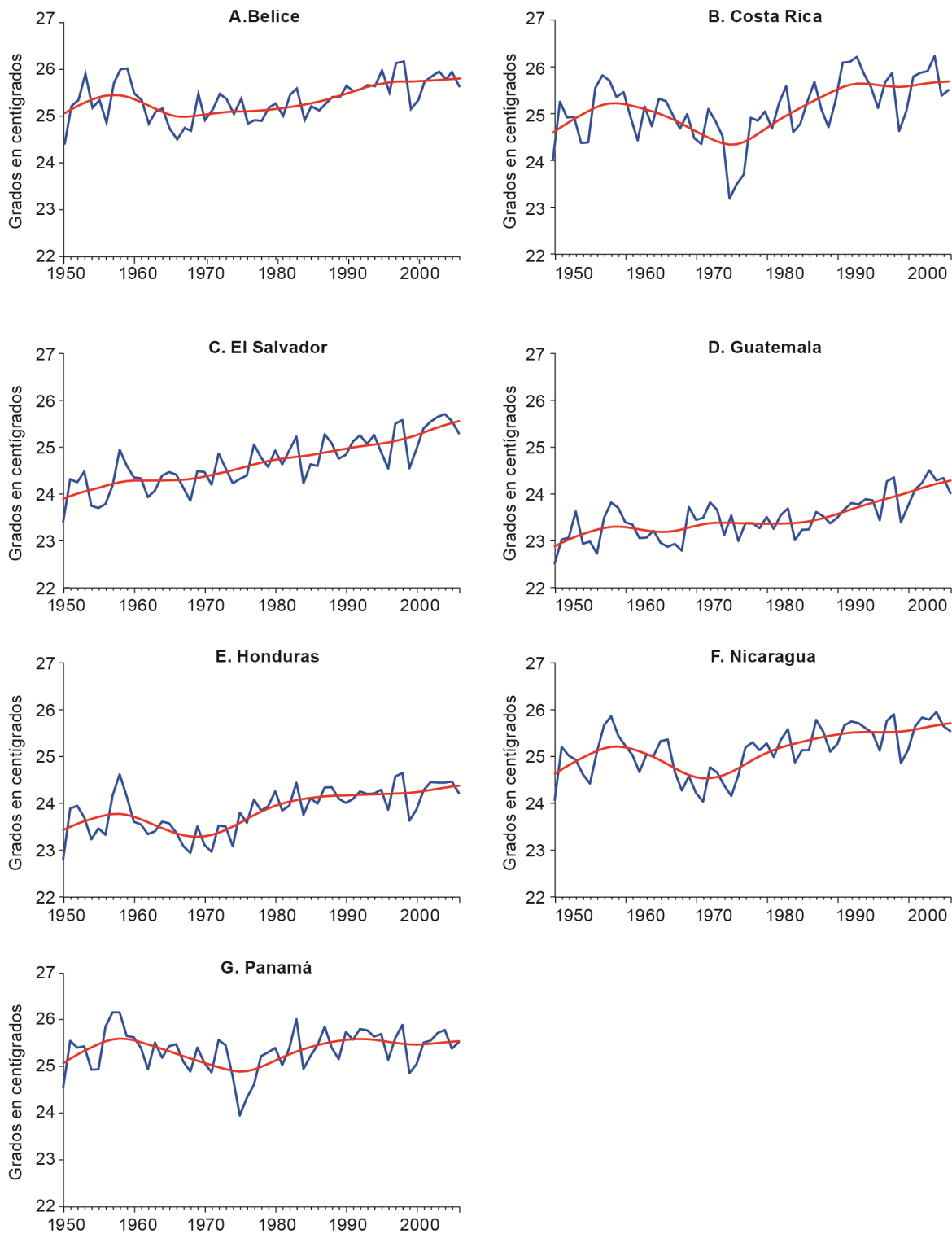
## 2.1 VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA

Las climatologías históricas indican que Centroamérica ya ha sufrido un incremento promedio de aproximadamente 0,5 °C durante los últimos 50 años. Y con un escenario en el cual las emisiones de GEI continúen con su trayectoria actual de alza, la temperatura podría aumentar entre 1 y 2°C a 2050 (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). De la misma manera, se encontró en un estudio de la tendencia de sequía en la zona del Mediterráneo, que la temperatura de la superficie del mar puede ser un canal de transmisión del cambio climático hacia la precipitación y los eventos extremos. Al respecto, la serie histórica indica que la zona del Pacífico asociada con el ENOS (20 N - 20 S y 90W - 120W) ha sufrido un incremento de temperatura en este siglo (<http://climexp.knmi.nl/start.cgi?someoneomewhere>). En el caso del Mar Caribe, existe evidencia de una aceleración del calentamiento desde la mitad de los años noventa (Jury, 2011). Otra línea de análisis inicial es considerar la evidencia de cambios en las tendencias en eventos extremos, como tormentas tropicales, huracanes e inundaciones. De acuerdo con el Cuarto Reporte del IPCC, en nueve de los diez años del período 1995 a 2005 la cantidad de huracanes en el Atlántico Norte aumentó por encima de la tendencia histórica registrada en 1981 a 2000 (IPCC, 2007b). Las sequías también han sido más intensas, principalmente en los trópicos y subtropicos a partir de 1970.

De acuerdo con el IPCC (Magrin y otros, 2007), Centroamérica ha presentado una alta variabilidad climática en años recientes. En las últimas décadas se han observado importantes cambios en precipitación y aumentos de temperatura. Las tendencias de los niveles de precipitación muestran una disminución, sobre todo en la región oeste del istmo. Estudios específicos (Aguilar y otros, 2005) muestran tendencias contrastantes en la precipitación de la región centroamericana, con fuertes diferencias de distribución espacial entre la región del Pacífico y la región del Caribe. La gran variabilidad de la precipitación en esta región es causada principalmente por la interacción entre los diferentes sistemas del viento y la topografía.

La climatología histórica sugiere que Centroamérica ya ha sufrido una alza de temperatura promedio de aproximadamente 0,54 °C en los últimos 50 años (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011, utilizando CRU TS3.0). El gráfico 2 presenta las tendencias históricas de la temperatura media anual utilizando la climatología CRU TS 3.0. En la mayoría de los países se aprecia que las series de temperatura siguen una tendencia ascendente. Belice muestra un ligero ascenso y una mayor estabilidad a partir de mediados de los años ochenta. En El Salvador, Costa Rica y Guatemala se observa una tendencia ascendente desde la década de los setenta con un incremento de 0,6 °C. Nicaragua y Honduras muestran un patrón similar con una ligera contracción en la década de los sesenta y, posteriormente, registran un crecimiento sostenido con un aumento de 0,4 °C. En Panamá se observa mayor volatilidad desde 1980 con desviaciones con respecto a su tendencia de aproximadamente 0,5 °C. De esta forma, los patrones de temperatura en la región muestran diferencias importantes, con ligeros aumentos en Belice, una tendencia ascendente marcada en Guatemala y El Salvador, un menor ritmo de crecimiento en Honduras y Nicaragua, y un aumento en la variabilidad de la temperatura en Panamá (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). Las señales de incremento de la temperatura mínima son particularmente claras, no así en las tendencias de la temperatura máxima. Sin embargo, en el rango diurno de temperatura (máxima menos mínima) hay un patrón general de disminución en el mismo período (Fernández, J. Amador y otros, 2006).

**GRÁFICO 2**  
**CENTROAMÉRICA: TEMPERATURA MEDIA ANUAL Y**  
**SU FILTRO HODRICK-PRESCOTT, 1950-2006**  
 (En grados centígrados)



Fuente: (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011) con base en climatología CRU TS 3.0.

En el gráfico 3 se presenta la trayectoria de la precipitación media anual en los siete países durante el período 1950-2006. La tendencia de las series es aproximada por el filtro Hodrick-Prescott (Hodrick y Prescott, 1997). Las series describen un cierto comportamiento cíclico en torno a un valor promedio que en Costa Rica es de 2.932 mm, el valor más alto en la región; Guatemala 2.759 mm; Panamá 2.641 mm y Nicaragua 2.440 mm. Estos cuatro países registran los niveles de precipitación promedio anual más altos. Belice registra un nivel de 2.165 mm; Honduras 2.028 mm y El Salvador 1.769 mm, el menor nivel. Los gráficos ilustran claramente la gran volatilidad del acumulado anual, característica regional de la variabilidad de este factor clave. (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

Centroamérica cuenta con diversos escenarios “reducidos de escala”, incluyendo los que utilizan tres modelos de circulación general para dos escenarios “SRES” del IPCC, B2 y A2. <sup>2</sup> Han sido utilizados individualmente o promediados para diversos análisis durante los últimos años; <sup>3</sup> en el caso de la iniciativa ECC CA, a escala nacional y subnacional (departamentos, distritos y provincias, dependiendo del país). Por tratarse de escenarios basados sobre los supuestos, incertidumbres y resultados de los escenarios de emisiones y de dichos modelos, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas.

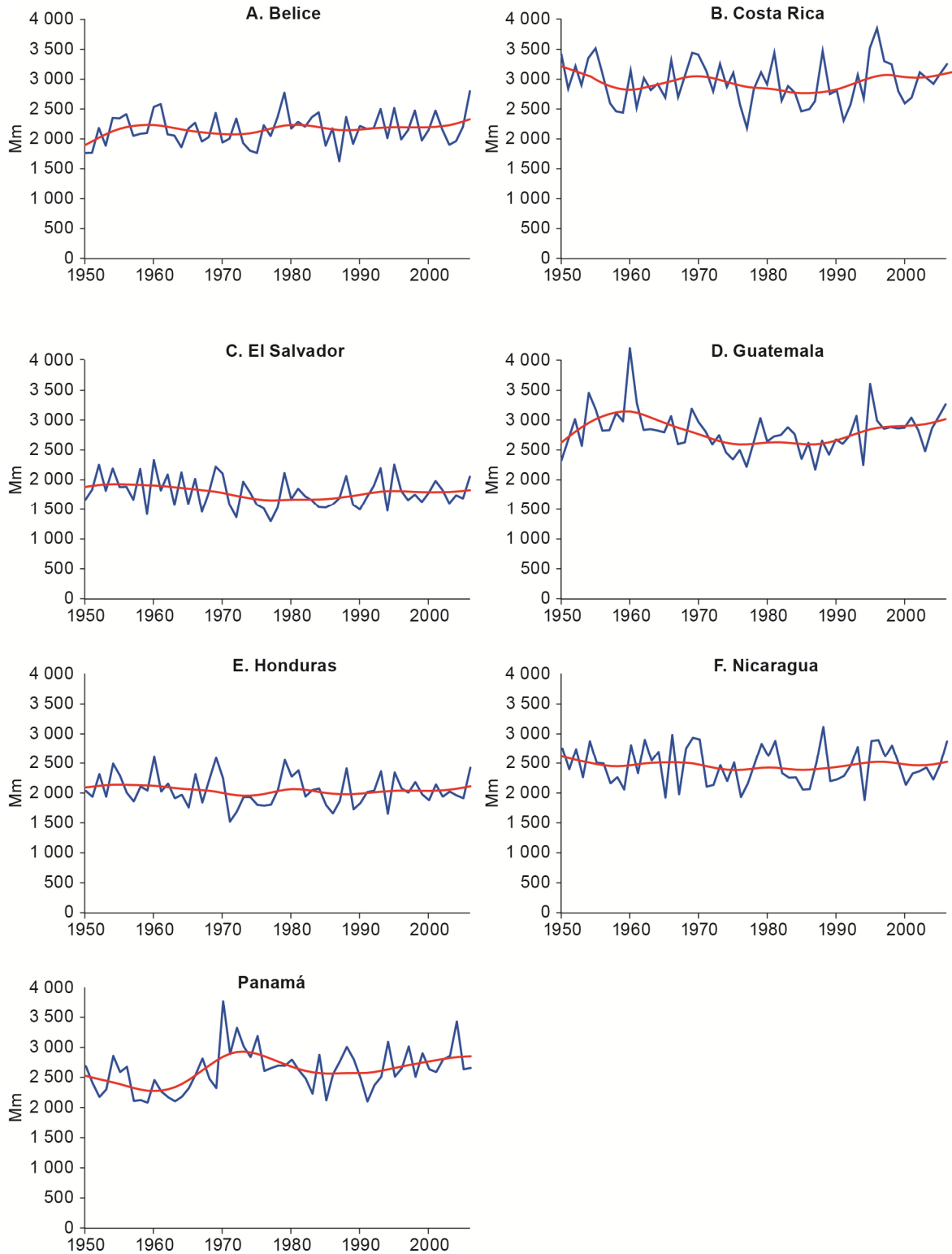
Con respecto a la temperatura, el aumento regional hacia finales del siglo se ha estimado entre 2,1 °C y 3,3 °C con B2 (el más optimista) y entre 3,7 °C y 4,6 °C con A2, con relación al período 1980-2000. No obstante, existen marcadas variaciones en temperatura dentro de la región y estas variaciones seguirán en el futuro, aun con cambio climático. Por ejemplo, históricamente las tierras altas, especialmente en Guatemala y Costa Rica, experimentaban temperaturas promedios de 15 a 18 °C; gran parte de la región un rango entre 18 y 27 °C; y el departamento de Valle Honduras el único en el rango de 27 a 30 °C. Con el escenario A2, aún a 2020, 7 departamentos podrían experimentar temperaturas en este último rango, y hacia finales del siglo hasta 58 departamentos, mientras que Valle y otros 10 departamentos podrían haberse pasado a un rango de 30 a 33 °C (véase el mapa 1). Estimaciones recientes basadas en los nuevos escenarios denominados RCP («Representative Concentration Pathways», por sus siglas en inglés) de forzamiento radiactivo asociados al Quinto Informe del IPCC (AR5, por sus siglas en inglés), sugieren un aumento de la temperatura de la región Centroamericana y México en un rango de entre 1,8 °C y 3,5 °C para el escenario RCP 6.0 y entre 2,9 °C y 5,5 °C para el RCP 8.5 hasta 2081-2100, con respecto al período 1986-2005 (IPCC, 2013b; CEPAL, 2015b).

---

<sup>2</sup> Las características de desarrollo de los escenarios son: Escenario A2: Mundo muy heterogéneo, autosuficiente y conservación de las entidades locales. Es el escenario de mayores emisiones a 2100 de la serie SRES. Escenario B2: Mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social, medio ambiental, nivel de desarrollo económico intermedio y cambio de tecnología. Es el otro escenario que mantiene una tendencia de alza, pero más reducida que el A2 (IPCC, 2000). Ambos han sido utilizados frecuentemente en otros estudios en la región.

<sup>3</sup> Se utilizaron los modelos HADCM3, GFDL R30 y ECHAM4 con B2 y HADGEM1, GFDL CM2.0 y ECHAM5 con A2.

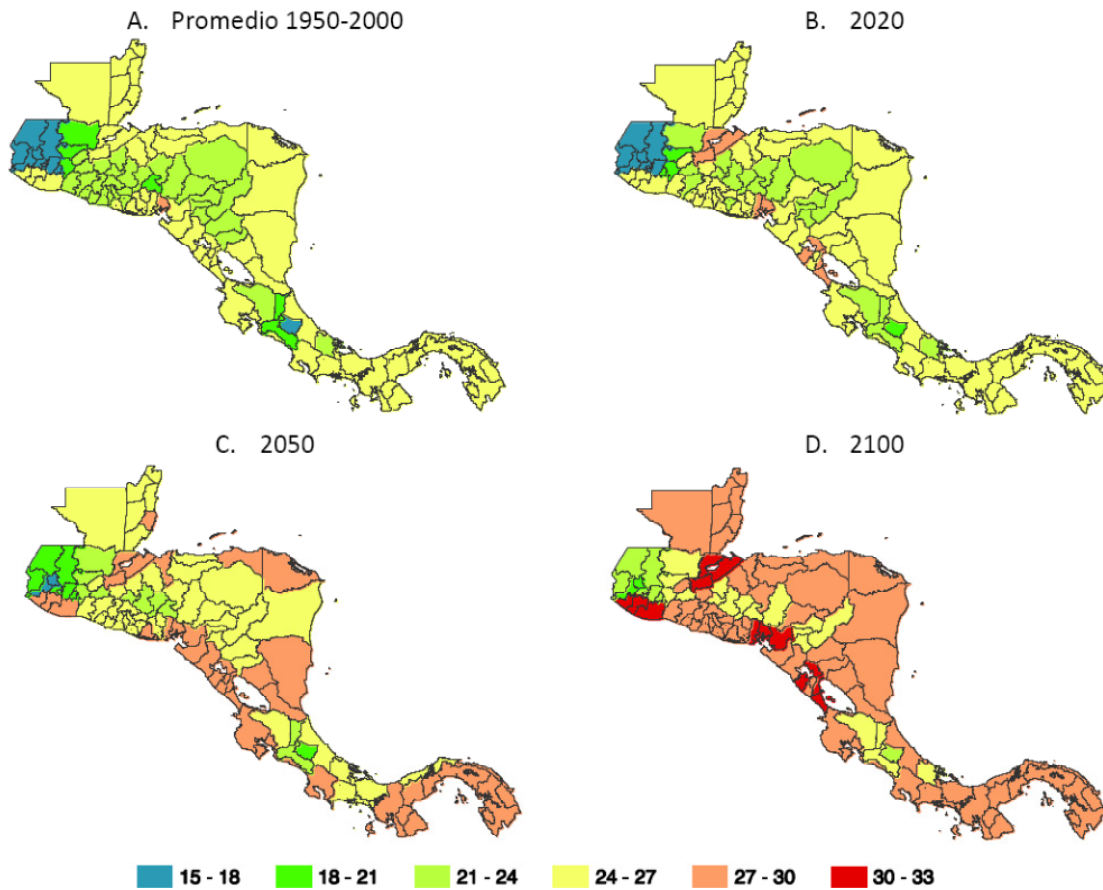
**GRÁFICO 3**  
**CENTROAMÉRICA: PRECIPITACIÓN ACUMULADA ANUAL**  
**Y SU FILTRO HODRICK-PRESCOTT, 1950-2006**  
 (En milímetros)



Fuente: (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011) con base en climatología CRU TS 3.0.

La posible trayectoria futura de los niveles de precipitación es más incierta. En el escenario menos pesimista (B2), la precipitación disminuiría 3% en Panamá, 7% en Guatemala, entre 10% y 13% en Costa Rica, Belice, El Salvador y Honduras, y 17% en Nicaragua, con un promedio regional de 11%. El escenario más pesimista (A2) sugiere una disminución de la precipitación 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%. No obstante, aún con una reducción menor de la precipitación bajo el escenario B2 habría un efecto del alza de la temperatura en la evapotranspiración, lo que redundaría en menor disponibilidad de agua, especialmente en la segunda parte del siglo, afectando los ecosistemas, la agricultura y la generación de hidroelectricidad.

**MAPA I**  
**CENTROAMÉRICA: TEMPERATURA MENSUAL MEDIA ANUAL POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 1950-2000 Y ESCENARIO A2 CON CORTES A 2100**  
*(En grados centígrados)*



Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID Y DANIDA, 2012a.

## CAMBIOS POTENCIALES EN EL PATRÓN INTRAANUAL

La disponibilidad de agua está asociada al patrón intraanual y a las diferencias geográficas de precipitación. Durante el período 1950 a 2000, en el océano Pacífico había una época seca y otra lluviosa, presentando un primer nivel máximo en junio, con una disminución en julio y agosto (canícula o veranillo) y otro máximo en septiembre y octubre, normalmente mayor que el primero. En contraste, algunos departamentos del Atlántico no tenían meses sin lluvia. Aun así, la precipitación aumentaba a partir de abril, con diferentes patrones intermedios, hasta que disminuía en los últimos dos meses del año. Se estima que con B2 la temporada de lluvia podría anticiparse con mayor precipitación en el período inicial. Se estima que la precipitación disminuiría después de la canícula, especialmente durante la segunda mitad del siglo, perdiendo la característica bimodal en algunos países. Con A2 se estima que en las próximas décadas el patrón bimodal de precipitación podría exacerbarse, con aumentos de ambos períodos de altas lluvias y disminución durante la canícula. Posteriormente, las lluvias del primer período se reducirían gradualmente, dejando un máximo anual único entre octubre y noviembre (véase el gráfico 4). Las excepciones serían Costa Rica y Panamá, que podrían experimentar un aumento de precipitación al inicio de la temporada durante las próximas décadas y posteriormente una reducción hacia un nivel cercano al histórico, resultando un patrón relativamente estable de junio a noviembre.

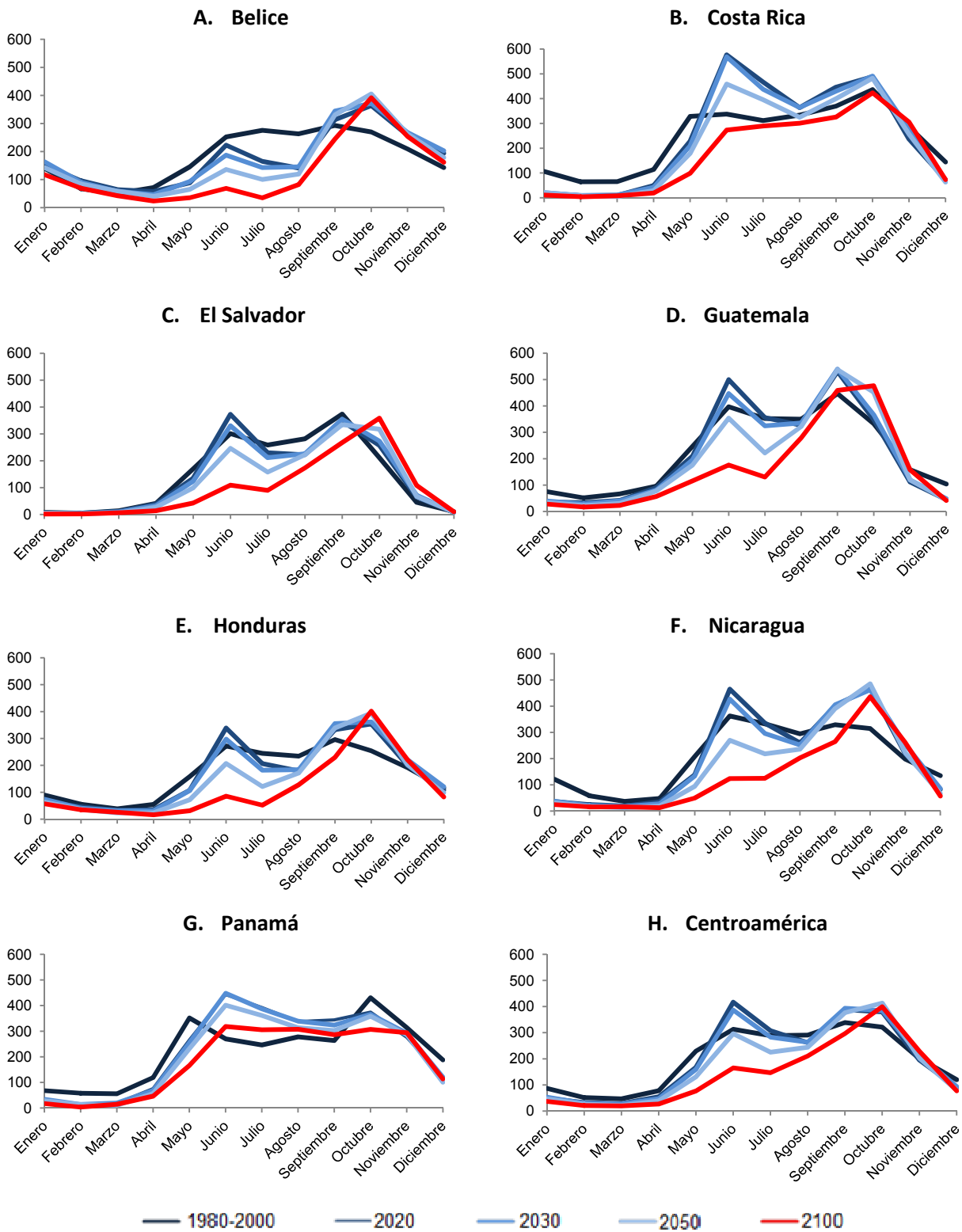
En octubre de 2011, una depresión tropical, denominada 12E y un sistema de depresión asociado, afectaron a El Salvador, Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua. La preocupación por este fenómeno, motivó a los Presidentes de estos cinco países a realizar una Cumbre extraordinaria donde convocaron a un Grupo consultivo para que apoyara a los países en sus esfuerzos de reconstrucción, con perspectiva de reducción de vulnerabilidades y adaptación al cambio climático, considerando que la intensidad y prolongación de lluvias constituirían una manifestación concreta de los efectos adversos del cambio climático (Declaración de Comalapa, 25 de octubre de 2011).<sup>4</sup> Un análisis preliminar preparado por dicho Grupo consultivo buscó evidenciar la variabilidad de la precipitación y ocurrencia de eventos de lluvia intensa en la región (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA 2012d) y utilizó los registros diarios de precipitación acumulada en 24 horas durante el período de 1970–2011, datos aportados por las principales estaciones meteorológicas distribuidas en los territorios de los países centroamericanos (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011b). La siguiente sección presenta los resultados de Ilopango en El Salvador.

---

<sup>4</sup> En preparación para estos eventos, la Presidencia Pro Tempore de CCAD/SICA solicitó la colaboración de la iniciativa ECC CA para colaborar en el documento “Análisis del efecto del cambio climático en Centroamérica” que CCAD y Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC) prepararon. Este insumo contó con el apoyo del equipo de la UC en la Sede Subregional de la CEPAL en México, de los delegados del CTR de la iniciativa, los servicios de meteorología de los cinco países y otros funcionarios que compartieron sus conocimientos y facilitaron el acceso a las bases de datos meteorológicos.



**GRÁFICO 4**  
**CENTROAMÉRICA: PRECIPITACIÓN MENSUAL. PROMEDIO 1980-2000**  
**Y ESCENARIO A2, CON CORTES A 2100**  
*(En milímetros)*



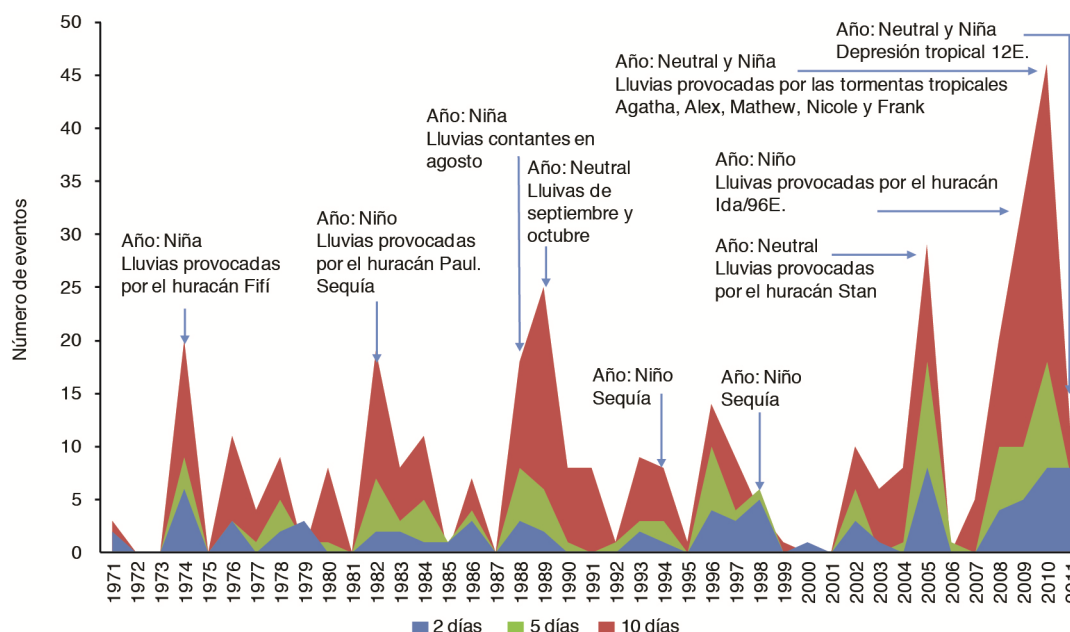
Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012a.

## CAMBIOS EN LA INTENSIDAD DE LLUVIA: EL CASO DE ILOPANGO, EL SALVADOR

Ilopango se encuentra a 10 km al este de la ciudad de San Salvador. Se caracteriza por estar ubicado en terrenos en planicie y alomados de la vertiente del Pacífico, posee un clima cálido y pertenece al tipo de tierra caliente o sabana tropical caliente, con un promedio de precipitación de 1.765 mm anual. Su latitud norte es 13° 41' y longitud oeste 89° 07' con una elevación de 615 metros sobre el nivel del mar (msnm). La zona ha experimentado cambios en uso de suelo y un proceso de urbanización, lo cual pudo haber afectado los registros, especialmente de temperatura.

En el gráfico 5 se muestra cómo los eventos con lluvia mayor a 100 mm por dos días consecutivos variaban históricamente entre cero a cinco eventos, pero con un aumento en los últimos 10 años. En cuanto a los eventos de cinco días de lluvia consecutiva superior a 150 mm, han fluctuado hasta diez eventos anuales, teniendo una tendencia positiva de lluvia acumulada superior marcada en máximos a partir de 2005. Finalmente, la incidencia de eventos de duración de diez días y superiores a 200 mm tiene una clara tendencia positiva en cuanto a frecuencia y máximos en los últimos 10 años esto principalmente ocasionado por huracanes y tormentas tropicales.

**GRÁFICO 5**  
**EL SALVADOR, ILOPANGO: NÚMERO DE EVENTOS QUE SOBREPASAN UMBRALES, 1971-2011**  
(Número de eventos)



Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012d con datos proporcionados por el MARN.

Nota: Los eventos de sequía son eventos registrados en EM-DAT (2011).

No se incluyó el año 1987 debido a registros diarios incompletos en ese año y para 2011 incluye información hasta el 31 de octubre de dicho año. Los umbrales corresponden a 100, 150 y 200 mm acumulados en 2, 5 y 10 días consecutivos.

En el cuadro 3 se refleja cómo los eventos de corta duración (dos días) superiores a 100 mm se mantuvieron relativamente constantes durante 1971 a 2000, y en la última década se han duplicado. Los eventos de mediana duración (cinco días) han presentado mayor variabilidad en la década de 1981 a 1990, aumentaron con respecto a la década anterior, para disminuir en la siguiente década y duplicarse en la última década. En cuanto a los eventos de larga duración (diez días),

mostraron la misma tendencia en las primeras décadas que los de mediana duración, pero para la última década llegaron a 168 días, tres veces mayor al presentado en los años setenta. Este último resultado es indicativo del gran número de eventos extremos que se han presentado en la región y que han traído mayor lluvia de la estacional, como los huracanes Isidore (2002), Stan (2005), Ida/E96 (2009), Agatha, Alex y Matthew (2010) e incluso la depresión tropical 12E de 2011.

**CUADRO 3**  
**EL SALVADOR, ILOPANGO: NÚMERO DE EVENTOS QUE SOBREPASAN UMBRALES, 1971–2011**

Período	2 días de lluvia	5 días de lluvia	10 días de lluvia
197-1980	16	20	55
198-1990	14	35	97
1991-2000	16	27	55
2001-2011	37	71	168

Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012d con datos proporcionados por el MARN.

Nota: No se incluyó el año 1987 debido a registros diarios incompletos en ese año y el año 2011 incluye información hasta el 31 de octubre. El período 2001-2011 incluye un año más. Los umbrales corresponden a 100, 150 y 200 mm acumulados en 2, 5 y 10 días consecutivos.

Se estima que los océanos han absorbido alrededor de 20 veces más calor que la atmósfera durante el último medio siglo, provocando temperaturas más altas en aguas superficiales y profundas (Barnett y otros, 2005; Levitus, Antonov y Boyer, 2005). Ambos factores contribuyen a que los ciclones tropicales se presenten con mayor intensidad sobre el océano (Hansen, 2005). Esta hipótesis se sustenta en investigaciones que identifican una relación positiva entre la intensidad de los ciclones tropicales y la temperatura superficial de los océanos (Emanuel, 1987; Holland, 1997; Henderson-Sellers y otros, 1998; Zeng, Wang y Wu, 2007). Como ya se ha mencionado, las temperaturas superficiales del océano Pacífico y el Mar Caribe, aguas que influyen en el clima de Centroamérica, han ido en aumento durante los últimos cien años. Y con respecto al futuro, una revisión de la literatura internacional, sugiere que la intensidad de los huracanes podría aumentar entre 5% a 10% durante el presente siglo (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID, DANIDA, 2011a).

El Quinto Reporte del IPCC (Magrin y otros, 2014) señala que el aumento del nivel del mar varió de 2 a 7 mm al año entre 1950 y 2008 en Centroamérica y América del Sur, siendo motivo de preocupación para una gran proporción de la población de la región que vive en la costa. Izaguirre y otros (2013) analizaron la variabilidad espacial y temporal de la altura de las olas (SWH, *significant wave height*, por sus siglas en inglés) en Centroamérica y América del Sur. Los resultados mostraron una tendencia creciente en los últimos 28 años en la cuenca del Pacífico, con valores de hasta 6,5 cm al año en Tierra de Fuego y al este de las Islas Malvinas. El incremento del nivel del mar tiene efectos sobre los ecosistemas costeros y marinos<sup>5</sup> y plantea amenazas a la vida marina, manglares, al turismo y al control de enfermedades. Losada y otros (2013) analizaron los cambios a largo plazo en los componentes del nivel del mar en América Latina y el Caribe. El componente significativo en Río de la Plata son las tormentas y la variabilidad interanual en la región tropical de la costa occidental. Este estudio demostró una clara correspondencia entre la media del nivel del mar y el Niño en la costa de Perú.

<sup>5</sup> Los arrecifes de coral, manglares, peces y otros invertebrados marinos proporcionan servicios clave a los ecosistemas (IPCC, 2013a; 2013b).

## 2.2 TENDENCIAS EN EVENTOS EXTREMOS

La mayor característica de la lluvia en las últimas décadas es su variabilidad, incluyendo eventos extremos como huracanes y sequías y variaciones en su acumulado anual y por zonas geográficas, influidos por los océanos Atlántico y Pacífico y por el sistema de cordilleras y tierras altas. Por ejemplo, la región del Pacífico se caracteriza por tener una época seca de diciembre a abril, y otra húmeda de mayo a noviembre, aproximadamente, con algunas variaciones. La distribución anual de la lluvia es bimodal, con máximos en junio, septiembre y octubre y una disminución en julio, la cual se conoce como canícula o veranillo (Ramírez, 1983; Magaña, J. A. Amador y Medina, 1999; García, Zevallos y del Villar, 2003; J. A. Amador y otros, 2006). Las variaciones de la temperatura superficial en los océanos Pacífico y Atlántico tropicales juegan un papel importante en el inicio, final y duración de la estación lluviosa (E. Alfaro, Cid y D. Enfield, 1998; D. B. Enfield y E. J. Alfaro, 1999; E. Alfaro y Cid, 1999; E. Alfaro, 2007). En la región del Caribe llueve prácticamente todo el año sin estación seca definida. La precipitación de diciembre a marzo se asocia principalmente con los empujes polares (Schultz, Bracken y Bosart, 1998; CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

Con respecto a la distribución espacial de los eventos ciclónicos tropicales entre 1977 y 2006, se observa que los territorios más expuestos abarcaban casi la totalidad de la costa del Caribe o costa atlántica, la totalidad del territorio de Belice, una gran parte de Honduras y Nicaragua y la parte norte de Costa Rica. Sin embargo, los huracanes del Caribe inducen o jalan la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) hacia el norte de Centroamérica, la cual provoca “temporales” (serie de días con lluvias intensas o con acumulados altos), generando inundaciones y deslizamientos en zonas más amplias que las afectadas directamente por un huracán. Esto fue el caso del efecto adicional de Huracán Mitch (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012d).

Temporales asociados a la ocurrencia de ciclones tropicales son factores importantes de la precipitación observada, y aun cuando tengan trayectorias parecidas, las distribuciones de lluvia asociadas pueden ser diferentes (Fernández y Vega, 1996). Es importante destacar el efecto de temporales no clasificados como huracanes o ciclones, que producen lluvia continua durante lapsos mayores de veinticuatro horas (de cerca de dos a cuatro días, usualmente) y que afectan las áreas terrestres, el Océano Pacífico y el Mar Caribe circundantes. Los temporales del Pacífico ocurren de mayo a noviembre, más frecuentemente en junio y de septiembre a octubre. Los temporales del Caribe ocurren con mayor frecuencia durante el invierno del hemisferio norte, cuando la región recibe la influencia de empujes de aire frío desde América del Norte (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

Ya en su Cuarto Reporte de 2007 el IPCC observó que la frecuencia de eventos de lluvia intensa ha aumentado sobre la mayoría de las masas de tierra, consistente con el calentamiento y aumento de vapor de agua observados (IPCC, 2007a y 2007b). En su reporte sobre eventos extremos, concluye que hay un nivel de confianza media que influencias antropogénicas han contribuido a la intensificación de precipitación extrema a escala global y sequías en algunas regiones, incluyendo a Centroamérica, debido a reducciones en la lluvia y/o aumentos en la evapotranspiración. Observa que dichos cambios en extremos pueden asociarse a cambios en la media, varianza, forma de las distribuciones de probabilidad o todos estos indicadores juntos. También considera que algunos eventos climáticos como sequías o deslaves pueden ser el resultado

de una acumulación de eventos que individualmente no son tan extremos. Finalmente, observa que la variabilidad natural seguirá siendo un factor importante en el futuro, adicional al efecto de los cambios asociados a actividades antropogénicas (IPCC, 2011).

En Centroamérica y República Dominicana entre los años 1931 y 2015, se han registrado 375 eventos extremos asociados a fenómenos hidrometeorológicos (véase el gráfico 6) siendo Honduras el país con la mayor frecuencia (66) y Belice el que registra menos (19). Por origen, los eventos más recurrentes son inundaciones y tormentas, que representan 82% de los eventos totales y un 9% corresponde a sequías. En las tres últimas décadas los desastres registran un crecimiento anual estimado de 6% con respecto a la década de los setenta.

A escala temporal se observa un incremento sostenido del número de eventos, especialmente a partir de la década de los sesenta, con una acumulación importante entre los años 1991 y 2015. En estas últimas dos décadas, las inundaciones han crecido más de tres veces en todos los países con relación al período 1966 a 1990. Los países con mayor número de inundaciones son Costa Rica, Honduras y Panamá, mientras que El Salvador, Guatemala, Nicaragua y República Dominicana mantienen una frecuencia intermedia. En cuanto a tormentas y huracanes registrados, República Dominicana tiene el registro más alto en el segundo período con 21 eventos seguido de Nicaragua con 17 entre 1991 y 2015 (véase el gráfico 7). El resto muestra entre 2 y 13 eventos, sobresalen Costa Rica, El Salvador y Guatemala, los cuales tuvieron un evento cada uno en el primer período, pero en el segundo tuvieron el mayor aumento. Los aluviones y las temperaturas extremas comienzan a manifestar una tendencia creciente en los años recientes, igual que las sequías y los incendios forestales a partir de los años noventa. Es importante anotar que estas cifras no incluyen eventos de menor escala que a menudo tienen impactos severos en poblaciones particulares y efectos acumulativos a mediano y largo plazo.

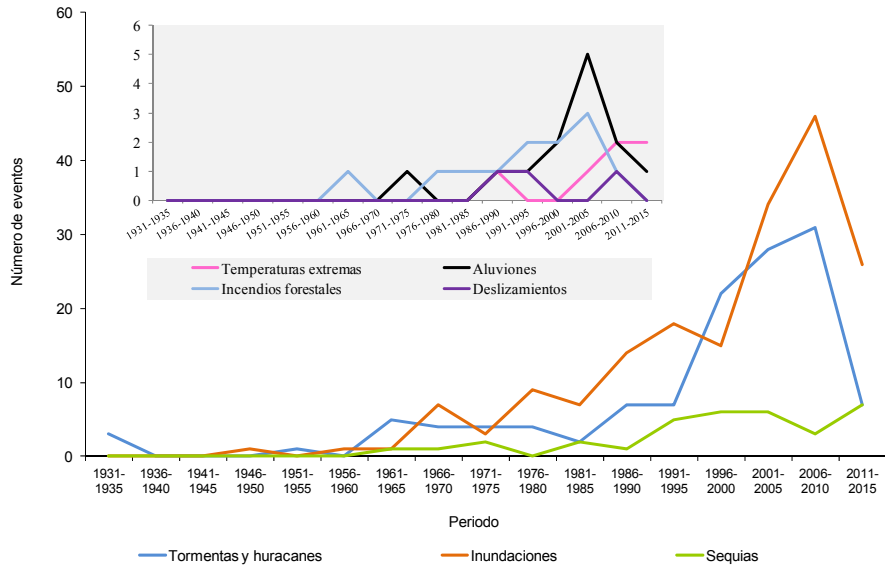
De acuerdo con el Cuarto Reporte del IPCC, en nueve de los diez años del período 1995 a 2005 la cantidad de huracanes en el Atlántico Norte aumentó por encima de la tendencia histórica registrada de 1981 a 2000 (IPCC, 2007b). Las sequías también han sido más intensas, principalmente en los trópicos y subtropicos a partir de 1970. El gráfico 8 presenta una serie de tiempo del registro de huracanes y tormentas (HURDAT) de la NOAA para el Océano Atlántico desde 1878 hasta 2015, la cual registra una enorme volatilidad, con un aumento de tormentas y huracanes en las últimas dos décadas. No obstante, no hay claridad de que sea una tendencia fuera de la tendencia histórica (Hegerl y otros, 2007; Vecchi y Knutson, 2008). Aunque las bases de datos disponibles padecen de limitaciones en los registros, lo que se ha registrado sugiere que es probable que esta tendencia también haya sido experimentada por Centroamérica.

Al desagregar eventos de moderada y corta duración, el gráfico 9 muestra que la frecuencia de las tormentas tropicales de corta duración (menos de dos días) en el océano Atlántico ha aumentado progresivamente, sobre todo desde 1960. Considerando la mayor frecuencia de lluvias intensas registradas en algunas zonas de la región, el análisis de la posible relación de esta tendencia con cambio climático sería recomendable.

Ahora bien, las tormentas de duración moderada presentan una posible fluctuación multidecadal, habiendo cambiado su trayectoria a partir de 1980. La relación entre frecuencia de estos eventos y cambio climático podrá identificarse cuando se aclare si el patrón de frecuencia sale de su oscilación histórica en las próximas décadas.

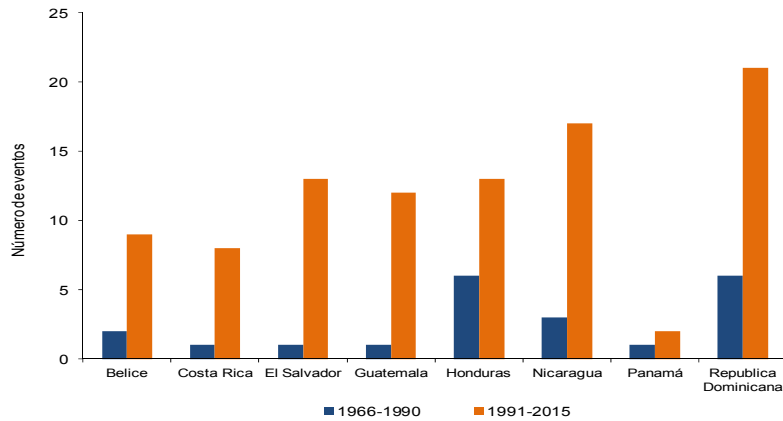


**GRÁFICO 6**  
**CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA: EVOLUCIÓN TEMPORAL**  
**DE LOS EVENTOS EXTREMOS REGISTRADOS, 1931-2015**  
*(En número de eventos registrados por tipo de evento)*



Fuente: Elaboración propia con base en EM-DAT (CRED, 2015).

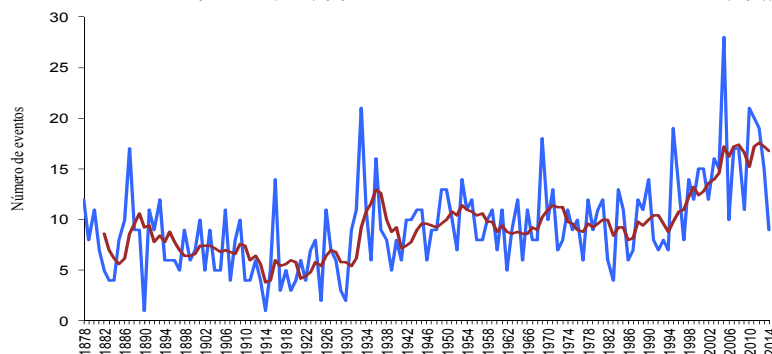
**GRÁFICO 7**  
**CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA: NÚMERO DE TORMENTAS TROPICALES**  
**Y HURACANES REGISTRADOS EN DOS PERÍODOS, 1966-1990 Y 1991-2015**  
*(En número de eventos)*



Fuente: Elaboración propia con base en EM-DAT (CRED, 2015), y no necesariamente registra todos los eventos más significativos.

**GRÁFICO 8**  
**OCÉANO ATLÁNTICO NORTE: NÚMERO DE HURACANES, TORMENTAS TROPICALES Y SUBTROPICALES, 1878-2015**

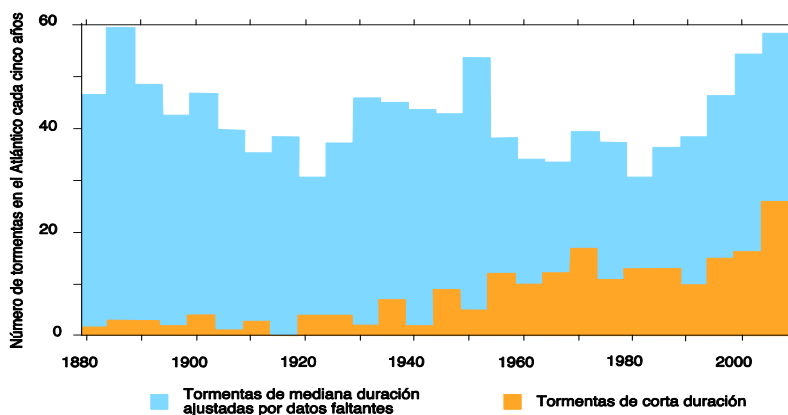
(En número de eventos por año (azul) y promedio móvil de cinco años de los eventos (roja))



Fuente: Elaboración propia con base en HURDAT (NOAA, 2015).

**GRÁFICO 9**  
**OCÉANO ATLÁNTICO: NÚMERO DE TORMENTAS SEGÚN DURACIÓN (MODERADA Y CORTA), 1878-2006**

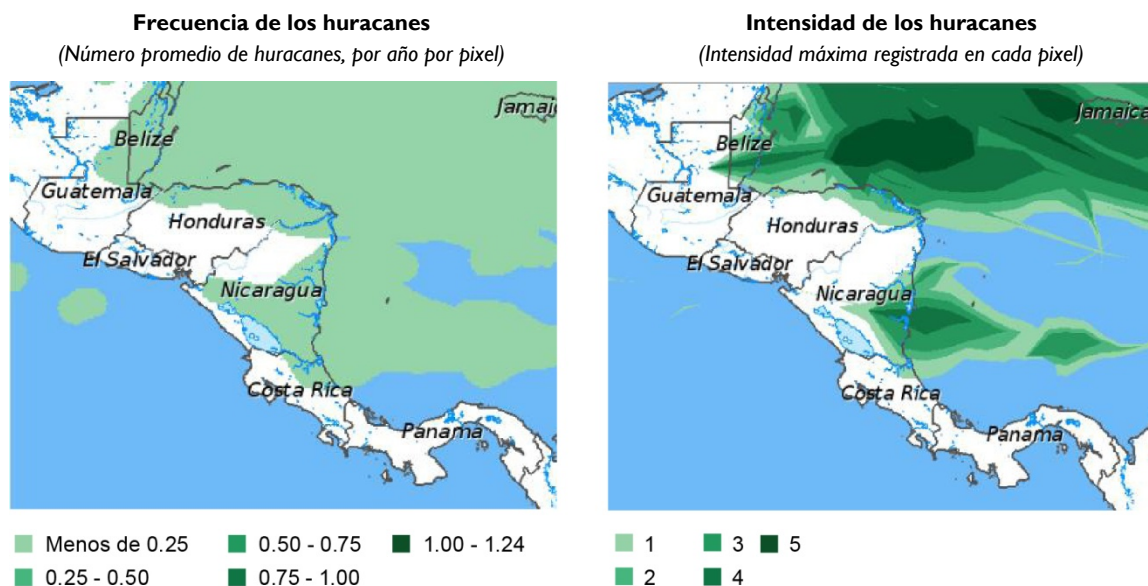
(En número de tormentas cada cinco años por duración moderada (celeste) y corta (naranja))



Fuente: NOAA, 2010.

Con respecto a la distribución espacial de los eventos ciclónicos tropicales entre 1977 y 2006, se observa que los territorios más expuestos abarcaban casi la totalidad de la costa del Caribe o costa atlántica, la totalidad del territorio de Belice, una gran parte de Honduras y Nicaragua y la parte norte de Costa Rica. Sin embargo, los huracanes del Caribe inducen o jalan la ZCIT hacia el norte de Centroamérica, la cual provoca “temporales” (serie de días con lluvias intensas o con acumulados altos), generando inundaciones y deslizamientos en zonas más amplias que las afectadas directamente por un huracán. Esto fue el caso del efecto adicional de huracán Mitch. Igualmente, se está experimentando el fenómeno de tormentas y huracanes que entran por el pacífico, afectando seriamente a Centroamérica, cuando anteriormente su trayectoria era más al norte. Otro fenómeno observado, es que depresiones y tormentas que no llegan a ser huracanes presentan mayores intensidades de lluvias, como la depresión tropical 12e que provocó graves impactos en El Salvador y regiones de Guatemala, honduras y Nicaragua especialmente.

**MAPA 2  
CENTROAMÉRICA: UBICACIÓN ESPACIAL DE RIESGOS  
DE LOS HURACANES, 1977-2006**



Fuente: PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010.

Nota: Solamente disponible para ciclones tropicales de categoría 1 en la escala Saffir-Simpson.

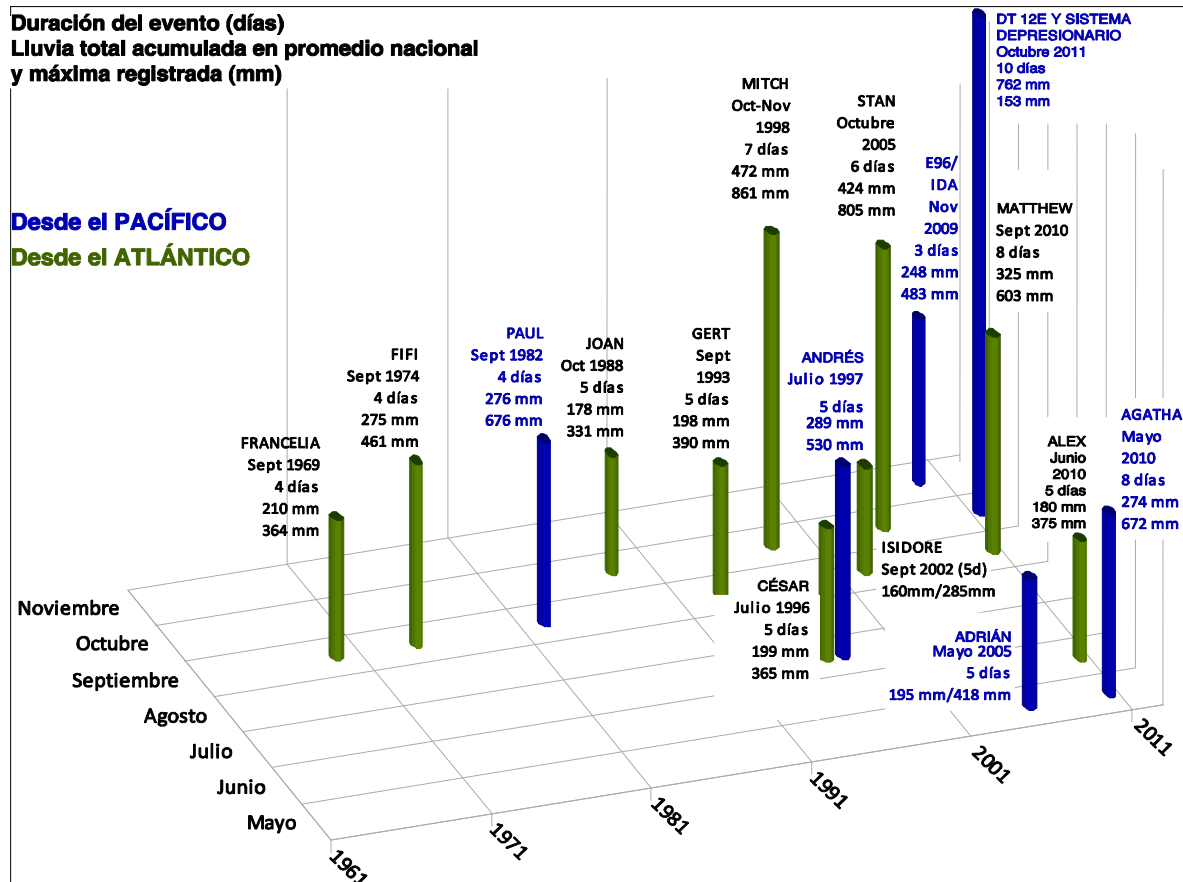
Fuente: PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010.

Nota: Escala Saffir-Simpson

El gráfico 10 ilustra esta situación en el caso de El Salvador, evidenciando el aumento de huracanes y ciclones y otros sistemas que se originaban en el Caribe y la novedad de estos eventos extremos con origen en el Pacífico.

Los registros de frecuencia de las tormentas tropicales de corta duración (menores a dos días) en el océano Atlántico demuestran que éstas han aumentado, principalmente desde 1960. La relación entre esta tendencia y posibles efectos del cambio climático sobre mayor concentración de precipitación podría ser una línea de análisis a tomarse en cuenta. Mientras que las tormentas de duración moderada (cinco días) presentan una posibilidad de fluctuación multidecadal, habiendo cambiado su trayectoria de aumento a partir de 1980. De acuerdo con el Quinto Reporte del IPCC (AR5) (2013b) se ha detectado la influencia humana en el calentamiento de la atmósfera y el océano, en alteraciones en el ciclo global del agua, en reducciones de la cantidad de nieve y hielo, en la elevación media mundial del nivel del mar y en cambios en algunos fenómenos climáticos extremos. Esta evidencia de la influencia humana es mayor desde que se elaborara el Cuarto Reporte del IPCC (AR4). Es sumamente probable que la influencia humana haya sido la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX. Sin embargo, el AR5 (2013a) señala que existe un nivel de confianza medio en cuanto a que, desde 1970, una reducción en el forzamiento por aerosoles en el Atlántico Norte ha contribuido, al menos en parte, al aumento observado en la actividad de los ciclones tropicales en esta región. La evidencia no apoya la afirmación de que se están observando fenómenos meteorológicos que han sido muy poco probables en ausencia del cambio climático inducido por el hombre, a pesar de las tendencias observadas en la concurrencia de un gran número de eventos que pueden ser más fácilmente atribuibles a factores externos (IPCC, 2013b).

**GRÁFICO 10**  
**EL SALVADOR: EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, 2011.

En cuanto a la relación entre intensidad de eventos y cambio climático, la evidencia es más sólida. El reporte especial del IPCC sobre la gestión de riesgos de eventos extremos y desastres para avances en adaptación al cambio climático (SREX, «Special Report on Extreme Events», por sus siglas en inglés) actualiza el AR4 y llega a conclusiones similares usando la guía de incertidumbres revisada en el AR5. La evidencia indica con un alto nivel de confianza que la mayoría de los extremos cálidos y fríos muestran calentamiento (IPCC, 2013b, 2012), la mayor parte de las áreas terrestres analizadas han experimentado calentamiento de temperaturas extremas máximas y mínimas desde 1950 (Donat y otros, 2013). El SREX apoya la conclusión del AR4 sobre que las precipitaciones intensas anuales habían aumentado de manera desproporcionada en comparación con la media entre 1951 y 2003 en muchas regiones de latitudes medias, aun cuando se había producido una reducción de la precipitación total anual. Sobre las sequías el SREX concluye que no hubo suficientes observaciones directas para sugerir alta confianza en las tendencias globales observadas, aunque si hubo un nivel de confianza media de que desde la década de 1950 algunas regiones del mundo han experimentado sequías más largas e intensas. Con respecto a tormentas tropicales, el SREX y la literatura más reciente indican que es difícil sacar conclusiones con relación a los niveles de confianza asociados de las tendencias observadas antes de la era de los satélites. Las últimas evaluaciones indican que es poco probable que las cifras anuales de las tormentas tropicales y huracanes hayan aumentado en los últimos 100 años en el Atlántico Norte, sin embargo la

evidencia muestra con mayor certidumbre un aumento en la frecuencia y la intensidad de los ciclones tropicales desde 1970 en esa región (IPCC, 2013b, 2012).

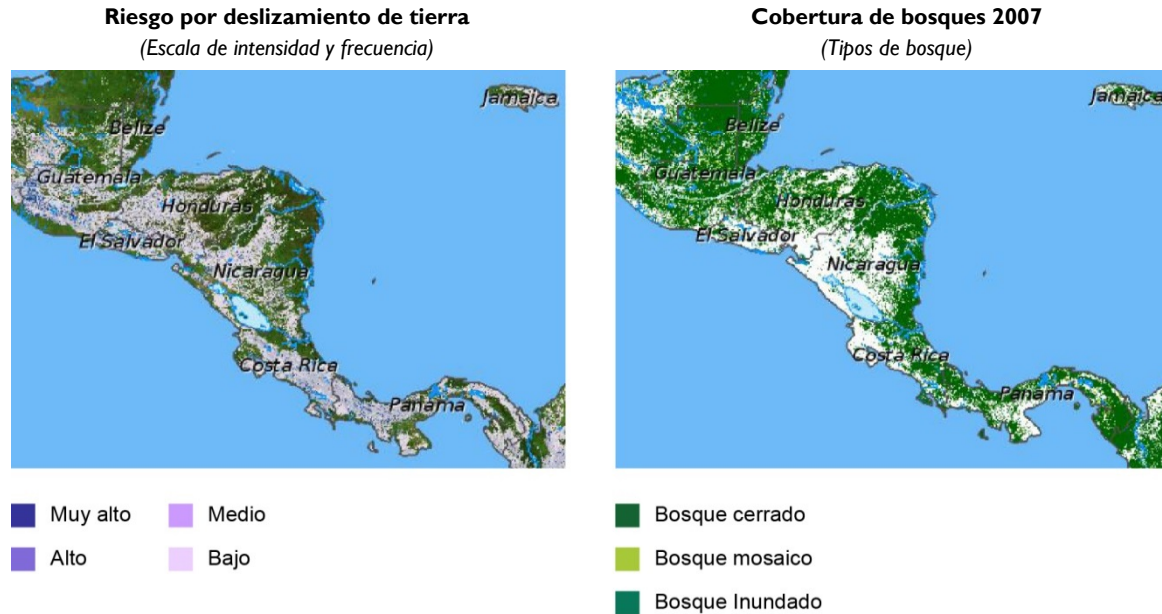
Los patrones de inundaciones más recurrentes y abundantes se presentan en los territorios de inundación natural: las riberas de los ríos, las zonas bajas y las zonas costeras. Las mayores inundaciones han ocurrido a lo largo de la costa y buena parte del norte de Belice. Las costas y los territorios circundantes a ríos y lagos de Guatemala presentan una recurrencia similar. El Salvador muestra un patrón de riesgo muy claro en la costa y particularmente en los territorios ribereños del río Lempa en todo su trayecto. El patrón de riesgo por inundaciones de Honduras se concentra en ambas costas. Nicaragua presenta dos territorios significativos de riesgo (TSR) por inundaciones: la región costera y surponiente de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) y la zona costera de Chinandega. Las inundaciones extremas de Costa Rica afectan principalmente los territorios de Guanacaste y el norte de las provincias de Alajuela, Heredia y Limón. Panamá es el país con la menor incidencia de inundaciones extremas. Su territorio más expuesto es una franja de la provincia de Darién (PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010).

Los deslizamientos causados por precipitaciones cobran mayor importancia de la que normalmente se les asigna cuando se analizan series históricas largas. El mapa 3 ilustra que más del 80% del territorio centroamericano está expuesto a este riesgo. Los TSR por deslizamientos coinciden ampliamente con las zonas deforestadas o en proceso de deforestación. El riesgo por deslizamientos se concentra en el centro y sur de Guatemala. El Salvador, con solamente un 10% de su superficie aún con bosque, presenta un riesgo sumamente alto. En el mapa 3 se observa que prácticamente todo su territorio está expuesto, con intensidades alta y muy alta en alrededor de la mitad de él.

En Honduras los TSR por deslizamientos se concentran en el centro y suroeste del país. En Nicaragua se concentran en los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Chinandega y el resto de la costa pacífica. Casi todo el territorio de Costa Rica, salvo las partes norte de las provincias de Limón, Heredia y Alajuela, está expuesto a deslizamientos de intensidad entre media y muy alta. Casi todo Panamá está expuesto al mismo riesgo con magnitudes variables, salvo los territorios de Herrera y pequeñas porciones de Colón, Panamá, Los Santos y Darién. En Belice sólo los territorios del oeste están expuestos a riesgos de intensidad baja y muy baja (PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010).

En cuanto a sequías, prácticamente no hay porción de Centroamérica que en los últimos treinta años no las haya sufrido. Entre los años 1974 y 2004, la mayor concentración de eventos de sequía se registró en Guatemala, Honduras, Nicaragua, la costa pacífica de Costa Rica y la costa atlántica de Panamá. Las sequías más severas han ocurrido en los territorios del Oriente, Alta Verapaz y parte de El Petén en Guatemala, el norte del Departamento de Cortés y la parte norponiente de Gracias a Dios en Honduras, el Departamento de Rivas en Nicaragua, el norte de la Provincia de Guanacaste en Costa Rica (véase el mapa 4). Las sequías se asocian ampliamente con procesos de degradación ambiental, los que, combinados con condiciones climáticas adversas, incrementan su recurrencia y sequedad. Fenómenos como El Niño suelen causar daños y pérdidas considerables en todos los países de la región, lo que podría intensificarse en el corto plazo por los efectos ya pronosticados del cambio climático (PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010).

**MAPA 3  
CENTROAMÉRICA: UBICACIÓN ESPACIAL  
DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS**



Fuente: PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010.

Nota: Desprendimiento de tierras por precipitación.

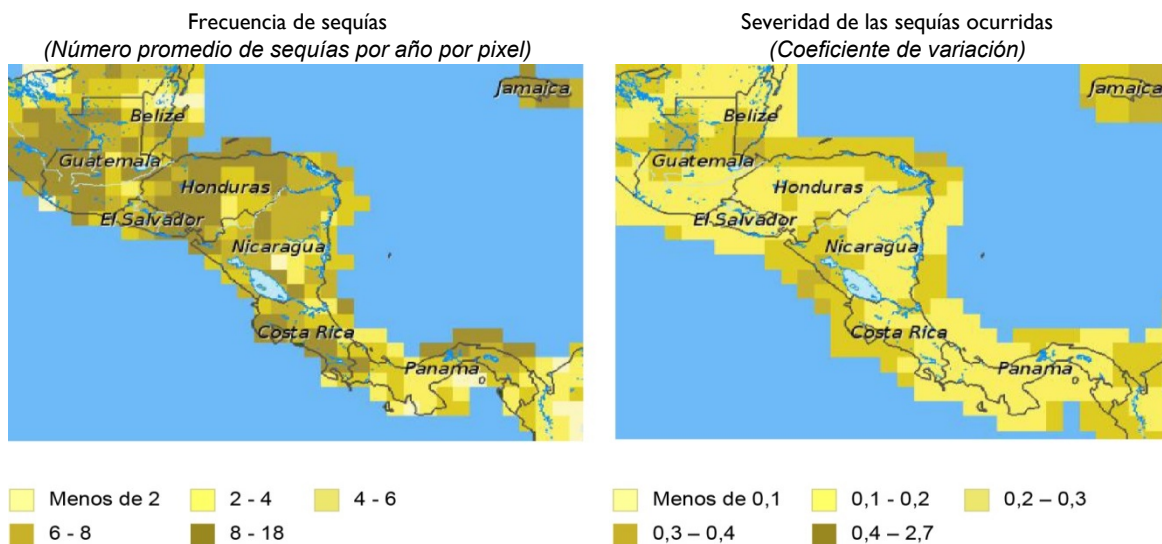
La aridez y la sequía pueden ocurrir en una misma zona geográfica, pero son fenómenos distintos. La sequía es un evento extremo caracterizado por escasez de lluvia anormal respecto de los rangos históricos. De acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD); la sequía es el fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un serio desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos en las tierras. Puede ocurrir con cierta frecuencia como parte de la variabilidad climática natural, pero su intensidad y duración pueden ser modificadas por la actividad humana, especialmente por la deforestación, la degradación de ecosistemas y el cambio climático (Wilhite y Buchanan-Smith, 2005). Cuando la temperatura, la precipitación o fenómenos como El Niño sufren cambios más permanentes, la zona afectada puede experimentar cambios en su nivel de aridez o en su patrón de meses secos más allá de una sequía entendida como evento extremo. No obstante, los cambios de este tipo pueden ser percibidos como prolongación e intensificación de condiciones de sequía habituales como la meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica.

En Centroamérica existe una zona más árida que el resto, el “corredor seco”, el cual junto con otras partes de la región, han sido seriamente afectadas por períodos de sequía. El Corredor Seco Centroamericano (CSC) abarca regiones de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua Costa Rica y Panamá, pero su porción mayor está ubicada en la vertiente del Pacífico (MARENA, 2001; Ramírez, 1983; CEPAL, 2002). La región enfrenta períodos de sequía, especialmente en su vertiente Pacífico. Así, por ejemplo, sequías severas en los últimos años (2009-2010 y 2014-2015) han afectado la producción agrícola, especialmente la del CSC, que abarca zonas de la vertiente Pacífica y del interior, desde Guatemala hasta Panamá. El evento El Niño fue declarado en junio de 2009 con una estación lluviosa irregular que afectó principalmente a la vertiente del Pacífico. La precipitación de la segunda temporada de lluvias, entre septiembre y octubre, también fue



irregular; lo que impidió la recarga de las fuentes de agua y el subsuelo, por lo que el recurso para consumo humano, pecuario y segunda siembra se limitó (PESA, 2010).

#### MAPA 4 CENTROAMÉRICA: UBICACIÓN ESPACIAL DE SEQUÍAS, 1974-2004



Fuente: PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010.

Nota: Calculado en función del índice estandarizado de precipitación de 6 meses (SPI6). La definición de sequía es: evento de tres meses consecutivos de duración con menos del 50% de precipitación comparado con el promedio de 1980-2001.

Fuente: PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010.

Nota: Medida de la variabilidad de las precipitaciones en relación con la precipitación media climatológica de 1980-2001.

### SEQUÍA EN CENTROAMÉRICA 2014-2015

En 2014, Centroamérica enfrenta una fuerte sequía que afectó la producción de la primera temporada de los granos básicos, especialmente el maíz y el frijol. El CSC fue golpeado por déficit de lluvia significativos que resultaron en hasta 27 días consecutivos y un total de 45 días sin lluvia entre julio y agosto (FEWS NET, 2014; Morel, 2014; WB, 2014). La falta de lluvia ocurrió precisamente durante las fases más críticas del desarrollo de estos cultivos, es decir, cuando la necesidad de recursos hídricos es mayor (FEWS NET, 2014). Se tuvo un registro de más de 500.000 familias en Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador que experimentaron la inseguridad alimentaria grave debido a la sequía severa (WB, 2014).

En El Salvador al menos 65.000 hectáreas fueron afectadas y hubo daños irreversibles en los cultivos de granos básicos. Dos períodos secos entre junio y julio dañaron el 34% de maíz y 20% del frijol como proporción de la producción nacional. Las zonas más afectadas fueron el sur y la región oriental en los departamentos de Santa Ana, Chalatenango, Usulután, San Miguel, Morazán y La Unión (FEWS NET, 2014).

En Guatemala, la sequía afectó al 70% del territorio y al 54% más pobre de su población. Alrededor de 236.000 familias enfrentaron situaciones de inseguridad alimentaria (WB, 2014). Se perdió hasta 75% de las cosechas de maíz y de frijol y se murieron miles de cabezas de ganado (UN News Centre, 2014). El déficit de lluvia tuvo mayores repercusiones en el oriente del país, en los

departamentos de Jutiapa, Zacapa, Chiquimula, El Progreso y Jalapa. Hacia octubre, se reportó que 30.000 familias habían agotado sus reservas de alimentos, lo cual profundizó una situación de emergencia de inseguridad alimentaria (FEWS NET, 2014; UN News Centre, 2014).

En Honduras las zonas occidentales fueron las más impactadas por el déficit de lluvia, incluyendo los departamentos de El Paraíso, Choluteca, Francisco Morazán, Valle, La Paz, Intibucá, Lempira, Ocotepeque, Copán y Comayagua (FEWS NET, 2014; UN News Centre, 2014). Para junio de 2014 se compraron 2.000 toneladas de frijol rojo de Etiopía lo que provocó una fuerte subida en los precios de este cultivo y agudizó la situación que ya era precaria para las familias de bajos ingresos (Castro, 2014).

En Nicaragua, durante mayo se registró una disminución histórica de lluvia del 75% y en la zona del Pacífico central la disminución llegó hasta un 88% según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Ineter) (Álvarez y Navas, 2014). Nicaragua sufrió pérdidas de aproximadamente 75% del cultivo de maíz de primera en 2014 en un área que abarca desde el litoral del Pacífico hasta el centro y norte del territorio. Los departamentos más afectados fueron Nueva Segovia, Jinotega, Madriz, Estelí, Matagalpa, León y Chinandega donde se observaron más de 2.000 cabezas de ganado muertas (FEWS NET, 2014; Morel, 2014).

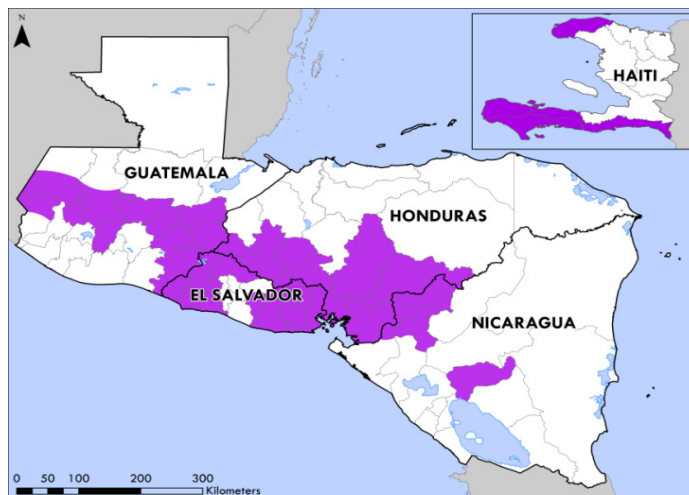
El 2015 marcó el segundo año consecutivo en el cual una severa sequía asociada con El Niño redujo drásticamente los rendimientos de frijol y de maíz en la primera temporada (mayo a agosto) en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. El acumulado de lluvia representa entre el 30% y 50% del promedio histórico que ha provocado pérdidas de hasta el 60% del cultivo de maíz y hasta 80% del cultivo de frijol para muchos pequeños productores de la región. Esto ha colocado a cientos de miles de hogares y 2,5 millones de personas en situaciones de inseguridad alimentaria grave, con una gran necesidad de ayuda alimentaria de emergencia. Se estima una pérdida de 3 millones de toneladas de maíz en toda la región y una reducción de alrededor del 8% relativo a la cosecha de 2014 (FAO, 2015; FEWS NET, 2015a).

En 2015, Honduras y El Salvador han sido los países más golpeados por esta sequía. En ambos países, se perdió el 60% del cultivo de maíz y el 80% o más del cultivo de frijol de la primera temporada en las zonas más afectadas, como consecuencia del déficit de lluvia. En El Salvador, estos porcentajes equivalen a 88.000 hectáreas de maíz y 2.400 hectáreas de frijol. Se estima que el número de personas que todavía requieren ayuda de emergencia ha alcanzado 253.000 en Honduras y 192.000 en El Salvador (FAO, 2015; Lutheran Relief Web, 2015).

En las zonas afectadas de Guatemala se estima que se ha perdido alrededor del 80% de los cultivos de la primera temporada, incluyendo 55.000 toneladas de maíz y 11.500 toneladas de frijol, lo cual ha impactado a más de 170.000 familias o, aproximadamente 900.000 personas, las cuales no tienen reservas de alimentos (FAO, 2015; Reuters, 2015). Actualmente, la zona más afectada es el altiplano occidental, donde se estima que los hogares enfrentarían un estado de crisis hasta noviembre, debido al déficit de lluvia durante la primera temporada y las pérdidas experimentadas en el sector del café por la roya (FEWS NET, 2015c). En Nicaragua, la canícula prolongada ha afectado los departamentos de Chinandega, el occidente de Estelí, el noroccidente de Nueva Segovia, el occidente de Madriz, Boaco y Carazo, los cuales representan alrededor del 30% de la producción total nacional. En estos departamentos, los daños en ciclo de primera han sido mayores al 50% y dentro de las áreas más impactadas de ellos, se han reportado pérdidas totales de los

cultivos (FEWS NET, 2015b). Los resultados anuales dependerán de las condiciones climáticas durante el ciclo de producción de postrera y donde se realice el apante.

**MAPA 5**  
**CENTROAMÉRICA: ÁREAS DE PRINCIPAL PREOCUPACIÓN EN**  
**MATERIA DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA AGUDA**



Fuente: FEWS NET, 2015a

Nota: Aunque este informe se enfoca únicamente en Centro América, FEWS NET estima que sin ayuda de emergencia, hasta 1,5 millones de personas en Haití y 2 millones de personas en Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua estarán en crisis para marzo de 2016.

## **ESTIMACIONES DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS ASOCIADAS A EVENTOS EXTREMOS CLIMÁTICOS**

La estimación de pérdidas económicas atribuibles a eventos extremos se inició hace aproximadamente cuatro décadas por medio de un esfuerzo compartido entre las instituciones nacionales, regionales y las Naciones Unidas, incluyendo la CEPAL. Cubren 22 eventos mayores, algunos de los cuales afectaron a varios de los países de la región, generando un estimado acumulado de pérdidas de aproximadamente 23.000 millones de dólares a precios de 2008 (véase el cuadro 4).<sup>6</sup> De este total, el 49% ocurrió en sectores productivos, de lo cual se registró 66% en la agricultura y 12% en el comercio. Además, el 26% de las pérdidas económicas se registraron en la infraestructura. Finalmente, es notable que este registro incluya un número creciente de sequías, tormentas y depresiones tropicales en la última década.

En las negociaciones internacionales, los gobiernos de Centroamérica han priorizado no solamente la adaptación, sino el establecimiento del Mecanismo de Varsovia para contar con una institucionalidad formal para tratar las pérdidas y daños asociados al cambio climático. Esta prioridad resulta no solamente de la alta vulnerabilidad de la región a eventos extremos actualmente, sino también a la preocupación por mayor evidencia de los probables efectos de cambio climático en la intensificación de estos fenómenos.

<sup>6</sup> Incluye cinco eventos valorizados con la República Dominicana.

Los escenarios sobre la posible trayectoria de la precipitación con el cambio climático sugieren mayor variabilidad y una probable tendencia de reducción especialmente en la segunda mitad de este siglo. Es importante recalcar que los escenarios de posibles impactos en precipitación adolecen de una mayor incertidumbre que los de temperatura. En el escenario menos pesimista (B2), la precipitación disminuiría 4% al corte 2050 y 11% al corte 2100 como promedio centroamericana, con grandes variaciones a nivel de país. Por ejemplo, hacia finales del siglo las reducciones estimadas a nivel nacional son: 3% en Panamá, 7% en Guatemala, entre 10% y 13% en Costa Rica, Belice, El Salvador y Honduras, y 17% en Nicaragua. El escenario más pesimista (A2) sugiere una disminución de la precipitación de 14% a 2050 y 28% hacia finales del siglo, con estimados de 18% en Panamá, 35% en Nicaragua y entre 27% y 32% en Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras.<sup>7</sup> (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). En el caso de los nuevos escenarios de emisiones del AR5 del IPCC, se estima un cambio de la precipitación con el RCP 6.0 entre 5% y -17% para la región centroamericana y entre 11% y -26% con el RCP 8.5<sup>8</sup> (IPCC, 2013b; CEPAL, 2015b).

## IMPACTOS POTENCIALES EN ARIDEZ Y MESES SECOS

Aún con una reducción menor de la precipitación bajo el escenario B2 habría un efecto del alza de la temperatura en la evapotranspiración, lo que redundaría en una mayor aridez, especialmente en la segunda parte del siglo, afectando los ecosistemas, la agricultura y la generación de hidroelectricidad. Con el escenario más pesimista (A2), el efecto multiplicador sería mayor. Un análisis de aridez preparado en la iniciativa Economía de Cambio Climático en Centroamérica (ECC CA) (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012b) encuentra que los niveles de temperatura y precipitación del período 1950 a 2000 generan un índice de aridez de 1,6 para Centroamérica, dentro de la clasificación internacional “húmedo”; con la excepción de 7 departamentos (León, Estelí, Managua en Nicaragua, El Paraíso en Honduras, Chiquimula, El Progreso y Zacapa en Guatemala) con un nivel de 1,25 o menos que entran a la clasificación “subhúmedo” y que conforman parte del CSC. Al otro extremo, se encuentra el Altiplano Occidental guatemalteco con mayor humedad (cuyo índice de aridez es de 1,96).

Hacia finales del siglo, se estima que el promedio de la región podría descender a un índice de aridez de 1,4 en el escenario menos pesimista (B2) y de 1,2 en el escenario más pesimista (A2), en este último caso bajado un promedio “subhúmedo” (0,91 a 1,25). El mapa 6 ilustra el progresivo aumento en aridez con A2: de 7 departamentos con un nivel de 1,25 o menos en el período histórico, se aumentaría a 20 departamentos al corte de 2020, 38 hacia 2050 y 68 hacia finales de siglo. En este entonces, gran parte de la región podría experimentar condiciones de aridez similar a regiones más secas del CSC actual.

---

<sup>7</sup> Estas dos generaciones de escenarios tienen diferentes parámetros y los RCPs aún no tienen escenarios socioeconómicos predeterminados, por lo que no son inmediatamente comparables entre sí. No obstante, hasta 2100, el escenario RCP 6.0 tiene una trayectoria de concentraciones de CO<sub>2</sub>e similar pero más alto que el B2; el RCP 8.5 es más cercano al SRES A1F1, con una trayectoria similar pero más alto que el A2 (IPCC, 2013b, citando a Malte Meinshausen)

<sup>8</sup> El «National Institute for Environmental Studies» de Japón generó el RCP 6.0 utilizando el «Asia-Pacific Integrated Model (AIM)» y el «International Institute for Applied Systems Analysis» de Austria generó el RCP 8.5 con tres modelos de energía (MESSAGE), gestión de bosques (DIMA) y agricultura (AEZ-WFS).

**CUADRO 4**  
**CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA: PÉRDIDAS ECONÓMICAS CAUSADAS POR LOS PRINCIPALES DESASTRES OCURRIDOS**  
*(En millones de dólares, a precios de 2008)*

País	Año	Evento	Total sectorial													Medio Ambiente	Impacto sobre la mujer y otros			
			Sectores sociales	Vivienda	Educación	Salud	Cultura	Infraestructura	Comunicaciones y transportes	Electricidad	Agua y saneamiento	Riesgo, drenaje y otros	Sectores productivos	Agricultura	Industria			Comercio	Turismo	
Belice	2000	H. Keith	398,9	55,4	50,3	2,2	2,9	...	65,2	60,7	3,1	1,4	...	242,4	91,2	...	33,6	117,6	35,9	...
	2007	H. Dean	108,0	20,7	20,2	0,3	0,2	...	7,1	6,4	0,6	0,1	...	76,2	70,5	...	...	5,7	4,0	...
	Total Nacional	506,9	76,1	70,5	2,5	3,0	...	72,3	67,1	3,7	1,5	...	318,6	161,7	...	33,6	123,3	39,9	...	
Costa Rica	1996	H. César	201,3	47,1	26,5	15,1	5,5	...	126,6	122,0	1,6	3,0	...	27,6	16,6	3,8	5,1	2,1	...	...
	1997	El Niño	110,0	1,6	1,5	...	0,1	...	28,7	...	28,6	0,1	...	71,7	70,2	1,5	...	...	8,0	...
	1998	H. Mitch	120,3	4,6	3,0	0,5	1,1	...	33,2	31,9	0,1	1,2	...	82,5	82,5	...	...	...	...	...
El Salvador	2011	DT.12E	80,3	0,8	0,8	...	...	...	47,2	47,2	...	...	...	32,3	32,3	...	...	...	...	...
	Total Nacional	511,9	54,1	31,8	15,6	6,7	...	235,7	201,1	30,3	4,3	...	214,1	201,6	5,3	5,1	2,1	8,0	...	
	1998	H. Mitch	512,7	49,7	18,0	15,3	16,4	...	98,2	93,0	0,5	3,2	1,5	355,6	209,1	97,6	48,9	...	9,2	...
Guatemala	2001	Sequía	37,4	...	...	...	...	4,5	...	4,5	...	...	...	32,9	31,0	1,9	...	...	...	...
	2005	TT. Stan	357,6	164,7	124,7	21,3	18,7	...	126,6	113,6	...	13,0	...	66,3	53,7	3,4	4,7	4,5	...	...
	2009	TT. IDA	316,0	39,8	18,5	11,1	10,3	...	133,2	118,6	-5,1	19,7	...	82,7	42,7	15,5	24,5	...	60,3	...
Honduras	2010	TT. Agatha	110,7	43,4	20,0	12,0	11,4	...	35,1	32,4	0,5	2,2	...	20,4	11,3	1,8	7,2	0,1	12,0	...
	2011	DT.12E	863,8	198,2	134,7	20,5	43,0	...	267,6	233,9	6,6	27,1	...	324,5	166,8	30,6	125,7	1,4	73,3	0,2
	Total Nacional	2 198,2	495,8	315,9	80,2	99,8	...	665,2	591,5	7,0	65,2	1,5	882,3	514,5	150,8	211,0	6,0	154,7	0,2	...
Guatemala	1982	Inundaciones	180,1	11,5	10,9	0,2	0,4	...	50,8	19,9	25,4	3,3	2,2	117,8	117,8	...	...	...	...	...
	1998	H. Mitch	988,0	63,5	46,6	6,5	10,4	...	153,0	118,5	13,2	21,3	...	764,8	659,6	81,4	23,8	...	6,7	...
	2001	Sequía	26,2	...	...	...	...	8,4	...	...	8,4	...	...	17,8	15,0	2,8	...	...	...	...
Honduras	2005	TT. Stan	1 003,4	169,7	145,1	8,9	15,7	...	492,8	474,1	5,6	13,1	...	296,3	85,7	62,5	89,2	58,9	44,6	...
	2010	TT. Agatha/Erupción volcán Pacaya	977,0	194,7	95,5	80,9	15,6	2,8	366,8	324,0	11,7	14,5	16,6	130,7	83,0	39,2	4,2	4,4	258,2	26,6
	2011	DT.12E	318,6	54,9	43,5	3,2	6,5	1,7	36,7	35,3	0,1	1,1	0,2	80,3	66,9	2,4	10,9	0,1	140,5	6,1
Honduras	Total Nacional	3 493,3	494,3	341,6	99,7	48,6	4,5	1 085,5	971,8	64,4	53,3	19,0	1 407,7	1 028,0	188,3	128,1	63,4	450,0	32,7	...
	1974	H. Fifi	523,1	102,6	102,6	...	...	16,6	...	16,6	...	...	403,9	303,5	34,9	...	65,5	...	...	...
	1998	H. Mitch	5 010,7	580,3	454,5	82,2	43,6	...	911,5	764,9	76,5	37,5	32,6	3 457,2	2 683,1	497,4	276,7	...	61,7	...
Honduras	2001	Sequía	58,5	...	...	...	...	12,6	...	3,8	8,8	...	45,9	39,3	6,6	...	...	...	...	...
	2011	DT.12E	195,3	60,3	50,5	1,9	7,9	...	34,4	33,4	0,03	1,0	...	67,2	61,7	2,3	3,2	...	32,1	1,3
	Total Nacional	5 787,6	743,2	607,6	84,1	51,5	...	975,1	798,3	96,9	47,3	32,6	3 974,2	3 087,6	541,2	279,9	65,5	93,8	1,3	...

Pais	Año	Evento	Total sectorial	Sectores sociales	Vivienda	Educación	Salud	Cultura	Infraestructura	Comunicaciones y transportes	Electricidad	Agua y saneamiento	Riesgo, drenaje y otros	Sectores productivos	Agricultura	Industria	Comercio	Turismo	Medio Ambiente	Impacto sobre la mujer y otros
	1982	Inundaciones	795,5	100,0	59,6	33,5	6,9	...	400,5	351,6	10,7	33,5	4,7	295,0	244,8	42,6	7,6	...	...	...
	1988	H. Joan	412,7	606,5	518,3	77,2	11,0	...	289,3	261,0	1,4	14,3	12,6	234,3	141,0	52,9	40,4	...	282,6	...
	1996	H. César	68,7	12,5	11,8	0,3	0,4	...	19,9	19,2	0,4	0,3	...	36,3	31,4	...	4,9	...	...	...
	1998	H. Mitch	303,7	356,5	258,3	70,1	28,1	...	448,4	404,6	18,6	25,2	...	487,4	244,6	126,7	116,1	...	11,4	...
Nicaragua	2001	Sequía	49,1	...	...	...	...	...	7,7	...	...	7,7	...	41,4	35,4	6,0	...	...	...	...
	2007	Félix/ Inundaciones	883,0	94,3	77,8	7,7	8,8	...	149,1	143,8	3,6	1,7	...	74,1	74,1	...	...	...	565,5	...
	2011	DT.12E	426,4	48,1	19,4	0,2	28,5	...	253,8	187,6	3,4	62,8	...	70,8	60,9	6,3	3,5	0,1	53,6	0,1
	Total Nacional		4 939,1	2 17,9	945,2	189,0	83,7	...	5 688,7	4 367,8	38,1	145,5	17,3	1 239,3	832,2	234,5	172,5	0,1	913,1	0,1
	1979	H. David y Federico	1 701,8	163,9	56,4	62,0	45,5	...	300,9	184,2	102,4	14,2	...	1 237,1	608,2	320,4	308,5	...	...	...
	1998	H. George	2 897,1	426,4	306,3	90,9	29,2	...	879,0	438,5	117,4	21,7	301,4	1 428,1	696,6	427,0	74,0	230,5	163,7	...
República Dominicana	2003	Inundaciones	49,8	3,5	0,5	0,9	2,1	...	9,8	8,5	0,2	1,1	...	36,4	36,4	...	...	...	...	...
	2004	H. Jeanne	347,7	18,1	13,1	1,7	3,4	...	106,0	99,8	4,2	2,0	...	220,2	85,8	23,3	111,1	...	3,4	...
	2008	TT. Noel	455,9	84,7	64,3	15,2	5,2	...	142,2	46,9	70,3	25,0	...	225,5	170,5	53,0	1,9	...	3,6	...
	Total Nacional		5 452,3	696,6	440,6	170,7	85,4	...	4 378,8	777,9	294,5	64,0	301,4	3 147,3	1 597,5	823,7	495,5	230,5	170,7	...
	Pérdidas acumuladas		22 889,7	3 778,1	2 753,1	641,7	378,6	4,5	6 063,7	4 775,4	535,3	381,1	371,8	1 183,4	7 423,1	1 943,8	1 325,6	490,9	1 830,3	34,3

Fuente CEPAL, varios años.

Nota: Deflactado por el índice de Precios al Consumidor (IPC) de los Estados Unidos. H. = Huracán; TT. = Tormenta Tropical.



La iniciativa ECC CA (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012b) también incluyó un análisis del número de meses secos por año en el período 1950 a 2000 y en los escenarios de cambio climático. Un mes seco es aquel en el que la precipitación es menor al 50% de la evapotranspiración del mismo mes (CAZALAC y PHI/UNESCO, 2005). En el período histórico, la región Pacífico es la que ha tenido el mayor número de meses secos por año, entre cuatro y seis, principalmente en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. En contraste, la región Atlántico presentaba el menor número. De hecho, en el Distrito de Toledo, en Belice, los Departamentos de Alta Verapaz e Izabal en Guatemala y Atlántida en Honduras y la región Atlántico de Costa Rica normalmente no han experimentado meses secos como norma histórica. El resto de esta región tiene entre uno y dos meses secos. Las regiones Centro y Altiplano Occidental guatemalteco presentan climas más diversos con entre uno y seis meses secos.

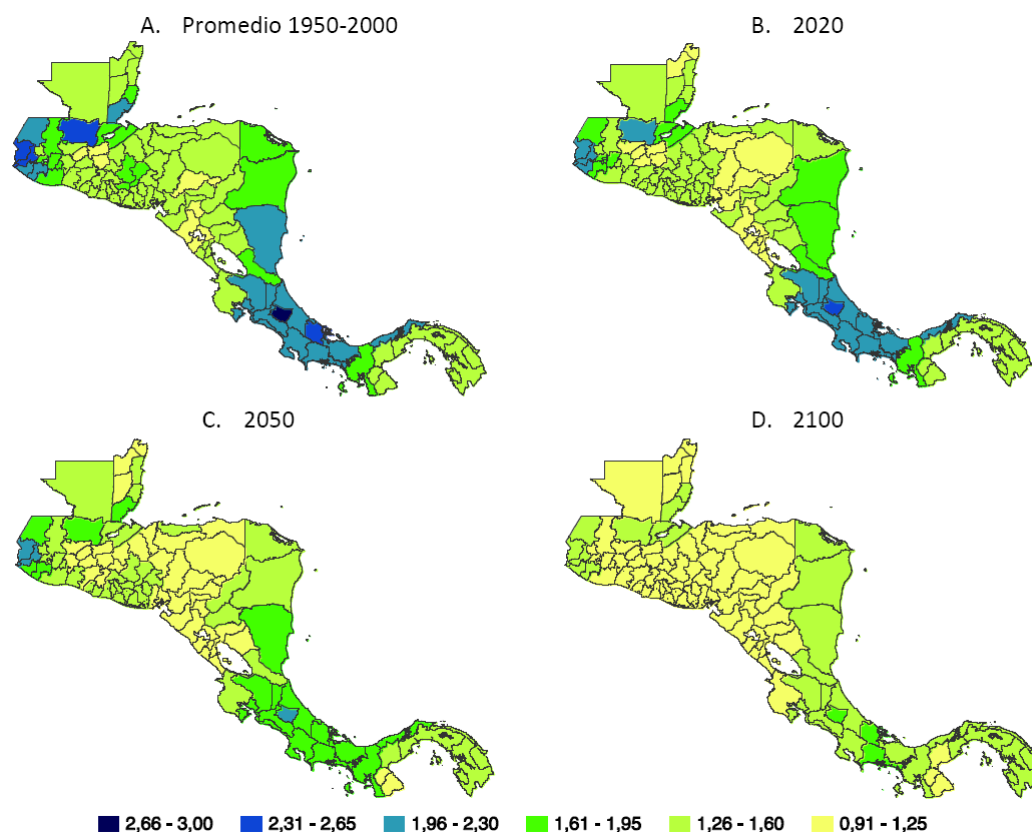
En las próximas décadas puede ocurrir una mayor variabilidad tanto de aumento como reducción de meses secos. Considerando que la variabilidad actual, tanto interanual como intraanual, genera serios impactos en la región, es de suma importancia mejorar la capacidad de adaptación y gestión de riesgo a corto plazo. A partir del corte de 2050 se evidencia una tendencia más generalizada de aumento de meses secos y una progresiva diferenciación entre los dos escenarios con A2 siendo el más severo. Los esfuerzos a corto plazo de responder a la variabilidad climática y los eventos extremos, serían clave para bajar las pérdidas a corto plazo y preparar a la región por los cambios severos acumulativos que podrían venir a mediano plazo.

En el escenario B2 al corte 2020, el número de meses secos aumentaría en 13 departamentos y disminuiría en 18, pero 64 departamentos experimentarían condiciones relativamente estables con respecto al promedio de 1950 a 2000. Al corte 2050 con el escenario B2, el número de meses secos habría aumentado en 12 y disminuido en 24 departamentos, mientras 59 quedarían en condiciones similares a las históricas. Estos tres grupos representarían 8%, 23% y 69% del territorio regional respectivamente. En general, en el escenario B2 hasta el corte de 2050, la mayoría de los departamentos experimentarían cambios limitados en aumento o reducción de meses secos. A más largo plazo, más de una quinta parte de los departamentos experimentarían aumento del número de meses secos. Al corte 2100, el número de meses secos habría aumentado en 22 y disminuido en 30 departamentos; 43 quedarían en condiciones similares a las históricas. Así, 28% del territorio de la región sufriría un aumento de meses secos, 27% experimentarían menos meses secos y 45% condiciones parecidas a las históricas.

En el escenario A2 al corte 2020, se estima un aumento del número de meses secos en 35 departamentos y una disminución en 14, mientras que 46 permanecerían estables, y representando 39%, 13% y 48% del territorio regional respectivamente los cambios serían más notables (véase el mapa 7). Los cambios retomarían un sendero más severo a 2050, el número de meses secos aumentaría en 36 departamentos (34% del territorio), se reduciría en diez (6%) y se mantendría relativamente estable en 49 (60%) respecto del promedio histórico. Para el corte 2100, el número de meses secos habría aumentado en 47 y disminuido en 11 departamentos, 37 quedarían en condiciones similares a las históricas. Así, 53% del territorio de la región sufriría un aumento de meses secos, 8% experimentarían menos y 39% condiciones parecidas a las históricas.

**MAPA 6**  
**CENTROAMÉRICA: ÍNDICE DE ARIDEZ POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 1950-2000 Y ESCENARIO A2 CON CORTES A 2100**

(En unidades del índice de aridez)

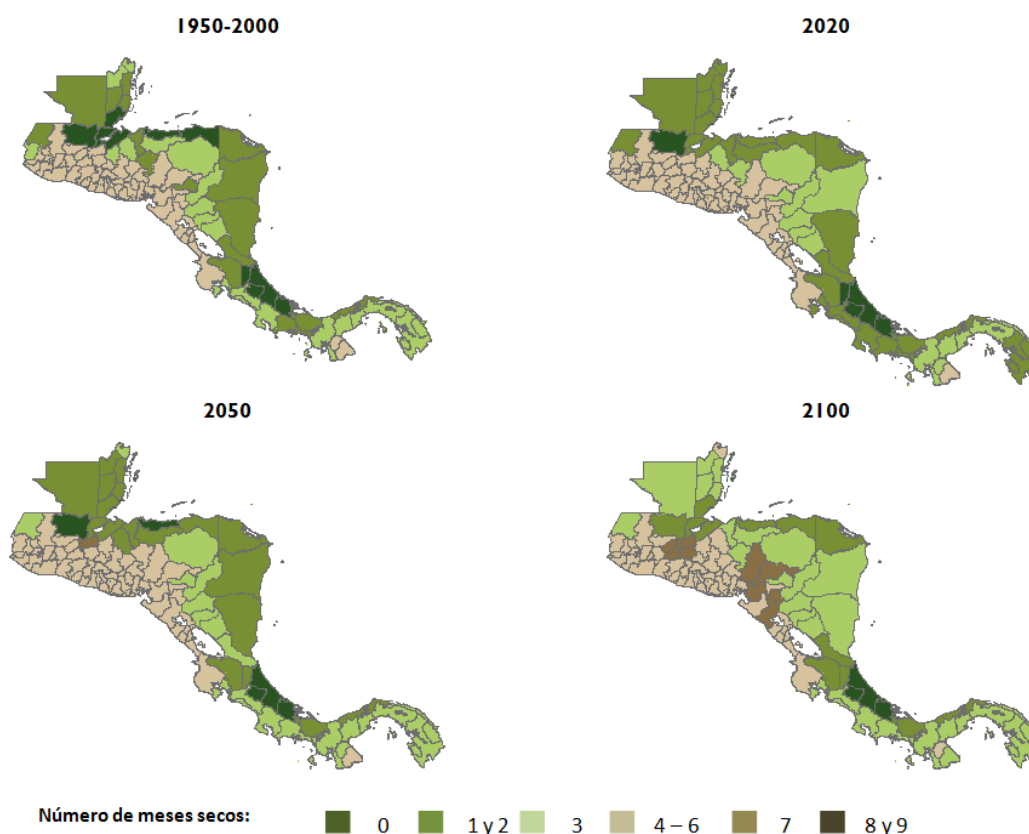


Fuente: (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012b).

Bajo este escenario, las provincias de Limón y Cartago en Costa Rica y la de Bocas del Toro en Panamá serían las únicas sin meses secos al final del siglo. Destaca el incremento de aridez en la mayor parte de los departamentos de la costa Atlántico, principalmente en los que ahora tienen entre uno y dos meses secos, los cuales pasarían a tener tres. Destaca también el incremento del número de meses secos en regiones de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua a partir del corte 2070. Se espera que los Departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso y Jalapa en el corredor seco guatemalteco, los Departamentos de Choluteca, El Paraíso y Francisco Morazán en Honduras, y León y Estelí en Nicaragua tengan temporadas secas de siete meses en contraste con los patrones históricos de seis meses en los departamentos de Guatemala y cinco en los de Honduras y Nicaragua. Los resultados dan indicios de posibles fluctuaciones a rangos aún mayores en el número de meses secos hacia finales del siglo. Los cambios del patrón intraanual de meses secos serían más notorios en Guatemala, Honduras y Nicaragua por la posible ocurrencia de meses secos en partes de sus territorios en junio, julio y agosto bajo el escenario A2. Durante estos meses ocurre regularmente la canícula, la cual históricamente no ha resultado en reducciones de humedad tan notorias para definirse como meses secos. Estos cambios podrían ser muy importantes por su impacto en los ciclos de producción agrícola y las reglas de operación de las hidroeléctricas.

**MAPA 7**  
**CENTROAMÉRICA: MESES SECOS AL AÑO POR DEPARTAMENTO,**  
**ESCENARIO A2, CON CORTES A 2100**

(En número de meses secos)



Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012b.

En resumen, Centroamérica está generando evidencia sobre un significativo aumento en la frecuencia de eventos extremos, como inundaciones, tormentas y huracanes. El aumento de las temperaturas en su territorio y en los dos océanos vecinos, lo cual según la ciencia debe generar una mayor evaporación, eventos más extremos de precipitación acumulada así como una mayor intensidad de huracanes y justamente evidencia de esto es la intensidad en las lluvias que la región está experimentando.

Los escenarios de cambio climático generarían diferentes impactos en temperatura y precipitación por países, departamentos y regiones geoclimáticas identificadas. En general, la temperatura en la región ya demuestra aumentos en las últimas décadas y se experimentarían aumentos progresivos década por década, los cuales serían significativamente mayores si se mantiene las alzas en emisiones globales confirmando un escenario parecido al A2. Los escenarios arrojan resultados más complejos para la precipitación, con menores cambios con B2 y mayores probabilidades de reducciones severas con A2 a mediano plazo, aunque con ciertas fluctuaciones positivas y negativas en las próximas décadas.

En resumen, los dos escenarios de cambio climático generan diferentes impactos en aridez y meses secos a nivel de país, departamentos y regiones geoclimáticas. No obstante, si las emisiones

globales siguen con su tendencia actual de alza, el escenario más probable sería el más pesimista (A2). Considerando la variabilidad de las condiciones y la tendencia acumulativa de aridez prevista en las próximas décadas, las sociedades centroamericanas necesitan volverse gestoras audaces del recurso hídrico, asegurando su uso sostenible y eficiente para beneficio de la población y la producción. Aún sin cambio climático, la demanda de agua aumentará significativamente en la región. Con el cambio climático se estima una disminución de la humedad y de la disponibilidad total de agua renovable, particularmente en los cinco países al norte de Costa Rica (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012b).

En la región existen diversos grupos de trabajo que analizan el clima en la región como el Foro del Clima de América Central (FCAC) el cual es un grupo de trabajo coordinado por el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) del SICA, en el que participan expertos en meteorología, climatología e hidrología de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos, universidades y empresas privadas. Su objetivo es la emisión, la actualización y la verificación de pronósticos climáticos trimestrales y sus aplicaciones para la gestión de riesgos en agricultura, pesca, recursos hídricos y seguridad alimentaria en Centroamérica. También existe el Foro Regional de Aplicación de los Pronósticos Climáticos a la Seguridad Alimentaria y Nutricional el cual genera escenarios de posibles impactos en los sectores relacionados con la Seguridad Alimentaria y Nutricional y generar recomendaciones a fin de proveer a los tomadores de decisiones y sociedad en general, información que permita prevenir, responder y mitigar los posibles impactos de la variabilidad climática en su actividad.

## **RECUADRO I RECOMENDACIONES PARA ENFRENTAR LOS RIESGOS CLIMÁTICOS**

La variabilidad actual, tanto interanual como intraanual, genera serios impactos en la región, es de suma importancia mejorar la capacidad de adaptación y gestión de riesgo a corto plazo. Considerando esta problemática algunas opciones potenciales para reducir los efectos de la variabilidad climática serían:

- Responder en el corto plazo a la variabilidad climática y los eventos extremos, para disminuir las pérdidas a corto plazo y preparar a la región por los cambios severos acumulativos que podrían venir a mediano plazo.
- Proteger los ecosistemas naturales y su biodiversidad, que comprenden bosques, sistemas montañosos y fluviales, zonas costero-marinas, incluyendo corales y manglares, es vital para mantener los múltiples servicios que éstos proporcionan a la población humana y otros seres vivos, además de su función regulatoria del ciclo hídrico.
- Proteger y restaurar los ecosistemas dependientes de climas relativamente húmedos, esto es un importante reto de desarrollo aun sin cambio climático.
- Afinar los análisis de impactos potenciales en sectores como la agricultura, el consumo del agua, la salud y la hidroelectricidad. Para ello la información georreferenciada y desagregada por departamentos y regiones geoclimáticas, y dividida temporalmente en años corte y por patrones intraanuales, es una herramienta útil. Su especificación a menores escalas es también importante para formular acciones de adaptación en zonas geográficas particulares.
- Expandir y fortalecer la red de estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas y profesionales en climatología e hidrología. La información climática es una herramienta útil para afinar los análisis de impactos potenciales en sectores además de ser importante para formular acciones de adaptación en zonas geográficas particulares
- Estimar la complementariedad del efecto del cambio climático y los eventos extremos, aún para un evento particular. Un grupo de expertos internacionales está tratando de establecer métodos que permitan estimar esta complementariedad. Sin embargo, para Centroamérica, la hipótesis de que parte del aumento en los eventos extremos es atribuible al cambio climático, más allá de la variabilidad natural del clima, es digna de consideración, se propone seguir preparando este tipo de análisis técnico, este esfuerzo requiere el trabajo de expertos de la región y socios internacionales.

La evidencia de cambios en el clima y los actuales crecientes impactos de eventos extremos como la depresión tropical 12E evidencian que la toma de medidas debe ser urgente, mientras que la amenaza creciente de aún mayores impactos y costos en el futuro exigen que estas medidas de reconstrucción sean hechas de forma diferente que en el pasado, con cambios en normas de infraestructura, con esfuerzos para proteger las cuencas hidrológicas y las barreras costeras naturales como los manglares y una mejor gestión del recurso hídrico, que contemple cambios en el diseño y ubicación de hogares, infraestructura social y comunidades, entre muchas otras posibles medidas. Esta inversión reduciría la vulnerabilidad y los costos asociados a los próximos eventos extremos y permitiría al mismo tiempo generar mayor resiliencia a los peores impactos que progresivamente se prevén por el cambio climático.

La región necesita asumir un enfoque proactivo, integral e intersectorial de prevención y mitigación de los efectos negativos de los eventos extremos por los actores públicos y privados, superando la respuesta de reacción. Esto requiere tomar decisiones y medidas de prevención y reducción de vulnerabilidades, y fortalecer sistemas de alerta y de respuesta con la mejor información disponible y, al mismo tiempo, generar mayores capacidades de pronóstico a escalas nacional y local (Landa, Magaña y Neri, 2008). La sensibilidad de la región ante los crecientes impactos de eventos extremos facilita que la organización de las respuestas sea un canal efectivo para generar una nueva cultura que considere primordial la convivencia de la humanidad con la naturaleza, con las consecuentes prácticas socioeconómicas y de uso del territorio. Considerando este contexto, las opciones potenciales de adaptación al cambio climático y su impacto en eventos extremos son:

- Integrar en las estrategias de reducción de pobreza, programas de asentamientos, infraestructura, equipamiento y vivienda segura con criterios de prevención y control de desastres.
- Establecer leyes, programas e incentivos para el diseño y renovación de asentamientos y viviendas resistentes a los eventos extremos, eficientes en uso del agua y otros atributos bioclimáticos adaptables a las condiciones locales, facilitando tecnologías adecuadas al medio y experiencia de los autoconstructores.
- Elevar el nivel de seguridad ambiental de la infraestructura básica, incluyendo carreteras, puentes, infraestructura educativa y sanitaria y obras hidráulicas de prevención de inundaciones y sequías.
- Implementar estrategias de uso de suelo y planes de ordenamiento territorial basados en estudios técnicos, incluyendo la vulnerabilidad climática para determinar los usos urbano, agrícola, forestal y otros ecosistemas naturales, incluyendo áreas protegidas.<sup>9</sup>
- Reforestar áreas costeras, laderas y áreas proclives a deslizamientos como parte de programas de uso sustentable y mejoramiento de la calidad de vida, acciones que pueden contribuir a reducir las emisiones de GEI o ser objeto de pago por servicios ambientales. Igualmente, restablecer manglares como barreras de protección costeras, las cuales son benéficas para la productividad pesquera y el ecoturismo local.
- Concientizar a la población de su papel en la prevención de desastres y generar procesos de organización y educación comunitaria alrededor de medidas de mitigación de impactos de eventos extremos, incluyendo viviendas seguras, reubicación de comunidades, planes de reacción local, refugios, depósitos de emergencia y otras acciones de mitigación, autoprotección y autoayuda.
- Establecer sistemas de monitoreo de fenómenos naturales y antropogénicos para emitir alertas tempranas.

---

<sup>9</sup> El ordenamiento ambiental y urbano del territorio es una de las estrategias fundamentales para alcanzar el desarrollo sustentable y una distribución geográfica más óptima de la población, de sus actividades y de la riqueza nacional y para prevenir daños y pérdidas por eventos extremos. Por ejemplo, el asentamiento urbano extendido tiende a deteriorar los sistemas de soporte de su cuenca/región al obtener energía y materiales. Los asentamientos compactos permiten un ordenamiento urbano de baja ocupación de suelo y, por tanto, preservan la biodiversidad y facilitan la incorporación de una matriz energética baja en carbono, técnicas constructivas que reduzcan el consumo de energía en hogares y transporte y optimizan la infraestructura y equipamiento.



- Profundizar los estudios de escenarios futuros de la intensidad y frecuencia de eventos extremos y sus costos, afinar las metodologías de valorización económica y precisar requerimientos de fondos de contingencia.
- Ampliar la cobertura de evaluaciones de eventos extremos a los pequeños y medianos eventos, con impacto a nivel local y recurrencia alta para revelar mejor el riesgo.
- Adoptar los lineamientos del Marco de Sendai, para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030), con el fin de promover una cultura de prevención y reducir el riesgo de desastres con miras a un desarrollo humano sustentable.
- Elaborar políticas nacionales en la materia e incorporarlas en los planes de desarrollo nacional y en las estrategias, planes y proyectos sectoriales.
- Mejorar la capacidad de los Sistemas Nacionales de Prevención y Atención de Desastres para diseñar, promover y ejecutar políticas de administración de desastres y contar con normas adecuadas de protección civil y gestión de desastres.
- Fortalecer los mecanismos regionales de coordinación de gestión de riesgos y desastres, incluyendo la labor de CEPREDENAC, el Foro Regional de Clima y el Foro Regional de Aplicación de los Pronósticos Climáticos a la Seguridad Alimentaria y Nutricional.

Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012b.

## 3. IMPACTOS POTENCIALES Y OPCIONES DE POLÍTICAS EN SECTORES CLAVE

En esta sección se explorarán resultados de algunos análisis disponibles para la región de Centroamérica sobre impactos potenciales en sectores como los recursos hídricos, la demanda de energía y la hidroelectricidad, la agricultura, específicamente los granos básicos y el café, la biodiversidad y los tipos de bosques presentes en la región, salud, política fiscal y comercial. Por tratarse de escenarios futuros que integran diversas capas de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben de interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas. En general, esta generación de análisis buscan ilustrar los impactos potenciales si no se generan políticas públicas y acciones de los actores para adaptarse, así alertan sobre la importancia estratégica de tomar medidas proactivas y precautorias.

Es importante considerar que las estimaciones realizadas en estos escenarios buscan identificar los impactos de cambios en temperatura y precipitación atribuibles al cambio climático y, por lo tanto, mantienen los valores históricos de las otras variables. Las estimaciones, pues, deben ser interpretadas como escenarios posibles si no se toman medidas de adaptación. Otras dos consideraciones importantes: el análisis no estima el efecto acumulado futuro de prácticas productivas humanas que minan la sostenibilidad, como la degradación y erosión del suelo, que podrían contribuir a reducir los rendimientos agrícolas u generación hidroeléctrica futuros aun sin cambio climático. Segundo, varios de los análisis se enfocan en el nivel departamental, identificando diferencias en toda la región, pero no caracterizan zonas de menor escala dentro de estas unidades geográficas.

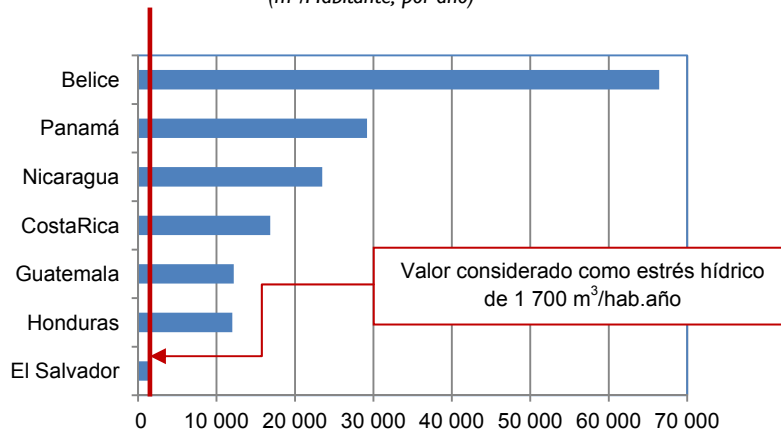
### 3.1 DISPONIBILIDAD Y DEMANDA DEL AGUA

Centroamérica muestra una alta disponibilidad de agua de un promedio de aproximadamente 23.000 m<sup>3</sup>/año per cápita en 2005 (World Water Council citado en CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). No obstante, su distribución entre los países, las vertientes de los océanos Pacífico y Atlántico y la población es muy desigual, con grandes variaciones intra e interanuales. Por una parte se encuentra Belice, con 66.400 m<sup>3</sup>/año; en contraste está El Salvador con 1.752 m<sup>3</sup>/año, valor cercado al considerado como estrés hídrico (véase el gráfico 11). Esta situación, relacionada con la precipitación, genera una alternancia entre períodos de sequía severa e inundaciones, ambos extremos perjudicando el acceso a este bien elemental para la vida.

Centroamérica contiene 23 cuencas principales compartidas entre dos o más países, el 11% del total mundial (SICA y CCAD, 2005), las cuales abarcan aproximadamente 40% del territorio, sumando 191.449,3 km<sup>2</sup>, superficie superior a la de cualquier país de la región (véase el gráfico 12). Las más grandes son las de los ríos Usumacinta, San Juan y Coco (Hernández y Ríos, 2006). El hecho de compartir cuencas relaciona a los países en forma compleja, unos aguas arriba, otros agua abajo, o bien compartiendo vertientes. Esta situación crea dependencias con respecto al agua

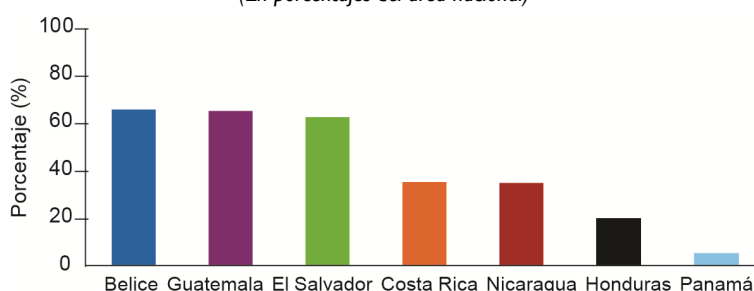
disponible, obras de riego, inundaciones, transporte fluvial y contaminación. La vulnerabilidad y la necesidad de gestión compartida se incrementan ante escenarios de cambio climático que podrían modificar la cantidad y calidad del agua, el transporte de sedimentos y la trayectoria de ríos.

**GRÁFICO 11**  
**CENTROAMÉRICA: DISPONIBILIDAD DE AGUA ACTUAL**  
*(m<sup>3</sup>/Habitante, por año)*



Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

**GRÁFICO 12**  
**CENTROAMÉRICA: EXTENSIÓN DE LAS CUENCAS INTERNACIONALES**  
*(En porcentajes del área nacional)*



Fuente: FUNPADEM y UCR, 2000.

La disponibilidad futura de agua per cápita en un escenario base que considera la evolución de la economía y de la población sin cambio climático, se estimó utilizando el método de Turc (1954) considerando la precipitación y la evapotranspiración. La reducción promedio de la región entre 2005 y 2100 es de 36% con un rango entre el 59% para Guatemala y el 21% para Costa Rica. En términos absolutos El Salvador tendría la menor disponibilidad per cápita con 1.366 m<sup>3</sup> per cápita anual. Belice sufriría una reducción de 43% en este escenario al pasar de 66.429 m<sup>3</sup> por habitante a 37.558 m<sup>3</sup>. Aun así, su disponibilidad per cápita seguiría siendo alta. Hacia el 2050, Belice, Nicaragua, Costa Rica y Panamá sufrirían reducciones pero la disponibilidad se mantendría arriba de 10.000 m<sup>3</sup> per cápita anual, mientras que Guatemala y Honduras tendrían una disponibilidad inferior a los 10.000 m<sup>3</sup> y El Salvador estaría por debajo de los 1.700 m<sup>3</sup> y bajo estrés hídrico. En la segunda parte del siglo, todos los países sufrirían reducciones adicionales, y Guatemala bajaría al rango de 2.000 a 5.000 m<sup>3</sup> per cápita anual debido al crecimiento de la población (CEPAL, UKAID y CCAD/SICA, 2010).

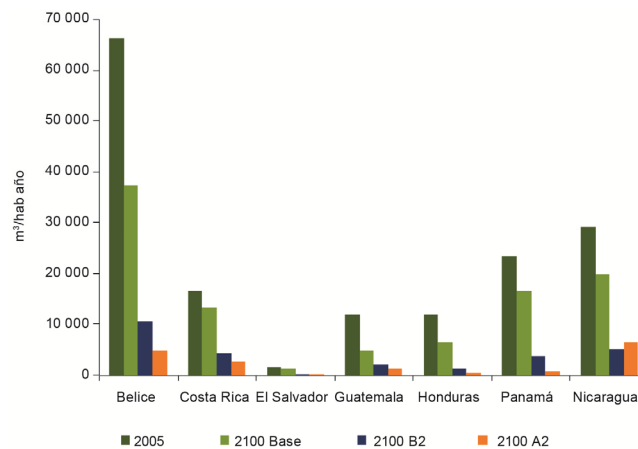
Los escenarios con cambio climático, estiman una reducción promedio de la región a 2100 de 82% con B2 y de 90% con A2 relativo al 36% en el escenario base. Con B2 el rango de reducciones iría del 73% en Costa Rica al 88% en Honduras a 2100. No obstante, en términos absolutos Honduras quedaría bajo el límite de estrés hídrico. El Salvador llegaría a un nivel de disponibilidad aún más bajo, menos de 400 m<sup>3</sup> per cápita al año. Belice mantendría la mayor disponibilidad per cápita en la región. Con A2 el rango de reducciones iría del 77% en Panamá al 97% en Nicaragua. Costa Rica y Panamá experimentarían disminuciones de 84% y 77%, respectivamente, hacia 2100, sin llegar al estrés hídrico. Honduras y Nicaragua caerían debajo de este límite, donde ya se encontraba El Salvador, aun en el escenario base. No obstante, el promedio regional se mantendría arriba de este límite con casi 2.500 m<sup>3</sup>, sobre todo por la disponibilidad en Belice y Panamá. Este último queda con la mayor disponibilidad, sobrepasando a Belice (véanse el gráfico 13 y el mapa 8).

**CUADRO 5**  
**CENTROAMÉRICA: REDUCCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PER CÁPITA,**  
**ESCENARIOS BASE, B2 Y A2, 2005-2100**  
*(En metros cúbicos por habitante al año y porcentaje de reducción)*

País	Disponibilidad per cápita (m <sup>3</sup> /hab./año)			Reducción en disponibilidad (%)			
	2005	Escenario Base	Escenario B2	Escenario A2	Reducción de escenario base, %	Reducción escenario B2, %	Reducción escenario A2, %
		Al final período	Al final período	Al final período	Al final período	Al final período	Al final período
Belice	66 429	37 558	10 826	5 051	43	84	92
Costa Rica	16 859	13 389	4 572	2 730	21	73	84
El Salvador	1 752	1 366	374	122	22	79	93
Guatemala	12 197	5 019	2 211	1 467	59	82	88
Honduras	12 008	6 680	1 453	482	44	88	96
Nicaragua	23 486	16 772	3 857	765	29	84	97
Panamá	29 193	20 064	5 382	6 681	31	82	77
Promedio	23 132	14 407	4 097	2 471	36	82	90

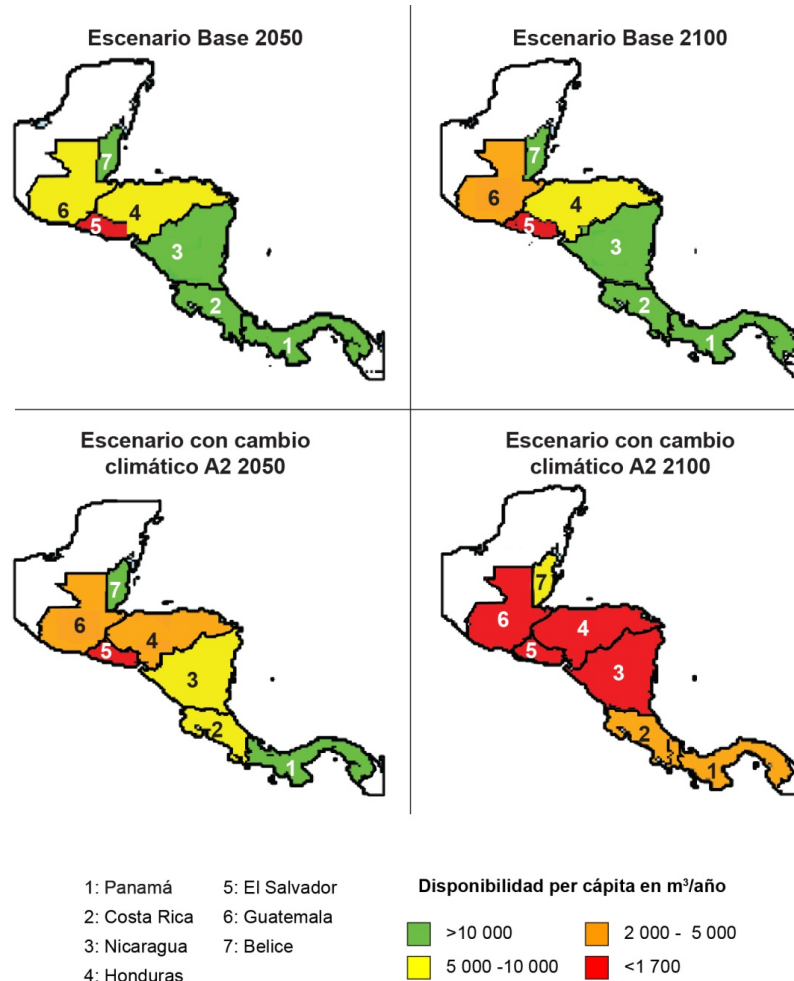
Fuente: CEPAL, UKAID y CCAD/SICA, 2010.

**GRÁFICO 13**  
**CENTROAMÉRICA: DISPONIBILIDAD PER CÁPITA DE AGUA**  
**EN 2005 Y CON ESCENARIOS BASE, B2 Y A2 EN 2100**  
*(En metros cúbicos, por habitante al año)*



Fuente: CEPAL, UKAID y CCAD/SICA, 2010.

**MAPA 8**  
**CENTROAMÉRICA: DISPONIBILIDAD PER CÁPITA DE AGUA PARA EL ESCENARIO**  
**BASE Y A2 REFERIDOS AL ÍNDICE DE ESTRÉS HÍDRICO, EN 2050 Y 2100**  
*(En metros cúbicos per cápita por año)*



Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

Nota: Los se hicieron con el promedio de los modelos HADCM3, GFDL R3.0 y ECHAM4 para el escenario B2 y con el promedio de los modelos HADGEM1, GFDL CM2.0 y ECHAM5 para el escenario A2.

En un escenario que toma en cuenta el aumento de la población y supone ninguna medida adicional de ahorro, la demanda de agua podría crecer casi 300% al corte de 2050 y en más de 1600% a 2100, aun sin cambio climático; lo cual equivaldría a una intensidad de uso de agua del 36%. Con el cambio climático este indicador podría llegar a 140% con B2 y más de 370% con A2 si no se toman medidas de adaptación y ahorro. Estos niveles serían muy superiores al 20%, internacionalmente aceptado como umbral a una situación de estrés hídrico. En el escenario A2 sugieren condiciones similares a lo que sucede en la actualidad en Egipto y algunos países de la península arábiga (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012d)

Frente a este escenario, las sociedades centroamericanas pueden dar un paso de adaptación fundamental si se vuelven gestoras atentas y eficientes de sus recursos hídricos. Si el indicador clave de los esfuerzos de mitigación es la reducción de emisiones CO<sub>2</sub>e, un indicador clave de adaptación será la eficiencia del uso del agua per cápita y por unidad del PIB. La gestión integral del recurso

hídrico es decisiva para responder al cambio climático en la producción agrícola y seguridad alimentaria, en el aumento de la hidroelectricidad y en la protección de los bosques, otros ecosistemas y su biodiversidad, y en asegurar acceso a agua potable y servicios de sanidad a toda la población. Los marcos institucionales nacionales de los recursos hídricos son variados y no siempre aptos para la gestión coordinada. Esta situación probablemente es uno de los mayores retos para enfrentar el cambio climático.

La gestión coordinada de este recurso a nivel regional es prioritaria, puesto que 40% del territorio está ocupado por cuencas transfronterizas. Establecer un sistema coordinado regional de gestión integral del recurso hídrico parece ambicioso y requerirá mucha voluntad política y esfuerzo técnico y financiero durante varias décadas. El SICA ha reconocido la oportunidad y el reto del manejo integrado del agua desde finales de la década de los noventa. Actualmente el Subsistema ambiental de SICA (la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC) y el Comité Regional de Recursos Hídricos (CRRH)) realiza un esfuerzo de coordinación para completar la Estrategia Centroamericana de Gestión Integral de Recursos Hídricos (ECAGIRH) con una perspectiva de diez años y elaborar un plan de tres años, el Plan Centroamericano para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (PACAGIRH).

En la región también se cuenta con el Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento (FOCARD-APS), este es un organismo regional del SICA y está orientado a conformar una plataforma de cooperación entre los países en el sector e impulsar acciones concertadas en beneficio de la salud y el desarrollo de los más de cuarenta millones de personas que habitan en la región Centroamericana y República Dominicana. Por medio de la FOCARD se han realizado diagnósticos de situación sobre la integración de gestión de riesgo a desastres y adaptación al cambio climático en el sector de agua y saneamiento en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Panamá y República Dominicana. Por otra parte, también se cuenta con la Estrategia Regional Ambiental Marco (ERAM) 2015-2020 que retoma en una de sus líneas estratégicas el tema de Gestión Integral del Recurso Hídrico. Por su parte con la Política Centroamericana de Gestión Integral del Riesgo de Desastres (PCGIR), considera la armonización del marco de políticas y estrategias en riesgo-agua-ambiente, y la incorporación del enfoque de gestión de riesgos en el cambio climático. Otras estrategias regionales son la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS).

Asimismo el CRRH se encuentra trabajando en la constitución de una plataforma de información para la reducción de vulnerabilidad ante desastres de origen hidrometeorológicos, incluye entre otros componentes, una Base de Datos Climáticos Regional y el desarrollo del Centro de Integración Meteorológico e Hidrológico de América Central (CIMHAC), para proveer pronósticos, alertas y avisos oportunos sobre eventos hidrometeorológicos o climáticos extremos que puedan afectar la disponibilidad de agua en la región.

Para contribuir con el mejoramiento de la gobernabilidad del sector hídrico en todos los países de la región se han promulgado leyes de agua que promueven la gestión de recursos hídricos. En Belice se promulgó una ley en 2010, en Honduras en 2009 y Nicaragua en 2007 (Ley 620). Costa Rica tiene una ley de aguas que data de 1942 y Panamá de 1966. El Salvador desde el 2012 cuenta con un anteproyecto de la Ley General de Agua, Guatemala tiene una Política Nacional de agua y su estrategia desde el 2011.



**RECUADRO 2**  
**RECOMENDACIONES PARA LA ADAPTACIÓN EN EL USO INCLUYENTE**  
**Y SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

En función de los estudios y las consultas realizadas, se proponen las siguientes opciones para la gestión de los recursos hídricos:

- Manejar el agua en la forma de “ciclos cerrados”: protección de fuentes, colección sin desperdicio, tratamiento apropiado para su consumo, distribución sin fugas, consumo responsable, recolección, tratamiento, reutilización y reciclado del agua residual y su reintegración al ambiente, no sólo como “servicio de suministro y de saneamiento”.
- Integrar la planeación y el manejo del agua en “cuencas hidrográficas” en coordinación con todos los niveles de gobierno para desarrollar programas de trabajo por regiones político-administrativas y asegurar su viabilidad.
- Definir un volumen ecológico en términos del ambiente ideal al que se aspira como referente para acciones de conservación de la biodiversidad, bienes y servicios de los ecosistemas y de las reservas hídricas superficiales y subterráneas en el presente y en el futuro.
- Completar la cobertura del acceso al agua potable de la población viviendo en situación de pobreza.
- Crear un marco de negociación social de proyectos de infraestructura hídrica que supere el bagaje conflictivo del pasado y permita el desarrollo equitativo y sostenible de poblaciones aledañas a las obras y en las zonas de conservación.
- Establecer diseños y normas de infraestructura hídrica y planes de gestión flexibles ante posibles cambios estacionales, mayor variabilidad de precipitación y disponibilidad del agua a nivel espacial y temporal. Considerar diversas escalas de presas, incluyendo las minihidráulicas de abastecimiento para regiones específicas y analizar la conveniencia de tener proyectos de represas de múltiple uso: generación de hidroelectricidad, riego, consumo humano y gestión de flujos.
- Identificar las cuencas amenazadas por los impactos previstos del cambio climático y sus implicaciones para la producción hidroeléctrica, según la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 (CEPAL y SICA, 2007), además de otros usos, como el riego.
- Expandir los planes de generación eléctrica por fuentes renovables como la solar y la eólica para diversificar la oferta futura ante la incertidumbre de disponibilidad de agua.
- Diseñar y reordenar los asentamientos humanos y las actividades económicas de acuerdo con la disponibilidad y el desfogue del agua. Por ejemplo, ampliar el desarrollo de sistemas descentralizados de captación de agua de lluvia a nivel doméstico y para servicios públicos y desarrollar sistemas de presas locales de diversos tamaños.
- Impulsar programas de saneamiento y salud pública en entornos rurales que, sin demandar grandes inversiones en infraestructura, podrían traer altos beneficios hídricos y sociales (tinas ciegas, baños secos, ciénagas de oxidación, entre otras).
- Consolidar los programas de agua potable, saneamiento, alcantarillado, colecta, tratamiento y reutilización de aguas tratadas para regar áreas verdes, jardines, parques y camellones, entre otros.

- Promover una mayor eficiencia del consumo de agua y del consumo energético relacionado: eficiencia energética en bombeo, conducción y abastecimiento de agua de diferentes calidades y usos.
- Reforzar y ampliar los marcos legales, impulsando mejoras progresivas a las normas nacionales y programas de pago por servicios ambientales y de uso eficiente, ahorro, tratamiento y reciclaje del agua.
- Desarrollar una gestión adecuada de conflictos asociados a los embalses mediante el uso diversificado de presas y vasos reguladores: hidroelectricidad, piscicultura, ecoturismo, riego agrícola, educación ambiental, beneficios directos a pobladores del lugar, etc.
- Desarrollar campañas de información pública y alentar la participación responsable de todos los sectores como apoyo político y social para instrumentar el uso eficiente y protección del recurso.
- En el sector municipal, controlar las fugas de agua, asegurar el uso final eficiente mediante tarifas progresivas y justas por volumen de consumo, ampliar y combinar fuentes de agua (reutilizadas, superficiales y subterráneas, especialmente la captura de agua de lluvia) para restaurar el caudal ecológico, recargar acuíferos y fuentes alternas de agua potable y desarrollar normas de construcción de vivienda y programas de hipotecas verdes.
- En el sector agropecuario implementar opciones de ahorro de agua como represas locales, nivelación de suelos, reducción de la evaporación con cama de rastrojo, monitoreo de la humedad del suelo y del agua precipitada y uso eficiente del agua de riego, reubicar la agricultura más sensible a zonas con la precipitación requerida, desarrollar cultivos con menor consumo de agua y más resistentes a la sequía, coordinar la planificación agrícola con la hídrica y promover el uso responsable de fertilizantes y plaguicidas para prevenir la contaminación del agua.
- En el sector industrial y de servicios, incluyendo el turismo, implementar certificaciones comerciales como la norma ISO 14000, que prevé el uso eficiente, reciclaje y no contaminante del agua; incentivar económica y fiscalmente el reemplazo de tecnologías de uso intensivo de agua por las de uso eficiente (por ejemplo, el beneficio seco del café y la reutilización del agua de enfriamiento en el procesamiento del azúcar) y evitar vertidos de descargas industriales sin tratar.
- Fomentar la transportación fluvial ordenada dentro de los países y el cabotaje entre países y a escala de toda la región.
- Consolidar y fortalecer la institucionalidad nacional y regional del sector.
- Desarrollar un plan maestro de gestión integral de recursos hídricos para Centroamérica con un portafolio de proyectos financiables, promoviendo la integración regional en esta área vital para la población y las economías.

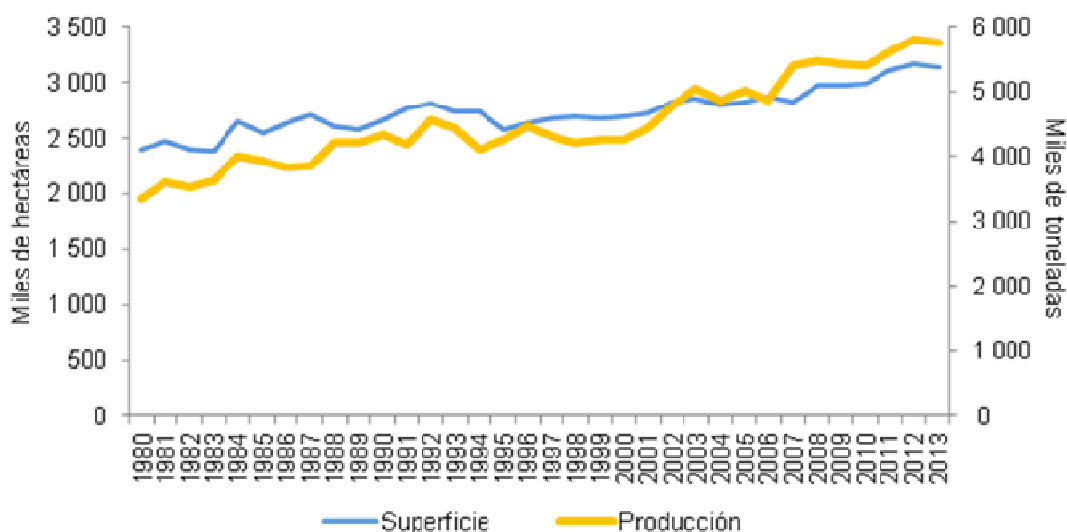
Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

### 3.2 AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL

Las actividades agropecuarias en Centroamérica son particularmente sensibles al clima, especialmente debido a su ubicación geográfica, sus características socioeconómicas y tecnológicas. Es el sector productivo que ha sufrido mayores pérdidas y daños por eventos extremos evaluados en las últimas décadas (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011 y CEPAL, CAC/SICA, 2013a). Ello resulta de especial relevancia atendiendo a que aunque el sector agropecuario contribuye 9% del PIB total regional, emplea 30% de la población ocupada y genera insumos clave para el subsector agroindustrial que contribuye entre 3% (Panamá) y 16% (Nicaragua) de los PIB nacionales en 2013 (SIAGRO-CEPALSTAT).

En el gráfico 14 se ilustra la tendencia de la producción y la superficie cosechada de maíz, frijol, arroz, sorgo y trigo con datos del sistema SIAGRO de CEPAL. Se observa que la producción creció aproximadamente un millón de toneladas, mientras que la superficie lo hizo en 260.000 hectáreas entre 1980 y 1990. Entre 1990 y 2000, la producción de los granos básicos se estabilizó en alrededor de 4,3 millones de toneladas, mientras que la superficie cosechada fue alrededor de 2,7 millones de hectáreas. A partir de 2000, la producción de granos básicos se reactivó, alcanzando un máximo de 5,8 millones de toneladas en 2013, mientras que la superficie cosechada alcanzó los 3 millones de hectáreas.

**GRÁFICO 14**  
**CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE**  
**COSECHADA DE GRANOS BÁSICOS, 1980-2013**  
(En miles de toneladas y miles de hectáreas)



Fuente: CEPALSTAT, 2015.

Nota: Incluye arroz, frijol, maíz, sorgo y trigo.

La participación de los granos básicos, maíz, frijol y arroz, dentro del valor de la producción agropecuaria varía entre países, y en algunos casos ha disminuido. En 2011, los granos básicos de Guatemala representaron 18,5% del PIB agropecuario, los de El Salvador 17,7%, Nicaragua 16,4%, Honduras 9,6%, Panamá 7,4% y Costa Rica 2,8% (SIAGRO, 2013). Estos tres granos son componentes básicos de la dieta humana y forman parte del conjunto de cereales y leguminosas de los grandes grupos nutritivos por su aportación de carbohidratos, proteínas, minerales, vitaminas y otros nutrientes. En 2009 el maíz, el frijol y el arroz aportaban aproximadamente el 25% de la

energía alimenticia por persona en el mundo; el arroz aporta el 19% debido a su consumo en muchos países asiáticos. En Centroamérica estos granos básicos aportan el 37% de la energía alimenticia por persona, siendo el maíz el de mayor peso con el 31% (FAOSTAT, 2013).

Dentro del sector, los agricultores de subsistencia representan casi 60% de los productores de la región.<sup>10</sup> Estos pequeños productores poseen sólo 6,5% de la superficie cultivada, cuya mayor parte es de bajo rendimiento, sin mayor uso de tecnología comercial ni riego (Ramírez, 2010). Sus condiciones de vida explican, en parte, la migración hacia las ciudades con la consecuente prevalencia de la población urbana sobre la rural y de las migraciones extrarregionales, principalmente hacia los Estados Unidos.

El consumo per cápita de granos básicos se ha incrementado. Por el lado de la oferta aumentó la superficie cosechada, producción y los rendimientos. No obstante, la producción regional ha sido insuficiente para cubrir las demandas de consumo interno especialmente de maíz y arroz. Por ejemplo, el consumo aparente de maíz ha mostrado mayor crecimiento que la producción neta, especialmente asociado a las importaciones de maíz amarillo que representan aproximadamente el 88% del total y están asociadas a la producción industrial y alimento para animales. El incremento de las importaciones se disparó hacia finales de los años noventa. Entre 1980 y 1986, período de conflictos armados en varios países, hubo un leve descenso del consumo de los tres granos básicos, de 140 kg por persona a 128 kg por persona al año. En 2007 se alcanzó un máximo de 210 kg por persona al año. En los años subsiguientes el consumo se ha estabilizado en alrededor de 200 kg por habitante (CEPAL, CCAC/SICA, 2013a).

La producción de café hace una contribución significativa a la economía de la región en los cuales representa una fuente importante de divisas, al ser uno de los principales productos de exportación, y de ingresos para numerosos productores y jornaleros, incluyendo aquellos que viven en pobreza. La mayor parte de la producción se destina a la exportación. En 2010 la región exportó alrededor de 85% de la cantidad producida. Sin embargo, la importancia del café dentro de la economía y del comercio se ha ido reduciendo a medida que las economías centroamericanas han diversificado su producción y exportaciones. En 2012 la participación del café dentro del comercio varió según el país: para el comercio de Honduras tiene mayor peso representando alrededor de 17% de las exportaciones, las cifras para los demás países son: Nicaragua 13%, Guatemala 8,5%, El Salvador 7%, Costa Rica 3,6% y Panamá 1%. Asimismo, para los hogares de bajos ingresos, especialmente en El Salvador, Honduras, Nicaragua y Guatemala, el trabajo relacionado con el café es una fuente importante de ingresos. La actividad emplea alrededor de 1,8 millones de personas al año en estos países. Estos ingresos son particularmente importantes para las familias con escasas oportunidades de diversificación en sus medios de vida y cultivos (FEWS NET, RUTA y PROMECAFE, 2014).

Las estimaciones de efectos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica fueron iniciadas hace más de una década, y establecieron importantes referencias. (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011) Un estudio reciente, basado en el modelo DSSAT («Decision Support for Agro-technology Transfer», por sus siglas en inglés), estima probables disminuciones en producción de frijol de 12% hacia 2020 y de 19% hacia 2050 en El Salvador, Nicaragua, Honduras y Guatemala con escenario A2. Respecto de la producción de maíz estima una reducción entre 4% y

---

<sup>10</sup> Fuente: CEPAL, con base en cifras oficiales de los Censos Agropecuarios de Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. El Salvador MAGA/OPA, Estudio Nacional del Sector Agropecuario, Encuesta sobre Uso y Tenencia de la Tierra.

21% en 2050, dependiendo de la disponibilidad y retención de agua en suelos. El mismo estudio encontró que Guatemala podría resultar menos afectada, con un rango que varía entre un aumento de 0,4% y una reducción de 11% (CIAT, CRS y CIMMYT, 2012). Otro estudio para siete departamentos de Honduras, con el mismo DDSAT y cuatro modelos de circulación general para el escenario A2, estima una reducción de 4% en los rendimientos de maíz y de 11% en los de frijol hacia 2025, y de 12% en maíz y 32% en frijol hacia 2050 (Medeiros y McCandless, 2011).

El proyecto llamado «Coffee Under Pressure», coordinado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), realizó un análisis de la distribución de aptitud <sup>11</sup> dentro de las áreas cafetaleras actuales de El Salvador, Guatemala, Nicaragua y México, y encontró que, en general, la aptitud decrecería seriamente hacia 2050. Debido al aumento de temperatura, estiman una reducción de la aptitud de producción de las variedades arábicas en las zonas de baja altitud, con un probable desplazamiento de las zonas productivas a altitudes mayores, resultando en una altitud óptima de 1.600 msnm relativo a los 1.200 msnm actual. Los resultados también aportan información valiosa para ubicar zonas aptas dentro de departamentos específicos. En El Salvador las áreas aptas estimadas para 2050 se concentrarían en las zonas altas del Occidente, incluyendo Ahuachapán, Chalatenango y La Libertad, y en las faldas de varios volcanes, aunque con menor coeficiente de aptitud. En Nicaragua la aptitud se concentraría en el sur de Jinotega y limitadas zonas altas de Nueva Segovia, Matagalpa, Madriz y Estelí; la mayor reducción sería en Carazo y Managua. Finalmente, en Guatemala las mejores aptitudes en 2050 se asociarían con las zonas altas de Quetzaltenango, Suchitepéquez, Chimaltenango, Sacatepéquez, Santa Rosa, Jalapa y Huehuetenango. Las zonas con mayor pérdida de aptitud, hasta menos de 30%, podrían ser Baja Verapaz, El Progreso, Chiquimula, Zacapa, Jutiapa (todos dentro del CSC actual), además de Santa Rosa e Izabal.

En el marco de un programa de trabajo del Grupo técnico de cambio climático y gestión integral de riesgo del Consejo Agropecuario Centroamericana (CAC) con la CEPAL se preparó un análisis sobre los impactos potenciales del cambio climático en los granos básicos (CEPAL y CAC/SICA, 2013a) y otro sobre el café (CEPAL y CAC/SICA, 2014). Estos análisis estiman los niveles de producción y rendimiento de granos básicos y café en 95 unidades geográficas subnacionales (departamentos, provincias, distritos y comarcas de la región) <sup>12</sup> en la década de 2000. Implicó preparar una climatología ajustada de los promedios de temperatura y precipitación mensual para la misma década. Utilizando el método de funciones de producción, estima el efecto de la temperatura y la precipitación sobre los rendimientos. Sobre la base de esta función, estima los impactos potenciales del cambio climático, utilizando dos escenarios del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), denominados B2 y A2, el primero menos pesimista y el segundo más pesimista. Este análisis contó con información de producción y rendimiento por departamento proporcionada por los Ministerios de Agricultura, entre los cuales se constató que las series

---

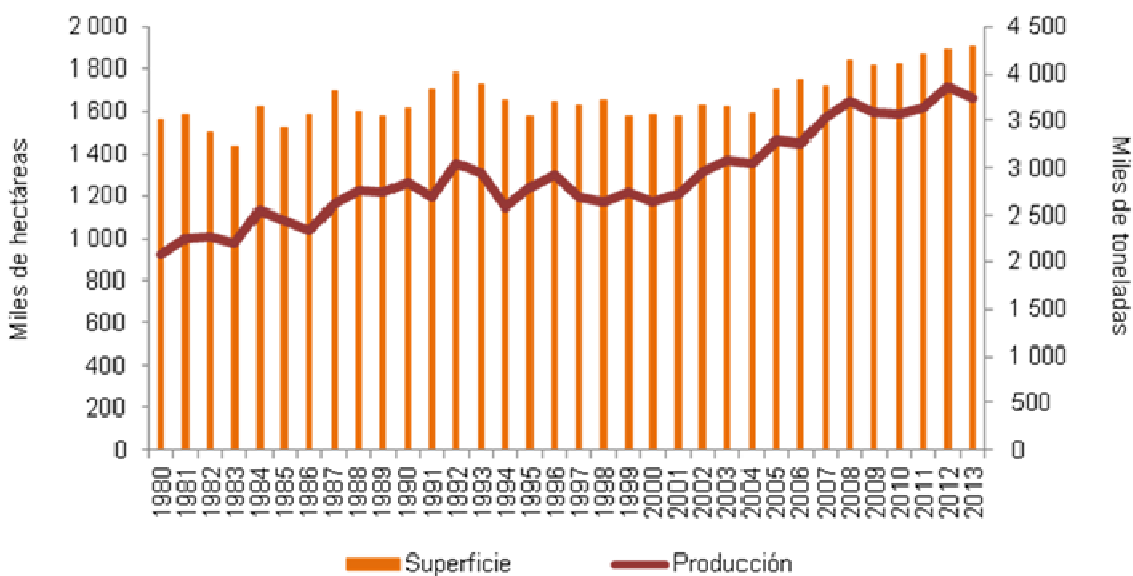
<sup>11</sup> La aptitud futura de cultivo es pronosticada usando cada uno de los modelos de circulación global (GCM) mediante los algoritmos de MaxEnt para el café y Ecocrop para estimar la aptitud en cultivos alternativos. Se calculan dos medidas de incertidumbre, el porcentaje de modelos que predicen cambios en la misma dirección así como el promedio de todos los modelos en una localización determinada y el coeficiente de variación (CV) entre los modelos. Este análisis se llevó a cabo mediante un análisis de regresión donde se utiliza la aptitud como variable dependiente y los cambios en las variables bioclimáticas entre el presente y el futuro como variables independientes.

<sup>12</sup> En este documento, la palabra “departamento” designa genéricamente estas divisiones administrativas cuando se habla del conjunto de la región. Las comarcas de Kuna Yala y Ngöbe-Bugle de Panamá cuentan con estimados propios. Debido a la escasa disponibilidad de datos y su ubicación geográfica, se recomienda utilizar los resultados de la provincia de Panamá para las comarcas de Madugandí, y los de Darién para las comarcas Emberá-Wounan y Wargandí.

históricas solamente fueron disponibles a escala departamental para el período 2001-2009. La disponibilidad de la información por departamento dio la pauta para la temporalidad el análisis.

Centroamérica produjo 3,7 millones de toneladas de maíz (véase el gráfico 15), 689.000 toneladas de frijol (véase el gráfico 16) y 1,9 millones de toneladas de arroz (véase el gráfico 17) en 2013. La tasa de crecimiento anual de la producción fue de 2% en la última década. El mayor productor de maíz es Guatemala con aproximadamente 1,6 millones de toneladas (t) al año, 42% de la producción regional, seguido por El Salvador y Honduras con 867.000 t y 596.000 t, respectivamente. Cabe mencionar que 90% de la producción regional de este grano es de maíz blanco. Los mayores productores de frijol fueron Nicaragua y Guatemala, con 230.000 t y 228.000 t anuales. Ambos produjeron alrededor del 70% del total regional. Los mayores productores de arroz fueron Nicaragua con 460.000 t, Panamá con 287.000 t y Costa Rica con 224.000 t. La producción de café en Centroamérica en 2013 fue de 741.000 toneladas (véase el gráfico 18). En 2013, Guatemala y Honduras fueron los mayores productores con aproximadamente 253.000 t y 273.000 t, respectivamente. En 2013, Costa Rica, Guatemala y Honduras reportaron rendimientos de 1 t/ha.

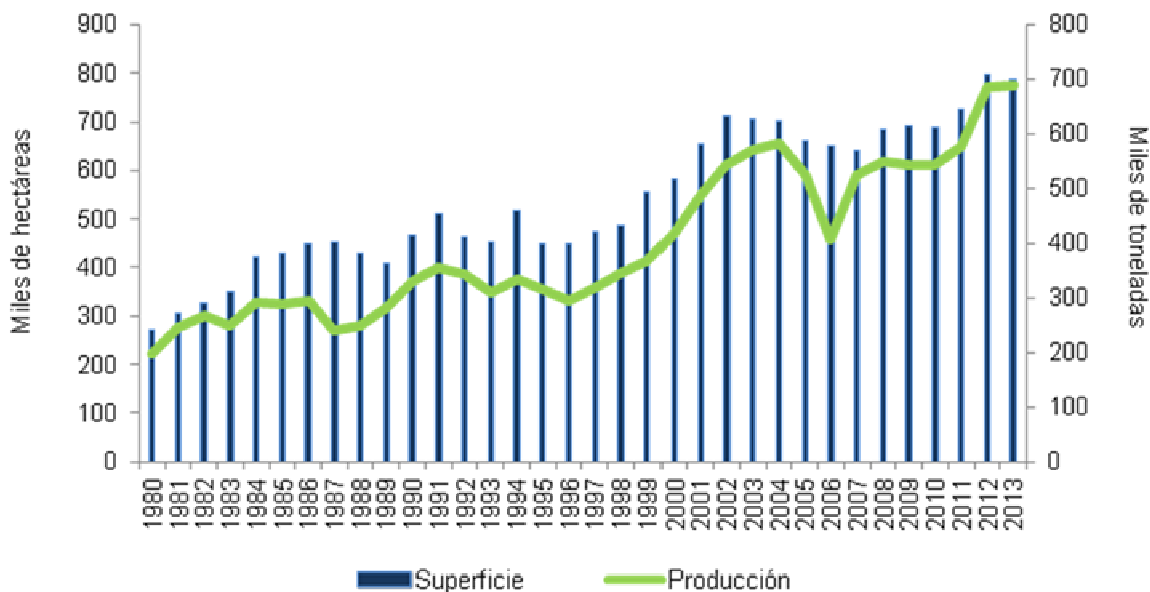
**GRÁFICO 15**  
**CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE DE MAÍZ, 1980-2013**  
*(En miles de hectáreas y en miles de toneladas)*



Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013.

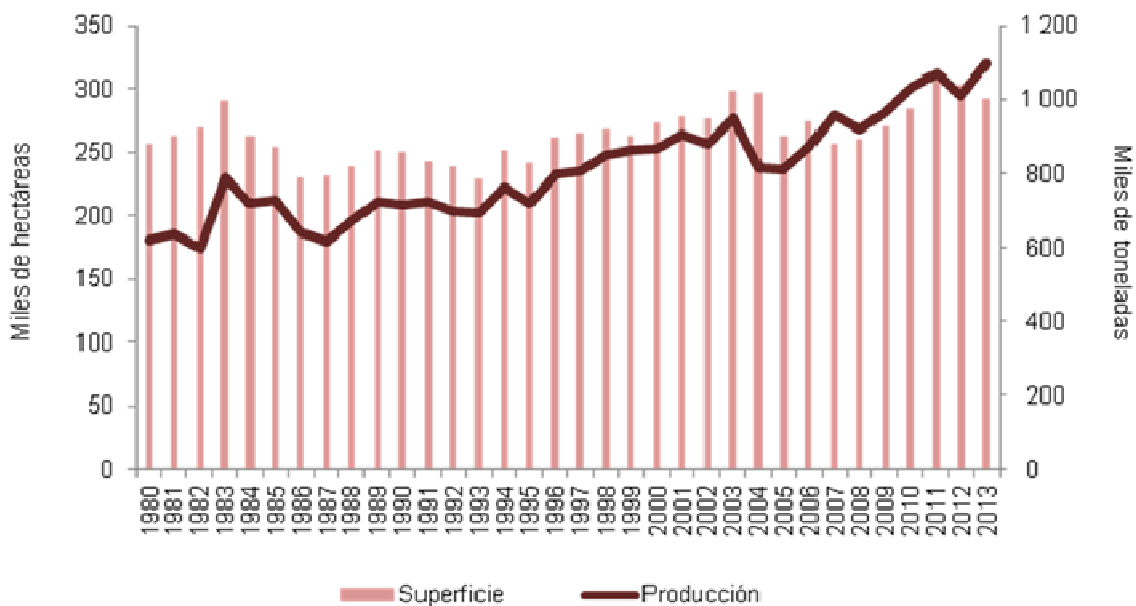


**GRÁFICO 16**  
**CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE DE FRIJOL, 1980-2013**  
 (En miles de hectáreas y en miles de toneladas)



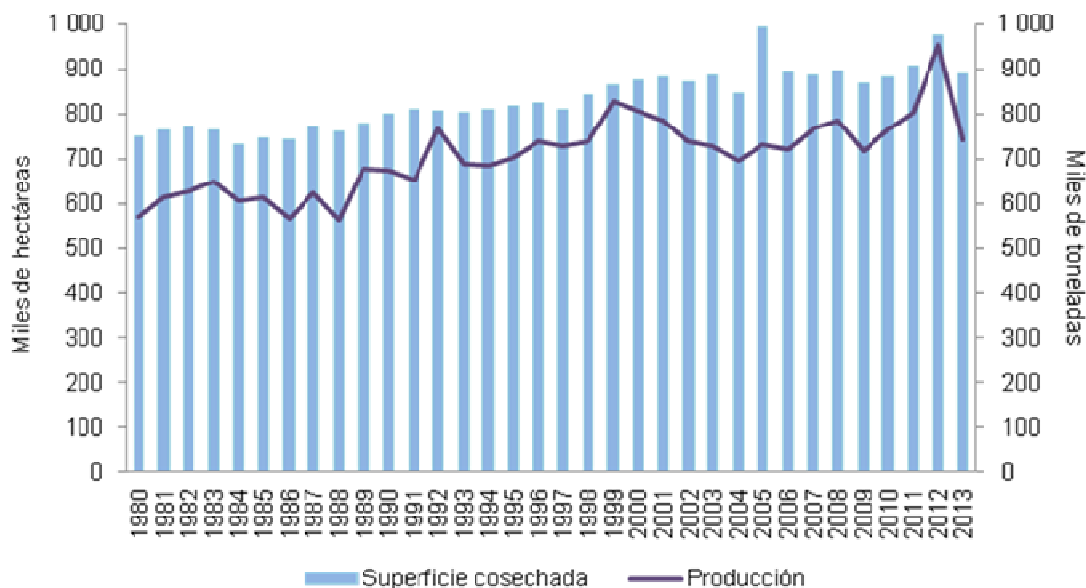
Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013a.

**GRÁFICO 17**  
**CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE DE ARROZ, 1980-2013**  
 (En miles de hectáreas y en miles de toneladas)



Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013a.

**GRÁFICO 18**  
**CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE DE CAFÉ, 1980-2013**  
 (En miles de hectáreas y en miles de toneladas)



Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2014.

## PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DE MAÍZ FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los departamentos con mayor producción de maíz en el período 2001-2009 fueron El Petén y Alta Verapaz en Guatemala y la región Noreste de Honduras (Olancho). En general, la producción del grano se concentra en la parte norte de la región, donde la mayoría de los departamentos de Guatemala, El Salvador y Honduras y tres de Nicaragua produce más de 70.000 toneladas al año. Entre 1980 y 2013, los rendimientos aumentaron 1,2 toneladas por hectárea (t/ha) en Centroamérica hasta alcanzar 2,5 t/ha en 2013, comparado con un aumento de 2 t/ha a nivel mundial para alcanzar 5,2 t/ha en este último año. En cuanto a los rendimientos de maíz por país, los mayores se registran en El Salvador y Belice con 2,8 y 2,2 t/ha en el período 2001-2009; los menores son los de Honduras y Panamá con 0,9 t/ha en el mismo período.

Los impactos potenciales sobre los rendimientos de maíz en los escenarios B2 y A2 (véase el cuadro 6) fueron estimados tomando en cuenta los coeficientes<sup>13</sup> de las funciones de producción históricas y permitiendo que los promedios de temperatura y lluvia acumulada mensuales varíen según dichos escenarios, mientras los valores del resto de las variables se mantienen constantes sin considerar acciones de adaptación. Bajo el escenario B2 al corte de 2020, el rendimiento regional promedio de maíz podría disminuir 4% con las siguientes variaciones: 1% en Guatemala, 3,5% en El Salvador, 4,8% en Honduras, 5% en Costa Rica, 6% en Nicaragua y 7% en Panamá y Belice. Hacia 2050, las reducciones podrían tener un rango de 4% en Guatemala hasta 14% en Panamá. Hacia finales del siglo, los países más afectados serían Belice, Nicaragua, Panamá y Honduras, cuyos rendimientos disminuirían más de 24%. La reducción a nivel regional sería de 17%.

<sup>13</sup> Para consultar las estimaciones econométricas de las funciones de producción véase: CEPAL y CAC/SICA (2013a y 2014).

**CUADRO 6**  
**CENTROAMÉRICA: EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ EN**  
**ESCENARIOS B2 Y A2 - PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100**

País	Promedio de rendimientos 2001-2009	2020	2030	2050	2070	2100
	(t/ha)					
Escenario B2						
Belice	2,16	-6,76	-11,22	-13,79	-20,36	-28,13
Costa Rica	1,83	-5,11	-9,78	-8,60	-8,60	-12,51
El Salvador	2,79	-3,46	-7,18	-9,33	-12,24	-16,18
Guatemala	1,91	-1,00	-3,83	-3,94	-4,77	-7,07
Honduras	1,49	-4,76	-9,91	-12,93	-16,73	-23,69
Nicaragua	1,55	-6,10	-11,65	-13,62	-17,51	-26,00
Panamá	0,94	-6,92	-12,56	-14,40	-16,77	-25,10
Centroamérica	1,81	-3,99	-8,19	-9,53	-12,07	-17,27
Escenario A2						
Belice	2,16	-10,44	-11,99	-21,16	-32,23	-43,35
Costa Rica	1,83	-11,11	-5,95	-15,82	-26,48	-30,12
El Salvador	2,79	-11,50	-8,87	-18,20	-26,60	-37,40
Guatemala	1,91	-7,39	-6,71	-11,35	-14,86	-21,77
Honduras	1,49	-10,89	-11,03	-20,51	-30,23	-42,28
Nicaragua	1,55	-11,06	-10,58	-20,74	-33,36	-45,01
Panamá	0,94	-2,04	-2,01	-5,78	-28,03	-43,22
Centroamérica	1,81	-9,15	-8,07	-15,67	-25,13	-34,94

Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013a.

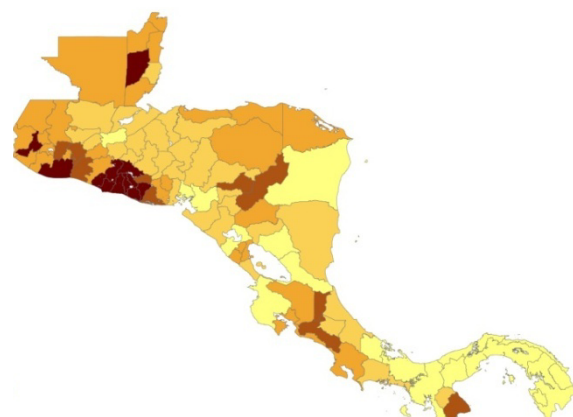
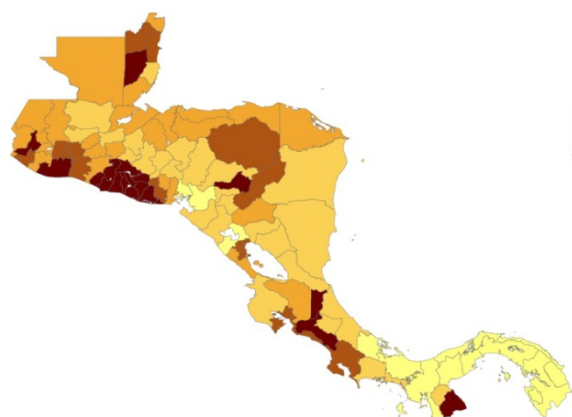
En el escenario más pesimista (A2), la disminución de los rendimientos sería mayor que en B2, sobre todo a partir del corte de 2030. Hacia 2100, la caída del promedio regional sería el doble que en B2. Al corte 2020, el rendimiento promedio regional disminuiría en 9% y los países más afectados serían El Salvador, Costa Rica y Nicaragua con reducciones de 11%. Hacia 2050, el rendimiento promedio regional bajaría 16%, con variaciones de 6% en Panamá a 21% en Belice, Nicaragua y Honduras. Hacia finales del siglo, la reducción del promedio regional sería de 35% con variaciones entre 22% en Guatemala y 45% en Nicaragua y seis países podrían sufrir reducciones mayores a la tercera parte. Los rangos de cambios en los rendimientos de los departamentos serían como sigue: Belice entre -36% y -55%, Costa Rica entre -12% y -49%, El Salvador entre -27% y -79%, Guatemala entre 23% y -70%, Honduras entre -32% y -61%, Nicaragua entre -29% y -69% y Panamá entre -30% y -67%. Panamá seguiría teniendo los menores rendimientos relativos, mientras que Guatemala tendría los mayores, beneficiándose de las temperaturas más bajas en sus tierras altas. Sus departamentos de Guatemala, Quetzaltenango, El Quiché, Chimaltenango, Totonicapán y Sololá podrían experimentar aumentos, mientras que Izabal, Suchitepéquez, El Petén, Chiquimula y Escuintla presentarían reducciones mayores a 50%.

**MAPA 9**  
**CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE MAÍZ POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 2001-2009 Y ESCENARIO A2, CON CORTES A 2100**

*(En T/ha)*

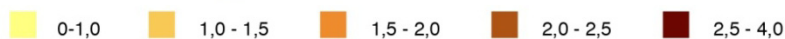
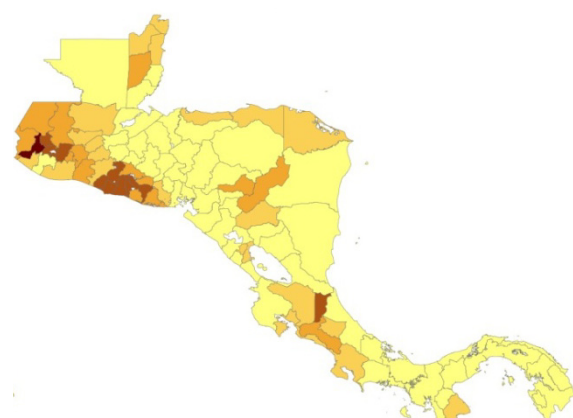
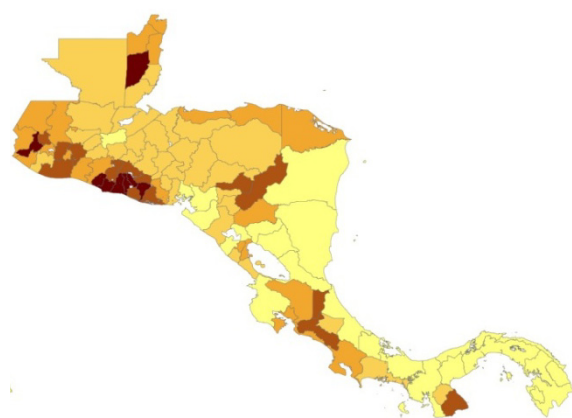
A. Promedio 2001-2009

B. 2020



C. 2050

D. 2100



Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013<sup>a</sup>.

Los cinco departamentos con producción de maíz mayor a 100.000 toneladas promedio anual entre 2001-2009, son el Nororiente de Honduras y Jutiapa, El Quiché, Peten y Alta Verapaz de Guatemala, con rendimientos promedios de 2,0, 1,9, 1,7, 1,7 y 1,4 t/ha respectivamente (véase el mapa 9). Con el escenario A2, dichos rendimientos podrían bajar a 1,5, 1,7, 1,7, 1,3 y 1,2 t/ha al corte 2050 y 0,8, 1,3, 1,8, 0,8 y 1,1 t/ha al corte 2100. Los rendimientos de El Quiché podrían mantenerse o ser ligeramente mayores.

Resumiendo la relación entre lluvia, temperatura y rendimientos en el período histórico, 32 departamentos registraron rendimientos inferiores a 1,5 t/ha, con un promedio de lluvia acumulada anual de 1.607 mm y una temperatura promedio de 24,1 °C. Hacia 2050 con B2, 39 departamentos lo podrían experimentar, y hacia finales del siglo serían 49 departamentos con un promedio regional de precipitación de 1.250 mm y una temperatura promedio de 27,1 °C. En el escenario A2 las reducciones serían mayores: 45 departamentos tendrían rendimientos menores a 1,5 t/ha en el corte 2050, y hacia final del siglo serían 59 departamentos.

## PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DE FRIJOL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

En el caso del frijol, la producción ha crecido 3,5% anual en las últimas tres décadas en Centroamérica. La superficie cosechada representó alrededor de 3,6% de la superficie agrícola total en la última década. En general, la superficie sembrada presenta oscilaciones con una tendencia creciente, aumentando de 273.000 ha en 1980 a 786.000 ha en 2013. Entre 1980 y 2013, el rendimiento se mantuvo estable en promedio 0,7 t/ha, mientras que a nivel mundial aumentó de 0,5 t/ha a 0,8 t/ha. Las zonas con mayores rendimientos de 0,80 t/ha o más en el período 2000-2009, son la costa de Belice, El Petén y nueve otros departamentos de Guatemala, gran parte de El Salvador, cuatro departamentos de Honduras, cinco de Nicaragua y Alajuela en Costa Rica.

Con el escenario B2 al corte 2020, el rendimiento regional promedio decrecería 3%, con una ganancia de 4% en Guatemala y pérdidas de 3% en Honduras, 4% en Panamá, 5% en El Salvador, 5,5% en Nicaragua, 7% en Belice y 8% en Costa Rica (véase el cuadro 7). Hacia 2050, los impactos se traducirían en una ganancia de 1,5% en Guatemala y reducciones en el resto de los países: entre 7% en Honduras hasta un máximo de 16% en Panamá. Hacia el final del siglo, los países más afectados serían Panamá con una reducción de 50%, Belice con 33% y Costa Rica y Nicaragua con reducciones superiores al 25%. Es notable que los rendimientos disminuirían casi en todos los departamentos, salvo en 12 departamentos del Altiplano Occidental de Guatemala, Jinotega en Nicaragua y San José en Costa Rica podrían tener incrementos.

Con el escenario A2 (véase el cuadro 7), las pérdidas regionales serían más del doble que en B2 en cada corte, con excepción de 2030. Al corte 2020, el rendimiento regional disminuiría 11%; El Salvador, Costa Rica y Nicaragua serían los más afectados con reducciones entre 14% y 16%. Para 2050, el rendimiento regional bajaría 17%, con un rango entre un aumento de 0,5% en Panamá y una reducción de 24% en El Salvador.

Hacia finales del siglo, el rendimiento regional podría disminuir 43%; la menor reducción, 17%, sería la de Guatemala y la mayor, 71%, sería la de Panamá. Cinco países experimentarían pérdidas mayores a 45%. El rango de cambios en los rendimientos de los departamentos agrupados por país serían: Belice entre -43% y -73%, Costa Rica entre -11% y -83%, El Salvador entre -28% y -100%, Guatemala entre un aumento de 100% y una reducción de 82%, Honduras entre -28% y -77%, Nicaragua entre -0% y -81% y Panamá entre -29 y -100%. Los rendimientos más bajos seguirían siendo los de Panamá, sobre todo en la segunda mitad del siglo. El caso más contrastante es el de Guatemala donde siete departamentos del Altiplano (Chimaltenango, El Quiché, Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos, Sololá y Totonicapán) podrían experimentar incrementos en rendimientos superiores a 40%, mientras que El Petén, Escuintla, Izabal y Suchitepéquez perderían más de 50%.

Para ilustrar, los seis departamentos con producción de frijol mayor a 21.000 toneladas promedio anual entre 2001-2009, son el Nororiente y Centro-oriente de Honduras, Jinotega, el Atlántico Sur y Matagalpa de Nicaragua y Jutiapa de Guatemala (véase el mapa 10), con rendimientos promedios de 0,8, 0,7, 0,9, 0,7, 0,8 y 0,9 t/ha respectivamente. Con el escenario A2, dichos rendimientos podrían bajar a 0,7, 0,6, 0,9, 0,5, 0,7 y 0,8 t/h al corte 2050 y 0,4, 0,5, 0,9, 0,1, 0,5 y 0,6 t/h al corte 2100. Los rendimientos de Jinotega se mantendrían constantes.

**CUADRO 7**  
**CENTROAMÉRICA: EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE FRIJOL**  
**EN ESCENARIOS B2 Y A2 – PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100**

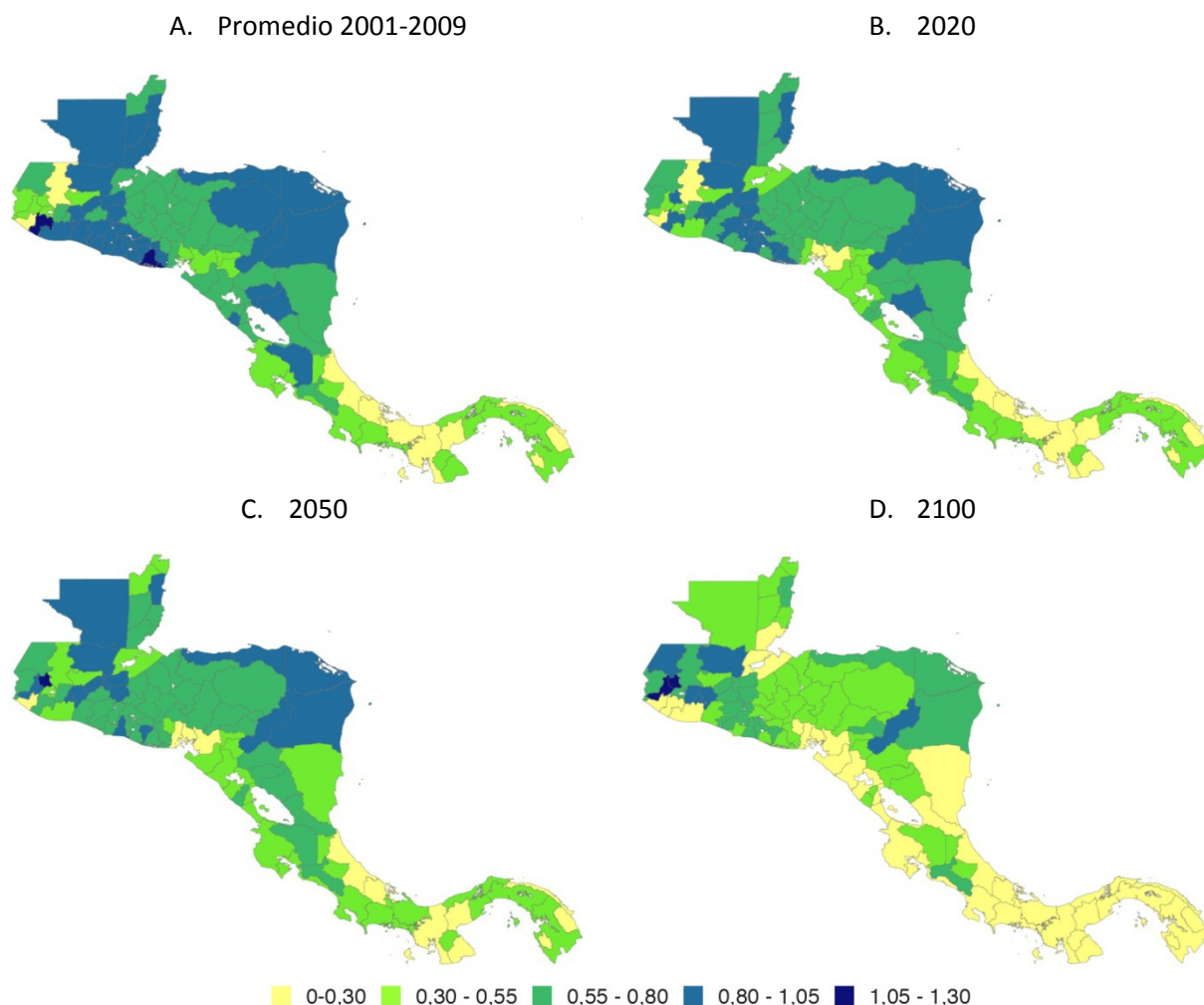
País	Promedio de rendimientos 2001-2009	2020	2030	2050	2070	2100
	(t/ha)					
Escenario B2						
Belice	0,8	-6,92	-10,60	-13,10	-25,06	-32,98
Costa Rica	0,5	-7,71	-16,56	-9,61	-13,46	-28,37
El Salvador	0,9	-4,70	-7,36	-8,69	-13,72	-17,26
Guatemala	0,7	3,71	1,52	1,50	1,76	0,94
Honduras	0,7	-3,35	-6,68	-7,10	-12,70	-20,39
Nicaragua	0,7	-5,52	-12,01	-11,68	-15,95	-26,11
Panamá	0,3	-4,06	-22,08	-15,98	-28,09	-50,02
Centroamérica	0,7	-2,86	-7,88	-7,53	-12,26	-19,32
Escenario A2						
Belice	0,8	-9,06	-13,90	-23,38	-36,69	-53,57
Costa Rica	0,5	-15,65	-7,09	-20,16	-42,22	-47,64
El Salvador	0,9	-16,47	-13,19	-24,14	-35,00	-48,92
Guatemala	0,7	-6,99	-6,94	-8,79	-10,14	-17,44
Honduras	0,7	-11,77	-11,40	-19,00	-28,29	-42,04
Nicaragua	0,7	-14,45	-12,80	-22,74	-39,80	-54,39
Panamá	0,3	-1,03	-2,55	0,60	-43,00	-70,60
Centroamérica	0,7	-11,13	-10,20	-17,09	-29,99	-43,21

Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013a.

Resumiendo la relación entre lluvia, temperatura y rendimientos de frijol en el período histórico, 27 departamentos registraron rendimientos inferiores a 0,55 t/ha, con un promedio de lluvia acumulada anual de 1.607 mm y una temperatura promedio de 24,1 °C. Con B2 hacia 2050, 28 departamentos lo experimentarían, y hacia finales del siglo serían 38 departamentos con un promedio regional de precipitación de 1.250 mm y una temperatura promedio de 27,1 °C. Con el escenario A2, las reducciones serían mayores: 36 departamentos tendrían rendimientos menores a 0,55t/ha en el corte 2050, y hacia final del siglo, serían 58 departamentos, con un promedio de lluvia acumulada anual de 844 mm y una temperatura promedio de 28,4 °C.



**MAPA 10**  
**CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE FRIJOL POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 2001-2009 Y ESCENARIO A2, CON CORTES A 2100**  
*(En T/ha)*



Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013a.

## PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DE ARROZ FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

La producción de arroz en Centroamérica creció a una tasa menor que la mundial en el período 1980-1995, 0,6% promedio anual, pero entre 1995 y 2013 la tasa creció a 2,3% anual. La superficie de arroz tuvo una tasa de crecimiento de 0,57% anual entre 1980 y 2013, llegando a cubrir de 256.000 ha en 1980 a 292.000 ha en 2013. En el mismo período, el rendimiento aumentó de 2,8 t/ha a 3,8 t/ha, más que el de los otros granos, mientras que el promedio mundial creció de 2,7 t/ha a 4,4 t/ha. La zona sur de la costa del Pacífico de la región tuvo la mayor producción de arroz entre 2001 y 2009, abarcando departamentos de Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Destaca Chiriquí en Panamá con el promedio anual más alto, 142.000 toneladas. En cuanto a los rendimientos, La Libertad y Chalatenango en El Salvador superaron las 7 t/ha entre 2001 y 2009, y El Salvador, el Centro Occidental y Norte de Honduras, El Petén, San Marcos, Quetzaltenango, Chiquimula y Escuintla en Guatemala, y Belice y Orange Walk en Belice tienen rendimientos mayores a 3 t/ha pero su producción es limitada. Los departamentos con altos rendimientos y alta producción son

Guanacaste, Puntarenas y Alajuela en Costa Rica con 3,3 t/ha. Panamá, uno de los mayores productores, tiene el rango de rendimiento más bajo.

En el escenario B2 al corte 2020, los rendimientos decrecerían 8% como promedio regional, con los siguientes promedios nacionales: 5% en Guatemala, 7% en Costa Rica y El Salvador, 8% en Honduras, 9% en Panamá y 11% en Belice y Nicaragua (véase el cuadro 8). En 2050 las reducciones irían desde 10% en Guatemala hasta 23% en Nicaragua, con un promedio regional de 15%. Hacia finales del siglo, Guatemala experimentaría una reducción de 20%, mientras que las de Honduras, Panamá, Belice y Nicaragua serían mayores a 30%, lo cual sería el promedio regional. Sólo los rendimientos de El Quiché, Quetzaltenango y Totonicapán en Guatemala aumentarían. Dieciséis departamentos presentarían decrementos superiores a 50%, concentrados en Nicaragua y Panamá.

**CUADRO 8**  
**CENTROAMÉRICA: EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE ARROZ**  
**EN ESCENARIOS B2 Y A2 - PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100**  
(En porcentajes)

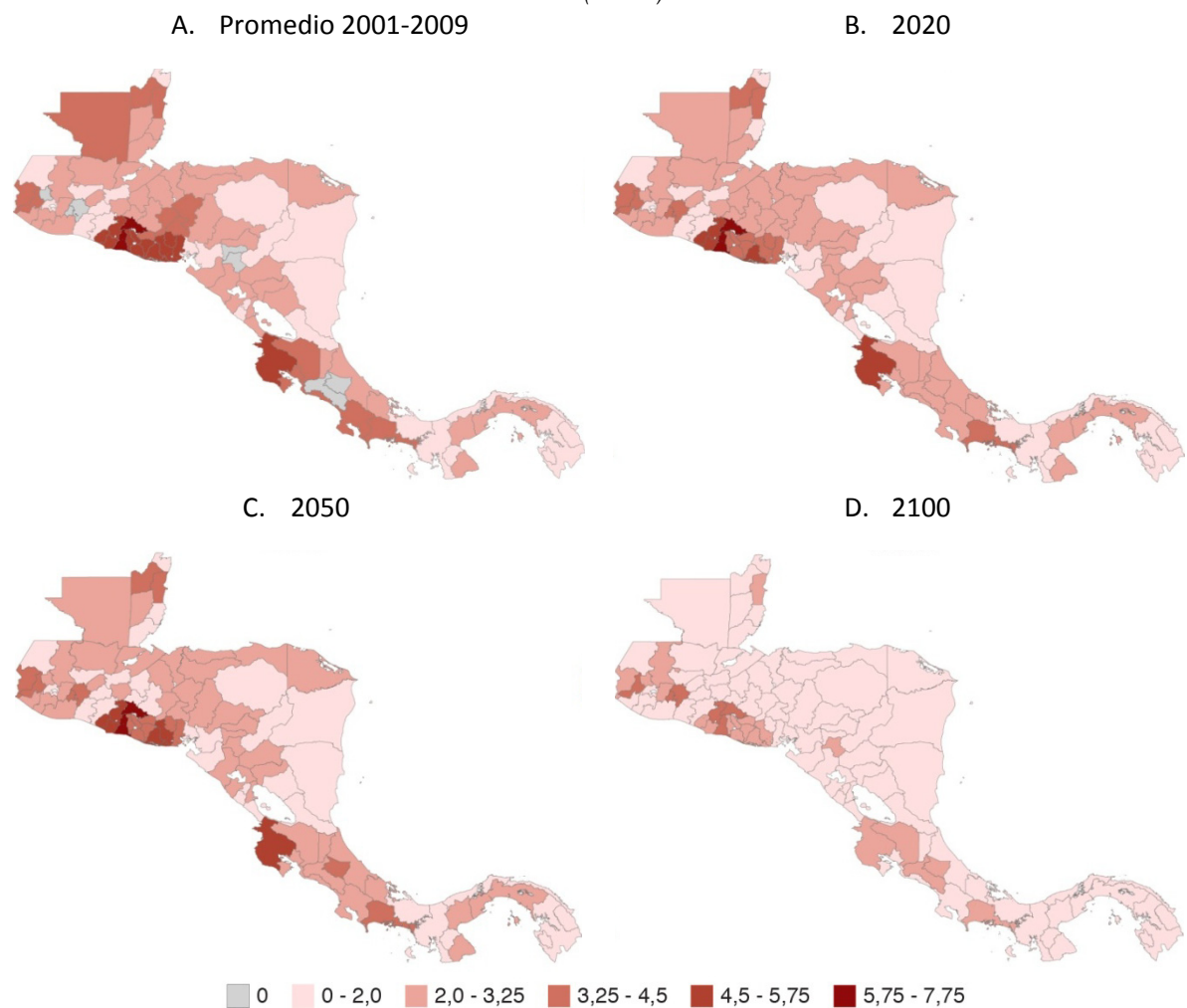
País	Promedio de rendimientos 2001-2009	2020	2030	2050	2070	2100
	(t/ha)					
<b>Escenario B2</b>						
Belice	2,8	-10,56	-12,97	-18,65	-31,76	-40,42
Costa Rica	3,3	-7,02	-11,91	-13,30	-17,96	-25,37
El Salvador	5,3	-6,81	-10,01	-13,64	-20,35	-26,20
Guatemala	2,6	-4,63	-7,46	-9,79	-15,48	-20,27
Honduras	2,3	-7,90	-11,92	-15,68	-23,98	-32,48
Nicaragua	2,2	-11,43	-18,78	-23,25	-32,71	-47,41
Panamá	1,8	-8,82	-16,50	-18,08	-24,97	-34,25
Centroamérica	2,9	-7,53	-11,88	-15,06	-22,41	-30,23
<b>Escenario A2</b>						
Belice	2,8	-9,87	-15,61	-24,74	-41,54	-56,98
Costa Rica	3,3	-10,01	-9,09	-19,85	-32,83	-39,98
El Salvador	5,3	-13,11	-12,05	-24,32	-36,21	-50,32
Guatemala	2,6	-9,33	-10,38	-19,27	-28,63	-41,71
Honduras	2,3	-11,60	-13,80	-24,37	-36,67	-49,92
Nicaragua	2,2	-15,94	-18,84	-33,60	-53,55	-68,84
Panamá	1,8	-6,07	-7,19	-12,07	-35,38	-48,89
Centroamérica	2,9	-11,07	-12,26	-22,60	-36,78	-50,25

Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013a.

Con A2 se prevé que la disminución de los rendimientos de arroz sea mayor que en B2, especialmente a partir del corte 2030. En el corte 2020, el promedio de disminución regional sería de 11%; el país más afectado sería Nicaragua, cuyos rendimientos disminuirían 16%. En 2050, la región sufriría un decremento promedio de 23%, en un rango de 12% en Panamá a 34% en Nicaragua. Para final del siglo se prevé una reducción en un rango entre 49% y 69%, y un promedio regional de 50%. Nicaragua y Belice serían los más afectados con reducciones superiores al promedio, 69% y 57%, respectivamente. En este escenario, el menos afectado también sería Guatemala con 42%.

Hacia finales del siglo, los rangos de las disminuciones departamentales por país serían: entre 48% y 68% en Belice, entre 17% y 47% en Costa Rica, entre 39% y 97% en El Salvador, entre un aumento de 10% y un reducción de 79% en Guatemala, entre 35% y 74% en Honduras, entre 41% y 100% en Nicaragua y entre 28% y 100% en Panamá. Los mayores rendimientos para el corte 2100, superiores a 2 t/ha, se experimentarían en un departamento de Belice, dos de Costa Rica, 12 de El Salvador, cuatro de Guatemala y una provincia de Panamá. Los menores, inferiores a 1 t/ha, ocurrirían en 33 departamentos de Nicaragua y Panamá.

**MAPA 11**  
**CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE ARROZ POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 2001-2009 Y ESCENARIO A2, CON CORTES A 2100**  
*(En T/ha)*



Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013a.

Para ilustrar, los siete departamentos con producción de arroz mayor a 28.5 mil toneladas promedio anual entre 2001-2009, son Chiriquí, Coclé y Veraguas de Panamá, Guanacaste, Puntarenas y Alajuela de Costa Rica, y Matagalpa de Nicaragua (véase el mapa 11), con rendimientos promedios de 3,9, 2,5, 1,8, 5,0, 3,6, 3,3 y 2,9 t/ha respectivamente. Con el escenario A2, dichos rendimientos podrían bajar a 3,6, 2,3, 1,7, 4,0, 3,0, 2,8 y 2,0 t/ha al corte 2050 y 2,5, 1,7, 1,2, 2,9, 1,9, 2,2 y 1,1 t/ha al corte 2100.

Resumiendo la relación entre lluvia, temperatura y rendimientos de arroz en el período histórico, 23 departamentos registraron rendimientos inferiores a 2 t/ha, con un promedio de lluvia acumulada anual de 1.607 mm y una temperatura promedio de 24,1 °C. Con el escenario B2 hacia 2050, 30 departamentos experimentarían estos rendimientos, y hacia finales del siglo serían 50 departamentos, con un promedio regional de precipitación de 1.250 mm y una temperatura promedio de 27,1 °C. Con el escenario A2, las reducciones serían mayores: 39 departamentos experimentarían rendimientos menores a 2t/ha en el corte 2050 y, hacia final del siglo, serían 58 departamentos, con un promedio de lluvia acumulada anual de 844 mm y una temperatura promedio de 28,4 °C.

## **PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTOS DE CAFÉ FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Los rendimientos de café alcanzaron un promedio regional de 0,8 t/ha en 2009, pero con gran variación entre departamentos. De ellos, 32 reportaron rendimientos superiores al promedio mundial, coincidiendo en 14 casos con los de mayores volúmenes de producción. Los 32 departamentos son: Orange Walk y Toledo en Belice; San José, Heredia, Alajuela, Guanacaste, Puntarenas y Cartago en Costa Rica; San Salvador en El Salvador; Chiquimula, Sololá, El Quiche, Huehuetenango, Santa Rosa, Izabal, Guatemala, Escuintla, Sacatepéquez, Jalapa, El Progreso, San Marcos, Totonicapán, El Peten, Chimaltenango y Suchitepéquez en Guatemala; Ocotepeque, Copán, Lempira, Intibucá y Comayagua en Honduras; y Jinotega y Matagalpa en Nicaragua. No obstante, el rendimiento regional promedio aumentó solo 0,1 t/ha, mientras que los rendimientos mundiales han crecido de 0,48 t/ha a 0,79 t/ha en las últimas tres décadas.

En Costa Rica la producción de café ha variado de 88.000 t a 118.000 t entre 1980 y 2011, con un promedio de 135.000 t. La variabilidad de los rendimientos es la causa de las fluctuaciones de la producción, con un rango de 1 t/ha 1,7 t/ha y un promedio de 1,3 t/ha. En general se observa un crecimiento de la producción en la década de los ochenta, pero a partir de los noventa se ha mantenido relativamente estable y en algunos períodos ha decrecido. El Salvador presenta una tendencia negativa en la producción y rendimientos, sobre todo a partir de 1992, cuando alcanzó un máximo de 198.000 t y 1,1 t/ha de rendimiento. La trayectoria descendiente se interrumpió en 1999 y 2010. La producción en 2011 cayó a 77.000 t con un rendimiento de 0,5 t/ha. Guatemala mantuvo una tendencia creciente tanto de la producción como de los rendimientos en el período 1980-2011; estos últimos se incrementaron de 0,7 t/ha en 1980 a 1 t/ha en 2011. La producción se incrementó de 177.000 t en 1980 a 269.000 t en 2011. En Honduras la producción creció de 70.000 t en 1980 a 195.000 t en 2000. Pero a partir de entonces, tanto la producción como los rendimientos presentaron una tendencia descendente. La mayor caída de los rendimientos ocurrió en 2005, cuando llegaron a 0,5 t/ha. Desde 2005 la producción mantiene una tendencia positiva, alcanzando 238.000 t en 2011. Es importante mencionar que la producción creció más que los rendimientos, con un aumento de la superficie cultivada. Existe un descenso de la producción y los rendimientos de café en Nicaragua en la década de los ochenta, desde 57.000 t en 1980 a 33.000 t en 1991, acompañada de una reducción de la superficie sembrada de 97.000 a 74.000 hectáreas. Los rendimientos descendieron de 0,6 t/ha a 0,4 t/ha en el mismo período. En la década de los noventa, la superficie sembrada, los rendimientos y la producción se recuperaron y superaron los niveles anteriores. La producción llegó a 93.000 t en 2000 y los rendimientos a 0,9 t/ha. A partir de entonces, la producción y el rendimiento han estado fluctuando dentro de una tendencia creciente. En Panamá, después de un marcado crecimiento a principios de los años ochenta, la producción ha fluctuado entre 7.500 t y

13.000 t con un promedio alrededor de 11.000 t y los rendimientos van variado en un rango de 0,5 t/ha a 0,7 t/ha.

Los departamentos de mayor producción en Centroamérica son Santa Rosa (el mayor productor con 51.495 t), Huehuetenango y Chiquimula en Guatemala; Santa Ana en El Salvador; El Paraíso, Copán, Comayagua y Santa Bárbara en Honduras; Jinotega y Matagalpa en Nicaragua y San José (el segundo mayor productor con 47.165 t) y Alajuela en Costa Rica. Otros 71 departamentos registraron una producción promedio de 20.600 a 5 t y doce departamentos no contaban con registros de producción. Para el promedio registrado entre 2001 y 2009 los mayores rendimientos históricos de café se localizan en Belice, anotando la reducida extensión y producción reportada, Chiquimula, Sololá, El Quiché, Huehuetenango y Santa Rosa en Guatemala; San José, Heredia, Guanacaste y Alajuela en Costa Rica, y Ocatepeque, Copán, Lempira e Intibucá en Honduras. Los menores rendimientos se reportan en Panamá, la costa del Pacífico de Nicaragua; La Unión, Usulután, Cabañas y La Paz en El Salvador, y Choluteca, Atlántida y Olancho en Honduras. En el promedio histórico figuran departamentos donde no se reporta producción de café (líneas negras diagonales). Sin embargo, en estos casos las estimaciones futuras corresponden al rendimiento que se obtendría según las variables climáticas estimadas.

Tomando en cuenta las condiciones climáticas del escenario B2, los rendimientos disminuirán hacia 2020, sobre todo en la región Pacífico. Los departamentos que se verían más afectados serían San Miguel, Cuscatlán, Santa Ana y Chalatenango en El Salvador; Retalhuleu, Suchitepéquez y Santa Rosa en Guatemala; Ocatepeque, Lempira y Yoro en Honduras y Toledo en Belice. En 2050 los decrementos se extienden por la región central de Nicaragua en Nueva Segovia, Estelí y Matagalpa; en la comarca Ngöbe Bugle en Panamá; Copán, Yoro y La Paz en Honduras; Santa Ana vuelve a decrecer en El Salvador y Chiquimula, Escuintla y Suchitepéquez en Guatemala. En 2070 las reducciones continúan principalmente en los departamentos costeros como Limón y Puntarenas en Costa Rica, Sonsonate en El Salvador, Izabal en Guatemala, Cortés en Honduras y Toledo en Belice, además de San Salvador, Baja Verapaz y Orange Walk. Hacia finales de siglo las regiones con menos de 0,4 t/ha serían todas las provincias y comarcas de Panamá, Limón en Costa Rica, Nicaragua (con excepción de Jinotega, Región Autónoma Atlántico Norte, Matagalpa y Madriz), la región Pacífico de El Salvador, además de Morazán, Cabañas y Cuscatlán, las regiones del Atlántico y Oriental de Honduras, así como Suchitepéquez y El Petén en Guatemala. No obstante, varios departamentos mantendrían rendimientos mayores a 1 t/ha, como son Huehuetenango, El Quiché, Sololá, Orange Walk, Ocatepeque y San José.

En el escenario A2, hacia 2020 los rendimientos de los departamentos de Toledo en Belice y Santa Rosa en Guatemala decrecerían, mientras que los de Alta Verapaz también en Guatemala crecerían. En este corte los departamentos de Belice y Nicaragua sin registro de producción tendrían rendimientos entre 0,4 t/ha y 1 t/ha. Para 2050 la baja de rendimientos se extiende en los departamentos del centro de la región, como El Petén, Zacapa y Chiquimula en Guatemala; Copán y Yoro en Honduras y Alajuela en Costa Rica; también presentarían reducciones Chiriquí y Ngöbe-Buglé en Panamá así como Sonsonate y San Salvador en El Salvador. Finalmente, en 2100 se espera que casi todos los departamentos presenten rendimientos menores a 0,7 t/ha, con excepción de Alajuela, Heredia, San José y Cartago en el valle central de Costa Rica; Huehuetenango, El Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos del altiplano occidental guatemalteco, además de Chimaltenango, Guatemala, Sacatepéquez y Suchitepéquez que tienen zonas con mayores altitudes; Copán y Ocatepeque en Honduras y Jinotega en Nicaragua.

**CUADRO 9**  
**CENTROAMÉRICA: EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE CAFÉ**  
**EN ESCENARIOS B2 Y A2, PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100**  
*(En porcentajes)*

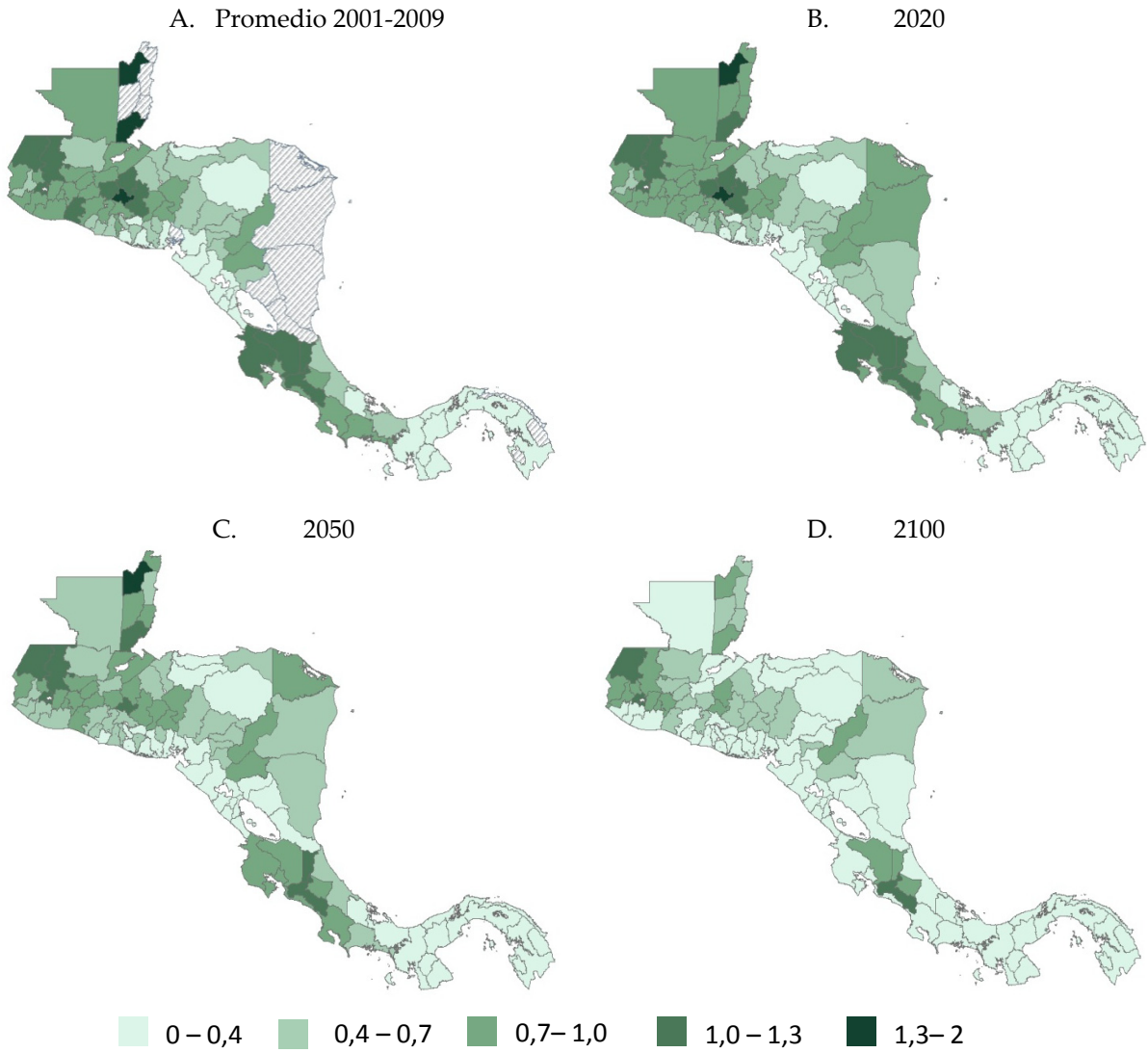
<b>País</b>	<b>Promedio de rendimientos 2001-2009</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2070</b>	<b>2100</b>
	<i>(t/ha)</i>	<i>(En porcentajes)</i>				
Escenario B2						
Belice	1,51	-13,96	-17,52	-18,92	-30,65	-37,42
Costa Rica	1,16	-5,16	-8,11	-10,87	-20,72	-34,28
El Salvador	0,54	-7,36	-7,39	-17,20	-26,08	-37,88
Guatemala	0,92	-5,86	-5,40	-9,72	-14,27	-21,27
Honduras	0,72	-4,32	-8,25	-12,12	-18,33	-29,72
Nicaragua	0,65	-7,49	-14,75	-21,92	-28,77	-47,64
Panamá	0,57	-7,58	-17,24	-27,26	-47,56	-77,34
Centroamérica	0,78	-6,43	-9,69	-15,82	-24,44	-38,33
Escenario A2						
Belice	1,51	-4,78	-16,92	-18,66	-34,49	-45,24
Costa Rica	1,16	2,91	-1,27	-11,19	-20,39	-36,14
El Salvador	0,54	0,31	-12,84	-22,29	-37,75	-57,92
Guatemala	0,92	2,44	-6,16	-11,52	-20,23	-35,57
Honduras	0,72	2,32	-6,12	-8,90	-19,00	-32,76
Nicaragua	0,65	-4,85	-10,65	-17,32	-34,63	-53,07
Panamá	0,57	3,10	-13,21	-39,74	-54,89	-82,53
Centroamérica	0,78	0,96	-8,71	-17,59	-29,99	-47,87

Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2014.

Para ilustrar, los departamentos se agruparon en tres rangos de rendimiento: i) alto (igual y más de 0,8 t/ha, que es el promedio mundial actual); ii) medio (entre 0,8 t/ha y 0,3 t/ha), y iii) bajo (menos de 0,3 t/ha). Como ya se mencionó, 32 departamentos (34% del total) registraron rendimientos históricos iguales o superiores a 0,8 t/ha, principalmente en Costa Rica, Guatemala y Honduras. Hacia 2050, este número de departamentos se reduciría a 25 (26% del total) en el escenario A2. Hacia 2100 el número de departamentos con rendimientos de 0,8 t/ha o más se reduce a la mitad del período histórico con 11 (12%): Orange Walk en Belice; Cartago, Heredia y San José en Costa Rica; El Quiché, Huehuetenango, Sacatepéquez, Sololá y Totonicapán en Guatemala; y Copán y Ocotepeque en Honduras. Así, 14 departamentos adicionales al corte de 2050 pasarían al rango medio con A2: Toledo de Belice; Alajuela y Guanacaste en Costa Rica; Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Guatemala, San Marcos, Chimaltenango e Izabal en Guatemala; Intibucá, Comayagua y Lempira en Honduras; y Jinotega en Nicaragua (véase el mapa 12).



**MAPA 12**  
**CENTROAMÉRICA: RENDIMIENTOS DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 2001–2009 Y ESCENARIO A2, CON CORTES A 2100**  
*(En T/ha)*



Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2014.

## ROYA DEL CAFÉ

En el caso del café y las poblaciones asociadas a su producción, hay múltiples canales de impacto del cambio climático, incluyendo los diversos efectos de eventos extremos, la progresiva alza de temperatura, cambios en los patrones de lluvias y en el nivel de aridez, impactos en los ecosistemas que contribuyen con servicios a la producción (como sombra), además de cambios en las enfermedades que afectan la producción como la roya.

Las emergencias provocadas por eventos extremos climáticos, como este brote de roya de 2012-2013 y la sequía de 2014, además de la tormenta tropical DT12E de 2011, han estado cada vez más presentes en la agenda regional. Frente a estas dos últimas amenazas, los Presidentes de la región han decretado mandatos para el Sistema de Integración Centroamericana y declarado estados de emergencia en varios países. Las instituciones nacionales y regionales han preparado e implementado programas de respuesta inmediata. Al mismo tiempo, aumenta la consciencia de que estos fenómenos podrían estar relacionados de forma creciente con cambios climáticos globales provocados por las emisiones de gases de efecto invernadero.

La roya del café (*Hemileia vastatrix*) es un hongo que normalmente se reproduce bajo temperaturas cálidas y lluvias constantes o ambientes húmedos en alturas medias y bajas. Los síntomas son manchas amarillentas en la parte superior de la hoja, donde se reproducen las esporas. Cuando la enfermedad es muy fuerte ocasiona la caída de las hojas de la planta, la maduración irregular del fruto y la reducción en la producción. (CICAFFE, 2011). Los rangos de temperatura donde la roya del café germina van de 16°C a 26°C, con un rango óptimo entre 20°C y 25°C, dependiendo de la especie. Otras condiciones que facilitan la germinación son las condiciones de oscuridad, período de mojado mínimo de 6 horas, variaciones bruscas del ambiente, edad de la planta, fertilización deficiente y alta carga fructífera (MAGA, 2013).

En el año cafetalero 2012-2013, Centroamérica, México y Colombia sufrieron una plaga de roya que afectó significativamente la producción y los ingresos de los productores. La Organización Internacional del Café (OIC) calculó la incidencia de esta plaga por países: El Salvador, 74%, Guatemala, 70%, Costa Rica 64%, Nicaragua, 37% y Honduras, 25%. Según esta organización, el impacto en la producción 2013-2014 será una reducción de 17% con respecto a la cosecha previa. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de El Salvador y el Consejo Salvadoreño del Café señalaron que de las 152,187 hectáreas sembradas de café, 74% fueron atacadas por el hongo. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica y el Instituto del Café de Costa Rica reportaron que de las 94,000 hectáreas de café sembradas, 64% se vieron afectadas (El Mundo, 2013).

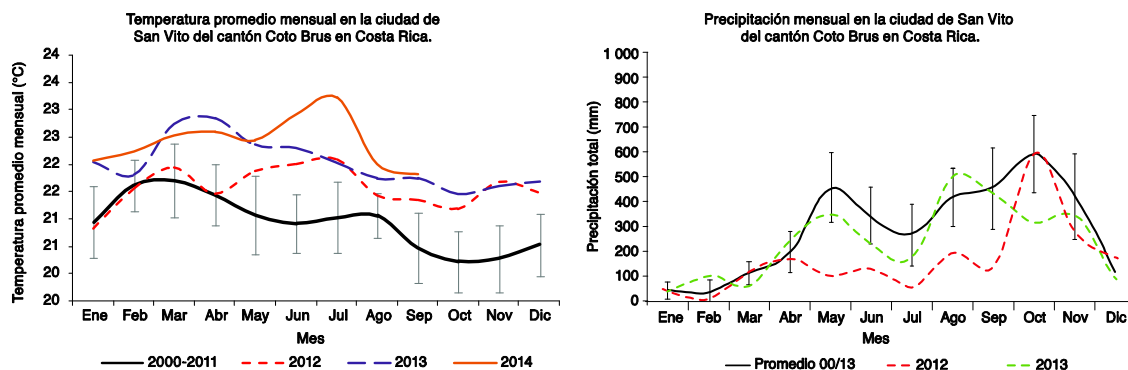
Esta epidemia y sus grandes repercusiones socioeconómicas ocasionaron que los ministros de Agricultura de Centroamérica declararan al brote como emergencia nacional. La sensibilidad del sector a cambios climáticos aparentemente menores se manifestó en el impacto del brote de roya que redujo la cosecha de café 2012-2013 entre 15% a 25% en relación con la producción de 2011-2012 (FEWSNET, RUTA y PROMECAFFE, 2014, citando PROMECAFFE), con probables impactos en los siguientes ciclos, lo cual llevo a un decremento en las exportaciones. Por ejemplo, en el período de julio a diciembre de 2013 con relación al mismo período de 2012 se observa una reducción de 34% a nivel regional, 19% en Costa Rica, 17% en Guatemala, 50% en El Salvador, 55% en Honduras y 44% en Nicaragua (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

El costo económico para la región se calculó en 500 millones de dólares, de los cuales 46% corresponde a Honduras, 20% a Guatemala, 15% a El Salvador, 12% a Nicaragua y 7% a Costa Rica, la República Dominicana y Jamaica conjuntamente (OIC, 2013a). Honduras fue el país más afectado en términos económicos y en volumen de producción, pero fue de los menos afectados en hectáreas sembradas. Las pérdidas afectaron a dos millones de centroamericanos que, según la OIC, se ganaban la vida con el café, incluyendo a jornaleros y productores. La organización informó que esta enfermedad provocará la pérdida de unos 374,000 empleos en Centroamérica, la República Dominicana y Jamaica por disminución de la demanda laboral para la cosecha (OIC, 2013a). A continuación se describe un análisis reciente sobre la relación de la variabilidad climática y la roya en Costa Rica.

Los cambios en el comportamiento habitual de las enfermedades de los cultivos obedecen en muchas ocasiones a un conjunto de variables económicas, sociales y ambientales que influyen en la vulnerabilidad de las plantaciones o en la agresividad del patógeno. En el caso de roya del café aquí examinado, un cambio en el patrón del clima durante 2012 pudo haber causado cambios en la duración del ciclo de infección (por mayor temperatura) y en la percepción del caficultor (por la creencia de que la roya solo está asociada a altos niveles de lluvia) sobre la necesidad de prestar atención a los problemas causados por plagas y enfermedades en general. Datos coleccionados desde varios años en el cantón Coto Brus de la provincia de Puntarenas en Costa Rica, que utiliza sombra en sus cafetales, permiten ilustrar y analizar este cambio (Barquero, 2013a y 2013b).

El análisis de los niveles mensuales promedio de temperatura y precipitación en el cantón de Coto Brus, detecta un cambio a partir de mayo de 2012. En el gráfico 19 se observa que el promedio de temperatura del período 2000-2011 (línea negra) alcanzó un valor máximo de aproximadamente 21,7 °C en marzo y un mínimo de 20,4 °C en octubre. La temperatura mensual de 2012 (línea roja) fue mayor que la del período mencionado a partir de mayo, incluso mayor que los valores máximos, superando los 22 °C en julio (las líneas verticales representa el rango de cada mes en el promedio). Esta tendencia continuó en 2013 (línea morada), llegando a casi 23 °C en marzo y abril. En 2014 (línea naranja) las temperaturas medias mensuales continúan siendo superiores al promedio del período 2000-2012, en julio la temperatura media registró más de 23°C. Asimismo, se observa la precipitación mensual se observa que el promedio para el período 2000-2013 (línea negra) en el cual hubo dos períodos de lluvia, uno con un máximo de 450 mm en mayo y otro de 600 mm en octubre. En cambio, la precipitación de 2012 (línea roja) presentó niveles menores entre enero y septiembre, alrededor de los 100 mm por debajo de los valores mínimos del promedio de 2000-2013 (las líneas verticales representa el rango de cada mes en el promedio). Solamente en octubre alcanzó los 600 mm, cercanos al promedio histórico. En 2013 la precipitación mensual (línea verde) fue superior a la del 2012, pero aún por debajo del promedio del período 2000-2013 entre los meses de mayo y julio (Barquero, 2013a y 2013b).

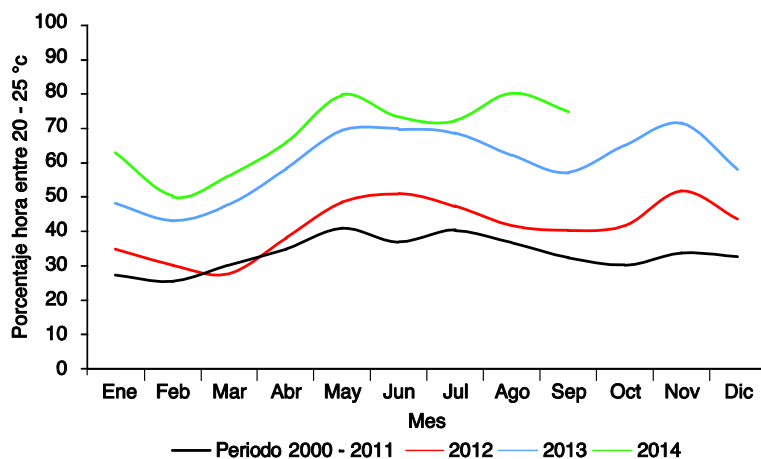
**GRÁFICO 19**  
**COSTA RICA, COTO BRUS: PRECIPITACIÓN MENSUAL**



Fuente: Barquero, 2013a y 2013b.

Además de las altas temperaturas y los menores niveles de lluvia, se registró un aumento de la proporción de horas de temperatura favorable a la ocurrencia de la infección de roya, (véase el gráfico 20). A partir de mayo de 2012 (línea roja), se registró aproximadamente un 20% más de prevalencia del rango de temperatura favorable con respecto al promedio del período de 2000-2011 (línea negra). En 2013 (línea azul), la proporción de horas favorables para la infección de la roya es mayor que la de 2012, y en 2014 (línea verde) esta proporción es superior a la de los años anteriores, entre mayo y septiembre el porcentaje de horas favorables superó el 70%.

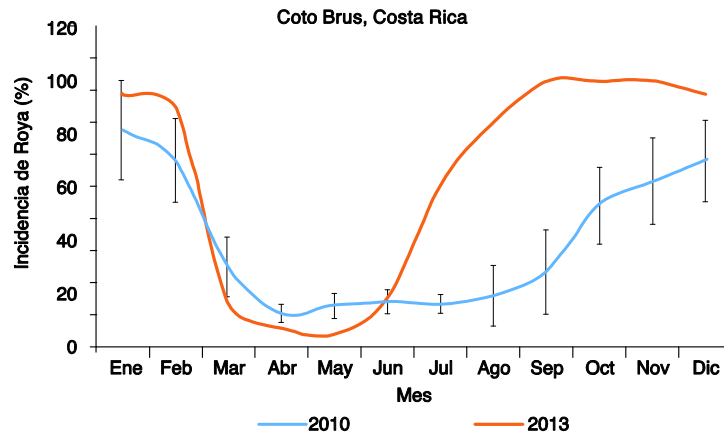
**GRÁFICO 20**  
**COSTA RICA, COTO BRUS: PROPORCIÓN MENSUAL DE HORAS DE TEMPERATURA FAVORABLE PARA LA INFECCIÓN DE LA ROYA**



Fuente: Barquero, 2013a y 2013b.

Es probable que estos tres cambios del clima hayan propiciado un progreso más rápido y anticipado del brote, el cual habría completado su ciclo biológico en menor tiempo (véase el gráfico 21). Adicionalmente, estas condiciones favorecieron la permanencia de una lámina de agua condensada sobre las hojas, por la mayor humedad relativa con temperaturas más elevadas. Debido al adelanto de la enfermedad, la aplicación de fungicidas pudo haber sido tardía (Barquero, 2013a y 2013b).

**GRÁFICO 21**  
**COSTA RICA, COTO BRUS: INCIDENCIA DE LA ROYA**  
 (En porcentajes)



Fuente: Barquero, 2013a y 2013b.

Por su experiencia, el caficultor asociaba la roya a períodos de mayor precipitación, de modo que no consideraba que menos lluvia pudiera favorecer su desarrollo de las enfermedades. No tenía referencias a la relación entre roya y temperatura y/o se suponía una relación estable. Además, por la caída de los precios internacionales del café durante la cosecha 2011-2012, los caficultores tuvieron menos ingresos para invertir en mantenimiento y descuidaron la atención fitosanitaria de sus plantaciones. Lo acontecido demuestra lo sensible que puede ser la alteración de un factor climático no reconocido anteriormente, combinado con otros factores económicos y de condiciones y prácticas productivas (variedades sensibles, edad de los cafetos, poco mantenimiento como la poda y poca recuperación del contenido orgánico del suelo), factores todos que resultaron en una mayor vulnerabilidad de los cafetos. Otro punto que se investiga es la modificación de las especies de roya y su capacidad infectiva (Barquero, 2013a y 2013b).

## CONSIDERACIONES FINALES PARA LOS GRANOS BÁSICOS Y EL CAFÉ

En conclusión, se estima que los impactos del cambio climático en la producción de granos básicos y el café en Centroamérica serían marcadamente mayores en el escenario A2 (emisiones crecientes e inacción global) que en el escenario B2 (trayectoria de alza de emisiones menor). Con A2 al final del siglo, las reducciones regionales estimadas serían: 35%, 43%, 50% y 48% para el maíz, frijol, arroz y café, respectivamente, en comparación con 17%, 19%, 30% y 38% con B2; por lo cual es importante seguir insistiendo en un esfuerzo global de reducción las emisiones. No obstante, los escenarios sugieren que la diversidad de rendimientos del período histórico podría combinarse con variaciones en impactos de cambio climático que mantendrían y ampliarían la heterogeneidad de los rendimientos departamentales y nacionales, aun sin acciones de adaptación y de mejora de la sostenibilidad de la producción. Así los resultados sugieren que habrá diferentes condiciones y medidas apropiadas de adaptación dependiendo del departamento e inclusive dentro de cada uno.

El impacto menor y los aumentos potenciales en rendimientos estimados para el Altiplano Occidental Guatemalteco y otras tierras altas de la región no significa que aumentar la superficie de producción sea necesariamente una opción recomendable. Es necesario considerar aspectos como el uso apropiado de suelo para bosques y otros ecosistemas, la topografía accidentada, los riesgos de erosión y el cuidado de las cuencas hidrológicas. Igualmente, las estimaciones no toman en cuenta

el efecto acumulativo de las prácticas agrícolas actuales sobre el ambiente y su propia sostenibilidad, como la degradación del suelo y su erosión, que podrían contribuir a reducir los rendimientos futuros.

El sector agropecuario es altamente vulnerable al cambio climático, es el segundo emisor de gases de efecto invernadero y alberga una buena parte de la población que vive en pobreza y que produce los alimentos básicos de la dieta regional. Por lo que se requiere una visión estratégica para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos a nivel de finca y en las cadenas de valor. En este sentido, los esfuerzos de adaptación, de integración de medidas de adaptación en los planes agrícolas de mitigación, y de programas de mitigación basada en adaptación que la región está implementando son muy importantes.

La respuesta agrícola al cambio climático requerirá una estrecha coordinación de políticas con otros sectores para reducir la deforestación y proteger la biodiversidad y el recurso agua. Habrá que reconocer y considerar el potencial de expansión de experiencias que han fortalecido el bienestar de poblaciones rurales e indígenas con procesos productivos más sostenibles, como la agroforestería, la combinación de actividades agrícolas con las de protección de ecosistemas naturales y pago por servicios ambientales.

Considerando que el sector es el mayor consumidor de agua, cuya disponibilidad puede reducirse en la mayor parte de la región por el cambio climático y el incremento de la población, todo esfuerzo para aumentar la eficiencia del uso del recurso es clave. Programas para aumentar el acceso de poblaciones rurales dispersas a fuentes de energía renovable como la solar y la generación hidroeléctrica de menor escala, como las propuestas de La Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, también son acciones fundamentales.

## **SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL**

Se considera que hay Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) plena cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico en todo momento a cantidades suficientes de alimentos inocuos y nutritivos, que satisfacen sus necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y saludable en una forma continua y sostenible (FAO, 2008). Un indicador de la brecha existente para lograr la SAN es la prevalencia de la subnutrición formulado por la FAO, y en el cual se integra la información de encuestas de hogares con datos macro de producción y comercio además de balances alimentarios elaborados por la propia FAO. En “El Estado de la Inseguridad alimentaria en el mundo 2013” se aclara que el indicador se refiere al acceso de alimentos y es una medida de la posible prevalencia de carencia de alimentos para toda la población de un país en un año y no para diferentes grupos de población (FAO, FIDA y PMA, 2013). Este indicador es utilizado por los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en su Meta 1, Objetivo 1.9 porque representa el número de personas hambrientas en el mundo, que sigue siendo muy elevado.

La gran mayoría de las personas malnutridas vive en países en desarrollo, alrededor de 850 millones, poco menos de 15% de la población mundial (FAO, FIDA y PMA, 2012). En Centroamérica y República Dominicana, el rango de prevalencia de subnutrición varía entre el 5% y el 17% de la población. Guatemala y Nicaragua tienen la mayor proporción de población en riesgo de tal condición. Algunos países han logrado disminuir estos porcentajes en las últimas décadas. Entre 1990-92 y 2014-16, la proporción de la población de Nicaragua con riesgo de tener



un consumo alimenticio inferior a sus necesidades mínimas pasó de 54% a 17%. En Panamá también disminuyó, de 26% en 1990-92 a 10% en 2014-16. En Guatemala el estimado varió entre 15% y 20% en el mismo período <sup>14</sup> (véase el cuadro 10).

**CUADRO 10**  
**CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA: PREVALENCIA**  
**DE LA SUBNUTRICIÓN, 1990-2016**  
(En porcentajes)

País	1990-1992	1995-1997	2000-2002	2005-2007	2010-2012	2013-2015	2014-2016
Belice	9,7	6,7	5,8	<5	5,7	6,3	6,2
Costa Rica	5,2	5,6	5,1	5,6	5,3	5,5	<5
El Salvador	16,2	15,4	10,6	10,7	12,6	12,6	12,4
Guatemala	14,9	17,1	20,4	15,9	14,8	15,6	15,6
Honduras	23	19,8	18,5	16,4	14,6	12,3	12,2
Nicaragua	54,4	42,9	31,3	23,2	19,5	17,1	16,6
Panamá	26,4	25,6	27,6	22,9	13,4	10	9,5
Rep. Dominicana	34,3	27,3	28,4	24,2	15,9	12,5	12,3

Fuente: FAO: Base de datos en línea: Estadísticas sobre Seguridad Alimentaria.

Nota: Probabilidad de que un individuo de la población consuma una cantidad de calorías que son insuficientes para cubrir sus requerimientos de energía. Es decir, proporción de la población en riesgo de insuficiencia calórica.

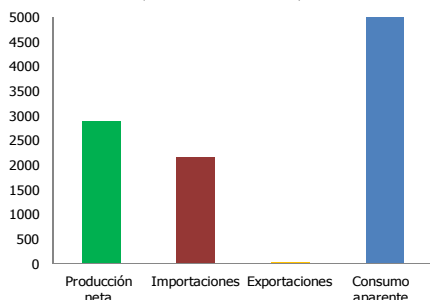
Para Salcedo Baca (2005) “la seguridad alimentaria consta de cuatro componentes: disponibilidad, acceso, uso y estabilidad, los que se interrelacionan en un proceso dinámico y descansan sobre una base institucional que determina su desempeño en gran medida”. Para cada componente se pueden identificar diversos factores que influyen en su desempeño, los cuales constituyen áreas potenciales de intervenciones de política pública. La institucionalidad debe garantizar los adecuados arreglos institucionales y la adopción de una visión integral y multisectorial de los programas y proyectos de SA.

En cuanto a la disponibilidad, en 2013 se produjeron 3,7 millones de toneladas de maíz, 1,1 millones de toneladas de arroz y 689.000 toneladas de frijol en Centroamérica (FAOSTAT, 2013; SIAGRO, 2013). En la última década la tasa de crecimiento anual de la producción de maíz y arroz fue de 2% y de frijol 3%. No obstante, la producción regional ha sido insuficiente para cubrir la demanda de consumo interno, especialmente de maíz y arroz. Por ejemplo, el consumo aparente de maíz ha mostrado mayor crecimiento que la producción neta (véase el gráfico 22). Desde el 2000, el consumo creció a una tasa promedio anual de 3,1% y la producción neta a una tasa de 2,3%. En este caso, hay que anotar que los registros de importaciones incluyen tanto el maíz blanco de consumo humano como el amarillo, principalmente para consumo pecuario y que representa aproximadamente el 88% del total de las importaciones. Es importante observar que el consumo aparente no es una medición del consumo requerido para evitar la subnutrición, lo cual es mayor en países con población que sufre de esta condición.

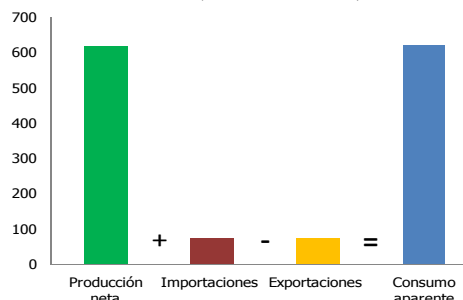
<sup>14</sup> De acuerdo con el Sistema de Indicadores Nacionales de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SIINSAN) de Guatemala la prevalencia de desnutrición crónica de menores de cinco años va desde 82,2% en Totonicapán hasta 25,3% en El Progreso en 2008.

**GRÁFICO 22**  
**CENTROAMÉRICA: PRODUCCIÓN NETA, EXPORTACIONES, IMPORTACIONES**  
**Y CONSUMO APARENTE DE GRANOS BÁSICOS, 1980 Y 2013**  
 (En miles de toneladas)

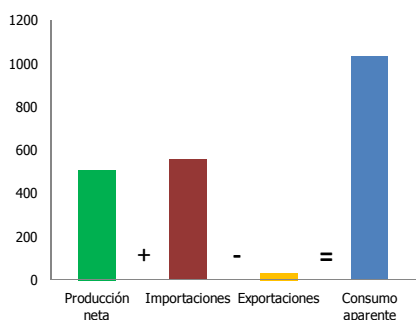
**PRODUCCIÓN NETA, EXPORTACIONES, IMPORTACIONES Y CONSUMO APARENTE DE MAÍZ, 2013**  
 (En miles de toneladas)



**PRODUCCIÓN NETA, EXPORTACIONES, IMPORTACIONES Y CONSUMO APARENTE DE FRIJOL, 2013**  
 (En miles de toneladas)



**PRODUCCIÓN NETA, EXPORTACIONES, IMPORTACIONES Y CONSUMO APARENTE DE ARROZ, 2013**  
 (En miles de toneladas)



Tasa de dependencia		Tasa de dependencia
1980:		2013:
Maíz 14%	➡	Maíz 43%
Frijol 16%	➡	Frijol 12%
Arroz 17%	➡	Arroz 54%

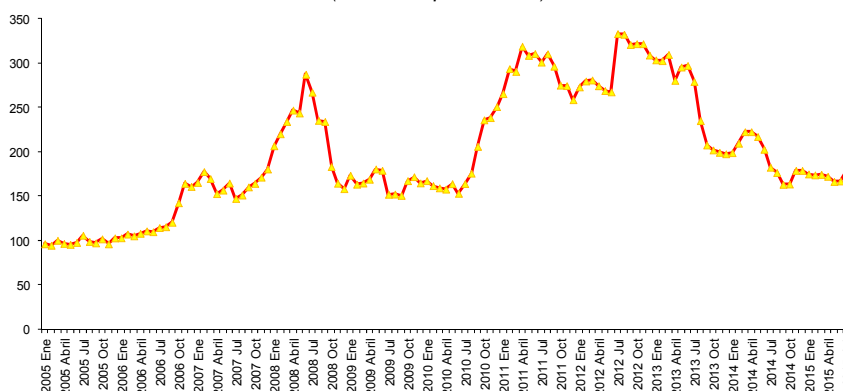
Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013a.

Para el caso del frijol la tasa de crecimiento de la producción neta ha sido mayor que la del consumo aparente desde el año 2000 al 2013 con tasas de 5,4% y 4,7% respectivamente. En los años en que la producción es insuficiente para cubrir las necesidades, se recurre a las importaciones, principalmente de otros países centroamericanos. El consumo aparente de arroz se ha incrementado, sobre todo a partir de la década de los noventa, mientras que la producción se han mantenido estancadas pero con un mayor crecimiento en los últimos 10 años con respecto al consumo.

Con relación al acceso, la inflación promedio de alimentos fue de entre 3% y 11% en los países de Centroamérica en el período 1996-2013, superior a la inflación general de los países, con excepción de Honduras. Los países con mayor inflación en alimentos en el período fueron Costa Rica, Nicaragua y Honduras. El índice de precios de los alimentos fue menor en Panamá, El Salvador y Guatemala (CEPALSTAT, 2013). Estas tasas de inflación tienen consecuencias negativas para el acceso a los alimentos y la seguridad alimentaria, especialmente de la población de bajos ingresos. La mayor inflación de precios de alimentos se debe a la mayor dependencia de las importaciones y a la tendencia alcista de los precios internacionales, factores parcialmente relacionados con reducciones de oferta por malas condiciones climáticas que afectaron la producción en los países que exportan a la región.

En el gráfico 23 se muestran las fluctuaciones de los precios internacionales de maíz, alimento crucial en la alimentación de la población de Centroamérica, entre 2005 y mediados de 2015. Se observa el incremento acelerado de precios a principios de 2008 y su decremento posterior el mismo año. Los precios volvieron a subir en 2010. El rango actual dentro del cual fluctúan los precios es similar al de antes de enero de 2008.

**GRÁFICO 23**  
**PRECIOS INTERNACIONALES DEL MAÍZ, POR MES, 2005-2015**  
*(En dólares por tonelada)*



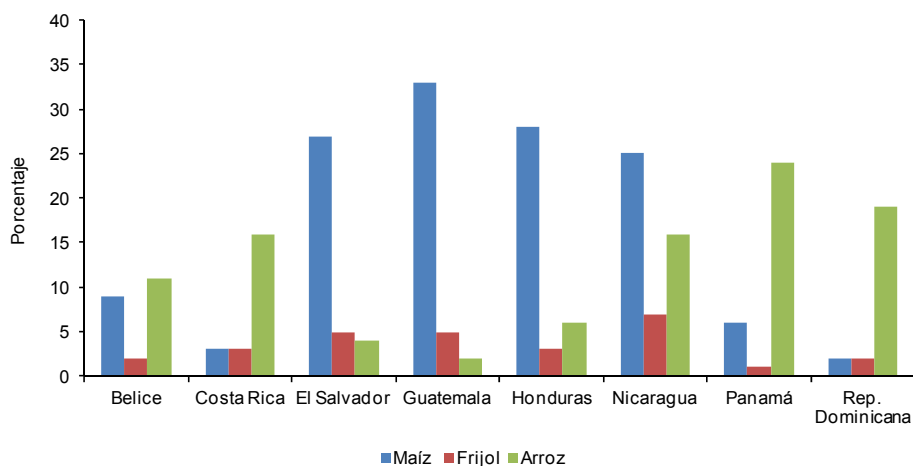
Fuente: Fondo Monetario Internacional (FMI), Estadísticas Financieras Internacionales: maíz (Estados Unidos no. 2 Yellow, FOB Puertos del Golfo), arroz (Thailandia-Bangkok), trigo (Estados Unidos no. 1 Hard Red Winter, FOB, Puertos del Golfo) y sorgo (Estados Unidos, Puertos del Golfo).

A estas tendencias se suman la pobreza y la desigualdad como barreras para acceder a los granos básicos. Para 2008, alrededor de la mitad de la población de Centroamérica vivía en pobreza y una cuarta parte en pobreza extrema. El índice de desigualdad de Gini es relativamente alto: entre 0,40 y 0,59 de acuerdo con el último dato reportado por país en Centroamérica y República Dominicana. A pesar de los esfuerzos de los últimos 20 años, la pobreza y la desigualdad no se han reducido en forma significativa (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID Y DANIDA, 2011).

Como quedó dicho, los granos básicos son la principal fuente de energía de los habitantes centroamericanos y aportan proteínas de origen vegetal, especialmente por la tradición de consumir arroz o maíz combinados con frijol. Es notable que el sistema alimentario de la región se caracterice por un importante nivel de autoconsumo de los pequeños productores de granos básicos. En el gráfico 24 se presenta el aporte de los granos básicos a los requerimientos de energía en cada uno de los países. Estos tres granos aportaron 32% de la energía alimenticia en la región en el período 2009-2011, aunque en 1983 aportaban 40%.

Por tipo de granos, el maíz aportó más de 25% de la energía alimenticia en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua en el período 2009-2011, mientras que en Belice, Costa Rica, Panamá y República Dominicana aportó 9%, 3%, 6% y 2%, respectivamente, proporciones elevadas para un solo alimento. El frijol aportó 7% del consumo de energía en Nicaragua, mientras que en los demás países no pasó de 5%; en Panamá aportó 1%. El arroz es el alimento que contribuye más al consumo energético en Panamá, República Dominicana, Nicaragua, Costa Rica y Belice con 24%, 19%, 16%, 16% y 11% respectivamente. En total, estos tres granos aportan 48% de la energía alimenticia en Nicaragua, 40% en Guatemala, 37% en Honduras y 36% en El Salvador.

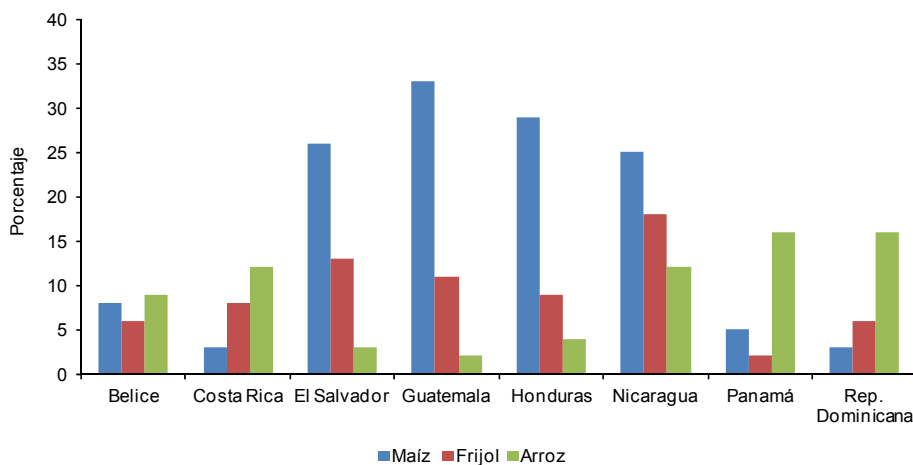
**GRÁFICO 24**  
**CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA: PROPORCIÓN PROMEDIO**  
**QUE APORTAN LOS GRANOS BÁSICOS AL SUMINISTRO TOTAL DE**  
**ENERGÍA DE LOS ALIMENTOS POR PAÍS, 2009-2011**  
*(En porcentajes)*



Fuente: FAOSTAT, 2015.

En el gráfico 25 se presenta el aporte de los granos básicos a los requerimientos de proteínas en cada uno de los países. Estos tres granos aportaron 35% de las proteínas en la región en el período 2009-2011. Por tipo de grano el maíz aportó más del 25% de las proteínas en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua en el período 2009-2011, mientras que en Belice, Costa Rica, Panamá y República Dominicana aportó 8%, 3%, 5% y 3%. En cuanto al frijol en Nicaragua, Guatemala y El Salvador se tuvieron los aportes más altos de proteínas con 18%, 13% y 11%. En cuanto al arroz en Panamá y República Dominicana el aporte fue de 16% en cada uno y en Costa Rica y Nicaragua de 12% para cada país. Tan solo en Nicaragua el aporte de los tres granos básicos es de 55%.

**GRÁFICO 25**  
**CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA: PROPORCIÓN PROMEDIO**  
**QUE APORTAN LOS GRANOS BÁSICOS AL SUMINISTRO TOTAL**  
**DE PROTEÍNAS DE LOS ALIMENTOS POR PAÍS, 2009-2011**  
*(En porcentajes)*



Fuente: FAOSTAT, 2015.

## ASEGURAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO

Con honrosas excepciones, la mayoría de los países han experimentado descapitalización del medio rural y reducido programas de titulación de tierras, extensión, reducción de pérdidas post cosecha, acceso a mercados y fortalecimiento de capacidades. El consumo de granos básicos de los países de la región depende cada vez más de los mercados internacionales en un contexto en que la creciente demanda de alimentos, combinados con los estragos de la variabilidad climática y del cambio climático, podría aumentar los riesgos de escasez y altos precios o grandes fluctuaciones en los mismos. Adicional a los esfuerzos nacionales, la región tiene oportunidades importantes para enfrentar colectivamente estos riesgos, incluyendo sus diversas capacidades internas de producción actuales y futuras, el comercio intrarregional de alimentos, la creación de reservas estratégicas y la promoción de instrumentos de aseguramiento para los productores, especialmente productos de microseguros.

Éstos ameritan una mención especial ya que son instrumentos financieros que cumplen el objetivo de garantizar los recursos financieros a los pequeños y medianos productores, algunos desde antes de que sucedan los eventos de desastre <sup>15</sup> (CEPAL, CAC/SICA, 2013b y CEPAL, CAC/SICA, 2015). Los gobiernos podrían sustituir algunos de los recursos financieros dedicados a la reconstrucción para medidas a fin de prevenir los riesgos de desastres, incluyendo subsidios a las primas de los microseguros agropecuarios. Desde esa perspectiva, los seguros y microseguros agropecuarios constituyen un mecanismo preventivo de mercado para la transferencia del riesgo desde las unidades productivas hacia compañías aseguradoras y reaseguradoras, contando con el apoyo del Estado. Han registrado un notable avance en las economías en desarrollo por ser mecanismos preventivos de transferencia de riesgos y formar parte de las estrategias de inclusión financiera de los hogares productores pobres en la zona rural. Hasta el momento, en Centroamérica y en la República Dominicana se detecta una limitada experiencia en materia de microseguros agropecuarios, aunque existe una vasta institucionalidad en microfinanzas. Este hecho empírico se explica por las amenazas de origen macroeconómico internacional, microeconómicas y climáticas en la que se desenvuelve la actividad agropecuaria en la región, así como por la creciente vulnerabilidad estructural en la que habitan los hogares productores pobres en la zona rural.

Con relación a las instituciones responsables del desarrollo y fortalecimiento del mercado de seguros y microseguros agropecuarios, se cuenta en la región con una situación diferenciada en dos grupos de países: por una parte, países con compañías públicas o fideicomisos de seguros que requieren apoyo para el fortalecimiento de sus productos de aseguramiento (Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana); y por otra parte, países sin compañías de seguros públicas que demandan estudios de factibilidad, desarrollo institucional y fomento del mercado de seguros (El Salvador y Honduras). En todos los países existen compañías aseguradoras privadas que ofrecen seguros agropecuarios tradicionales, nominales y multirriesgo. Se identifica una institución financiera privada (Lafise Nicaragua) que ofrece un seguro agropecuario (para maní y maíz) con base en índices climáticos. Sin embargo, no existe demanda para dicho producto, por lo que la penetración de mercado es nula.

Dadas las condiciones de riesgos climáticos y restricciones presupuestarias de los gobiernos nacionales, los seguros agropecuarios tradicionales (nominales o multirriesgo) dirigidos a los micro

---

<sup>15</sup> Garantizar los recursos financieros a los pequeños y medianos productores es de particular interés de los ministros de CAC/SICA y parte del programa de trabajo CAC/SICA y CEPAL.

y pequeños productores rurales de la región tienen poca probabilidad de tener éxito, a menos que se adopten estrategias novedosas para subsidiar u otorgar descuentos a las primas. Adicionalmente, la probabilidad de éxito de los instrumentos de aseguramiento en las actividades agropecuarias será mayor en la medida que se combine con estrategias para reducir la vulnerabilidad que enfrentan las unidades productivas, la infraestructura pública y privada, y las tecnologías de producción agropecuaria, entre otros factores. Ante estas condiciones, crece el interés entre analistas, investigadores y tomadores de decisiones de política pública, en la adopción de estrategias de gestión integral de riesgo, además de los instrumentos de aseguramiento para los pequeños y medianos productores rurales.

Las políticas, estrategias y planes nacionales de agricultura, y seguridad alimentaria y nutricional que incorporan el tema del cambio climático se enlistan a continuación:

- Belice. National Agriculture Sector Adaptation Strategy to Address Climate Change in Belize de 2014 del Caribbean Community Climate Change Centre.
- Costa Rica. Las políticas para el sector agropecuario y el desarrollo de los territorios rurales 2015-2018 y el Plan estratégico 2015-2018, ambos del MAG.
- El Salvador. Estrategia ambiental de adaptación y mitigación al Cambio Climático del Sector Agropecuario, Forestal, Pesquero y Acuícola del 2015 del MAG.
- Guatemala. La política Agropecuaria 2010-2015 del MAGA.
- Honduras. Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2010-2022 de la Unidad Técnica de Seguridad Alimentaria y Nutricional (UTSAN).
- Nicaragua. Plan de Adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el sector agropecuario, forestal y pesca en Nicaragua 2010-2015 de MAGFOR.
- Panamá. Plan de acción estratégico del sector agropecuario 2010-2014 del MIDA.
- República Dominicana. Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático en el sector Agropecuario de la República Dominicana 2014-2020 del Ministerio de Agricultura.

Diversos instrumentos trabajan en desarrollar una agenda regional para enfrentar los retos del cambio climático. Estos instrumentos proporcionan un marco general para establecer los esfuerzos regionales, entre ellos la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS), la Política Agrícola Centroamericana (PACA) 2008-2017, Política Centroamericana para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (PCGIR), la Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica y República Dominicana (POLSAN), la Política Regional de Desarrollo de la Fruticultura (POR-FRUTAS) el mecanismo de Seguro contra Riesgos Catastróficos (CCRIF) liderado por COSEFIN, la Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial (ECADERT), la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), la Estrategia Regional Ambiental Marco y la Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica y la República Dominicana. También se han emitido diversas declaraciones ministeriales, por ejemplo en agosto de 2015 los Ministros de Agricultura del CAC emitieron una declaración con la finalidad de impulsar la agricultura climáticamente inteligente (ACI) como opción para aumentar la productividad agrícola, pecuaria, pesquera, acuícola y forestal, crear mayor resiliencia y apoyar la adaptación al cambio climático con miras a mejorar la seguridad alimentaria y nutricional. El compromiso es promover una ACI basada en adaptación, sostenibilidad ambiental y social, productividad y competitividad, seguridad alimentaria y nutricional, recuperación de tierras degradadas, y gestión integrada del agua y del suelo. La declaración tiene como fin promover alianzas entre los sectores público, privado, académico y sociedad civil para fortalecer la gestión del conocimiento en materia de ACI pero



también propiciar que la visión de ACI se refleje en las estrategias y planes de desarrollo nacionales. En septiembre de 2015 los Ministros del CAC decidieron elevar a la Junta Interamericana de Agricultura una propuesta regional sobre las relaciones entre productividad agropecuaria y clima.

**RECUADRO 3**  
**RECOMENDACIONES PARA LA AGRICULTURA Y LOS GRANOS**  
**BÁSICOS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Blindar la seguridad alimentaria y nutricional ante el cambio climático, particularmente los granos básicos y transitar hacia una agricultura más sostenible e incluyente son retos enormes e impostergables para proteger a la población pobre del campo y la ciudad. Algunas líneas de acción que podrán conformar la respuesta a la amenaza del cambio climático sobre los granos básicos son las siguientes:

- Ampliar las redes de productores, los diálogos con actores y los servicios de innovación y extensión agrícola para identificar y difundir opciones de adaptación sostenible: cambios de prácticas de cultivo, manejo de fertilidad, humedad y retención del suelo, colecta, almacenamiento y uso eficiente del agua, tiempos de siembra y manejo pos cosecha.
- Proteger y fomentar el desarrollo e intercambio de variedades criollas mediante esfuerzos conjuntos de productores e instituciones de tecnología agrícola para contar con variedades resilientes al cambio climático y proteger la agrobiodiversidad de la región.
- Reducir la producción en zonas no aptas por su tipo de suelo, orografía y cambios de clima, y aumentarla en zonas más aptas con debida atención a los derechos de los productores y la conservación de ecosistemas.
- Recuperar y rehabilitar tierras degradadas, promoviendo su manejo sostenible con tecnologías apropiadas, especialmente en las áreas secas.
- Ampliar la formalización de la tenencia de la tierra, incluyendo tenencia colectiva, comunitaria y de pueblos indígenas.
- Impulsar prácticas sostenibles de producción diversificada, incluyendo la agroforestería y los sistemas agrosilvopecuarios.
- Aprovechar los beneficios del cooperativismo para elevar la productividad de las actividades agropecuarias mediante las economías de escala en la producción, la comercialización y la adquisición de insumos, el desarrollo de conocimientos técnicos y prácticos sobre modos de producción sostenibles ambiental y económicamente, y la adquisición de créditos y seguros con mejores condiciones y mayor poder de negociación.
- Capacitar a un mayor número de agricultores en modos de producción que aumenten la sostenibilidad, la productividad resistentes a la variabilidad y el cambio climático, aprovechando las experiencias de aprendizaje «campesino a campesino» y formas de generación de conocimiento horizontales y de colaboración entre productores, técnicos e investigadores.
- Fortalecer los conocimientos y las prácticas de los agricultores en modos de producción sostenible y rentable, incluyendo la protección del suelo, el reciclaje de «desechos», la utilización de semillas resistentes a la variabilidad y cambio climático, la combinación de cultivos para diversificar riesgos, que garanticen la cosecha y los ingresos entre los pequeños y medianos productores.

- Avanzar en la seguridad alimentaria nacional y regional mediante el fomento de la complementariedad productiva de diferentes áreas geográficas, protección de los productores y facilitación del comercio intrarregional, incluyendo los mecanismos regionales de sanidad agropecuaria, inocuidad de alimentos, innovación tecnológica y eficiencia energética.
- Integrar a las universidades y otros centros de investigación públicos y privados para generar investigación aplicable en los temas de gestión de riesgos y seguros y microseguros agropecuarios, al tiempo que se explore la posibilidad de crear una red de investigadores de los países miembros del SICA.
- Aumentar el acceso a servicios de educación, salud y fuentes de energía renovables como la solar, la eólica, la hidroeléctrica de menor escala y de “deshechos” orgánicos producidos en la misma finca para crear circuitos sostenibles de energía y producción.
- Considerar opciones de ampliación de la cobertura de áreas de riego en función de los escenarios climáticos y utilizando tecnologías eficientes.
- Promover nuevos mecanismos y medios de alerta temprana a la población sobre probables fenómenos adversos, mediante la utilización de telefonía móvil, mensajes radiofónicos, redes sociales, etcétera.
- Blindar la infraestructura pública mediante la inclusión de medidas que aminoren los riesgos de desastres desde la etapa de perfil y prefactibilidad de proyectos. La gestión de riesgos debe ser flexible para adaptarse a las nuevas amenazas que podrían presentarse a causa del cambio climático.
- Elaborar mapas de riesgos en zonas de micro y pequeños productores rurales con su participación para tomar medidas de reducción de dichos riesgos o, en caso necesario, reubicarlos a localidades con menor riesgo y/o con más estabilidad respecto de las variables de precipitación, temperatura y radiación, o con infraestructura de riego a fin de garantizar la sostenibilidad del ciclo productivo agrícola y su seguridad alimentaria y nutricional.
- Incrementar la seguridad pública en el medio rural para reducir pérdidas en los bienes agrícolas y el hato ganadero y reducir las primas e incrementar el mercado de los seguros y microseguros agropecuarios.
- Involucrar a las organizaciones de productores en la gestión de riesgos y en el diseño de los productos de aseguramiento a fin de que respondan a sus necesidades.
- Ampliar la inclusión financiera de los hogares productores en la zona rural, por conducto de la banca de desarrollo, de segundo piso, bancos especializados, instituciones microfinancieras y compañías de seguros públicas y privadas que promuevan instrumentos financieros como créditos, depósitos, garantías y seguros.
- Fomentar la participación de los bancos de desarrollo e instituciones públicas para ofrecer capacitación y educación financiera a los productores, promotores y extensionistas agropecuarios, incluyendo los seguros y microseguros agropecuarios.
- Incentivar la participación de los pequeños y medianos agricultores en esquemas asociativos a fin de conformar cooperativas, asociaciones, mutuales y fondos de aseguramiento.

- Ampliar créditos e incentivos que apoyen la producción sostenible y adaptativa frente al cambio climático, incluyendo medidas para mejorar la eficiencia del uso de agua y reducir el uso de insumos emisores de GEI y de otros efectos contaminantes.
- Desarrollar seguros agrícolas e instrumentos de cobertura de riesgos del sector y ampliar los fondos de contingencia y de reducción de riesgos.
- Diversificar y fortalecer las fuentes de ingreso de las familias productoras con una perspectiva de sostenibilidad, incluyendo pago por servicios ambientales de un manejo sostenible de cuencas y bosques, cosecha de productos no maderables, bonos de reducciones de emisiones GEI, cultivo y procesamiento de productos orgánicos para mercados “verdes” o solidarios internos e internacionales, como el café orgánico de sombra.
- Ampliar la colección de datos climáticos y el análisis de sus impactos físicos y económicos actuales y potenciales en los sistemas productivos de granos básicos y sus cadenas de valor.
- Fortalecer la formulación de pronósticos y alertas climáticas con sistemas de divulgación que permitan el acceso amplio de los productores a recomendaciones relativas a los ciclos productivos.
- Analizar con mayor profundidad los efectos presentes y futuros del fenómeno de El Niño/La Niña, incluyendo la sequía y la aridez en el CSC, así como la adopción de estrategias de adaptación que pongan a los países de la región en condiciones de enfrentar los impactos en la seguridad alimentaria y nutricional de la población de menores ingresos en la zona urbana y rural.
- Constituir un sistema regional de información climática, agropecuaria y financiera que sea público, confiable y oportuno sobre la base de los sistemas nacionales fortalecidos y en función de las prioridades y las políticas nacionales respectivas
- Explorar la forma de utilizar la información georreferenciada disponible sobre variables climáticas y de rendimientos a fin de lograr la óptima gestión de riesgos y proveer información transparente a los asegurados.
- Gestionar información climática, avíos, costos de producción y rendimientos por zonas y localidades, complementada con los datos recabados con los productores y sus organizaciones.
- Incorporar el cambio climático en las políticas y los presupuestos nacionales para el sector y coordinar esfuerzos con los actores responsables para reducir la deforestación, proteger la biodiversidad y gestionar los recursos hídricos.
- Analizar los proyectos de inversión en infraestructura rural para incorporar criterios de blindaje frente al cambio climático y de beneficio efectivo a los pequeños productores, ampliando los mecanismos de gestión participativa.
- Incorporar incentivos en las políticas fiscales y de competencia para estimular la productividad, la sostenibilidad y la adaptación de las cadenas de valor de granos básicos.
- Vincular explícitamente las decisiones de desarrollo agropecuario con las medidas y metas de freno a la deforestación y la conservación de servicios ambientales, incluyendo su función en la gestión integral del agua y como sumideros de carbono.

Fuente: CEPAL y CAC/SICA, 2013a.

#### RECUADRO 4 RECOMENDACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Con base en este análisis preparado por el Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo (GTCCGIR) del CAC/SICA y la CEPAL y con contribuciones importantes de instituciones como CIAT, CATIE, CIRAD (Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo), PROMECAFE, ICAFE, FAO y GIZ, el GTCCGIR auspició una discusión técnica para generar una propuesta inicial de renovación y adaptación del sector cafetalero al cambio climático como insumo para una discusión más amplia en la región. La propuesta abarca un conjunto de líneas de acción referentes al diálogo y trabajo con los pequeños productores, las cadenas de valor, la colección y el uso de datos climáticos, la diversificación de la producción y de los ingresos, el plan de emergencia de la roya, el desarrollo de una propuesta integrada de servicios productivos y sociales, de incentivos económicos y fiscales, de inversión en infraestructura rural, el fortalecimiento del sistema de certificación y de negociaciones comerciales, y el acceso al financiamiento. A continuación se presenta las líneas de acción:

- Fomentar el diálogo y la organización con los pequeños cafetaleros para facilitar acciones que fortalezcan el intercambio de conocimientos y el acceso a servicios de extensión e innovación y de otra índole, que mejoren su producción e ingreso, tomando en cuenta las experiencias exitosas y lecciones aprendidas en la región.
- Fortalecer las cadenas de valor del café con métodos participativos para identificar medidas que mejoren los medios de vida de los productores y la sostenibilidad y capacidades adaptativas de dichas cadenas, incorporando análisis sobre adaptación al cambio climático y oportunidades asociadas a la transición a economías bajas en emisiones, propiciando la calidad del grano y mayor producción de cafés diferenciados para ser colocados en nichos de mercados con mejores precios.
- Ampliar la colección de datos climáticos en las fincas de pequeños cafetaleros, mejorando su calidad y auspiciando su intercambio y uso para la toma de decisiones sobre prácticas productivas sostenibles.
- Implementar los planes de acción y emergencia frente a la roya con atención a otras enfermedades y medidas requeridas a mediano plazo.
- Valorizar las opciones potenciales con las familias productoras con una perspectiva de sostenibilidad y adaptación al cambio climático, considerando que la diversificación de la producción y de las fuentes de ingreso ya es parte de la gestión tradicional de reducción de riesgo de muchos pequeños productores.
- Evidenciar y divulgar los múltiples beneficios y los esfuerzos requeridos para crear sistemas productivos sostenibles y diversificados, incluyendo cálculos que tomen en cuenta la producción total y compensatoria de diversas especies en una finca, el efecto de reducción de riesgo y las externalidades de beneficio local o nacional en clima, manejo de cuencas y agua, preservación y gestión de ecosistemas para usos turísticos y culturales, entre otros.

- Evaluar los beneficios y costos de una propuesta integrada de servicios productivos y sociales con aportes públicos, privados y sociedad civil para fomentar el desarrollo sostenible e incluyente del sector. Con esta propuesta de servicios integrados como referente, evaluar los incentivos económicos y fiscales que actualmente afectan el sector y explorar opciones con las autoridades hacendarias para que incentiven la organización de productores y la producción sostenible y adaptativa del café frente al cambio climático, incluyendo medidas para mejorar la eficiencia del uso de agua y reducir el uso de insumos emisores de GEI y de otros efectos contaminantes.
- Fomentar la ampliación y mejoramiento de sistemas de certificación y contratos de exportación relacionados con mercados especializados (comercio justo, orgánico y huella de carbono).
- Incorporar medidas acordadas en las políticas y los presupuestos públicos y diseñar proyectos de financiamiento externo, coordinando esfuerzos con los actores responsables para reducir la deforestación, proteger la biodiversidad y gestionar los recursos hídricos, especialmente en instancias interinstitucionales de café y de cambio climático.

Fuente: CEPAL y CAC/SICA, 2014.

#### **RECUADRO 5 MICROSEGUROS, ESTRATEGIAS DE LAS ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL SECTOR AGROPECUARIO**

Desde la óptica de la política pública, la promoción de los seguros y microseguros agropecuarios y, en general, las estrategias para una gestión integral de riesgos exigen que se contemplen aspectos sobre la institucionalidad pública de seguros y sobre el desarrollo del negocio de aseguramiento, los cuales se describen a continuación:

##### **Sobre la institucionalidad pública de seguros**

- Incorporar en la normativa y reglamentación sobre los seguros de los entes reguladores, la autorización para diseñar, comercializar y distribuir seguros y Microseguros agropecuarios, algunos de los cuales pudieran estar vinculados a índices climáticos. Dicha normativa debe estar acorde con los estándares internacionales sobre la regulación y supervisión de este tipo de instrumentos financieros.
- Promover la creación y/o fortalecimiento de una compañía pública de seguros por país responsable de la creación, promoción, diseminación y comercialización de productos de aseguramiento agropecuario. Dichos productos pueden ser tradicionales o indizados; y estos últimos, con base en rendimientos y/o clima.
- Utilizar algunos de los recursos asignados a la atención de emergencias post desastres, *ex ante* en subsidios o descuentos a las primas de seguros agropecuarios y la reducción de las vulnerabilidades, todo con el objetivo de reducir pérdidas y costos. En los países con alta incidencia de pobreza e indigencia rural, resulta recomendable que los seguros agropecuarios catastróficos sean adquiridos por los gobiernos nacionales o locales, quienes deben asumir la responsabilidad de distribuir los recursos financieros entre los beneficiarios finales, esto es, la población rural objetivo.

- Asegurar la sostenibilidad de las empresas públicas que proveen seguros y microseguros agropecuarios mediante la absorción parcial por parte del Estado de los gastos administrativos, con su posible vinculación a una fuente de ingresos establecida con este propósito, tanto nacional como internacional, particularmente por mecanismos de financiamiento climático. Por supuesto, ello implica introducir medidas de transparencia para evitar ineficiencias en la operación. También podría considerarse la adopción de un Fondo de contingencia del seguro agropecuario para descontar recursos en caso de déficit financiero.
- Focalizar los subsidios en los pequeños productores, para cubrir una parte o todo el costo de la contratación de los microseguros agropecuarios.
- Mejorar la sostenibilidad financiera y el compromiso de largo plazo de las compañías aseguradoras y reaseguradoras privadas nacionales y extranjeras, a fin de brindar seguridad a los participantes del mercado de seguros, en especial los asegurados. Mediante la negociación y el monitoreo obtener un equilibrio entre el costo de las primas y la diversificación del riesgo de las empresas aseguradoras, todo dentro de un marco de medidas para la reducción o contención de riesgos.
- Evitar el efecto desplazamiento de los seguros, mediante la segregación de los seguros agropecuarios de la asistencia post desastre. Es importante entender que el seguro es sólo uno de los diversos instrumentos de gestión de riesgos.
- Evaluar opciones de asociatividad regional entre los sistemas y mercados nacionales de seguros, para reducir los costos de investigación, diseño y administración de instrumentos, sistemas de información agropecuaria y climática y contratación de reaseguros aprovechando las economías de escala. Estas acciones pueden incluir desde la implementación de la PCGIR hasta la contratación de un seguro contra riesgos catastróficos como el COSEFIN.
- Establecer un sistema de protección del consumidor de los servicios de aseguramiento.
- Socializar los resultados de las discusiones regionales en torno a los lineamientos estratégicos para el desarrollo de estos instrumentos financieros de transferencia de riesgos con organismos e instituciones financieras internacionales, como el BID, Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), Banco Mundial, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) y Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), entre otras.

### **Sobre el desarrollo del negocio de aseguramiento**

- Desarrollar un mayor conocimiento de las preferencias y experiencias de riesgos de los productores para determinar qué tipo de productos de seguros es factible utilizar, por medio de métodos participativos, como los desarrollados por IRI en el ámbito mundial, para averiguar dichas preferencias e identificar los principales riesgos.
- Estimular la confianza de los pequeños y medianos productores rurales mediante la capacitación y su participación en la gestión los seguros, con miras a elevar la demanda de los seguros agropecuarios.



- Impulsar la creación de un ente estatal responsable de la formación y comercialización de los seguros agropecuarios en los dos países que aún no lo tienen, especialmente los dirigidos a pequeños y medianos productores. En el proceso de diseño y planificación de los seguros agropecuarios, es muy valioso contar con una compañía pública de seguros ante la dificultad de los entes privados para interesarse en el negocio del aseguramiento de la actividad agropecuaria, particularmente para el sector de pequeños productores. Asimismo, se necesita la participación del sistema financiero, las aseguradoras y reaseguradoras, los gremios de productores, prestadores de servicios y entes reguladores.
- Negociar la disminución de las condiciones impuestas por las aseguradoras y reaseguradoras privadas en cuanto al tamaño mínimo de área de siembra a asegurar. Se tiene que determinar una cantidad mínima que permita tener una rentabilidad aceptable a las aseguradoras y reaseguradoras, por lo que se debiera explorar cuál sería el punto de equilibrio que no haga al instrumento demasiado oneroso para los productores, pero tampoco que no sea atractivo desde el punto de vista del negocio. Al respecto, considerar la asociatividad regional para aprovechar economías de escala.

Fuente: CEPAL, CAC/SICA, 2013b y 2015.

### 3.3 BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS

Centroamérica tiene gran diversidad de ecosistemas, incluyendo sus bosques tropicales. En 2005, éstos cubrían aproximadamente 45% del territorio de la región y contenían alrededor de 7% de la biodiversidad del planeta (CEPAL/CCAD/ SICA/UKAID/DANIDA, 2011; INBio, 2004). Los bosques tropicales son los más ricos en biodiversidad y biomasa porque la energía del sol ecuatorial hace proliferar la vida en medio de abundantes nutrientes. Los ecosistemas cumplen una función en la regulación del clima ya que ayudan a mantener la composición gaseosa de la atmósfera (Salzman, 1998). Como sumideros de carbono, los bosques secuestran el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y, por lo tanto, mitigan el efecto invernadero a nivel mundial. Los ecosistemas regulan el clima regional y local directamente a través de su participación en el ciclo hidrológico. El agua absorbida por las plantas a través de las raíces se evapora a través de las hojas. En consecuencia, la temperatura del aire y la humedad pueden cambiar si el cambio climático afecta esta contribución de los ecosistemas.

Centroamérica cuenta con este activo, un verdadero tesoro, el cual proporciona múltiples productos y servicios, compensa hasta cierto punto el limitado acceso vía el mercado de la población de bajos ingresos a bienes básicos y proporciona protección ante desastres como inundaciones y oleadas. En muchas zonas existe una relación estrecha entre los bosques y los pueblos indígenas, no sólo en sus actividades productivas, sino en su identidad, cultura e historia.

Por desgracia, estos bosques son ecosistemas muy frágiles. La evidencia disponible indica que la influencia de las actividades humanas en ellos es significativa, modificando su disponibilidad, estructura y comportamientos sistémicos (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Se estima que entre 2000 y 2010, 13 millones de hectáreas de bosque fueron convertidas cada año a otros usos o se perdieron por causas naturales en el mundo (FAO, 2010). No todos los bosques afectados han desaparecido por completo. Muchos han sido fraccionados por las carreteras y el desarrollo humano, cambios que amenazan la salud y la supervivencia de las plantas y los animales

nativos. En la actualidad hay gran cantidad de especies y ecosistemas amenazados. Su capacidad de recuperación natural, sin influencia humana, no parece una opción viable ya que su resiliencia se ha reducido notablemente en las últimas décadas (IPCC, 2007c). Asimismo, la mayoría de los impactos del cambio climático tienden a intensificar las tendencias degradantes ya existentes (IPCC, 2007c, Parmesan y Yohe, 2003). Así resulta difícil identificar y aislar los efectos particulares del cambio climático sobre los ecosistemas; se sugiere incluso que estos impactos pueden tener un efecto más que proporcional al sumarse al resto de los factores que ya inciden negativamente.

En Centroamérica, aun sin cambio climático, estas presiones probablemente se intensificarán por lo menos hasta que la población humana se estabilice alrededor de 2070 y hasta transitar a una economía más eficiente en el uso de los recursos naturales, y menos contaminante. Al mismo tiempo, el aumento de eventos extremos registrados en las últimas décadas, especialmente los hidrometeorológicos como las sequías, los huracanes y las inundaciones, a menudo empeora la destrucción de los ecosistemas en las zonas afectadas. Por ejemplo, el huracán Félix afectó una extensa zona boscosa en la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) de Nicaragua en 2007 (CEPAL/CCAD/SICA/UKAID/DANIDA, 2011). En este contexto, el cambio climático emerge como un gran riesgo adicional al aumentar la temperatura, modificar los patrones de precipitación y probablemente reducir su volumen a mediano plazo. Es probable también que la humedad se reduzca y que el alza de temperatura de la superficie marina aumente la destructividad de huracanes y tormentas tropicales.

La literatura especializada ha identificado posibles impactos del cambio climático en los ecosistemas naturales: cambios en los patrones de evaporación, alteración de la cobertura nubosa a nivel de la vegetación, perturbación de los ecosistemas de montaña, disminución de los pisos tropical y montano y aumento del piso premontano, aparición del bosque muy seco tropical y del bosque seco premontano. Podrían ocurrir también pérdidas de hábitat por la mayor incidencia de incendios forestales, sequías, inundaciones y cambios en los sedimentos del suelo en tierras bajas. En consecuencia pueden propagarse especies invasoras y nuevos vectores de enfermedades.

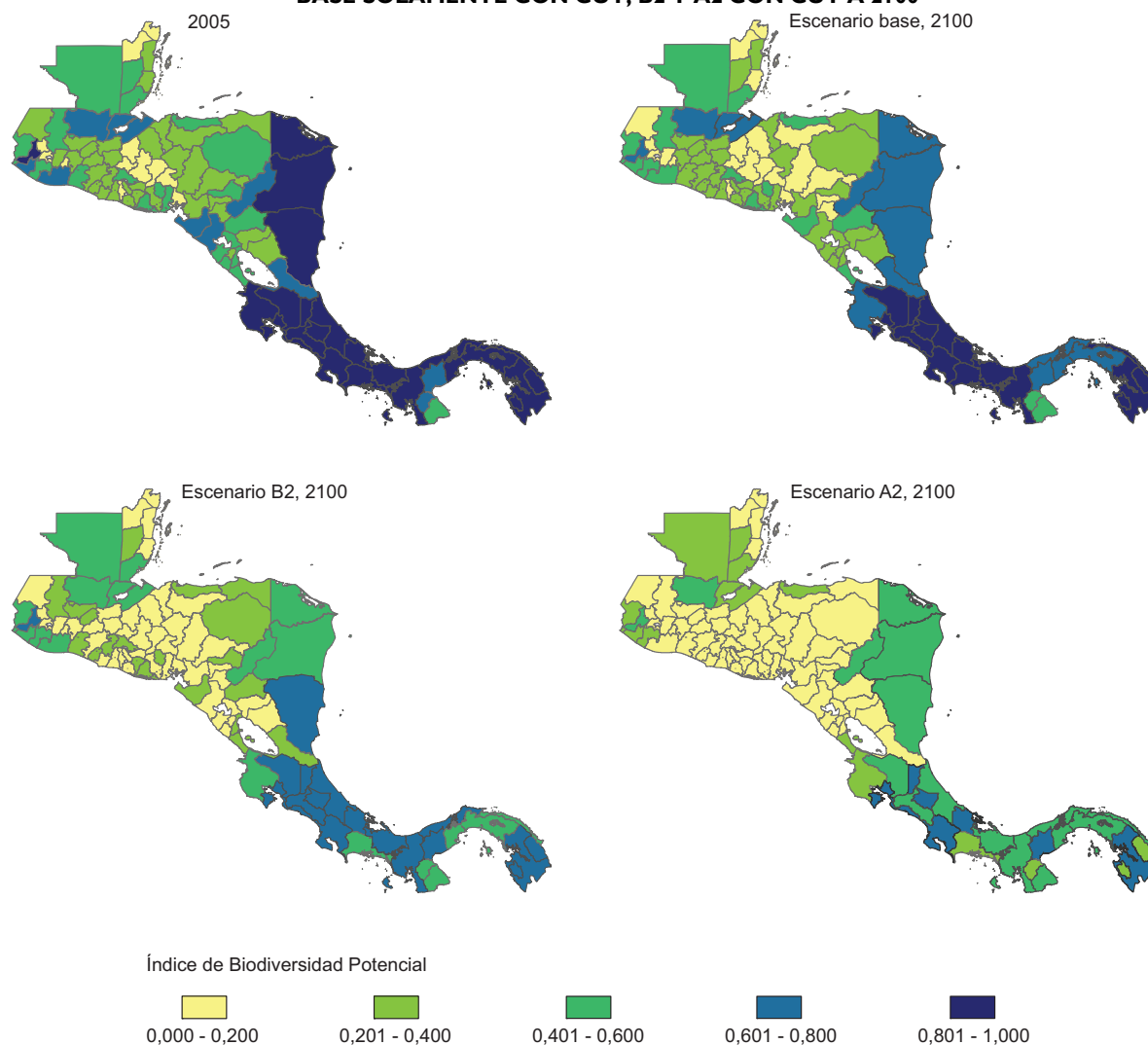
Otra vertiente del análisis busca evaluar el impacto directo del cambio climático en la biodiversidad. Entre los estudios realizados se pueden mencionar tres que abarcan toda la región con diferentes métodos. El estudio “Impactos potenciales del cambio climático en la biodiversidad de Centroamérica, México y República Dominicana” (CATHALAC y USAID, 2008) hace un análisis georreferenciado de la riqueza de especies de la región. Para el análisis climático utiliza datos climatológicos y escenarios de alta resolución de SERVIR, PRECIS y WorldClim con tres modelos y los escenarios B2 y A2. Con estos datos se construye un Índice de Severidad del Cambio Climático (CCSI, por sus siglas en inglés), que mide la distancia del desplazamiento de la zona de confort natural de las especies. De acuerdo con este análisis, bajo el escenario A2, en la década de 2020, las costas del Caribe, desde Honduras a Panamá y República Dominicana, ricas en biodiversidad, se verán significativamente afectadas por el cambio climático. En la década de 2080, todos los ecosistemas y las especies de Centroamérica y la República Dominicana podrían quedar fuera de su zona de confort natural.

El estudio “Estado actual y futuro de la biodiversidad en Centroamérica” fue elaborado por el Programa estratégico de monitoreo y evaluación de la biodiversidad de la CCAD, radicado en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (PROMEBIO, 2010). Su modelación está basada en la metodología GLOBIO3 (Modelo Global de Biodiversidad), desarrollada por la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos y el PNUMA. Considera los factores de presión humana

sobre la biodiversidad: uso de suelos, infraestructura, fragmentación de áreas naturales, cambio climático y deposición de nitrógeno. El análisis genera un indicador de la Abundancia Media de Especies (MSA, «Mean Species Abundance», por sus siglas en inglés), que mide la abundancia remanente de la abundancia original. El índice arrojó pérdidas por un 52% y un remanente del 48%. La contribución del cambio climático a la pérdida de biodiversidad fue del 2,5% frente a la contribución de cambio de uso de suelo del 34%. En los escenarios a 2030, el MSA cae entre 43% y 41% en tres escenarios de desarrollo. La contribución del cambio climático aumentó en los tres casos aproximadamente un 4%.

Los estudios basados en el registro de especies tienen que hacer un estimado del total de especies existentes, pues no todas han sido identificadas. Considerando los estudios previos basados en el método de riqueza de especies en Centroamérica, la iniciativa ECC CA optó por otro enfoque. Este estudio sobre biodiversidad y cambio climático (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011) optó por utilizar un Índice de Biodiversidad Potencial (IBP), el cual integra variables climáticas y territoriales e indica la mayor probabilidad de encontrar más biodiversidad en un territorio. Las variables son superficie total, superficie con ecosistemas no urbanos y no agropecuarios, latitud, curvas de nivel, temperatura, precipitación y disponibilidad de agua. Así, los territorios con mayor número de curvas de nivel presentan la posibilidad de mayor número de ecosistemas que en territorios con menos curvas de nivel. A temperaturas más altas, mayor actividad biológica, como lo muestra la mayor biodiversidad y concentración de selvas a lo largo del Ecuador. Con los resultados de las proyecciones de temperatura y precipitación de los modelos de circulación general HADCM3 y HADGEM1 para los escenarios B2 y A2 respectivamente, se observa que el IBP se reducirá significativamente en todos los países, más en el escenario A2. A nivel regional, la simulación estima una reducción del índice en más de 13% solamente con Cambio de Uso de Tierra (CUT), comparado con una pérdida de 18% (en CUT y B2) y 36% (en CUT y A2) al 2050. Para el 2100 la disminución alcanzaría un 33% y un 58% con los dos escenarios de cambio climático. La reducción estimada de la biodiversidad potencial a 2100 por país en el escenario B2 va desde un 50% en Nicaragua a aproximadamente un 22% en Belice. En el escenario A2 las reducciones son entre el 70% y el 75% para Guatemala, Nicaragua, El Salvador y Honduras, y entre el 38% y el 43% para los tres países restantes (véase el mapa 13) (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

**MAPA 13**  
**CENTROAMÉRICA: ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL 2005, ESCENARIOS**  
**BASE SOLAMENTE CON CUT, B2 Y A2 CON CUT A 2100**



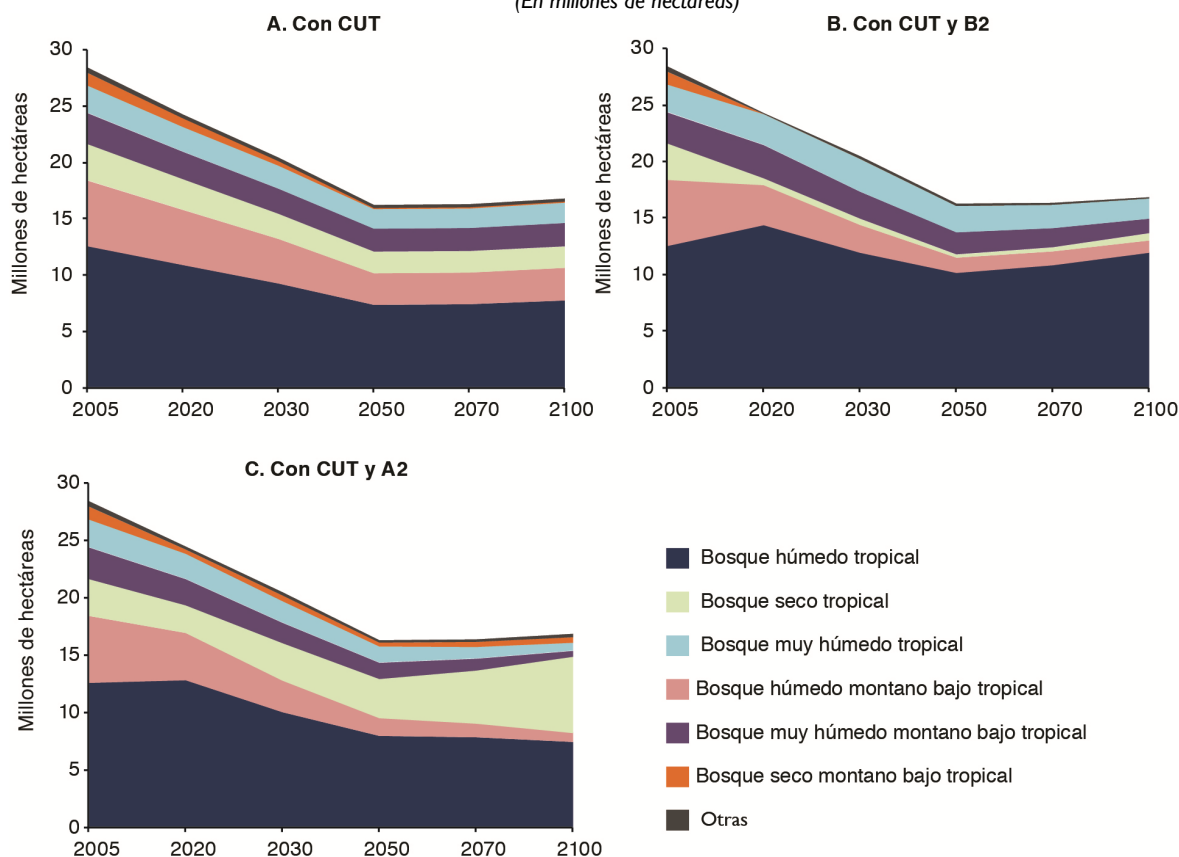
Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

Para complementar este análisis de biodiversidad se ha realizado un estudio sobre los bosques de Centroamérica, utilizando la clasificación de zonas de vida Holdridge (ZVH) (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID, DANIDA, 2012c).<sup>16</sup> Según este enfoque, la superficie de cobertura natural disminuiría de aproximadamente de 28,5 millones de hectáreas en 2005 a 16,3 en el corte 2050 y a recuperarse levemente a 16,9 millones de hectáreas a 2100, bajo un escenario con cambio de uso de la tierra (CUT) sin cambio climático preparado por expertos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Este escenario estima que la superficie dedicada a

<sup>16</sup> Éstas son entendidas como “zonas con condiciones climáticas adecuadas para un ecosistema dado” (Holdridge, 1947 y Locatelli e Imbach, 2010). Una ZVH es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, según sus condiciones edáficas y etapas de sucesión, con fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Tales asociaciones definen un ámbito de condiciones ambientales que, junto con los seres vivos, forman un conjunto único de fisonomía vegetal y actividad animal. La clasificación ZVH proporciona una base lógica para definir los ecosistemas locales en un marco comparable. Para especificar las condiciones de clima del año base, 2005, se utilizaron los datos de WorldClim (Hijmans y otros, 2005) correspondientes al promedio mensual de precipitación y temperatura del periodo 1950 a 2000.

actividades agrícolas aumentaría en aproximadamente 30% durante este siglo, afectando a la extensión de bosques y de pastizales, sabanas y arbustales con reducciones de 33% y 83% respectivamente. Estos cambios ocurrirían principalmente en las próximas cuatro décadas. No obstante, la proporción de las seis ZVH predominantes en los bosques de Centroamérica no cambiaría significativamente (véase el gráfico 26).

**GRÁFICO 26**  
**CENTROAMÉRICA: SUPERFICIE DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE, 2005**  
**Y ESCENARIOS, CON CORTES A 2100**  
 (En millones de hectáreas)



Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID, DANIDA, 2012c.

En el escenario CUT y B2 se estima que el bosque húmedo tropical predominaría más que en la actualidad al aumentar su proporción del total de 44% en 2005 a poco más de 70% a 2100. En contraste, en el escenario CUT y A2 el mayor aumento de superficie sería el del bosque seco tropical, de 11% a 39% del total. Estas dos ZVH representarían casi el 84% de la superficie natural total en este escenario. El resto de las zonas de vida húmedas sufriría reducciones significativas. Así, ambos escenarios muestran patrones diferenciados de ZVH en el tiempo, uno hacia zonas más secas (en A2) y otro hacia zonas más húmedas (en B2). En ambos escenarios se estima un aumento de las zonas húmedas alrededor del corte 2020 y una reducción de la diversidad de zonas de vida con el paso de las décadas. Se prevén variaciones entre países: el bosque húmedo tropical de Belice representaría 90% del total en 2100 con B2, pero con A2 44% podría ser bosque seco tropical. En cambio, Costa Rica experimentaría patrones más homogéneos en los tres escenarios y mantendría una mayor diversidad de ZVH. Este estudio evalúa las condiciones de temperatura y precipitación relacionadas con las distintas ZVH, pero queda por analizar si el conjunto de formas de vida en las

ZVH realmente podría adaptarse considerando la velocidad de los cambios previstos en precipitación y temperatura sumada a las presiones de CUT. Estos resultados confirman que reducir la deforestación y avanzar en la protección y la recuperación de ecosistemas naturales es un reto de desarrollo en sí mismo, y sugieren que el cambio climático, especialmente en el escenario más pesimista, traería mayores pérdidas de bosques húmedos y de sus servicios ecosistémicos.

La distribución geográfica de estos cambios evidentemente es importante. A continuación, se presentan mapas de la distribución de las ZVH en 2005, con CUT, CUT y B2 y CUT y A2 a 2100 (mapa 14). Se puede apreciar que en B2 la superficie de bosque húmedo tropical aumentaría notablemente, sobre todo en la zona norte de Guatemala y Belice, pero en A2 esta zona de vida disminuiría, mientras que la del bosque seco tropical aumentaría en la misma región. El mismo fenómeno ocurriría en Honduras, Guatemala y Panamá.

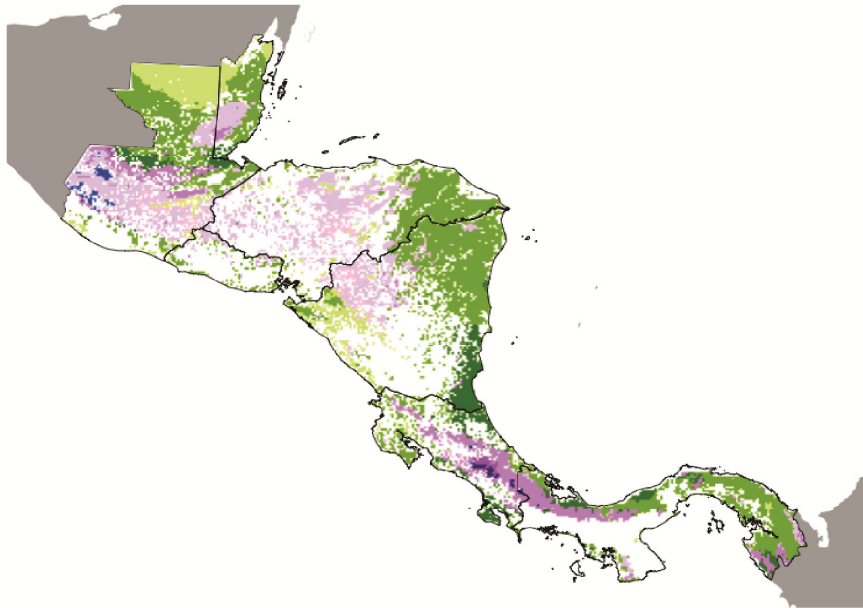
En resumen, los resultados sugieren que la superficie total de cobertura natural estaría determinada por CUT. De esta forma, los escenarios de cambio climático no arrojan variación de la superficie total, pero prevén un cambio en su composición. En el escenario CUT destaca la disminución de la superficie de todas las zonas de vida. En el escenario CUT y B2 habría un incremento (o una menor disminución) de la superficie de bosque húmedo tropical en la mayoría de los países, mientras que las zonas secas disminuirían. En el escenario CUT y A2 destaca el incremento de la superficie de zonas de vida secas, principalmente del bosque seco tropical y la disminución de las zonas de vida húmedas. Ambos escenarios prevén un incremento de las zonas de vida húmedas, principalmente el bosque húmedo tropical, cercano a 2020.

En el mencionado estudio de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012c) se estimaron los potenciales cambios en ecosistemas con referencia a la clasificación de ZVH, ya que la inclusión de variables de temperatura y precipitación lo hace indicada para modelar impactos de los escenarios de cambio climático. Esto es un primer paso, ya que futuros análisis tendrán la compleja tarea de explorar la capacidad de los ecosistemas y sus especies miembros para evolucionar, “desplazarse” y mantener su integridad bajo estas condiciones cambiantes climáticas. Igualmente, se deberá tomar en cuenta que la degradación y fragmentación por la presión directa de las sociedades complica esta adaptación. Estos trabajos futuros pueden aprovechar análisis sobre el efecto de los cambios de los patrones intraanuales de precipitación, aridez y meses secos, disponible en otra publicación de esta Serie técnica 2012.

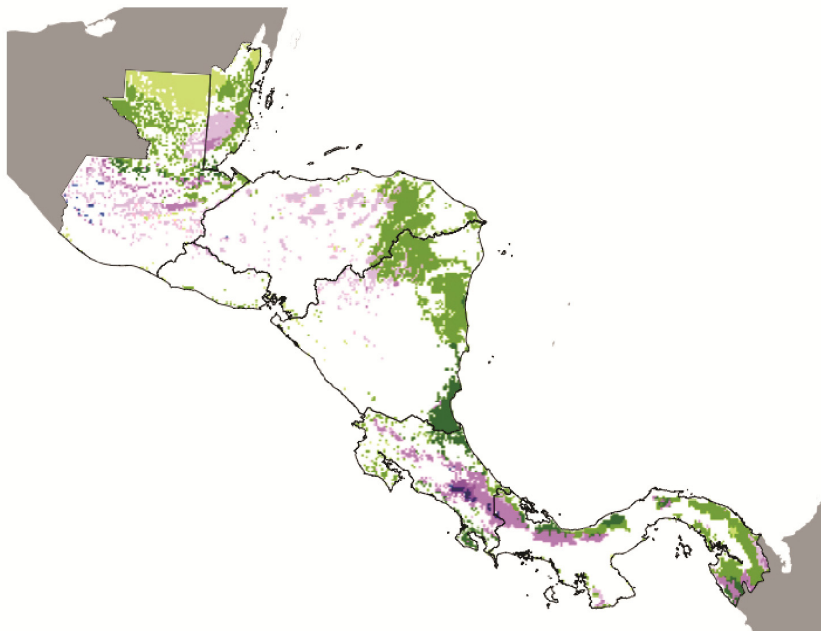


**MAPA 14**  
**CENTROAMÉRICA: SUPERFICIE DE ZONAS DE VIDA**  
**DE HOLDRIDGE, 2005 Y ESCENARIOS A 2100**







A. 2005



B. CUT, 2100



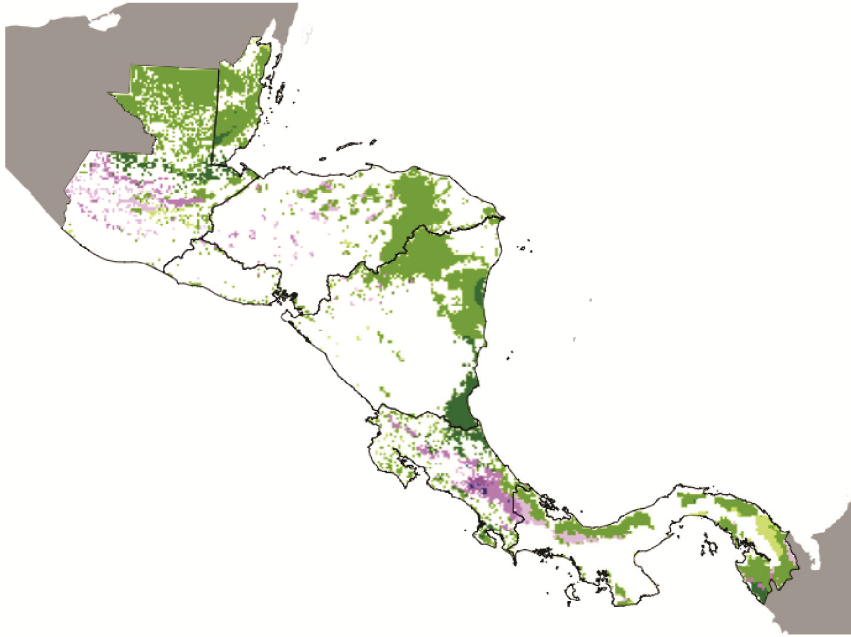
**Zonas de vida de Holdridge**

- |  |  |   |
|--|--|---|
|  Bosque muy seco tropical |  Bosque húmedo tropical     |  Bosque húmedo montano bajo tropical     |
|  Bosque seco tropical     |  Bosque muy húmedo tropical |  Bosque muy húmedo montano bajo tropical |

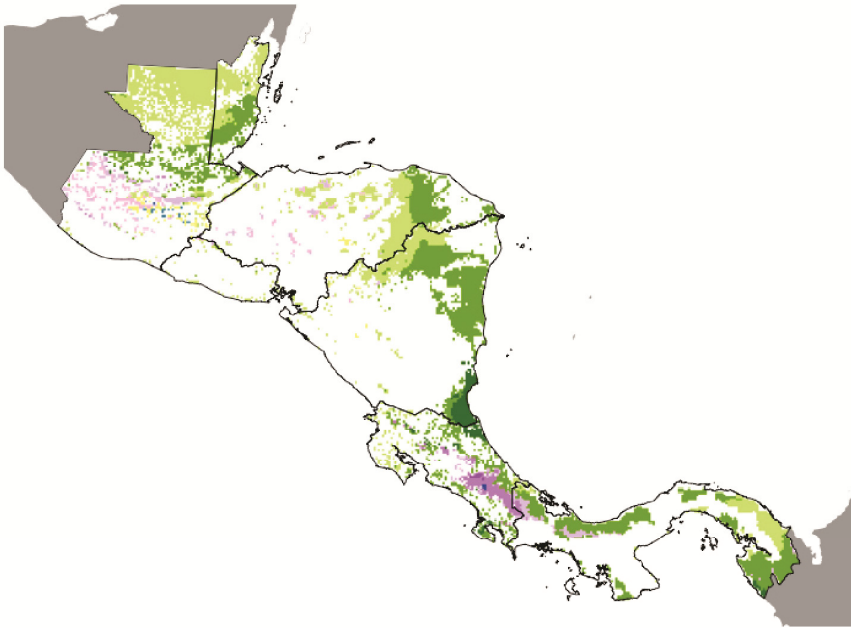
(Continúa)

Mapa 14 (Conclusión)







C. CUT y B2, 2100



D. CUT y A2, 2100



**Zonas de vida de Holdridge**

- |  |  |   |
|--|--|---|
|  Bosque muy seco tropical |  Bosque húmedo tropical     |  Bosque húmedo montano bajo tropical     |
|  Bosque seco tropical     |  Bosque muy húmedo tropical |  Bosque muy húmedo montano bajo tropical |

Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID, DANIDA, 2012c.

Los potenciales impactos en los ecosistemas no solo vendrían directamente del cambio climático, sino también de la reacción de la población humana hacia él. Por ejemplo, si los rendimientos de granos básicos y otros productos disminuyen, la presión para expandir la superficie agrícola a costa de los bosques aumentará. Las medidas de los actores económicos deberían orientarse a reducir estas presiones y facilitar la adaptación de los ecosistemas al cambio climático, pero es difícil suponer que lo harán sin antes establecer políticas públicas, incentivos económicos, y acuerdos multisectoriales orientados a la sostenibilidad. En las negociaciones internacionales de cambio climático, los bosques están en el centro de varios debates técnicos y políticos, no solamente por la deforestación y degradación, su relación con las emisiones de GEI y su efecto sumidero de carbono, sino por su gran importancia en los medios de vida y culturas de poblaciones rurales y comunidades indígenas y en esfuerzos de mejorar la sostenibilidad de actividades económicas, como la agricultura y la generación hidroeléctrica. Por lo mismo, es importante avanzar en el análisis de los impactos del cambio climático sobre ellos, sus necesidades de adaptación y su vital papel en la adaptación de las sociedades.

Además de las amenazas de la deforestación, la degradación y el cambio climático, los esfuerzos de proteger los bosques enfrentan otros retos. El incuestionable valor económico de los bosques como proveedores de bienes y servicios para la sociedad no se refleja en los precios de mercado y en muchos casos no se refleja en absoluto. Cuando un actor económico destruye o contamina un ecosistema, se genera una externalidad negativa que no se contabiliza como pérdida económica. Dada esta situación, no se puede esperar que estos servicios sean incorporados al mercado a tiempo para incentivar decisiones correctas de uso y preservación. Las señales de la productividad agrícola, disponibilidad de agua y otras llegarán cuando los activos se hayan agotado, lo que ocurrirá aun sin cambio climático.

En las últimas décadas ha habido importantes esfuerzos por mejorar nuestra comprensión del aporte de los ecosistemas y estimar su valor económico. Varios países de la región han establecido sistemas de pago por servicios ambientales y las Áreas Naturales Protegidas suman más de 550. Se han desarrollado estudios importantes sobre los riesgos del cambio climático, en particular sobre los bosques y su biodiversidad. Se ha progresado con métodos para estimar las pérdidas ambientales por impactos de eventos extremos. Estos costos han sido estimados en catorce evaluaciones de eventos mayores en Centroamérica en las últimas décadas.

También es importante valorizar los ecosistemas en forma extramercado, considerando los conocimientos científicos y los valores culturales relacionados. Esta forma de valorización también contribuye a motivar medidas precautorias ante el hecho de que el mercado no envía las señales correctas. Los análisis de valorización económica son útiles pero tienen limitaciones porque no siempre es fácil asignar un valor monetario a determinados servicios, especialmente los valores intrínsecos invaluable, como los culturales y de regulación y existencia. El reto de una apropiada valorización de los ecosistemas, en un sentido amplio, se vuelve más urgente por la amenaza de cambio climático.

Desde 2010 se implementa en Centroamérica el Programa Regional REDD-CCAD/GIZ que tiene como objetivo crear las bases adecuadas para llevar a cabo mecanismos de compensación sostenibles para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> causados por la deforestación y la degradación forestal. Este programa trabaja en el diseño de mecanismos de compensación específicos para cada país, que permitan concretar actividades de mitigación en forma integral, permanente, sostenible,

transparente y con beneficios económicos, sociales y ambientales. Actualmente se impulsa los siguientes mecanismos:

1. Ruta Verde del Canal de Panamá
2. Mecanismo de Protección de Humedales de Costa Rica
3. Mecanismo Socio Ambiental de Manejo Forestal de Honduras (MESAFH)

En la región también existe el Programa Estratégico Regional para el Manejo de los Ecosistemas Forestales (PERFOR) aprobado en el 2008 por el Consejo de Ministros de Ambiente de CCAD y CAC para un horizonte de 15 años o más. Por otra parte el Programa Regional de Cambio Climático (PRCC) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), en uno de sus componentes apoya a la región Centroamérica en el desarrollo de un plan de financiamiento REDD+ para la implementación de estrategias nacionales REDD+ bajo las premisas de armonización técnica regional, con un enfoque de paisajes sostenibles. El *clearinghouse* o sistema de información climática para la región, es uno de los productos más relevantes a desarrollar por el programa, coordinará esfuerzos con el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH).

Recientemente los gobiernos de la región han emprendido un fuerte proceso técnico, político y social para poner en marcha estrategias de restauración del paisaje rural en el marco de REDD+, lo que está siendo acompañado de declaraciones de voluntad de los gobiernos ante foros internacionales, como recientemente lo hicieron Guatemala y Panamá con 1,2 millones de hectáreas y 1 millón de hectáreas respectivamente. La urgencia de actuar paralelamente hacia la mitigación y adaptación al cambio climático demanda articular adecuadamente este tipo de acciones y procesos para el diseño de políticas en los países de la región.

A nivel país Costa Rica cuenta con la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (Estrategia REDD+), El Salvador cuenta con el Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) el cual tiene un enfoque de mitigación basada en la adaptación. Asimismo en El Salvador se registra en trámite el Proyecto para la Preparación para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) con el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) y Banco Mundial con un monto de 3,6 millones de dólares. Por su parte, Guatemala ha definido de manera preliminar seis actividades REDD+: incentivos para mejoramiento del almacenamiento de carbono, incentivos para la conservación de bosques naturales, incentivos para pequeños poseedores, comunidades locales y pueblos indígenas, fortalecimiento de la gobernabilidad en tierras forestales, manejo forestal mejorado y promoción de la competitividad y legalidad en las cadenas de valor de productos forestales.

En Honduras el proyecto REDD+ (2014-2017) está realizando acciones orientadas a que el país cuente con una estrategia nacional para reducir la deforestación. Nicaragua está implementando el Proyecto ENDE-REDD+ como herramienta de la Política Nacional de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático. En República Dominicana se realizaron mejoras al Readiness Preparation Proposal (R-PP) con los requerimientos del FCPF y a la fecha se han llevado a cabo 3 talleres de consulta el Proyecto para la Reducción de Emisiones (ER-PIN, «The Emissions Reduction Project Idea Note», por sus siglas en inglés). También en conjunto con el Banco Mundial

está el proyecto de Preparación para REDD+ en trámite y asciende a un monto de 3,8 millones de dólares.<sup>17</sup>

#### **RECUADRO 6 RECOMENDACIONES PARA LA ADAPTACIÓN DE ECOSISTEMAS BOSCOSOS AL CAMBIO CLIMÁTICO**

La adaptación humana al cambio climático está claramente ligada a la adaptación de los ecosistemas de los cuales depende, especialmente en regiones como Centroamérica. Responder a este reto requerirá incorporar el papel de los servicios ambientales en la valoración de la eficiencia y sostenibilidad de nuestras actividades económicas y tomar medidas fuera del mercado para generar incentivos y marcos regulatorios adecuados. Al respecto, es necesario considerar el principio de precaución y establecer un estándar mínimo, considerando la irreversibilidad de la pérdida biológica, el riesgo y la incertidumbre.

Debido a que el cambio climático y la pérdida de hábitat por otros factores interactúan en el paisaje, se recomienda aumentar y fortalecer el sistema de Áreas Naturales Protegidas (más de 550 en la región) y corredores biológicos para abarcar mayor escala biogeográfica, dar mayor amplitud a la definición de zonas de protección y ordenación del territorio y reforzar la protección de refugios climáticos.

Estos esfuerzos pueden complementarse con programas de agricultura sostenible, el aprovechamiento forestal sustentable y el rescate de cultivos criollos y especies silvestres endémicas con resistencia a los efectos climáticos previstos.

Otras medidas para facilitar la adaptación de los bosques son: crear programas para que las comunidades desarrollen la capacidad de conservación y recuperación de los ecosistemas con los que conviven, incluyendo la adopción de tecnologías apropiadas para medios de vida sostenibles, aprovechando al máximo los conocimientos tradicionales y la diversificación de sus fuentes de sustento; mejorar los sistemas de gestión de los bosques, incluyendo el control de la deforestación y los incendios forestales, la forestación y la reforestación; establecer y promover sistemas de regulación y certificación del ecoturismo como contribución a la defensa de los ecosistemas naturales, evitando desarrollos turísticos e inmobiliarios convencionales que degraden sus atributos naturales, e impulsar proyectos ecoturísticos o de naturaleza y “aventura”, manejados por los propietarios de los predios.

No solamente hay sinergias potenciales de la protección e uso sostenible de los ecosistemas con las iniciativas de reducción de emisiones de GEI, sino con un número de acciones relacionadas con el desarrollo sostenible e incluyente, como la producción agrícola más sostenible, la gestión integral de cuencas y agua, el rescate de cultivos criollos y especies silvestres endémicas, mayor acceso a la energía eléctrica y programas de pago por servicios ambientales a beneficio de la población rural de bajos ingresos. Todas estas medidas requieren ser instrumentadas en programas y presupuestos.

<sup>17</sup> Véase <<http://www.bancomundial.org/projects/search?lang=es&searchTerm=REDD%2B>>.

En este sentido, el recurso hídrico es de suma importancia para la protección de los bosques, otros ecosistemas y su biodiversidad. La conservación de los bosques es esencial para la gestión de las cuencas. Se requieren esfuerzos amplios para hacer más eficiente el uso del agua, reducir su contaminación y reciclarla en los sectores de demanda doméstica, agropecuaria, industrial y de servicios.

Se requerirá mayor coordinación con el sector agropecuario para restaurar las áreas degradadas y de baja productividad según criterios de calidad de la producción primaria, sostenibilidad de la producción y reforestación para diferentes usos; evitar la extensión de la zona agrícola hacia los ecosistemas naturales, intensificando los sistemas de producción, mejorando su eficiencia y gestionando los paisajes rurales según objetivos de conservación, ampliar la valoración económica de los ecosistemas y sus servicios relacionados con la producción agrícola, incluyendo la polinización, control de plagas, regulación de humedad y clima local, en apoyo a las decisiones de los productores sobre su conservación y protección.

El ordenamiento ambiental del territorio es fundamental para alcanzar el desarrollo sustentable y una distribución más óptima de la población, de sus actividades y de la infraestructura productiva nacional para prevenir daños y pérdidas por eventos extremos. Los ecosistemas naturales pueden reducir la vulnerabilidad de la población a eventos climáticos extremos y fungir como complementos o sustitutos de la inversión en infraestructura que puede tener costos más elevados. Por ejemplo, las plantaciones forestales y los manglares costeros proveen protección contra tormentas, inundaciones, huracanes y tsunamis.

Es recomendable ampliar y precisar los esquemas financieros que incentiven el manejo sustentable de los bosques y reconozcan el valor económico de sus servicios ambientales, incluyendo los hidrológicos y de sumidero de carbono. La región tiene experiencias como el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) de Costa Rica, el «Protected Areas Conservation Trust» de Belice (PACT), el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), el Programa de Incentivos para Pequeños Poseedores de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal (PINEP) de Guatemala y el Programa de Certificados de Incentivos Forestales de Panamá. En esta línea se ha propuesto la creación de un Fondo Mesoamericano para el Pago por Servicios Ambientales, cuyo objetivo es contribuir al desarrollo sostenible de la región, fortaleciendo el régimen de cooperación e integración para la gestión ambiental (PNUMA, CCAD y SICA, 2010). Se hace necesario generar conciencia social sobre las funciones de los ecosistemas y su bienestar asociado.

En las políticas nacionales de cambio climático se podría considerar la conveniencia de establecer planes voluntarios de reducción neta de la deforestación a escalas nacional y regional, y financiar estos esfuerzos vía programas orientados a la adaptación, el Mecanismo de desarrollo limpio (MDL), otros mercados de bonos de reducciones de emisiones, mediante pagos por servicios ambientales; establecer metas de conservación ecológica y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas terrestres a escalas nacional y regional y considerar la conveniencia de establecer metas territoriales de carbono capturado y almacenado por ecosistemas. Sería conveniente vincular las metas de conservación con las de bienestar de la población, particularmente de la que convive con los ecosistemas, como el uso de estufas de leña eficientes, acceso a la electricidad y pago por servicios ambientales.

Fuente: CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID, DANIDA, 2012c.



### 3.4 ENERGÍA

En el proyecto de la ECC CA se estimó que la demanda total de energía. El escenario base del subsector eléctrico se construyó con de acuerdo con las perspectivas energéticas nacionales y regionales para 2010-2023 del Consejo de Electrificación de América Central (CEAC). Los otros subsectores energéticos utilizaron los estudios prospectivos de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana (EESCA) 2020. Se asumieron los siguientes supuestos para los escenarios del período 2024–2100: los países continuarán desarrollando sus recursos renovables hasta llegar a alrededor del 50% de su potencial hidroeléctrico y al 90% de su potencial geotérmico en el año 2100 (de acuerdo con las cifras oficiales de cada país). En energía eólica también se ha tomado una posición conservadora, pero congruente con las tendencias e interés actual por su desarrollo. La energía solar y la de biocombustibles no fueron consideradas en el escenario base (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).

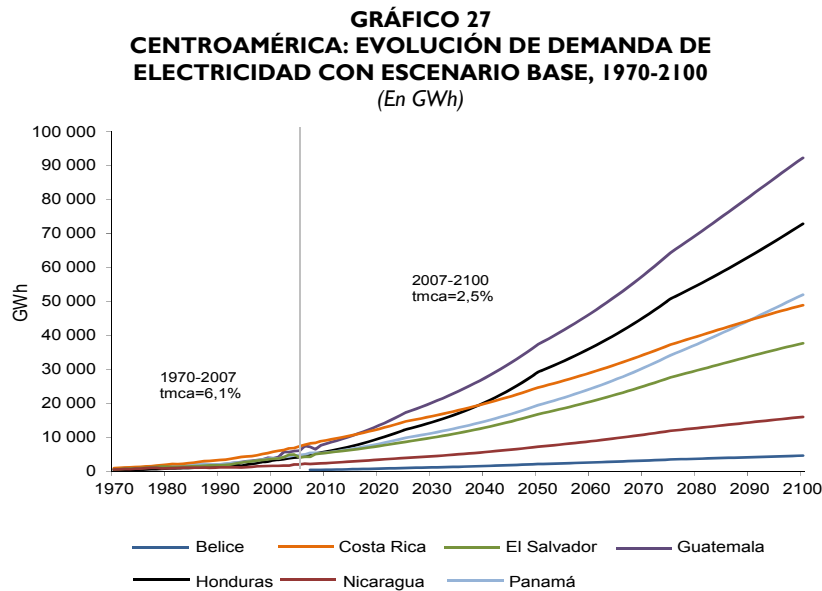
Para cada país se diseñó una matriz energética que registra los flujos de energía desde los sectores de consumo, pasando por los centros de transformación, hasta los centros de producción y/o importación y transporte de los energéticos, considerando los ajustes por pérdidas. Se aplicó una modelación *bottom-up* de acuerdo con la filosofía del software LEAP («Long Range Energy Alternatives Planning System», por sus siglas en inglés). La demanda de energía se modela con un sistema de ecuaciones que dependen de las variables conducentes (drivers) del sistema económico. Se incluyeron los sectores de consumo residencial (familias), comercial, industrial, transporte y otros. El del sector residencial fue dividido en viviendas urbanas y rurales, con dos subgrupos (viviendas con electricidad y sin electricidad) y se modelaron los usos finales (iluminación, cocción de alimentos, refrigeración y otros), utilizando la información de los balances energéticos y los resultados de algunas encuestas (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).

En el escenario de la demanda total de energía se espera que esta aumentaría aproximadamente cinco veces en 2010, a unos 1.103 Mbep. El país con mayor demanda seguiría siendo Guatemala, pero su participación bajaría de 35% a 23%, mientras las de Costa Rica, Belice y Panamá aumentarían. La tendencia de participación sectorial sugiere que el transporte, la industria y el comercio aumentarían significativamente, mientras que el sector residencial se reduciría. Al final del siglo, el transporte absorbería 48% del total, la industria 30%, el sector residencial 11% y el sector comercial 10% (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).

De la demanda total de energía en 2100, 934,2 Mbep corresponderían a hidrocarburos y otros combustibles fósiles, aumentando su participación de 50% en 2010 a 85% en 2100. De estas fuentes, 57% sería utilizado por el transporte y 22% por la generación eléctrica. Las tasas promedio de crecimiento anual de la demanda de hidrocarburos son de 3,6% en Belice, 2,9% en Panamá, 2,6% en Costa Rica, 2,4% en El Salvador y Guatemala, 2,2% en Honduras y 2% en Nicaragua (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).

El escenario base supone que la demanda regional de energía eléctrica crecerá a una tasa de 2,5% anual, variando entre países con 1,9% en Costa Rica, Nicaragua 2,1%, El Salvador 2,2%, Panamá 2,5%, Belice, 2,6%, Guatemala 2,7% y Honduras 2,8. En total, la demanda crecerá diez veces, de 32.366 GWh en 2007 a 324.159 GWh en 2100. Históricamente Costa Rica ha sido el principal consumidor de energía eléctrica, pero durante este siglo será sobrepasado consecutivamente por Guatemala, Honduras y Panamá (véase el gráfico 27). Al final del período la estructura del mercado será diferente a la actual. El sector residencial, principal consumidor de

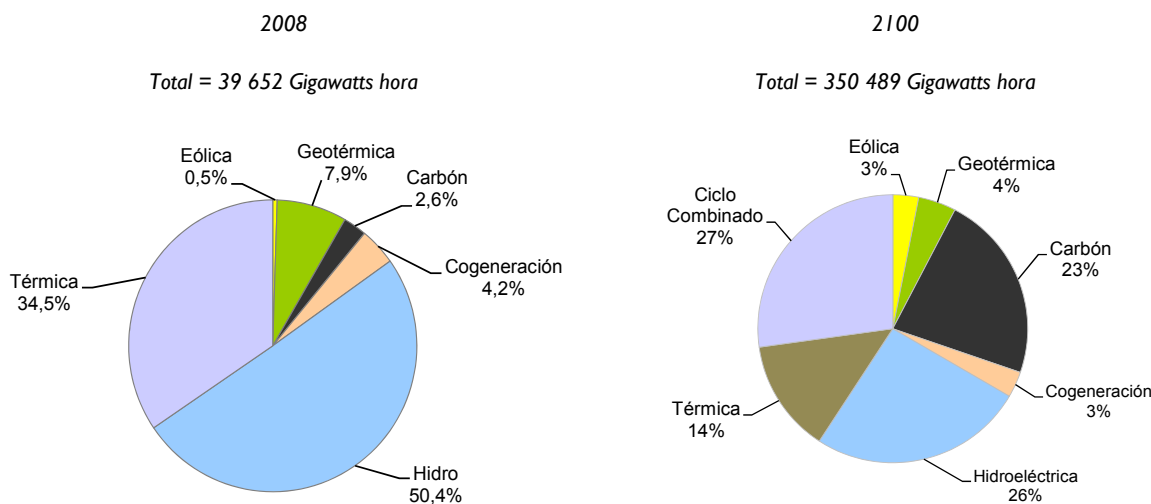
energía eléctrica, pasará al tercer sitio (de 36% en 2007 a 31% en 2100), siendo reemplazado por el sector industrial (de 30% a 34%) y por el sector comercial (de 29% a 34%) (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).



En 2100 la producción de energía eléctrica con fuentes renovables habrá sido desplazada por los combustibles fósiles, llegando éstos a 64% de la generación regional relativo al 37% en 2008 (véase el gráfico 28). En relación con la situación de 2008, la hidroeléctrica bajaría de 50% a 26% en 2100, la térmica de 35% a 14%, la geotérmica de 8% a 5% y la cogeneración de 4% a 3%. Las fuentes que crecerían serían carbón, de 3% a 23%, ciclo combinado a base de gas natural de menos de 1% a 27%, y la eólica de menos de 1% a 3%. La contribución de fuentes renovables bajaría de 63% en 2008 a 36% al final del siglo (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).

La electricidad merece atención especial por la magnitud y dinámica de sus emisiones y por ser la causa principal de las emisiones industriales, residenciales y de servicios indirectos. Éstas deben ser cuantificadas de manera paralela a las de la industria eléctrica para evitar doble contabilidad. Su magnitud depende del consumo y del factor de emisión de cada sistema eléctrico nacional, que está determinado por el tipo de tecnología y plantas de generación, combustibles usados, producción anual de electricidad total y participación relativa de las fuentes (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).

**GRÁFICO 28**  
**CENTROAMÉRICA: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, POR TIPO**  
**DE FUENTE, 2008 Y CON ESCENARIO BASE EN 2100**



Fuente: Estadísticas del subsector eléctrico y estimaciones de la CEPAL sobre la base de cifras oficiales y estimaciones de CEPAL, sobre la base del modelo LEAP.

A partir de los inventarios de emisiones y los análisis de demanda y generación de energía, fue factible realizar proyecciones por sector a 2030, suponiendo tasas de crecimiento sectoriales en cada país según el escenario macroeconómico base y poblacional y una situación en la que no se modifican sustancialmente los patrones de consumo de energía. Adicionalmente, se asume que la estructura de generación de electricidad se mantiene relativamente estable y así el factor de emisión del sector eléctrico. Los resultados deben tomarse como análisis prospectivo muy básico, ya que los inventarios son de hace diez años y es probable que después del 2020 se acelere la adopción de nuevas tecnologías. No obstante, las proyecciones permiten identificar los sectores y políticas con potencial de reducción de emisiones GEI y posibles cobeneficios relacionados con la adaptación y el desarrollo sostenible. En el gráfico 1 del capítulo 1 se presentaron las estimaciones a 2030 para los ocho sectores, incluyendo la electricidad (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).

En el escenario tendencial las emisiones brutas totales anuales podrían llegar a aproximadamente 310 millones de TCO<sub>2e</sub> en 2030, levemente menor que la estimación para 2000 de 336 millones de TCO<sub>2e</sub> basada en los inventarios, pero con cambios sectoriales importantes. Las emisiones conjuntas de los sectores de transporte, electricidad, procesos industriales, residencial y servicios, agricultura y ganadería y deshechos habrían aumentado de 88 millones de TCO<sub>2e</sub> en 2000 a más de 230 millones. Este crecimiento se debió fundamentalmente a la dinámica de consumo de combustibles por el transporte automotor y a las emisiones de metano y óxido nítrico del sector agropecuario. Las emisiones por deforestación podrían haberse reducido de 74% de total en 2000 a 25% en 2030, siendo sobrepasadas por las del sector agropecuario con 31% en 2030. Los demás sectores aumentarían su participación especialmente transporte y electricidad. Sin considerar la deforestación, el transporte (21%) y el agropecuario (47%) concentrarían dos terceras partes de las emisiones totales. Comparando las emisiones proyectadas para Centroamérica y el escenario de crecimiento de las emisiones brutas globales, se estima que las primeras podrían representar 0,5% hacia el año 2030; 310 millones de 64.100 millones de toneladas de CO<sub>2e</sub> (OCDE, 2008).

La estimación del escenario tendencial permite explorar las posibilidades y los costos de reducción de emisiones en perspectiva regional. Las mayores oportunidades son las de los sectores con la participación más conspicua en el inventario: deforestación, agropecuario, transporte y electricidad. Pero es preciso introducir valoraciones de tipo tecnológico y económico para evaluar las posibles medidas de mitigación (CEPAL, UKaid, CCAD y SICA, 2010).

## POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE ENERGÍA

El SICA y su Unidad de Coordinación Energética (UCE), definieron la Estrategia Energética Sustentable de América Central 2020, cuyo objetivo general es el asegurar el abastecimiento energético de la región. En 2013 se creó la Estrategia Regional de Iluminación Eficiente en Centroamérica realizada entre el PNUMA y la Dirección Ejecutiva del Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica. En 2014 se firmó un acuerdo de cooperación y coordinación entre la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y la Secretaría General del SICA, se acordó desarrollar proyectos de energía renovable y de eficiencia energéticas eficaces. En 2015 en la Reunión Ordinaria del Consejo de Ministros de Energía de los Países Miembros del SICA se ratificó la aprobación de los proyectos: “Proyecto para la Actualización e Implementación de la Estrategia Energética Sustentable de Centroamérica 2020 y su Matriz de Acciones” de la CEPAL, el “Fondo Regional de Proyectos de Eficiencia Energética” de OLADE y el “Programa Fomento de la Geotermia en Centroamérica “de la GIZ.

Iniciativa Regional de USAID de Energía Limpia de 2012 a 2017 con un monto de 10 millones de dólares (9,730,421). Tiene por objetivo “Contribuir con el clima de inversión de energía limpia en Centroamérica, apoyando el desarrollo de la generación de energías renovables y fomentando la eficiencia energética, impulsando así el crecimiento del Mercado Eléctrico Regional (MER)”.

Los sectores energéticos de Centroamérica han producido la Estrategia Energética Sustentable al año 2020 con diversos escenarios futuros y una matriz de acciones progresivamente actualizada. Esta estrategia propone expandir las fuentes energéticas regionales renovables y menos contaminantes en relación con un escenario tendencial, incluyendo las hidroeléctricas, eólicas y geotérmicas y la importación de gas natural. Es la primera estrategia regional sectorial que considera las implicaciones de sus propuestas en términos de emisiones de GEI. Fue aprobada por los ministros de energía y los presidentes centroamericanos y tiene las siguientes metas:

- Alcanzar al menos el 90% de cobertura eléctrica en cada país.
- Reducir en 10% el consumo de leña para cocción mediante cocinas más eficiente en un millón de hogares rurales centroamericanos.
- Reducir en 12% el uso de energía eléctrica en los sectores residencial, comercial, industrial y alumbrado público, mediante sistemas de iluminación eficientes.
- Reducir en 35% el uso de energía eléctrica residencial mediante la sustitución de refrigeradores antiguos por unidades más eficientes en 2,7 millones de hogares.
- Reducir en 10% el uso de energía eléctrica en el sector industrial mediante motores eficientes.
- Llevar al menos al 12% el nivel de pérdidas en los sistemas eléctricos de los países.

- Aumentar en 11% la participación regional de fuentes renovables de producción de electricidad, privilegiando la construcción de centrales hidroeléctricas.
- Sustituir el 15% del consumo de derivados del petróleo en el transporte público y privado mediante biocombustibles.
- Reducir en 20% la emisión de GEI con respecto al escenario tendencial en el 2020, maximizando la aplicación de los certificados de reducción de carbono (CEPAL, 2007).

Con un mayor acceso a tecnología y financiamiento, la región podrá implementar esta Estrategia Energética Sustentable. El sector ha mostrado capacidad de gestión coordinada y a largo plazo, habiendo desarrollado la red de interconexión eléctrica (SIEPAC). Actualmente se trabaja en armonización de las normas de combustibles en el proceso de Unión Aduanera y en la ejecución de la Matriz de acciones para el desarrollo e integración del sector energético centroamericano, entre otras iniciativas.

Los países de Centroamérica han desarrollado políticas, planes y estrategias en temas de eficiencia energética y mayor generación de energías limpias para la mitigación que se describen a continuación (GEF, UNEP y REGATTA, 2015; CEPAL, 2015):

- Belice desarrolló el Plan de Acción para la Energía Sostenible 2014-2033, el cual es una herramienta para alcanzar el potencial de energía renovable y de eficiencia energética (UNFCCC, 2015).
- En Costa Rica el MINAE, la autoridad de aplicación de la Ley de eficiencia energética de 1994, ajustó las exoneraciones tributarias para fomentar la promoción de importación y fabricación de equipos eficientes. Con relación a biocombustibles, el Reglamento de Biocombustibles de MAG-MINAET (2009) tiene por objetivo propiciar el desarrollo de una industria nacional de biocombustibles y un régimen equitativo de relaciones entre los actores o los agentes de la actividad de biocombustibles que garantice el desarrollo sostenible de la cadena de valor del sector energético nacional. El VII Plan Nacional de Energía 2015-2030, aprobado en septiembre de 2015, se basa en dos objetivos: a) fomentar las acciones frente al cambio climático global mediante la participación ciudadana, el cambio tecnológico, procesos de innovación, investigación y conocimiento, y b) suplir la demanda de energía del país mediante una matriz energética que asegure el suministro óptimo y continuo de electricidad y combustible (MINAE, 2014).
- El Salvador tiene la Política Energética Nacional, la cual define acciones concretas con base en el plan gubernamental para el horizonte 2010-2024, orientado a la ampliación de la capacidad y cobertura energética mediante factores de eficiencia, optimización y ahorro, fomentando uso sostenible e integración de diversos sectores. En materia de mitigación, se han desarrollado una serie de actividades relativas al uso eficiente de energía, las cuales incluyen adopción por parte del Consejo Nacional de Energía (CNE) del Plan de Acción para el Ahorro y Uso Racional de la Energía en El Salvador cuyo objetivo es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente y racional de la energía eléctrica. Con relación a energías renovables, cuenta con una ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad de 2007, así como un borrador avanzado del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables realizado por el

Consejo Nacional de Energía (CNE) con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

- En Guatemala la ley de cambio climático establece que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) elaborará el Plan Nacional de Energía para la Producción y el Consumo. La ley establece que el Ministerio de Finanzas Públicas (MINFIN) y la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT) propondrán la normativa para establecer un programa de incentivos fiscales y subsidios enfocados en el uso de energías limpias para el transporte público y privado. Asimismo, la Política Energética 2013-2027 busca transformar la matriz energética del país, incluyendo un mayor desarrollo de energías renovables, y así propiciar la soberanía energética. Junto con el BID el país lanzó el primer Plan Integral de eficiencia Energética.
- Honduras cuenta con la Ley de Biocombustibles y con la Ley de Incentivos a la Generación de Electricidad con Recursos Renovables, aprobada en 2007. En ese año se creó el grupo Interinstitucional para el uso racional de la energía eléctrica y se desarrolló el Proyecto de Eficiencia Energética en los sectores Industrial y Comercial. En 2012 se aprobó el Plan Estratégico para la Gestión y Ahorro de Combustibles y Energía Eléctrica.
- Nicaragua aprobó en 2005 una ley para la promoción de generación eléctrica con fuentes renovables. En 2006 se presentó un decreto donde se declaró de interés nacional la producción de biocombustibles y bioenergía. Asimismo, en 2008 se presentó un decreto relativo al ordenamiento del Uso eficiente de la Energía. El Plan estratégico del Sector Energético 2012-2026 tiene como líneas de acción fortalecer y hacer más efectivo el desempeño del Estado en el Sector Energético, garantizar el abastecimiento seguro, confiable y de calidad de energía del país, promover la efectividad y eficiencia en el subsector Hidrocarburos y promover un desarrollo ambientalmente sostenible en el sector energético. El Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016 contiene una política de Infraestructura Energética cuyo propósito es ampliar la oferta de generación renovable y el cambio de matriz de generación y la electrificación rural. También el Programa Nacional de electrificación Sostenible y Energía Renovable en Nicaragua (PNESER) tiene el objetivo de apoyar a la reducción de la pobreza con el incremento de la cobertura eléctrica y de cambiar la matriz energética impulsando esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático.
- En Panamá la Secretaria Nacional de Energía (SNE) desarrolló el Plan Nacional de Energía 2009-2023 cuyos objetivos principales son: asegurar la disponibilidad y el abastecimiento sostenible de energía atendiendo la demanda nacional a largo plazo, aumentar la cobertura eléctrica, consolidar la integración energética regional, consolidar los esquemas de competencia en los mercados de energía y promover la divulgación de información y capacitación. Asimismo, se adoptó y reglamentó los lineamientos generales de política nacional para el uso racional y eficiente de la energía en el territorio nacional y se adoptaron medidas para el ahorro energético en las oficinas de gobierno. La Secretaría Nacional de Energía creará un Plan Estratégico Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. En materia de energías renovables en 2004 se promulgó una ley estableciendo un régimen de incentivos para el fomento de sistemas de generación hidroeléctrica y de otras fuentes nuevas, renovables y limpias, en 2013 una ley estableciendo incentivos para instalaciones de energía solar. Por otra parte, los lineamientos de política energética para la promoción de fuentes de energía eólica de 2004, promueven el uso de este tipo de energía en el marco del



cumplimiento de la normativa ambiental y respeto del derecho de afectados por proyectos eólicos.

- En República Dominicana el Estudio de Eficiencia Energética de la Comisión Nacional de Energía (CNE), la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE) y JICA, se enmarca dentro del Programa Nacional de Eficiencia Energética (PNEE) impulsado por la CNE, con el apoyo de la CDEEE cuyos objetivos principales son: i) impulsar la aprobación de la Ley de Eficiencia Energética; ii) implementar programas de Eficiencia Energética (EE) en las Instituciones gubernamentales; iii) establecer mecanismos de certificación para empresas de servicios de EE; iv) sensibilizar a la población en el uso racional de la energía, y vi) desarrollar un sistema de etiquetado de dispositivos eléctricos, entre otros. El Plan Energético Nacional de la República Dominicana (PEN) 2010-2025, la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 y el Plan de Desarrollo Compatible con el Clima establecen objetivos de proporción del 25% en la combinación de energía en general al año 2025 para la energía renovable y reducción del 25% de emisiones de gas de efecto invernadero al 2030.

#### **RECUADRO 7 RECOMENDACIONES PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ ENERGÉTICA Y MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Existen oportunidades de mejorar la eficiencia energética y reducir la intensidad de emisiones asociadas al uso de la energía: normas de eficiencia y de emisiones de los vehículos automotores, actividades industriales, usos domésticos y funcionamiento general de las ciudades, incluyendo el transporte público. La expansión de la generación hidroeléctrica podría dar a la población en pobreza mayor acceso a la electricidad, a reducir la leña como fuente de energía doméstica y generar la oportunidad de establecer modelos de desarrollo sostenible y social de las poblaciones aledañas a estos proyectos, sobre lo cual varios países de la región están avanzando.

Actualmente los países SICA están trabajando en la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2030, así que se debe aprovechar el momento para crear una nueva matriz de acción que incluya las prioridades a nivel nacional y regional utilizando los objetivos y metas de los ODS y los resultados de la COP21 como guía. Contar con una matriz de este tipo, permitirá mejorar la coordinación con los donantes existentes, y se podría presentar a los nuevos mecanismos financieros, como los «Climate Investment Funds», el Fondo de Adaptación y el Fondo Verde del Clima.

El documento “Convergencia de políticas energéticas, incluyendo carbono neutralidad y estrategias para el cumplimiento de las metas de SE4ALL”, de próxima publicación de CEPAL (2015) y presentado a los Directores de Energía e Hidrocarburos de los países SICA, propone que a la par de la nueva matriz se realicen los siguientes estudios:

- Analizar los impactos que el cambio climático tendrá sobre las proyecciones de generación y demanda de energía, al igual que los impactos del cambio climático sobre los incrementos en el consumo de electricidad por condiciones climáticas extremas y decrementos de consumo debido a la falta de suministro de electricidad.

- Elaborar un análisis de vulnerabilidad de la infraestructura del sector energético al cambio climático y el impacto que puede llegar a tener esta infraestructura vulnerable sobre la población.
- Evaluar las condiciones bajo las cuales la producción de biocombustibles para incorporación a la matriz energética sea sostenible, y el límite máximo de producción, tomando en cuenta los impactos climáticos sobre productividad y uso de suelos, cambio de uso de suelos, y producción alimentaria, entre otros.
- Crear políticas de precios que considere las externalidades ambientales.
- Fijar nuevas metas de eficiencia energética a partir de las estimaciones de demanda energética debido al cambio climático.
- Analizar la vulnerabilidad de la infraestructura del gas natural al cambio climático y las formas en que dicha infraestructura podría exacerbar impactos ambientales negativos, así como alternativas para minimizar dichos impactos.
- Evaluar comunidades rurales aisladas electrificadas previamente, ya sea con extensión de red o por generación distribuida, para ver los impactos que éstos esfuerzos han tenido para su capacidad adaptativa frente al cambio climático.
- Evaluar los impactos del cambio climático sobre la producción, transporte y comercialización de las diferentes fuentes energéticas adicionales al impacto que éstas producen sobre el ambiente.
- Investigar buenas prácticas sobre la gestión de usos múltiples de una cuenca, considerando una estructura de tarifas que refleje el costo completo de cada uso y que asegure la equidad de acceso de los usuarios en la cuenca.

La propuesta es estimar la matriz energética actual y proponer escenarios con impactos potenciales del cambio climático para tener una base para los NAMA y mayor certeza y menor riesgo sobre las contribuciones de reducción de emisiones de GEI que se plantean en los INDCs. Finalmente los objetivos y metas propuestos para la EESCA2030 y su impacto en los ODS deben evaluarse de forma cíclica: que los ODS formen parte de la estructura de las estrategias y que los resultados de éstas ayuden, directa o indirectamente, a cumplir con los ODS.

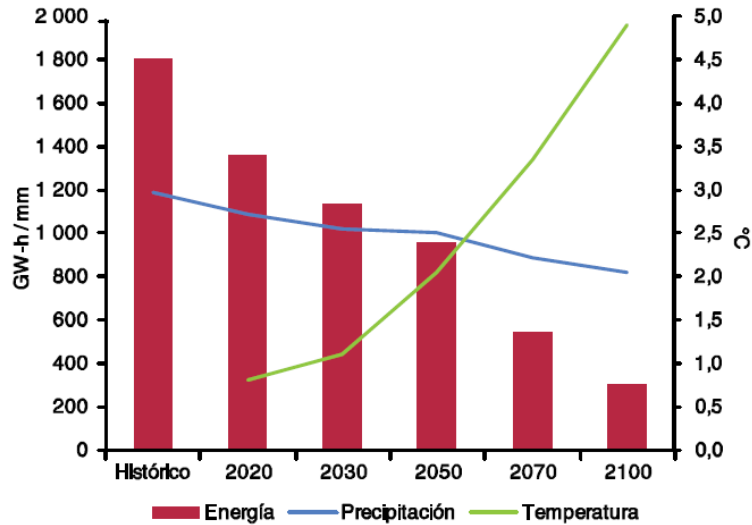
Fuente: CEPAL, CCAD, SICA y UKaid, (2010) y CEPAL (2015a).

## HIDROELECTRICIDAD

Los escenarios de cambios potenciales en la temperatura, la precipitación anual, la aridez y los patrones intraanuales sugieren mayores riesgos e incertidumbre para actividades productivas como la hidroelectricidad. El efecto combinado del alza de la temperatura y los cambios de la precipitación afectan la evapotranspiración en las cuencas, y por ende, su caudal, así como la evaporación en los embalses hidroeléctricos. En el estudio piloto realizado en el marco de la ECC CA de las plantas Chixoy de Guatemala y Cerrón Grande de El Salvador, esta cadena de

efectos da como resultado, en el escenario más pesimista (A2), reducciones de la generación de electricidad superiores al 20% en las dos plantas para el corte 2020 respecto de la generación promedio de los períodos de referencia (1979 a 2008 para Chixoy y 1984 a 2009 para Cerrón Grande) (véanse los gráficos 29 y 30). Al corte 2050, las reducciones serían superiores al 40% en ambas hidroeléctricas y en más de 80% para Chixoy y 70% para Cerrón Grande a finales del siglo.

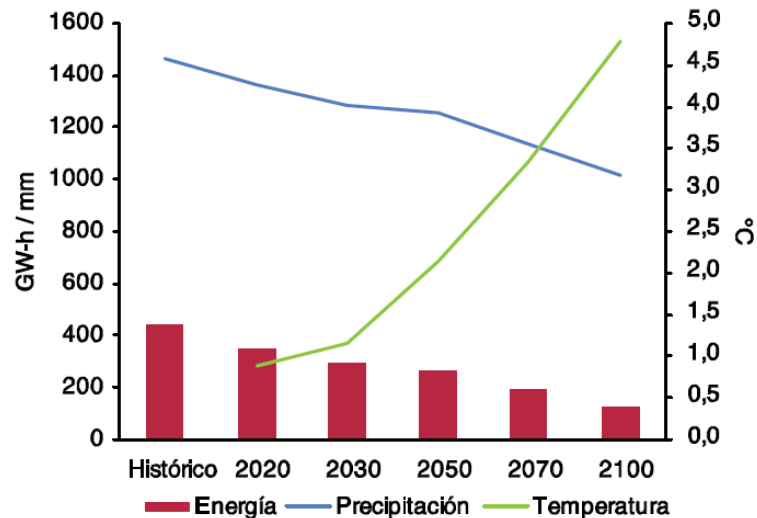
**GRÁFICO 29**  
**PLANTA CHIXOY: RESULTADOS DE SIMULACIONES, ESCENARIO A2, 2020-2100**



Fuente: CEPAL, CEL, MARN, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA 2012

Nota: Período histórico de referencia, promedio 1979–2008, Energía y precipitación se refieren al eje izquierdo, y temperatura al eje derecho.

**GRÁFICO 30**  
**PLANTA CERRÓN GRANDE: RESULTADOS DE SIMULACIONES. ESCENARIO A2, 2020-2100**



Fuente: CEPAL, CEL, MARN, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA 2012.

Nota: Período histórico de referencia, promedio 1979–2008, Energía y precipitación se refieren al eje izquierdo, y temperatura al eje derecho.

En el escenario menos pesimista (B2) se espera un incremento de entre 4% y 6% en ambas plantas para el corte 2020 respecto del período histórico. A partir de 2020, las estimaciones se vuelven negativas hasta llegar a una disminución del 26% en Chixoy y del 17% en Cerrón Grande a 2100. (CEPAL, CEL, MARN, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012).

En resumen, el progresivo aumento de temperatura previsto estará afectando la producción hidroeléctrica por la evapotranspiración en la cuenca y la evaporación en el embalse. Es importante observar que el alza de temperatura de la atmósfera podría contribuir a episodios de lluvias más intensas, y el aumento de la temperatura de la superficie del mar a mayor intensidad de huracanes. No obstante, el mayor riesgo se relaciona con la lluvia, cuyo patrón en la región ya demuestra gran variabilidad en su acumulado anual y en su distribución intraanual. Los escenarios futuros sugieren un posible aumento en la variabilidad de la lluvia acumulada anualmente con una reducción progresiva en el promedio anual especialmente en la segunda mitad del siglo. No obstante, el modelaje de la lluvia contiene varias incertidumbres aún por resolverse. Esta situación actual y futura, indica una cierta ventana de oportunidad a corto plazo, que se va a ir cerrando si no se aprovecha, para fortalecer la gestión de las cuencas, los embalses y las plantas existentes y el diseño de las nuevas iniciativas de gestión integral del recurso hídrico y adaptación a la variabilidad climática y los impactos del cambio climático. El recuadro 8 presenta un resumen de las recomendaciones emanadas de este estudio.

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), apoyada por el BID y la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA) ha emprendido la iniciativa “Vulnerabilidad al Cambio Climático de los sistemas de producción Hidroeléctrica en Centroamérica y sus opciones de adaptación”. El objetivo del estudio fue desarrollar e implementar una metodología para determinar la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de generación hidroeléctrica existentes o en planificación en los siete países de Centroamérica. Los casos seleccionados fueron: Chixoy en Guatemala, Mollejón en Belice, Cerrón Grande en El Salvador, El Cajón en Honduras, Centroamérica en Nicaragua, Reventazón en Costa Rica y Bayano en Panamá. Se utilizó el modelo «A Generalized Streamflow Simulation System» que controla el fenómeno de transformación a partir de un conjunto de parámetros relacionados con el ciclo hidrológico, integrando información meteorológica, geomorfológica e hidrológica.

Con los datos climáticos e hidrométricos disponibles correspondientes a las cuencas de cada uno de los aprovechamientos se calibró y validó el modelo hidrológico de transformación de lluvia en escorrentía. La información histórica o de referencia se simuló para el período 1980-1999 llamado 1990 o actual. Además con esta información se estimó la producción hidroeléctrica esperada en cada aprovechamiento en situación actual, y para la estimación futura se utilizaron los escenarios A2, B1 y A1B del cuarto reporte del IPCC con los resultados de cuatro modelos de circulación general (CM2.0, MIROC3.2, ECHAM5 y HadCM3) para los siguientes cortes 2010 (corresponde al período 2000-2019), 2030 (2020-2039), 2050 (2040-2059), 2070 (2060-2079) y 2090 (2080-2099). También se midió la variación de sus valores ante la presencia de eventos extremos (desbordamientos y sequías). En el análisis económico del Cambio Climático se consideraron tasas de descuento de 0,5%, 2%, 4% y 12% con el objetivo de considerar un amplio rango de posibilidades (OLADE, BID y AEA, 2013).

Los resultados que se obtuvieron en el estudio fueron los siguientes:

- Chixoy, Guatemala. Su producción actual alcanza los 1750 GWh/año y con los escenarios de cambio climático, como valores medios, se esperan variaciones de +3,4% en 2010, -8,6% en 2030, -21,5% en 2050, -32,3% en 2070 y -44,8% en 2090. La potencia firme actual del aprovechamiento se cifra en 279 MW, con el cambio climático se esperan descensos de -3,8% en 2010, -15,9% en 2030, -23,7% en 2050, -39,3% en 2070 y -44,8% en 2090. El análisis del impacto económico del cambio climático sobre la central de Chixoy muestra que los sobrecostos estarían comprendidos en un rango entre 67 millones y 597 millones de dólares, dependiendo del escenario y las tasas de descuento considerados.
- Mollejón, Belice. Es el único de los aprovechamientos seleccionados que trabaja a filo de agua (el resto dispone de embalse de regulación). Su producción actual alcanza los 124 GWh/año y con los escenarios de cambio climático, como valores medios, se esperan variaciones de +3,0% en 2010, -8,6% en 2030, -21,2% en 2050, -31,7% en 2070 y -43,0% en 2090. La potencia firme actual del aprovechamiento se cifra en 4 MW, con el cambio climático se esperan descensos de -25,0% en 2010, -41,7% en 2030, -50,0% en 2050, -66,7% en 2070 y -66,7% en 2090. El análisis del impacto económico del cambio climático sobre la central de Mollejón muestra que los sobrecostos estarían comprendidos en un rango entre 6,1 millones y 66,2 millones de dólares, dependiendo del escenario y las tasas de descuento considerados.
- Cerrón Grande, El Salvador. Su producción actual alcanza los 494 GWh/año y con los escenarios de cambio climático, como valores medios, se esperan variaciones de -9,9% en 2010, -26,0% en 2030, -47,6% en 2050, -55,3% en 2070 y -64,6% en 2090. La potencia firme actual del aprovechamiento se cifra en 84 MW, con el cambio climático se esperan descensos de -37,3% en 2010, -60,7% en 2030, -75,0% en 2050, -79,8% en 2070 y -77,8% en 2090. Este aprovechamiento resulta ser el más afectado por el cambio climático de entre los siete considerados en el estudio. El análisis del impacto económico del cambio climático sobre la central de Cerrón Grande muestra que los sobrecostos estarían comprendidos en un rango entre 37 millones y 360 millones de dólares, dependiendo del escenario y las tasas de descuento considerados.
- El Cajón, Honduras. Su producción actual alcanza los 1312 GWh/año y con los escenarios de cambio climático, como valores medios, se esperan disminuciones de -0,1% en 2010, -14,4% en 2030, -35,2% en 2050, -44,9% en 2070 y -51,8% en 2090. La potencia firme actual del aprovechamiento se cifra en 273 MW, con el cambio climático se esperan descensos de -11,1% en 2010, -22,2% en 2030, -42,1% en 2050, -45,3% en 2070 y -51,6% en 2090. El análisis del impacto económico del cambio climático sobre la central de El Cajón muestra que los sobrecostos estarían comprendidos en un rango entre 77 millones y 827 millones de dólares, dependiendo del escenario y las tasas de descuento considerados.
- Centroamérica, Nicaragua. Su producción actual alcanza los 189 GWh/año y con los escenarios de cambio climático, como valores medios, se esperan disminuciones de -4,1% en 2010, -20,8% en 2030, -37,2% en 2050, -45,0% en 2070 y -55,6% en 2090. La potencia firme actual del aprovechamiento se cifra en 44 MW, con el cambio climático se esperan descensos de -28,8% en 2010, -43,9% en 2030, -59,8% en 2050, -65,9% en 2070 y -74,2% en 2090. El análisis del impacto económico del cambio climático sobre la central de

Centroamérica muestra que los sobrecostos estarían comprendidos en un rango entre 12,7 millones y 151,2 millones de dólares, dependiendo del escenario y las tasas de descuento considerados.

- Reventazón, Costa Rica. Esta central se encuentra en construcción pero su producción alcanzaría los 1578 GWh/año y con los escenarios de cambio climático, como valores medios, se esperan variaciones de +3,7% en 2010, -0,3% en 2030, -5,0% en 2050, -8,4% en 2070 y -14,7% en 2090. La potencia firme actual del aprovechamiento se cifra en 217 MW, con el cambio climático se esperan descensos de -1,8% en 2010, -8,3% en 2030, -14,0% en 2050, -20,1% en 2070 y -23,5% en 2090. El análisis del impacto económico del cambio climático sobre la central Reventazón muestra que los sobrecostos estarían comprendidos en un rango entre 22 millones y 244 millones de dólares, dependiendo del escenario y las tasas de descuento considerados.
- Bayano, Panamá. Su producción actual alcanza los 551 GWh/año y con los escenarios de cambio climático, como valores medios, se esperan variaciones de +1,9% en 2010, -4,6% en 2030, -16,6% en 2050, -23,7% en 2070 y -37,9% en 2090. La potencia firme actual del aprovechamiento se cifra en 127 MW, con el cambio climático se esperan descensos de -11,8% en 2010, -18,1% en 2030, -29,1% en 2050, -37,5% en 2070 y -49,6% en 2090. El análisis del impacto económico del cambio climático sobre la central Bayano muestra que los sobrecostos estarían comprendidos en un rango entre 18 millones y 205 millones de dólares, dependiendo del escenario y las tasas de descuento considerados.

La disminución de la precipitación en la mayor parte de las cuencas de la región, junto con el progresivo aumento de temperatura en todas ellas, afectará de forma significativa a la producción hidroeléctrica futura, al incidir en la cantidad de recursos disponibles. El primero de los efectos de la elevación de temperatura tendrá mayor incidencia en aquellos aprovechamientos cuya cuenca disponga en la actualidad de menores índices de pluviosidad, mientras que el segundo en aquellos aprovechamientos en los que la superficie de embalse sea más elevada en relación con sus recursos disponibles. Aparte de la evidente disminución de recursos disponibles, otro de los efectos que el cambio climático pone en evidencia es el aumento de la duración del período de estiaje, lo que multiplica el efecto que éste tiene en la disminución de potencia firme en los distintos aprovechamientos analizados (OLADE, BID y AEA, 2013).

Los ODS de Naciones Unidas incorporan el tema de energías renovables. Estas se incluyen dentro de los objetivos 7, 9 y 13. El objetivo 7 “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”, tiene como metas de garantizar el acceso universal a servicios de energía asequibles, confiables y modernos y aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía para el 2030. También dentro del objetivo 9, “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”, en la meta de desarrollar infraestructura fiable, sostenible, resiliente y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, y la meta de facilitar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes en los países en desarrollo con un mayor apoyo financiero, tecnológico y técnico a los países menos adelantados considera el apoyo a las hidroeléctricas. Las energías renovables también se pueden considerar dentro del objetivo 13, “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos” (UN, 2015).



#### **RECUADRO 8 RECOMENDACIONES PARA LA ADAPTACIÓN DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA**

En la actualidad, la máxima generación de energía ocurre durante los meses en los que el caudal que ingresa a los embalses es mayor que el caudal turbinado. En ambos casos, los embalses tardan en llenarse aproximadamente cinco meses, de junio a octubre. Este patrón se modificaría en ambas hidroeléctricas en las condiciones de reducción general de la precipitación del escenario A2. Esta estimación supone que las reglas de operación dan prioridad al llenado del embalse sobre la generación durante la época de lluvia. Así, las plantas generarían más energía durante el período de vaciado del embalse, entre noviembre y mayo, si bien el total generado en el año sería menor.

La generación de energía disminuiría gradualmente también por la disminución de la capacidad de almacenamiento de los embalses debido a su sedimentación, así se recomienda estudiarlo para calcular la pérdida de capacidad de generación, elaborar planes de sustitución de generación o de recuperación de los embalses, incluyendo recuperación de bosques en las cuencas y otras acciones de manejo integral de las mismas.

Para poder adaptarse a las condiciones cambiantes, es sumamente importante contar con la información necesaria para la toma de decisiones. Se recomienda mejorar la cobertura de las estaciones meteorológicas en las cuencas para alcanzar el mínimo recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Primero, hay muy pocas estaciones en las cuencas, y la mayor parte de las estaciones se localizan en las partes bajas de las cuencas, por lo que es muy difícil identificar el patrón de variación de la lluvia en altitudes mayores. En el caso del embalse de Cerrón Grande sería importante contar con información de la evaporación de tanque en sitios cercanos al embalse. La inclusión del parámetro de evaporación en el cálculo del balance permitirá contar con la información para reducir este tipo de pérdidas en la operación de los embalses.

En este estudio el efecto del cambio climático ha sido evaluado a partir de los promedios móviles de cambios en la temperatura y la precipitación, en los que los años de corte corresponden a la información promedio de períodos de diez años. En el corto plazo se recomienda realizar un análisis de la variabilidad climática anual histórica y estimada en los escenarios de precipitación durante las próximas dos décadas para prever posibles cambios en variabilidad entre años más secos y más húmedos.

Para mejorar los resultados del balance de aguas, en el corto plazo se recomienda utilizar modelos que incluyan el uso del suelo y el incremento de la población, considerando sus efectos probables y los recursos para enfrentarlos. Igualmente, se recomienda analizar el efecto del incremento de temperatura sobre la generación de energía en períodos secos. Este efecto podría ya estar presentando y merece atención para diseñar medidas de adaptación urgentes.

Los análisis operativos deberán considerar también la función de los proyectos de futuros embalses en la adaptación al cambio climático, tanto para la operación rutinaria del embalse y la planta como medidas de emergencia frente a exceso o ausencia de caudal, con consideraciones no solamente de cada planta sino sobre el manejo de cada cuenca.

Se recomienda mejorar la eficiencia de todos los sistemas que utilizan agua ante la menor disponibilidad eventual del recurso y adoptar un manejo adecuado de las cuencas para evitar la erosión de los suelos y la sedimentación de los embalses, así como la regulación del ciclo hidrológico. Para esto se requieren proyectos de reforestación y conservación de bosques y prácticas adecuadas de uso del suelo y el agua de riego.

Se recomienda incluir el parámetro de evaporación en el cálculo del balance de los embalses. Los resultados de las simulaciones sugieren que la operación adecuada de los embalses podría reducir este tipo de pérdidas, por lo que se recomienda su investigación. De la misma manera se considera recomendable implementar sistemas de almacenamiento estacional para compensar el efecto de la reducción de caudales en el período de estiaje.

Para mejorar los niveles de generación de energía en ambas cuencas se recomienda revisar en el corto plazo los modelos de operación de los embalses de las plantas para optimizar la generación de energía ante los escenarios tendenciales de reducción de caudales y ante probables aumentos en la variabilidad de las mismas aun a corto plazo. Se recomienda estudiar el proceso de colmatación de los embalses para cuantificar la disminución de capacidad de generación de las plantas hidroeléctricas, preparar planes de sustitución de generación de energía y recuperar embalses.

Se recomienda aplicar este análisis a otras hidroeléctricas de la región, particularmente las consideradas estratégicas. Será importante estudiar el efecto de los escenarios de cambio climático en la generación de energía de plantas que operan a filo de agua o con embalses de regulación diaria, en especial el efecto en la generación durante el estiaje.

Fuente: CEPAL, CEL, MARN, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA 2012 y CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA 2012d.

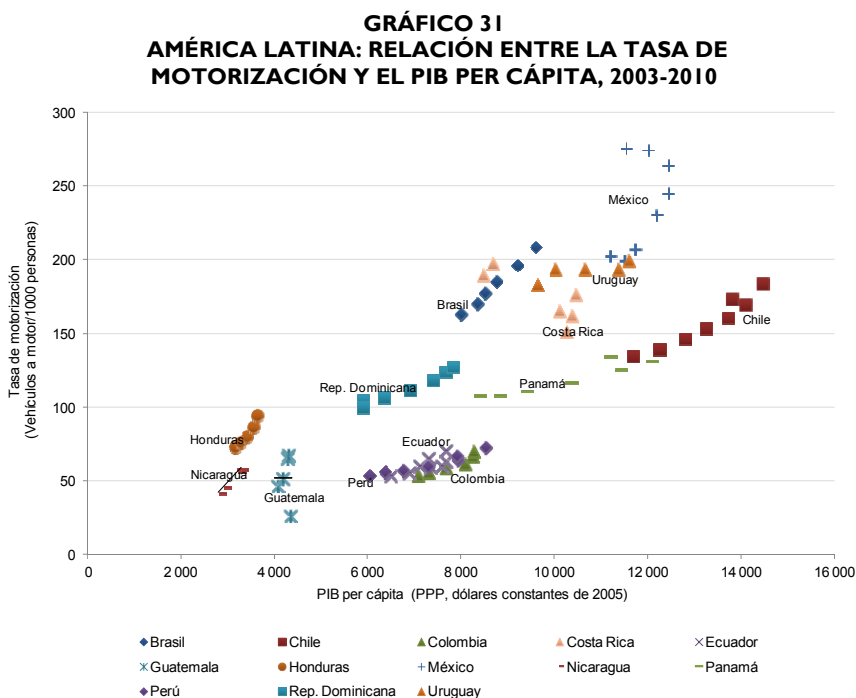
## TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

En muchos países de Latinoamérica ha habido una rápida expansión de la tasa de motorización. El gráfico 31 muestra la relación en la tasa de motorización y el PIB per cápita de un grupo de países de Latinoamérica en el período 2003-2010. En todos los países, con excepción de Costa Rica, las tasas de motorización han aumentado, algunos de una forma más rápida que otros. Algunos países han experimentado una reducción del PIB per cápita. No obstante, su tasa de motorización siguió creciendo. Por ejemplo, Guatemala en 2007 tenía un PIB per cápita de 4.345 de dólares y en 2010 bajo a 4.311 de dólares y la tasa de motorización creció de 27 a 68 vehículos por cada mil habitantes. En el caso de Costa Rica la relación es negativa: el PIB per cápita creció de 8.462 de dólares a 10.456 de dólares entre 2003-2010 y la tasa de motorización bajo de 190 a 177 vehículos por cada mil habitantes en el mismo período.

El resto de los países de Centroamérica y República Dominicana muestran en general una relación positiva entre el PIB per cápita y la tasa de motorización. En Honduras el PIB per cápita fue de 3.143 de dólares en 2004 y creció a 3.631 de dólares en 2008, la tasa de motorización se incrementó de 74 a 95 vehículos por cada mil habitantes. Nicaragua aumento su PIB per cápita de

2.815 de dólares a 3.299 de dólares entre 2003 y 2008 mientras que la tasa de motorización paso de 42 a 58 vehículos por cada mil habitantes, hacia el 2010 el PIB se estancó y en ese año fue de 3.256 de dólares, por lo que la tasa de motorización se estancó en 57 vehículo por cada mil habitantes.

El PIB per cápita de Panamá paso de 8.383 dólares en 2004 a 12.067 dólares en 2010 y la tasa de motorización paso de 108 a 132 vehículos por cada mil habitantes. Finalmente el PIB per cápita de República Dominicana creció de 5.886 dólares en 2003 a 7.818 dólares en 2009, y la tasa de motorización paso de 105 a 128 vehículos por cada mil habitantes.



Fuente: CEPAL, 2014 sobre la base del Banco Mundial, Indicadores del Desarrollo Mundial.

Con los períodos disponibles para cada país se observó un crecimiento mayor de la tasa de motorización que del PIB per cápita en Guatemala, Honduras y Nicaragua, y un mayor crecimiento del PIB per cápita que de la tasa de motorización en Costa Rica, Panamá y República Dominicana. Estas tasas de motorización que se presentan en América Latina son más bajas que en otras regiones del mundo. Por ejemplo, en los Estados Unidos se alcanza hasta 800 vehículos por cada mil personas. Sin embargo, se espera que en el futuro sigan creciendo en la región.

El incremento de la dependencia al transporte privado en las áreas urbanas de la región centroamericana junto con el incremento del consumo de gasolina está dando forma a una compleja red de externalidades negativas, tales como el costo asociado con accidentes de tránsito, tráfico, extensión del tiempo de viaje, reducción de la productividad del trabajador, y construcción de infraestructura que tiende a elevar las emisiones de CO<sub>2</sub> e incrementa la contaminación del aire, lo cual tiene impactos significativos de la salud de la población (CEPAL, 2014).

Uno de los aspectos relevantes del cambio climático es el incremento de la temperatura en ciudades con contaminación atmosférica, debido a que las condiciones climáticas condicionan de manera directa la acumulación y dispersión de contaminantes. Dos de los contaminantes más dañinos son el ozono y el material particulado. Ambos sensibles al clima, en especial el ozono,

contaminante secundario formado en la atmósfera por reacciones de contaminantes primarios como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles en presencia de la luz solar – radiación-. Los altos niveles en ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias, asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica en personas de 65 años y más se ha asociado al incremento de las concentraciones de ozono. Durante distintas olas de calor en Londres durante los años 2003, 2005 y 2006, se encontró un aumento de 6.000 muertes atribuibles a los niveles de ozono y 5.000 relacionadas directamente con el efecto de la temperatura.<sup>5</sup>

En las ciudades de Centroamérica aún no se cuenta con estudios similares por la falta de datos de salud y, en algunos casos, por falta de monitoreo atmosférico. Las ciudades de la región requieren especial atención porque han experimentado un crecimiento poblacional desordenado, el cual, ligado a factores económicos, aumenta los niveles de contaminación. Las principales fuentes de emisión son el obsoleto parque vehicular y el uso de combustibles de baja calidad (Swisscontact, 2000). A fin de mejorar la calidad del aire de las zonas urbanas centroamericanas se han establecido estaciones de monitoreo atmosférico y se han adoptado medidas para reducir las emisiones de contaminantes, como el uso de gasolinas sin plomo. Costa Rica prohibió el uso de gasolina con plomo en 1996 y estableció la inspección anual de emisiones automotrices, logrando reducir los niveles ambientales del metal en un 60% (Onursal y Gautan, 1997).

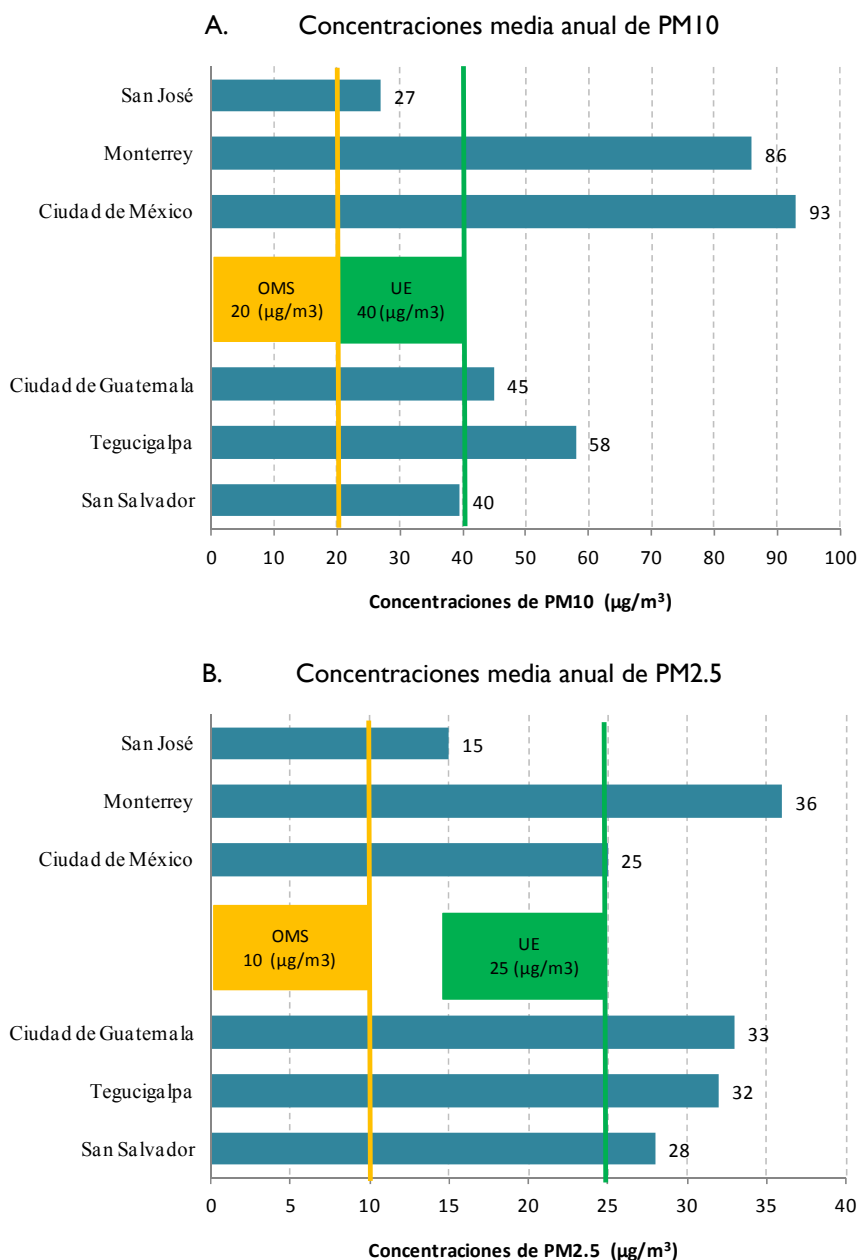
De acuerdo con los registros de concentraciones de PM10 y PM2.5 los niveles ya son altos en ciudades como San José, Ciudad de Guatemala, Tegucigalpa y San Salvador según el estándar fijado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) e incluso superan el nivel recomendado por la Unión Europea, con excepción de San José (véase el gráfico 32).

Estas externalidades y los posibles cobeneficios de un enfoque sostenible destacan la oportunidad de políticas e inversión pública-privada para facilitar el desarrollo de sistemas de transporte público urbano, accesible, rápido, seguro y limpio, que den una alternativa mejor de movilización a la gran mayoría de la población que no puede aspirar a un medio de transporte privado, lo cual beneficiará a esta población y la sociedad en general con reducción en tiempo de desplazamiento, reducción de emisión de contaminantes locales y GEI y gastos y pérdidas de tiempo laboral por enfermedades respiratorias, entre otros (CEPAL, 2014).

Según los estimados iniciales sobre el origen sectorial de las emisiones de GEI hacia 2030, uno de los sectores a considerar es el transporte. El estilo de desarrollo de este sector en la región se ha caracterizado por una segmentación de modos de transporte público y privado y gastos en transporte según niveles de ingreso.

Esto es ilustrado por la tendencia en el consumo de gasolina presentado en el gráfico 33 que muestra el gasto total en energía para transporte como proporción de cada quintil y el gasto en energía para transporte como proporción del gasto total de cada quintil. La columna izquierda indica que el quintil de mayores ingresos, V, es el que realiza el mayor gasto en gasolina, representando 72% en El Salvador, 68% en Nicaragua, 62% en Costa Rica y 60% en México. Le sigue el quintil IV con una proporción entre 16% y 21%. Mientras que el gasto en combustible del quintil más bajo representa menos de 3% para estos países.

**GRÁFICO 32**  
**CIUDADES SELECCIONADAS: CONCENTRACIONES DE PM10 Y PM2.5**



Fuente: CEPAL, 2014 sobre la base de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la base de datos de Ambient Air Pollution

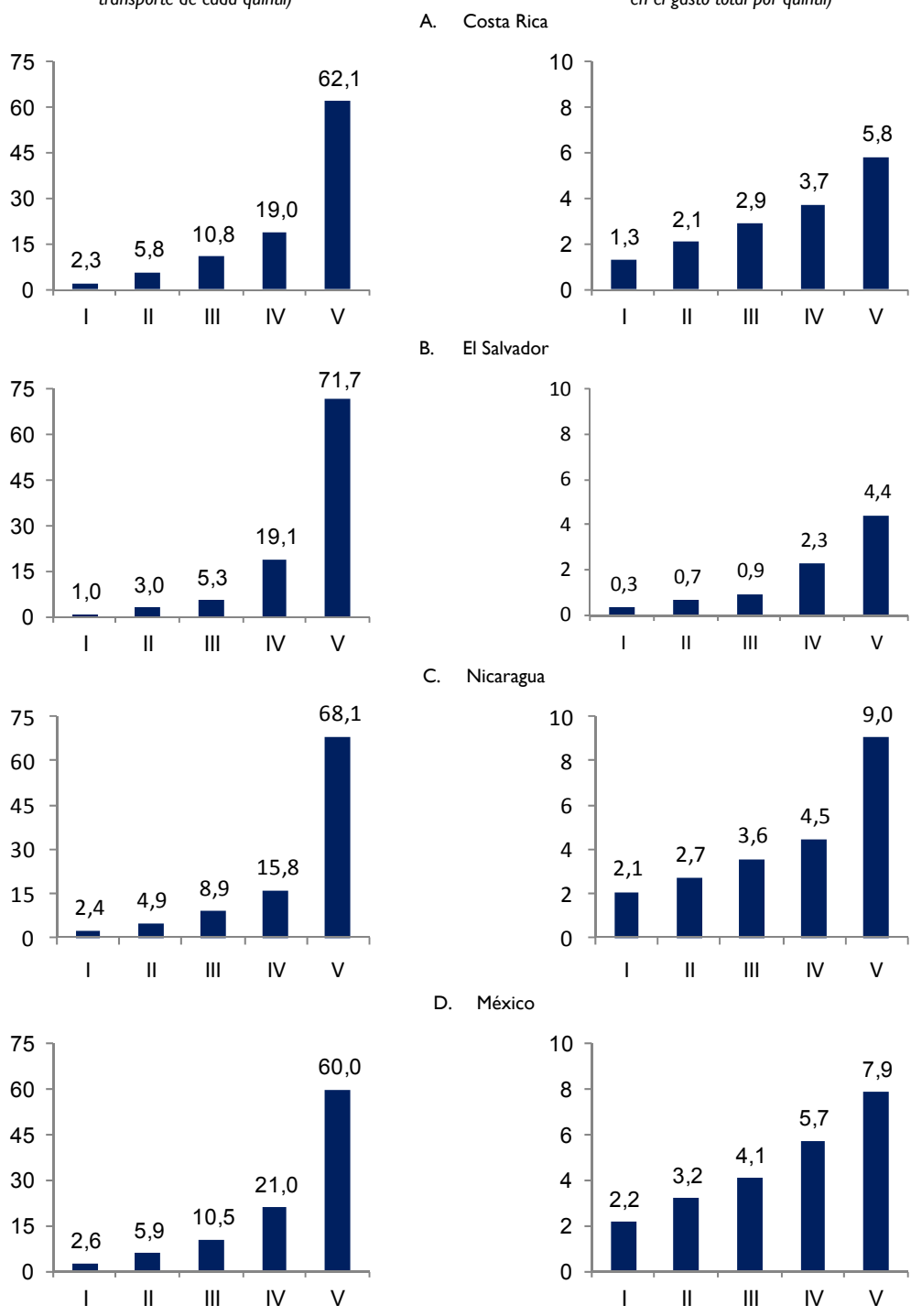
Nota: Los datos de Concentraciones para San Salvador, Ciudad de México, Monterrey y San José se refiere a 2011; para Guatemala 2012; y Tegucigalpa corresponde a 2013

Los quintiles más altos también destinan una mayor proporción de su gasto total en energía para transporte, como el quintil V que representa 9% en Nicaragua, 8% en México, 6% en Costa Rica y 4% en El Salvador. Esto está relacionado con la concentración de la propiedad de automóviles privados en grupos de medianos y altos ingresos. El gráfico 34 muestra que en Costa Rica y México, 60% y 58% respectivamente del quintil V son propietarios de un automóvil. En El Salvador 38% del quintil de mayores ingresos tiene auto y en Nicaragua 21%.

**GRÁFICO 33**  
**PAÍSES SELECCIONADOS: COMPOSICIÓN DEL GASTO DE LOS HOGARES EN ENERGÍA PARA TRANSPORTE (GASOLINA, DIÉSEL Y BIODIESEL) POR QUINTILES**

*(Proporción en el gasto total en energía para transporte de cada quintil)*

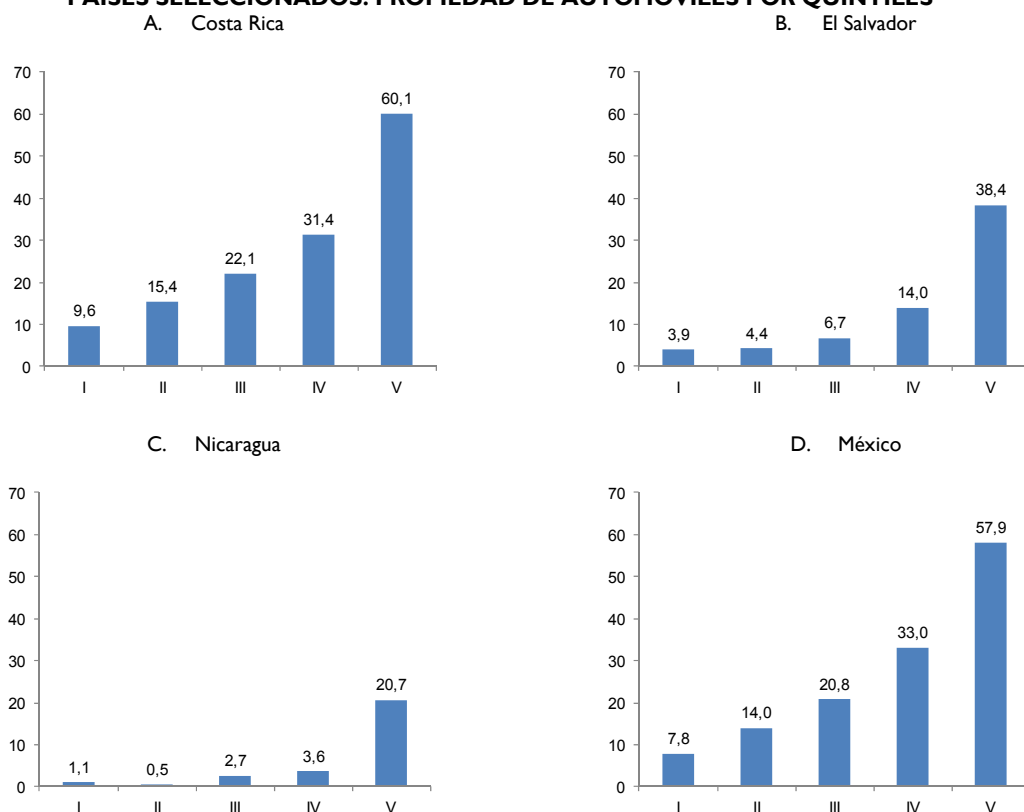
*(Proporción del gasto en energía para transporte en el gasto total por quintil)*



Fuente: CEPAL, 2014, sobre la base de las siguientes encuestas: Costa Rica: Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los hogares; El Salvador: Encuesta de Ingreso y Gasto de los Hogares, 2005-2006; México: Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares, 2012; Nicaragua: Encuesta de Hogares de Niveles de vida, 2009.



**GRÁFICO 34**  
**PAÍSES SELECCIONADOS: PROPIEDAD DE AUTOMÓVILES POR QUINTILES**



Fuente: CEPAL, 2014 sobre la base de las siguientes encuestas: Costa Rica: Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los hogares; El Salvador: Encuesta de Ingreso y Gasto de los Hogares, 2005-2006; México: Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares, 2012; Nicaragua: Encuesta de Hogares de Niveles de vida, 2009.

Por otra parte, los quintiles más bajos son los que destinan un menor porcentaje de su gasto total en gasolina. El quintil I destina 2% de su gasto total en gasolina en Nicaragua y México, 1% en Costa Rica y 0.3 % en El Salvador. En este mismo quintil 10% tienen auto en Costa Rica, 8% en México, 4% en El Salvador y 1% en Nicaragua. Así, el consumo de gasolina está asociado con la propiedad privada de automóviles que se concentra en los quintiles medios y altos.

Dentro de las metas de los objetivos 9, 11 y 12 de los ODS de Naciones Unidas se encuentra el tema del transporte. El objetivo 9, considera la infraestructura. La inversión en infraestructura (transporte, riego, energía, y tecnología de la información y las comunicaciones) es fundamental para lograr el desarrollo sostenible y empoderamiento a las comunidades. El objetivo 11, “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”, en las metas considera proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público. Y finalmente el objetivo 12, “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible”, donde la meta de racionalizar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que alientan el consumo antieconómico mediante la eliminación de las distorsiones del mercado, está relacionada cercanamente con el transporte (UN, 2015).

### RECUADRO 9 RECOMENDACIONES PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

Los altos niveles de contaminación por arriba de los parámetros recomendados sugiere la relevancia de una estrategia de desarrollo urbano con la implementación de medidas de política pública que permitan reducir las emisiones no solo de los contaminantes globales sino también de los contaminantes locales con efectos en la salud.

De este modo, resolver el problema del cambio climático supone avanzar en la construcción de una sociedad más igualitaria, con más inclusión social y con una matriz público-privada que satisfaga las necesidades de las nuevas clases emergentes en la región. Este estilo de desarrollo es más resistente a los choques climáticos y, al mismo tiempo, está en mejores condiciones de instrumentar procesos de mitigación. Existen entonces vínculos estrechos de los procesos de adaptación y mitigación del cambio climático que pueden ser aprovechados positivamente en el marco de un desarrollo sostenible: “Igualdad social, sostenibilidad ambiental y dinamismo económico con un enfoque innovador no deben estar reñidos entre sí. El gran desafío es encontrar las sinergias entre ellos”.

Una apropiada gestión de los riesgos que enfrenta América Latina y el Caribe requiere entonces identificar estas sinergias con el objeto de instrumentar, en el contexto del desarrollo sostenible, procesos de adaptación y de mitigación en el marco de un acuerdo global de cambio climático que reconozca la existencia de responsabilidades comunes pero diferenciadas y capacidades diferentes.

Las medidas de política pública para reducir las emisiones pueden ser, entre otras:

- Inversión en infraestructura sostenible, como los sistemas de transporte rápido por autobús y las redes para el transporte no motorizado, con criterios de eficiencia, calidad y seguridad, que permitan avanzar hacia un cambio modal en la movilidad urbana;
- Incentivos para disminuir el uso del transporte particular mediante la aplicación de normas de regulación e instrumentos económicos;
- Mejorar la calidad de los combustibles de tal forma que se minimicen los impactos sobre la calidad del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero;
- Mejorar los sistemas de información mediante mayores y mejores redes de monitoreo de la calidad del aire, que ayuden a generar alertas tempranas para los encargados de la adopción de decisiones;
- Coordinación interregional para que las políticas macroeconómicas y sectoriales, además de contribuir al desarrollo económico de la región, garanticen la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la población, y
- Cambios en los precios relativos de los combustibles y de los automóviles, de tal manera que se internalicen las externalidades negativas.

Algunas de esas medidas están ya presentes en la región. Por ejemplo, alrededor de 45 ciudades de América Latina han optado por implementar sistemas de transporte rápido por autobús. Existen, además, esfuerzos importantes en varios países de la región relacionados con la aplicación de diversas medidas tributarias que pueden contribuir a la recaudación y, al mismo tiempo, tener efectos positivos sobre el medio ambiente. Entre estas conviene destacar las medidas aplicadas a los vehículos automotores y los combustibles.

Fuente: CEPAL 2014a y 2014b; CEPAL, 2015b; Rodríguez y Vergel, 2013 y Hernández y Antón, 2014.

### 3.5 SALUD

Históricamente, los países centroamericanos han enfrentado efectos directos e indirectos de los fenómenos hidrometeorológicos en la salud. En los últimos años, ha surgido la preocupación por el aumento de la intensidad y la cantidad de estos eventos por el cambio climático. Además de sus efectos inmediatos, los desastres naturales tienen importantes efectos secundarios en la salud pública por las inundaciones, la destrucción de cultivos y la reubicación de afectados en espacios hacinados e insalubres (Noji y Toole, 1997). Esto no impide reconocer que hay condiciones de vida, como las de vivienda, infraestructura de salud pública y ambientales que ponen la salud de la población en estado de alta vulnerabilidad aun sin el cambio climático.

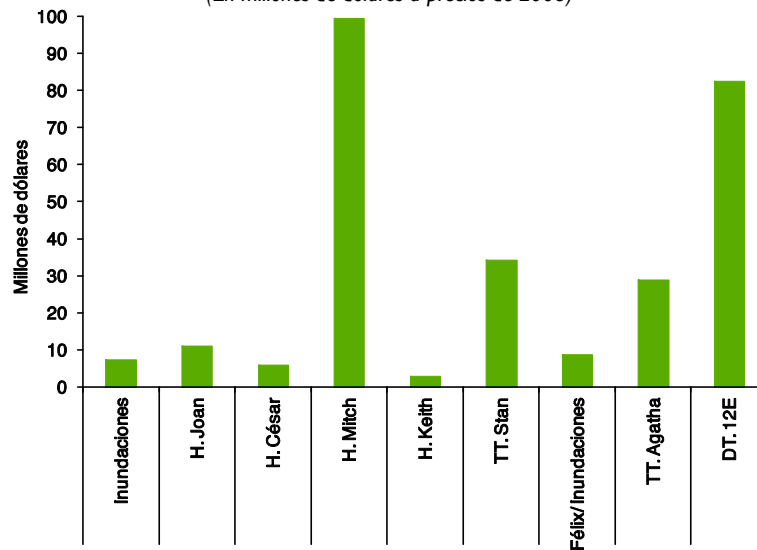
De los aproximadamente 41 millones de habitantes de Centroamérica, dos terceras partes habitan en asentamientos que combinan pobreza con condiciones insalubres y servicios de saneamiento básico y de salud deficientes (FAO-ETEA, 2008). De hecho, algunas enfermedades asociadas a la pobreza, como malaria, dengue, infecciones parasitarias intestinales, enfermedad de Chagas, leptospirosis y leishmaniasis, también están asociadas a los cambios del clima (Hotez y otros, 2008). Al mismo tiempo, Centroamérica posee un mosaico de nichos ecológicos idóneos para la transmisión de enfermedades asociadas a su orografía y clima, debido a que el istmo está estrechamente limitado por los océanos Atlántico y Pacífico.

El gráfico 35 muestra las pérdidas económicas causadas por los principales eventos hidrometeorológicos en el sector salud en Centroamérica. El huracán más devastador en Centroamérica ha sido Mitch que en 1998, dejó alrededor de 30.000 muertos y desaparecidos, así como cuantiosas pérdidas económicas, destruyendo viviendas, puentes, caminos y gran parte de las plantaciones de café y plátano (Cupples, 2007). Los daños de eventos hidrometeorológicos extremos a la infraestructura de comunicación, saneamiento y servicios básicos como luz, agua potable y servicios de atención de salud, así como las inundaciones posteriores pueden generar condiciones para la proliferación de múltiples enfermedades infecciosas, como cólera, dengue y diarreas (Shultz y otros, 2005). La inundación de los cultivos, traen consigo escasez de alimentos y contaminación de los suelos. La población puede desarrollar trastornos de salud mental, como estrés post-traumático y depresión (OMS, OMM y PNUMA, 2008).

Las investigaciones de daños potenciales a la salud por el cambio climático dependen de que, al observar los efectos del clima con métodos epidemiológicos, se consideren otras variables, como los factores determinantes de la enfermedad y la vulnerabilidad de la población estudiada. Por ello, habría que generar escenarios epidemiológicos asociables al cambio climático, considerando tres variables interrelacionadas: variables climáticas que puedan relacionarse directa

o indirectamente con la salud, variables relacionadas con la etiología de cada enfermedad y variables de la vulnerabilidad de la población ante los impactos del cambio climático. También existen estudios que incluyen variables demográficas. Otros desarrollan índices complejos que reflejan las anomalías climáticas en diferentes escalas, por lo que incorporan información ecológica y social para explicar los mecanismos y las relaciones entre las condiciones climáticas y la enfermedad<sup>5</sup>.

**GRÁFICO 35**  
**CENTROAMÉRICA: PÉRDIDAS ECONÓMICAS CAUSADAS**  
**POR LOS PRINCIPALES DESASTRES EN EL SECTOR SALUD**  
 (En millones de dólares a precios de 2008)



Fuente: CEPAL, varios años.

La copublicación entre COMISCA, CCAD y CEPAL del estudio *La economía del cambio climático en Centroamérica: evidencias de las enfermedades sensibles al clima* (CEPAL/COMISCA/CCAD, 2012) considera las repercusiones directas e indirectas causadas por fenómenos meteorológicos extremos y por cambios inducidos por el clima. Presenta una revisión bibliográfica del tema en revistas científicas indexadas y en otros documentos no indexados a fin de contar con estos antecedentes para futuras investigaciones. Las enfermedades consideradas son dengue, malaria, enfermedades diarreicas (EDA's), infecciones respiratorias agudas (IRA's), enfermedad de Chagas, leishmaniasis y leptospirosis.

Los impactos potenciales de cambio climático en la salud de las sociedades centroamericanas incluyen mayor estrés por calor y cambios en los patrones de enfermedades como malaria, dengue y cólera. La malaria continúa siendo un riesgo serio para la salud en la mayor parte de Centroamérica, incluyendo el 100% del territorio de El Salvador (OPS, 2002). El análisis constata que son varios los países que han incursionando en los estudios de clima y salud, como Guatemala, Nicaragua, Panamá y El Salvador en dengue; Belice y Panamá en malaria, y Guatemala y Belice en Chagas. Mención especial merecen las investigaciones desarrolladas en Costa Rica, ya que además de tener adecuados sistemas de información meteorológica y de salud, sus comunicaciones nacionales reportan avances del análisis de la salud en relación con el cambio climático. Algunas proyecciones sugieren probables disminuciones de malaria en la temporada de transmisión en áreas donde se prevé un descenso de la precipitación. Para Nicaragua se prevé un incremento de la incidencia de la enfermedad. En Guatemala se investigó el impacto potencial en infecciones

respiratorias agudas (IRA's), enfermedades diarreicas agudas (EDA's) y malaria, encontrando que podrían no seguir sus patrones estacionales tradicionales. Otro ejemplo es el sistema de alerta temprana del vector transmisor del dengue en Panamá el cual permite al sector salud dirigir su programa de control y otras actividades para reducir el número de casos. Un estudio reciente sobre Costa Rica consideró al dengue, la malaria, el asma, las cardiopatías, las diarreas y las enfermedades parasitarias, según la vulnerabilidad en sensibilidad, exposición y resiliencia.

## GUATEMALA: EFECTOS DEL CLIMA, SU VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA SALUD HUMANA

El estudio fue realizado en el marco de la 1ª. Comunicación Nacional sobre Cambio Climático incluyendo una evaluación sobre los impactos potenciales que el fenómeno del cambio climático tiene sobre la salud pública del país. En primer lugar, se consideró que la salud humana es el resultado de las interacciones entre un conjunto de factores como: 1) la biología humana; 2) el ambiente; 3) la situación socioeconómica; 4) los hábitos, costumbres, estilos de vida de las personas y comunidades, y 5) de la situación de infraestructura socio-sanitaria, especialmente la de los servicios de salud.

El estudio se enfocó en tres enfermedades, la enfermedad diarreica aguda (EDA), la infección respiratoria aguda (IRA) y la malaria (MA); siendo estas las más representativas en la población, según los datos oficiales del Ministerio de Salud Pública. Las dos primeras son de carácter infeccioso mientras que la tercera es vectorial.

El estudio demostró que las enfermedades analizadas no seguirán sus patrones estacionales históricos y que aparecerán episodios epidémicos fuera de su temporada normal. Para el caso de las IRA's se analizaron los períodos entre 1960-1990 y entre 1990-2000 considerando número de casos reportados de enfermedades y las variaciones climáticas para cada período. Durante los años comprendidos entre 1960 y 1990 las IRA's tuvieron un comportamiento bimodal, con un fuerte pico en el mes de marzo y otro que alcanza su cima entre septiembre y octubre. También se aprecia un aumento de su frecuencia al comienzo de la temporada de lluvia (junio y julio) pero también un retraso en la aparición del episodio epidémico típico de finales del verano (línea punteada en azul). Ante los escenarios de cambio climático esta enfermedad no seguirá su respectivo patrón estacional, produciéndose la aparición de episodios epidémicos o reducciones notables en su incidencia fuera de su temporada normal (línea continua roja).

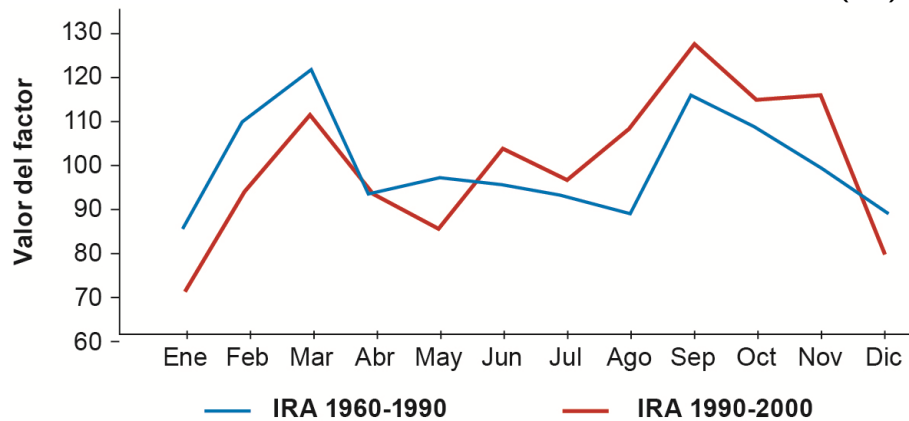
En los años en que se produce la afectación de los eventos ENOS los impactos se acentúan (Glantz, 1998 y Epstein, 1999) al cambiar la frecuencia de ondas frías, así como al variar las características termodinámicas de las masas de aire que los siguen. La presencia de períodos más cálidos y secos es otra de las consecuencias del ENOS en Guatemala.

Los impactos del Cambio Climático sobre la Salud Humana se reflejan por (MARN, GEF y PNUD, 2001):

- Un incremento de los índices de mortalidad y morbilidad.
- Un incremento de las Enfermedades Infecciosas y no Infecciosas, transmitidas o no por vectores (malaria, dengue, esquistosomiasis).
- Un incremento de los índices de malnutrición y deshidratación por las dificultades en la disponibilidad de agua y alimentos.

- Daños a la infraestructura pública de salud, a causa de eventos extremos asociados con el Cambio Climático.
- Efectos psicosomáticos derivados de un Fenómeno Climatológico.

**GRÁFICO 36**  
**COSTA DEL PACÍFICO: IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICO SOBRE EL**  
**COMPORTAMIENTO DE LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRA)**



Fuente: MARN, GEF y PNUD, 2001

## PANAMÁ: SISTEMA PARA LA VIGILANCIA DEL ÍNDICE DE INFESTACIÓN DEL VECTOR DEL DENGUE

El Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A., el Ministerio de Salud y el Instituto Nacional de Estadística y Censo, asesorado por la Unidad de Clima y Salud del Instituto de Meteorología de la República de Cuba, han desarrollado un instrumento que permite orientar los esfuerzos de control del vector del mosquito que transmite el dengue. Han elaborado el índice de infestación del mosquito (INDINF), aplicando el modelo estadístico-matemático del Índice de Bultó o IB (modelo bioclimático de predictibilidad de Cuba) para hacer pronósticos a 3 meses de la probable infestación de este mosquito, *Aedes aegypti*, en el distrito de Panamá.

El INDINF es un índice observacional, descriptivo, retrospectivo, que conjuga variables históricas entomológicas y climáticas y el uso de tecnologías de la información geográfica. Se utilizaron series de tiempo de variables entomológicas (índice de infestación del mosquito) y variables climáticas (presión atmosférica, precipitación pluvial, temperatura máxima del aire, temperatura mínima del aire, oscilación térmica mensual, humedad relativa del aire, velocidad del viento a 10 metros, tensión de vapor de agua, número de días con precipitación e insolación u horas sol).

Las variables entomológicas son obtenidas a partir de la encuesta Entomológica cuatrimestral, llevada a cabo por inspectores de control de vectores y/o técnicos de vectores: Por ejemplo, en abril de 2011 se inspeccionaron 73.123 predios con resultados positivos en 912, para un índice de 1,2%. Así, los resultados arrojados por las encuestas son una herramienta para la planificación de las acciones de control de vectores en los meses subsiguientes.

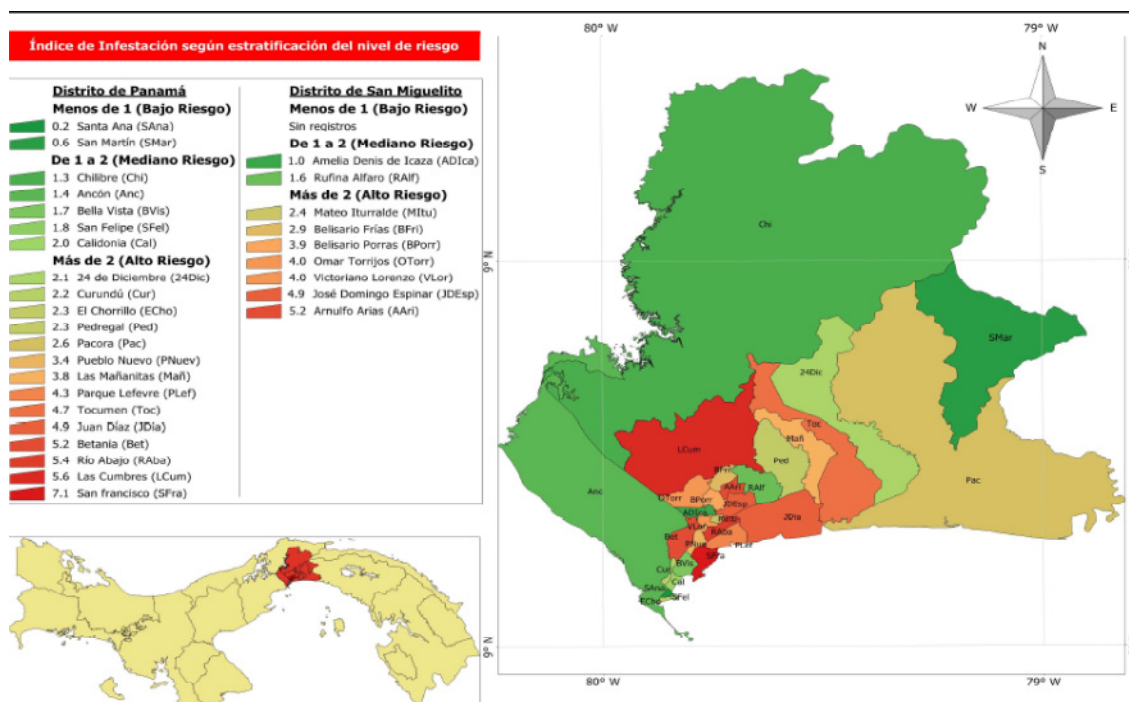
Mensualmente se elabora un Informe que expresa los índices de infestación observados y pronosticados por mes y la proyección trimestral, así como la georreferenciación mensual por corregimiento del distrito capital. El mapa 15 presenta los pronósticos del índice de infestación para



el mes de agosto de 2012 de los distritos de Panamá y San Miguelito, donde las áreas de color rojo representan las zonas de más alto riesgo. De acuerdo con este informe, se pronosticó una disminución con respecto a los valores de julio ya que las condiciones proyectadas por el IB fueron menos húmedas, más cálidas y una ocurrencia de lluvia por debajo de lo normal. El pronóstico del índice de infestación depende de su comportamiento en el pasado, del IB y del MEI (Índice Multivariado del Evento El Niño/Oscilación Sur (ENOS) medido por la National Oceanic and Atmospheric Administration de los Estados Unidos).

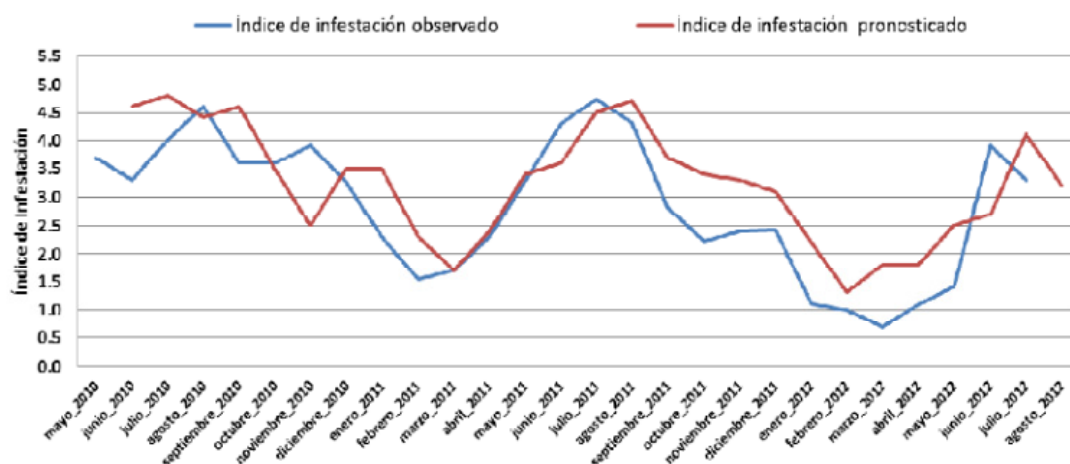
Así, se ha podido pronosticar la infestación del *Aedes aegypti* mensual y trimestralmente en el distrito de Panamá lo cual permite al Sistema Sanitario Nacional anticipar con intervenciones sanitarias que reduzcan el riesgo de dengue en el país. Los resultados evidencian que los valores del índice de infestación pronosticados mantienen la tendencia de los valores observados. En la mayoría de los meses el pronóstico fue levemente superior al valor observado, como se aprecia en el gráfico 37.

**MAPA 15**  
**DISTRITOS DE PANAMÁ Y SAN MIGUELITO: PRONÓSTICOS DEL**  
**ÍNDICE DE INFESTACIÓN EN AGOSTO DE 2012**



Fuente: ICGES, ETESA, MINSA e INEC (2010), y ICGES, ETESA y MINSA (2012).

**GRÁFICO 37**  
**DISTRITO DE PANAMÁ: COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE INFESTACIÓN**  
**OBSERVADO Y PRONOSTICADO, MAYO DE 2010-AGOSTO DE 2012**  
*(En unidades del índice)*



Fuente: ICGES, ETESA, MINSA e INEC (2010) y ICGES, ETESA y MINSA (2012).

## **COSTA RICA: EFECTOS DEL CLIMA, SU VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA SALUD HUMANA**

El Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y el Ministerio de Salud (MINSA) con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) realizaron un estudio de los efectos del clima, su variabilidad y cambio climático sobre la salud humana en Costa Rica. Su objetivo es caracterizar un grupo de enfermedades de acuerdo con la sensibilidad y la exposición de la población (IMN y Ministerio de Salud de Costa Rica, 2008). Así, se caracterizó la relación entre clima, variabilidad y cambio climático con las áreas, zonas o sectores más propensas a sufrir daños o pérdidas.

Para evaluar la vulnerabilidad de las enfermedades priorizadas se utilizaron métodos cuantitativos de análisis de la sensibilidad para establecer relaciones entre elementos de clima y registros históricos de tasas o número de casos, incluyendo los costos económicos. La exposición a enfermedades fue realizada por la identificación espacial de las áreas y de los grupos poblacionales con mayor incidencia de la enfermedad y su relación con las regiones climáticas.

Se identificaron cuatro grupos de enfermedades importantes con datos disponibles para diferentes períodos: enfermedades de transmisión vectorial (Dengue 1993-2006, Malaria 2004-2006), enfermedades cardiorrespiratorias (Asma 1998-2006, cardiopatías 1990-2006), enfermedades gastrointestinales (Diarreas 1996-2006) y enfermedades parasitarias (Angiostrongilosis abdominal 1995-1999). Los grupos más vulnerables a estas enfermedades se dividen en dos. Las enfermedades de transmisión vectorial como dengue y malaria son más frecuentes en la población económicamente activa de 15-45 años. El resto de enfermedades se presentan principalmente en los grupos dependientes de infantes y personas de la tercera edad. Por estas características, los impactos en los grupos vulnerables afectan el desarrollo nacional debido al ausentismo por incapacidades tanto en escuela como en el trabajo.

La variabilidad y cambio climático no son las causas exclusivas de la incidencia de las enfermedades, pero explican un porcentaje que puede ser potenciado por los efectos del calentamiento global. En este sentido, los escenarios futuros de cambio climático prevén un aumento de los eventos meteorológicos extremos, que pueden asociarse con los impactos de ENOS en la región centroamericana y un aumento de temperatura a nivel nacional de entre 2 °C y 6 °C. En los casos del dengue y la malaria, el aumento de la temperatura afectaría al metabolismo y fisiología de los mosquitos (tasa alimenticia, frecuencia reproductiva), lo cual se podría traducir en un mayor riesgo en todo el país, principalmente en las zonas que ya son de alto riesgo. En cuanto a la diarrea, un aumento de un grado centígrado de temperatura del planeta eleva en un 5% los casos en países en vía de desarrollo (Cantero y Fonseca, 2007); pero más que todo las alteraciones de las lluvias provocarán desequilibrios hídricos que faciliten la propagación de virus y bacterias causantes de diarreas en niños y adultos (Cantero, 2007).

Con respecto al asma, una mayor exposición a ambientes de elevada humedad ambiental y altas temperaturas podrían ser perjudiciales para la población. Finalmente, los escenarios de precipitación proyectados para las zonas de mayor afectación de angiostrongilosis abdominal podrían ayudar a disminuir el riesgo de contagio en la población ya que el ambiente seco limita el desarrollo de los hospederos intermedios del parásito.

**CUADRO 11  
RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VULNERABILIDAD**

Enfermedad	Exposición		Sensibilidad	
	Grupo vulnerable	Zona vulnerable (Región y cantón más vulnerable)	Relación con cambio climático	Impacto económico <sup>a</sup>
Dengue	Grupo poblacional entre 15 y 44 años. Población económicamente activa	Pacífico Norte y región Caribe (Orotina)	Aumento de las temperaturas ambientales y lluvias	\$630 000 (€346 millones)
Malaria		Región Caribe (Matina)		\$154 000 (€85 millones)
Asma	Niños menores de 9 años, adultos mayores de 65 años	Región Central, Pacífico Norte y Pacífico Central (Alajuela Centro)	Aumento de contaminación ambiental, olas de calor y humedad	\$53 000 000 (€29 000 millones)
Cardiovascular	Adultos mayores de 65 años con padecimientos cardíacos, bronco-respiratorios, hipertensión y obesidad	Pacífico Norte, Pacífico Central, y Región Central (Atenas)	Aumento del ozono estratosférico, aumento de temperatura y olas de calor	No aplica porque el indicado es tasa de mortalidad
Diarreas	Niños menores de 5 años y adultos mayores de 65 años	Región Central, Pacífico Norte (San José Centro)	Desequilibrios hídricos	\$9 000 000 (€5 mil millones)
Angiostrongilosis abdominal	Niños entre 1 y 5 años, así como en la población escolar	Zona Norte (Upala)	Desequilibrios hídricos que afecten el desarrollo de plagas de moluscos y roedores	\$162 300 (€89 millones)

Fuente: IMN y Ministerio de Salud de Costa Rica, 2008.

a/ Promedio anual del costo de atención de enfermos (dólares al tipo de cambio actual €550x\$1), tomando como base el costo promedio por atención, el número de atendidos y el promedio de consultas por persona.

Fuente: IMN y Ministerio de Salud de Costa Rica, 2008.

En resumen, según la información disponible sobre enfermedades sensibles al cambio climático en Centroamérica se puede señalar que la región tiene experiencia valiosa en investigación, tratamiento y prevención de enfermedades tropicales, incluidas las transmitidas por vectores. Los registros de dengue, por ejemplo, indican la existencia de zonas endémicas con patrón estacional, principalmente en centros urbanos, pero los estudios que asocian la enfermedad con variables climáticas son escasos.

La región tiene un activo sistema de vigilancia de malaria. Esto se ha traducido en una tasa de mortalidad baja y en la atención eficaz a brotes en años específicos. También se cuenta con bastante información sobre la distribución de los vectores y su relación con la degradación ambiental.

La incidencia de las EDA's tiene una larga trayectoria en la región, principalmente porque es un padecimiento asociado a la pobreza, concentrado en población infantil. Aunque son varios los estudios que ayudan a comprender las variaciones estacionales de la enfermedad, no se cuenta con análisis que proyecten cambios de ocurrencia bajo diferentes escenarios de temperatura y precipitación.

La seguridad alimentaria y nutricional, los episodios de estrés y ansiedad así como las enfermedades de la piel posterior a eventos hidrometeorológicos han sido poco exploradas; la aparición de cuadros de deshidratación, golpes de calor o estrés por calor y diversas patologías cardiorrespiratorias relacionadas con la contaminación atmosférica y el incremento de la temperatura en grandes ciudades tampoco han sido estudiadas.

Considerando los mandatos sobre cambio climático establecidos por los presidentes de los países SICA, especialmente desde 2008, el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana (COMISCA) estableció un marco de estrategias y orientaciones a nivel regional, y sus instituciones han emprendido diferentes iniciativas nacionales. Por ejemplo, en la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS) la cual involucra cooperación entre los Ministerios de Agricultura, Salud y Ambiente, el Resultado Estratégico 9 define cuatro líneas de acción dirigidas a la generación de investigaciones y análisis sobre la situación de los efectos negativos del cambio climático en la salud, la formulación de planes y programas necesarios para atender las necesidades por los efectos negativos del cambio climático, la participación y el apoyo de los Ministerios de Salud y demás actores pertinentes en la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas nacionales de salud, así como el desarrollo de una propuesta para la creación de un Observatorio de Clima y Salud (CAC y otros, 2009). Y la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) establece un área estratégica para la Salud Pública, así como diversas líneas de acción dirigidos al fortalecimiento institucional y el diseño de políticas públicas que contribuyan a la mitigación de los efectos del cambio climático en la salud (CCAD, SICA, 2010).

Durante este mismo período, los Ministerios de Ambiente y Hacienda de los siete países centroamericanos, con sus instancias de integración CCAD y COSEFIN de SICA y SIECA y con la CEPAL ejecutaron la iniciativa ECC CA, con la finalidad de alertar a los ministros y otros actores clave de diversos sectores sobre la vulnerabilidad de la región al cambio climático, produciendo diversos análisis técnicos, asesorías y apoyando la discusión y formulación de políticas de respuesta. En varias actividades de la ERAS y el Consejo de Ministros de Salud se compartieron resultados sobre los impactos potenciales en diversos sectores y se inició una exploración y diálogo sobre las implicaciones para la salud.

Se acordó con la SECOMISCA realizar en abril de 2012 la «Reunión técnica para el análisis de potenciales impactos del cambio climático en la incidencia de enfermedades sensibles al clima en Centroamérica», con el grupo técnico de directores de Epidemiología y Vigilancia y sus funcionarios de Sistemas de Información (COTEVISI). Ahí cada país presentó sus avances en análisis de la relación entre salud y clima y sus instrumentos estadísticos, se evaluaron los resultados de la fase II de la iniciativa ECC-CARD en el tema y se conocieron sobre el trabajo técnico de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) de México, el Instituto Gorgas de Panamá y el INSMET de Cuba, quienes prepararon una propuesta de trabajo para el Consejo de Ministros.

En función de estos hechos, COTEVISI, SE/COMISCA, CEPAL, ICGES, INSP e INSMET establecieron un plan de trabajo de corto plazo e iniciaron el diseño de un proyecto dentro del marco de la iniciativa de la Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Así los acuerdos de la reunión fueron (i) proponer un plan de trabajo sobre “Salud y cambio climático” en el marco de COMISCA y su grupo técnico COTEVISI e invitar al Instituto Gorgas, el INSP, el INSMET, la OPS y la CEPAL a acompañar a este grupo como asesores técnicos de esta iniciativa, sin excluir la opción de invitar a secretarías ejecutivas como CCAD y CAC y otros especialistas nacionales, regionales e internacionales a sus reuniones técnicas según lo requerido por las agendas correspondientes; (ii) iniciar actividades de análisis técnico, diálogo de opciones de respuesta y fortalecimiento de capacidades dentro del marco de la iniciativa ECC-CARD y constituir, al interior de éste, un Grupo Temático Regional para el sector salud encabezado por COTEVISI; y (iii) preparar una propuesta de trabajo a mediano plazo para ampliar el análisis realizado de tendencias históricas a las otras enfermedades de mayor prioridad, inicialmente, incluyendo malaria, IRAs, leptospirosis, leishmaniasis y Chagas; y para avanzar con los análisis prospectivos utilizando escenarios futuros del cambio climático.

En su XXXVI Reunión de junio de 2012, el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana (COMISCA) analizó la propuesta surgida de esta Reunión Técnica e instruyó a la SE COMISCA establecer de forma gradual y consistente la iniciativa “Salud y Cambio climático en Centroamérica” para generar evidencia técnica en apoyo a la toma de decisiones del COMISCA, en coordinación directa con los Directores de Epidemiología que conforman la COTEVISI y la Sala Regional de Situación de Salud, invitando al Instituto Gorgas de Panamá, al INSP de México, a la OPS/OMS y a la CEPAL como asesores, coordinando este esfuerzo con la iniciativa de la ECC CA con el apoyo de CEPAL. Instruyen a estas instancias a iniciar actividades técnicas a corto plazo para preparar las bases de datos históricas e iniciar análisis con una metodología común; igualmente que preparen un plan de trabajo a mediano plazo. Instruye a la SE COMISCA a realizar gestiones para identificar financiamiento en coordinación con la CEPAL.

Los ministros establecieron en la XLI Reunión de COMISCA que el abordaje del cambio climático y salud deberá hacerse de forma coordinada e intersectorial, complementando esfuerzos de distintos organismos y promoviendo el uso de los resultados de pronósticos climáticos en la región para la prevención y planificación de las acciones del sector salud (COMISCA, 2014a). La aprobación de la Política Regional de Salud del SICA tuvo lugar el 17 de diciembre de 2014, durante la XLIV Reunión de Presidentes y Jefes de Estado de los países del Sistema de la Integración Centroamericana, en Placencia, Belice, misma que establece la construcción por consenso de una posición regional ante tópicos críticos de salud, como son los efectos del cambio climático y la necesidad de articular y de coordinar las iniciativas que surjan en el ámbito regional

para promover la intersectorialidad y el abordaje de los determinantes sociales de la salud (COMISCA, 2014b).

Es importante destacar que, además de los Ministerios de Salud y Ambiente, hay grupos de investigación consolidados en el sector público, como el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de Salud (ICGES) de Panamá, el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) de Costa Rica y el sector universitario, especialmente en el área de vectores. Igualmente, instituciones internacionales han colaborado en estudios importantes, como la “Iniciativa Mesoamericana de Salud Pública”, el Instituto de Meteorología (INSMET) de Cuba, y las Universidades de Miami y Michigan de los Estados Unidos de América, entre otros.

#### **RECUADRO 10 RECOMENDACIONES PARA EL ANÁLISIS DE ENFERMEDADES SENSIBLES AL CLIMA**

De acuerdo con la revisión realizada para avanzar en la investigación aplicada sobre el impacto del cambio climático en la salud humana en Centroamérica, se recomienda:

- Promover una iniciativa regional de apoyo a la investigación sobre cambio climático y salud, que coordine a los grupos de investigación consolidados en diversas disciplinas y establezca alianzas con diversos sectores.
- Analizar las implicaciones de los escenarios de temperatura, precipitación y la evolución de la estructura demográfica de cada país en los estudios de clima y salud. En este sentido sería óptimo considerar las tendencias futuras de temperatura y precipitación para prever los riesgos en salud e incorporar los modelos de nicho ecológico para analizar los cambios de distribución de las especies por la influencia del cambio climático. Este último aspecto requiere mayor atención en la investigación de Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV's).
- En el tema de la vulnerabilidad en salud es necesario no sólo evaluar los efectos del cambio climático sobre las poblaciones más vulnerables, sino analizar el establecimiento y propagación de la vulnerabilidad misma con el fin de elaborar propuestas concretas para reducirla. Costa Rica y Panamá han avanzado en la evaluación del problema y programas de atención.
- Realizar estudios que incluyan condiciones de vulnerabilidad social y ambiental como pobreza, inequidad, falta de acceso a los servicios de salud, capacidad de respuesta institucional y degradación ambiental.
- Estandarizar enfoques y metodologías para realizar comparaciones adecuadas y llegar a una mejor comprensión de los resultados.
- Sobre los análisis de enfermedades:
  - Para las ETV's como Chagas, leishmaniasis y las zoonosis sensibles al clima, como la leptospirosis, se recomienda consolidar las bases de datos para desarrollar estudios epidemiológicos en relación con el clima a nivel nacional y regional, considerando los escenarios de cambio climático y las similitudes geomorfológicas y socioeconómicas de los países.



- Dada la relevancia de un estudio de cohorte de dengue en Nicaragua, sería útil ampliarlo y replicarlo en otros países de la región para buscar asociaciones causales en la transmisión de la enfermedad en relación con las variables climáticas y de vulnerabilidad social.
  - En cuanto a las enfermedades diarreicas, se sabe que hay asociación directa con la calidad del agua, por lo que se recomienda desarrollar análisis sobre su incidencia después de eventos hidrometeorológicos.
  - Desarrollar estudios de los efectos adversos de los contaminantes atmosféricos en la salud de grupos sensibles como los niños y adultos mayores en las ciudades, y ampliar la red de estaciones de monitoreo atmosférico.
  - Evaluar el impacto del clima en la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria y nutricional.
- Ampliar en las comunicaciones nacionales los estudios sobre el impacto del cambio climático en la salud, considerando regiones ecológicas, hidrográficas, agrícolas y otras unidades de análisis relevantes.
  - Considerar las condiciones de vulnerabilidad social y ambiental que pueden alterar la biodiversidad y los ecosistemas, además de impactar en la salud humana. Estas relaciones son generalmente poco evaluadas.
  - Considerar las previsiones de los modelos de cambio climático y los diferentes aspectos de ENOS, como herramientas para generar políticas regionales sobre el control de enfermedades. Será necesario desarrollar estudios interdisciplinarios de los grupos de investigación, del personal operativo del sector salud y de la comunidad, para desarrollar medidas de respuesta adecuadas.
  - Fortalecer los sistemas de recaudación y análisis de datos epidemiológicos. La investigación de los efectos del cambio climático en la salud requiere series de datos retrospectivos de 30 años por lo menos. Por ello la capacidad de realizar evaluaciones directas es limitada y se recurre a modelos climáticos para proyectar cambios de clima y enfermedades.
  - Utilizar métodos epidemiológicos que delimiten los factores determinantes de la enfermedad y la vulnerabilidad de la población estudiada, describan el área geográfica de donde provienen los datos de salud considerados, asignan de manera adecuada los datos meteorológicos a la población de interés, incluyen una explicación biológica plausible que asocie los parámetros climáticos con la enfermedad y eliminen las tendencias en el tiempo y los patrones estacionales en el análisis de series de tiempo, antes de evaluar la posible asociación de clima y salud.

Fuente: CEPAL/COMISCA/CCAD, 2012.

### 3.6 POLÍTICA FISCAL

La estimación inicial de la valuación económica del cambio climático en Centroamérica evidencia un impacto significativo para el conjunto de la economía y con una marcada diferencia dependiendo de la trayectoria de las emisiones globales, lo cual evidencia su pertinencia para la política económica y fiscal.

Esta estimación se basa en los impactos medibles de ciertos eventos extremos, en el sector agrícola, recursos hídricos y biodiversidad, por lo cual se pueden considerar como un costeo parcial e inicial. A partir del escenario macroeconómico base “sin cambio climático” se identifican los impactos en estos sectores y ámbitos según variables de temperatura y precipitación. La diferencia entre ambas trayectorias valuadas en unidades monetarias representan los costos asociados al impacto del cambio climático. La valuación de los costos en unidades monetarias permite estimar los cambios o reducciones de las trayectorias del PIB en el escenario base. En los estudios económicos del cambio climático se ha acordado utilizar el VPN del flujo acumulado del costo en un período, o sea su valor o porcentaje en función del PIB actual.

Los costos iniciales estimados para la región con A2 son crecientes a partir del corte de 2050 en la mayoría de los ámbitos y, en general, bastante elevados al finalizar el siglo. El estimado inicial del costo medido acumulado a 2100 con A2 a una tasa de descuento de 0,5%, es equivalente a 73 mil millones de dólares corrientes o 52 mil millones de dólares a precios de 2002, aproximadamente el 54% del PIB de la región en 2008 a VPN. (Con una tasa de descuento del 4%, el valor equivalente es de 9% del PIB regional de 2008 a VPN, evidenciando la importancia de cuál tasa se utiliza.) El costo acumulado estimado en el escenario B2 al 2100 equivaldría a 44 mil millones de dólares corrientes y a 31 mil millones a precios del 2002, aproximadamente 32% del PIB de 2008 a tasa de descuento 0,5% (con una tasa de descuento del 4% el valor equivalente sería de 6% del PIB regional de 2008 a VPN).

Las estimaciones indican que los costos son mayores con el escenario A2 que con el B2 y tienden a acelerarse después del corte 2050, cuando los efectos de un mayor nivel de emisiones generará mayores aumentos de temperatura. En este sentido, un acuerdo internacional que establezca y reduzca las emisiones globales contribuiría reducir el impacto. Las estimaciones son superiores que las hechas para países desarrollados en los escenarios B2 y A2. Confirman que los costos del cambio climático son heterogéneos, no lineales y crecientes en el tiempo y que el aumento continuo de la temperatura y los cambios de precipitación probablemente tendrán efectos negativos crecientes para el conjunto de las actividades económicas. Más aún, sugiere que habrá umbrales irreversibles donde los costos aumentarían más que proporcionalmente y que una administración efectiva del riesgo sería esencial en la respuesta a este fenómeno.

En la sumatoria de los costos iniciales no se incluyen los asociados al sector pecuario y el consumo de agua del sector industrial por las limitaciones sobre la medición de la relación entre cambio climático y la producción en estos sectores. Es importante reiterar que hay severas limitaciones a la valorización económica de la biodiversidad y aún no se determina la relación entre frecuencia de inundaciones, huracanes y tormentas y el cambio climático. Para estos eventos extremos se asume que un aumento de 5% en intensidad sería adecuado para B2 por suponer menores emisiones e impactos. Un aumento de 10% en la intensidad sería adecuado para A2. Los sectores aún no incluidos en esta valorización abarcan los servicios de salud, generación hidroeléctrica y consumo de energía, infraestructura, turismo, zonas marino-costeras, y los

múltiples impactos indirectos en otros sectores tales como la industria y los servicios. Se requiere avanzar con una mayor evaluación del impacto en ecosistemas clave como los bosques, y en otros eventos extremos como la sequía. Entonces, los cálculos presentados representan una visión conservadora e inicial de los costos del impacto económico.

Es importante reiterar que las economías de Centroamérica han adoptado cambios estructurales y mostrado inestabilidades en su dinámica macroeconómica en las últimas dos décadas. Las características y condiciones de este patrón de crecimiento responden a un conjunto de factores de orígenes múltiples y de diversa índole, tanto económicos, sociales y políticos con especificidades nacionales. Estos factores se expresan en ocasiones en comportamientos volátiles de algunos agregados macroeconómicos o en proporciones más relevantes (por ejemplo inversión a PIB). Adicional al contexto macroeconómico, existe un alto nivel de incertidumbre sobre variables clave como las tecnológicas, los precios relativos de la energía, el consumo de agua y la biodiversidad. Por lo tanto, las estimaciones de costos de este apartado son sólo indicativas.

Aun con esta evidencia inicial, la política fiscal cobra gran relevancia dentro de las respuestas nacionales frente al cambio climático. Es urgente adoptar una política de sostenibilidad fiscal que tome en cuenta los impactos actuales de eventos extremos y los crecientes efectos del cambio climático y que genere un marco de incentivos para la transición hacia economías ambientalmente sostenibles y resilientes al riesgo climático.

Los fenómenos climáticos ya están afectando las finanzas públicas por diversas vías, como el aumento de las emergencias, los daños a la infraestructura y la inestabilidad de la producción agrícola y de electricidad por fuentes hídricas. También pueden aumentar las demandas de ampliación y ajuste de los servicios sociales y la relocalización de poblaciones y actividades económicas. Las poblaciones afectadas demandarían compensación por pérdidas, lo que probablemente recaerá sobre el Estado considerando el bajo nivel de aseguramiento en la región. Esta lista no exhaustiva de las presiones del cambio climático sobre las finanzas públicas sugiere que el impacto económico debe ser visto como un pasivo contingente serio, que a largo plazo se tornará mucho menos “contingente”.

En términos económicos, el cambio climático es una externalidad global. El Reporte Stern lo calificó como la mayor falla de mercado que ha surgido en la historia de la humanidad ya que una gran parte de sus costos aun no se registran “a precio de mercado” (Stern, 2008). Como los mercados no puede solucionar estos problemas, se requiere una acción colectiva encabezada por el Estado, es decir, por el conjunto de instituciones públicas y espacios de toma de decisiones y acción de la sociedad. Es necesario adoptar medidas previsoras para reducir los efectos negativos de tal forma que la incidencia futura sea mínima, y crear mecanismos financieros y de aseguramiento, así como programas de estímulo fiscal para amortiguar el impacto en general y alinear los incentivos fiscales para transitar hacia una economía menos dañina al ambiente.

A pesar de los retos inmediatos de la sostenibilidad fiscal, los Ministerios de Finanzas o Hacienda de Centroamérica han empezado a prestar atención al cambio climático a nivel nacional, y en el ámbito regional por medio de su Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y la República Dominicana (COSEFIN). La región ha adquirido experiencia en acciones de canje de deuda por financiamiento de programas de cambio climático, etiquetado de líneas presupuestarias para identificar inversión en adaptación, y está elaborando propuestas de fondos nacionales de cambio climático, mercados internos de bonos de carbono, requerimientos de

cambio climático en planes sectoriales como parte del ejercicio presupuestal, esquemas de aseguramiento catastrófico y fondos para desastres e inversión en adaptación de la infraestructura. En el marco de la ECC CA y otras iniciativas, funcionarios de la región se están capacitando en análisis econométrico relacionando el tema fiscal con el riesgo climático, sostenibilidad fiscal y análisis de subsidios, gasto e incentivos fiscales.

Es importante resaltar la iniciativa actual de los Ministros de COSEFIN de establecer un mecanismo de aseguramiento catastrófico para Centroamérica, en incorporar a sus países, según las necesidades de cada uno, a la Facilidad de Seguros Contra Riesgo Catastrófico del Caribe (CCRIF-SPC, «The Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility», por sus siglas en inglés), mediante el asocio entre las dos regiones. Esto es un importantísimo avance en sí, y establece una pauta para motivar a los ministerios sectoriales a implementar medidas de gestión integral de riesgo y aseguramiento. En 2014 los Presidentes del SICA reconocieron la importancia de este esfuerzo.

En dos estrategias regionales aprobadas en los últimos años, la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) y la Política Centroamericana de Gestión Integral del Riesgo (PCGIR), se establecieron mandatos a los Ministerios de Hacienda o Finanzas de CARD, que han servido al COSEFIN para enmarcar su discusión regional sobre las alternativas de financiamiento externo, y para incorporar la gestión de riesgo en la inversión pública con evaluaciones económicas de dicho riesgo y mecanismos de protección financiera para la inversión subsidiaria y solidaria para grupos “no asegurables.” Estas discusiones han visibilizado la necesidad de un enfoque multisectorial y la necesidad de su abordamiento compartido (reunión Intersectorial con CEPREDENAC y UNISDR, 2015). En diciembre de 2011, además de una exhortar mayor cooperación y financiamiento a la comunidad internacional, los Presidentes se comprometieron a asignar -en la medida de lo posible- recursos con enfoque de reducción de riesgo y adaptación al cambio climático para la rehabilitación y reconstrucción de la región.

#### **RECUADRO II RECOMENDACIONES PARA LA POLÍTICA FISCAL**

En las discusiones realizadas en el marco de la ECC CA, se han identificado propuestas de medidas, tales como:

- Fortalecer capacidades para diseñar políticas de sostenibilidad fiscal que reduzcan los riesgos climáticos e incentiven la producción e infraestructura sostenible y *resiliente*, incluyendo análisis y revisión de subsidios, impuestos y exenciones.
- Desarrollar y aplicar normas para proyectos de inversión para fortalecer la resiliencia climática con los Ministerios encargados de infraestructura de sectores como salud, educación, transporte/vialidades, y energía (especialmente hidroeléctricas), incluyendo una valorización económica del riesgo climático desde la fase del diseño.
- Establecer lineamientos y capacitación para la formulación de programas y presupuestos sectoriales para aumentar la resiliencia climática, integrándolo a iniciativas de presupuestación por resultados, cuando sea el caso.

- Desarrollar programas de aseguramiento y gestión integral de riesgo en el sector agropecuario y en los sectores arriba identificados a nivel nacional y considerar opciones de iniciativas regionales.
- Diseñar y acreditar mecanismos nacionales para la gestión y administración del financiamiento climático internacional.
- Expandir los mecanismos y las capacidades para aprovechar diversas fuentes de financiamiento para la adaptación y la reducción de emisiones y valorizar los servicios de los ecosistemas.
- Contribuir a la construcción y gobernanza de mecanismos internacionales de financiamiento que reconozcan la situación de países en vías de desarrollo altamente vulnerables al cambio climático y respondan a sus necesidades y oportunidades.
- Analizar el impacto potencial del cambio climático sobre los ingresos fiscales por sus efectos directos en los sectores productivos y sus efectos potenciales en la economía global.
- Analizar el impacto potencial sobre el gasto en salud y en los programas de transferencias a poblaciones en pobreza, los impactos directos en la población y establecer prioridades de adaptación, como la extensión agrícola, inversión en infraestructura adaptada al cambio climático y eventos extremos de mayor intensidad, sistemas de registro de datos climáticos y seguros productivos.
- Ampliar y precisar los esquemas financieros que incentiven el manejo sustentable y la conservación de los bosques y reconozcan el valor económico de sus servicios ambientales, incluyendo los hidrológicos y de sumidero de carbono. La región tiene experiencias como el FONAFIFO de Costa Rica, el «Protected Areas Conservation Trust» de Belice, el Programa de Incentivos Forestales de Guatemala y el Programa de Certificados de Incentivos Forestales de Panamá.
- Incluir en las políticas fiscales incentivos dinámicos, combinando regulación con señales de precios y, en algunos casos, escalonados en el tiempo a favor de agentes económicos, procesos productivos y sectores cuya actividad reduzca externalidades socioambientales, desarrolle mayor eficiencia de uso de agua, electricidad, hidrocarburos y reduzca emisiones de GEI.

Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

### 3.7 POLÍTICA COMERCIAL <sup>18</sup>

Desde la década de los años 60 con la firma del Tratado General de Integración Económica Centroamericana (TGIEC), los Estados centroamericanos han velado por incrementar los niveles de integración comercial de sus economías transitando hacia una inserción más competitiva en los mercados internacionales en consonancia con un mejor aprovechamiento de los patrones de complementariedad comercial y productiva en el ámbito de sus mercados. El TGIEC tuvo como objetivo fundamental reafirmar el propósito de unificar las economías de la región e impulsar en forma conjunta el desarrollo de Centroamérica a fin de mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

A partir de la década de los noventa, y una vez ratificado del Protocolo al Tratado General de Integración Económica Centroamericana (conocido como Protocolo de Guatemala), la región acelera su incorporación progresiva al marco general de la Organización Mundial de Comercio (OMC) con la adhesión al ente hacia 1995.<sup>19</sup> El contexto en el cual se desarrolló el proceso de integración económica centroamericana en dicha época implicó no sólo la consolidación de la visión regionalista como plataforma para el bienestar de sus pueblos sino también un cambio en la posición de la política comercial de los países con un mayor énfasis en la apertura de sus mercados y la inserción a la economía global.

Esto trajo consigo la materialización de Tratados de Libre Comercio (TLC) con importantes aliados estratégicos de la región y grandes participantes en los mercados internacionales como los Estados Unidos, la Unión Europea, México y Chile. A través de esta postura en la política regional con el exterior, los países centroamericanos han brindado seguridad jurídica a sus relaciones de comercio e inversiones con terceros y han asegurado cubrir poco más de 80% del comercio de Centroamérica con socios con vigencia de algún TLC firmado.

Los esfuerzos de penetración en mercados internacionales llevados a cabo a través del comercio a nivel regional han concluido con una cartera de socios comerciales para Centroamérica más amplia y basada en una oferta exportable paulatinamente más diversificada. Sin embargo, debe reconocerse la necesidad latente de continuar los esfuerzos de diversificación vertical que implica la manufactura doméstica de bienes con un progreso en materia de valor agregado especialmente en el procesamiento, mercadeo y otros servicios conexos (SIECA, 2014).

Cerca de una tercera parte (29,9%) de las exportaciones de la región tuvieron como destino el mercado intrarregional, mientras el remanente 70,1% se dirigió a mercados extra regionales (SIECA, 2015a). Lo anterior pone en franco contexto la importancia de comercio internacional para las economías centroamericanas, ya no sólo en su relación propia con terceros mercados sino también en el contexto del mercado intrarregional cuya participación en el total del comercio ha sido dinámica en la historia reciente.

Las circunstancias actuales de la política comercial regional se desarrollan en un contexto en el cual la facilitación del comercio corresponde a uno de los elementos prioritarios en el desarrollo de políticas de soporte al comercio exterior. La Estrategia Centroamericana de Facilitación del

---

<sup>18</sup> La presente sección es un resumen del documento “Comercio internacional y cambio climático en Centroamérica” de la Dirección de Inteligencia Económica de SIECA (SIECA, 2015b).

<sup>19</sup> Todos los países de Centroamérica ratificaron su adhesión en diferentes momentos de 1995, con la única excepción de Panamá cuya adhesión se formalizó en 1997. Para mayor información véase: [https://www.wto.org/spanish/thewto\\_s/whatis\\_s/tif\\_s/org6\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/org6_s.htm)



Comercio y la Competitividad con Énfasis en la Gestión Coordinada de Fronteras (GCF), aprobada como parte del seguimiento del Acuerdo de Facilitación de Comercio discutido en la Ronda de Bali durante diciembre de 2013, es el marco de referencia para los países en esta agenda particular.

El Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana (COMIECO), consciente de la urgencia por mejorar el rendimiento de la gestión de procedimientos relativos al comercio en la era actual, aprobaron en octubre de 2015 la Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y la Competitividad con Énfasis en la GCF. El propósito del modelo de GCF consiste en promover la coordinación de agencias del sector público y el sector privado para mejorar los procedimientos de recaudación, control, seguridad fronteriza y la facilitación del tránsito de mercancías y personas, en un marco de eficacia del control y eficiencia en el uso de los recursos.

El comercio internacional, como toda actividad humana relacionada con la producción, tiene un impacto directo sobre la emisión de GEI y de manera viceversa, las políticas de reducción de emisiones tienen consecuencias sobre el desempeño comercial de los países (UNCTAD, 2015). Los canales de transmisión a través de los cuales la mayor apertura comercial de las economías implica cambios en los niveles de emisión de GEI se resumen en tres según la WTO/UNEP (2009): efectos escala, de composición y tecnológicos (véase la figura 2).

Los efectos de escala se derivan básicamente del crecimiento en la actividad comercial de la región que pasó de registrar un intercambio comercial de 130.5 millones de dólares en 1960 hasta 101,619.4 millones de dólares en 2015. El incremento en el intercambio de mercancías en Centroamérica trae consigo un aumento en el volumen de la actividad económica en general y con ello implicaciones sobre la emisión de gases contaminantes.

Por otra parte, los efectos composición están relacionados con la forma en que el comercio internacional en Centroamérica ha cambiado la estructura productiva regional. Hacia el 2014 un 44% de las exportaciones totales de la región correspondieron a bienes de consumo y un 52% a bienes intermedios, mientras en la arista de las importaciones cerca del 28% fueron bienes de consumo y un 58% bienes intermedios. La preponderancia de bienes intermedios en la composición de la demanda y oferta de mercancías en Centroamérica requiere de un análisis exhaustivo de las ventajas comparativas reveladas de cada sector y su grado de intensidad en la emisión de GEI.

Finalmente, los efectos tecnológicos del comercio en la emisión de gases contaminantes corresponden a un conjunto de externalidades intangibles pero con importantes implicaciones sobre la composición final de los bienes. La internacionalización de los procesos productivos a través de la inserción en Cadenas Globales de Valor (CGV) permite a las economías participar en diversos eslabones relacionados a actividades de producción, comercialización, distribución o servicio al cliente de los productos. A través de una mejor inserción en CGV intensivas en el uso de tecnologías amigables con el ambiente, los países centroamericanos tienen la oportunidad de crear capacidades para el desarrollo de nuevos métodos de producción que permitan reducir la intensidad de las emisiones y con ello limitar la huella de carbono, hídrica o ambiental de las exportaciones regionales.

La facilitación del comercio y la transformación hacia economías ambientalmente sostenibles corresponden a dos ejes de acción que logran articular medidas concretas para mitigar el impacto de la actividad comercial en el ambiente que van de la mano con la inserción competitiva en los mercados internacionales.

**FIGURA 2**  
**EFFECTOS DEL COMERCIO INTERNACIONAL EN EL CAMBIO CLIMÁTICO**



Fuente: SIECA (2015b) con base en WTO/UNEP (2009).

La facilitación del comercio engloba todos los aspectos y factores tendientes a agilizar y facilitar los flujos de comercio, a través de la simplificación y armonización de los documentos, procedimientos y flujos de información asociados al comercio internacional (Echeverría, 2007).

La gestión actual en los pasos fronterizos constituye uno de los factores que afecta de manera más significativa el desempeño logístico en Centroamérica. Se estima que el costo combinado de estas carencias en la gestión fronteriza incrementa el precio final de los productos transados en la región hasta en un 12% (COMIECO, 2015). El encarecimiento de los productos de comercio a nivel intrarregional puede concluir en restricciones en el acceso de productos de alimentación básica para los segmentos de población más vulnerables debido a las restricciones presupuestarias de las familias.

Adicionalmente, los obstáculos y *cuellos de botella* registrados en el tránsito de mercancías por vía terrestre significan un aumento en el impacto de los servicios de transporte sobre las emisiones de GEI. De acuerdo con el IPCC, en 2010 los servicios de transporte constituyeron el 14% de las fuentes de emisión de GEI siendo el comercio internacional una de las principales actividades demandantes de dichos servicios. La agilización en el movimiento de las mercancías por vía terrestre y la diversificación de los modos de transporte de mercancías permitirían no sólo reducir los costos finales de las mercancías para un mejor acceso a la población sino también minimizar los efectos colaterales del transporte sobre el ambiente.

A través de medidas concretas en materia de facilitación de comercio los países centroamericanos pueden asegurar una mayor agilidad en el flujo de mercancías importantes para la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) así como menores impactos en la matriz de costos de transporte asociados al movimiento de los productos.

De igual manera, la transformación hacia economías ambientalmente sostenibles conjuga una mezcla de políticas, regulaciones e instituciones que permiten evolucionar hacia actividades productivas y patrones de consumo más amigables con el ambiente y asegurando la disponibilidad de condiciones humanas dignas para las futuras generaciones (UNCTAD, 2015).

La política comercial de una nación tiende a responder a cambios en los patrones de consumo de sus principales socios comerciales y a las ventajas comparativas reveladas (VCR) en sectores industriales particulares. En el caso de Centroamérica las VCR tradicionalmente identificadas se concentra en productos de agro-exportación, la industria textil y de confección, el ensamblaje de componentes electrónicos, y el sector turismo. No obstante, la promoción de nuevas estructuras productivas que sean ambientalmente amigables permitiría satisfacer los cada vez más altos estándares de calidad de los socios comerciales centroamericanos, permitiendo una diversificación de la cartera de socios de la región y facilitando la inserción de los bienes centroamericanos a las CGV.

La inserción de los bienes de exportación centroamericanos en las CGV como consecuencia de modificaciones en las estructuras y formas de producción permitiría a la región mejorar sus niveles de competitividad, incrementar sus cuotas de mercado en los bienes, y finalmente, disminuir la contribución regional a las emisiones de GEI. Sumado a lo anterior, los productos centroamericanos de características amigables con el ambiente y su sostenibilidad, son una oportunidad de mercado para la región con el ánimo de diferenciar su oferta de bienes y servicios al mundo compitiendo en segmentos de mercado y eslabones de las CGV que generen mayor valor agregado para las economías internas.

Es menester considerar además que la transición hacia estructuras productivas sostenibles que permitan la migración hacia productos y servicios con menor impacto en el ambiente puede ser considerado una barrera implícita para el acceso a mercados de ingreso alto, cuyo sentido de responsabilidad y preocupación con el futuro del planeta les llevan a exigir estándares de producción e impacto ambiental más rigurosos dadas las circunstancias actuales de cambio climático.

Para crear las condiciones adecuadas hacia esta transformación, Centroamérica debe valerse de políticas y reformas integrales que logren combinar incentivos económicos ligados a las nuevas industrias verdes con un marco regulatorio sólido que fiscalice y vele por el cumplimiento de normas que aseguren los cambios requeridos.

La transferencia de tecnologías constituye otro eje transversal que facilitaría el diseño de acciones de política comercial que apoyen la transformación productiva sostenible. El uso intensivo de tecnologías apropiadas permite la evolución hacia sistemas de producción de los bienes y servicios más acordes con la realidad del calentamiento global permitiendo reducir la huella de GEI derivada de las actividades comerciales.

Finalmente el desarrollo de políticas sectoriales sobre SAN consiste en una necesidad latente para asegurar la disponibilidad de alimentos en Centroamérica, esto por ser una región expuesta a los impactos de los fenómenos climatológicos sobre las cosechas y la productividad en el cultivo de granos básicos principalmente, cuyos efectos de mayor magnitud afectan a las poblaciones en condiciones de exclusión social. La vinculación entre la SAN regional y la dinámica de comercio exterior es alta debido al creciente esfuerzo de apertura comercial de los países

centroamericanos que ha modificado los patrones de demanda y oferta de alimentos con diversos socios comerciales.

En vista de lo anterior, se requiere promover acciones a nivel regional que impulsen estos meta objetivos haciendo uso de la cooperación regional como plataforma para la socialización de experiencias de éxito en los países centroamericanos y la ejecución de programas en conjunto que faciliten la atención de problemas identificados de manera regional.

#### RECUADRO 12 RECOMENDACIONES PARA LA POLÍTICA COMERCIAL

Algunas acciones estratégicas que podrían realizarse desde una perspectiva regional.

##### Facilitación del comercio:

- **Ejecutar la Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y la Competitividad con énfasis en la GCF** aprobada por el COMIECO permitiría reducir los costos asociados al comercio intrarregional y extra regional mejorando no sólo la competitividad de las exportaciones centroamericanas sino la agilización en el movimiento de mercancías. Considerando que el parque empresarial de la micro, pequeña y mediana empresa (MIPYME) en la región es importante en su tamaño, reformas de esta especie permitirán aumentar su potencial de cara a una integración ambiciosa en el mercado intrarregional sacando provecho a la cercanía geográfica existente. Al ser una estrategia que contempla la GCF, la misma puede incluir adaptaciones a procedimientos de control sanitario y fitosanitario de las mercancías ligadas a la SAN para asegurar su tránsito de manera ágil y expedita por los puestos fronterizos de la región.
- **Adaptar los mecanismos de salvaguardia de los TLC:** los mecanismos de salvaguardia vigentes a través de los TLC permiten a los Estados modificar los aranceles de importación en caso de contingentes en el país importador asociados a seguridad nacional. A pesar de ser un mecanismo valioso y con potencial para atender situaciones de crisis alimentaria en los países, los procedimientos para activación del mecanismo unilateralmente pueden demandar un espacio temporal incompatible con situaciones críticas. Realizar adaptaciones en los mecanismos nacionales de aprobación de las salvaguardias mejorarían la capacidad de respuesta de la región ante estas situaciones.
- **Diversificar los modos de transporte de mercancías:** el déficit en infraestructura vial de la región combinado con la complejidad de los procedimientos en los puestos fronterizos generan una carga importante sobre los sistemas de transporte y tránsito internacional de mercancías aumentando los costos del comercio y el impacto de los servicios de transporte en el ambiente. Diversificar los modos de transporte de mercancías haciendo uso de rutas marítimas de corta distancia para el comercio intrarregional representa una oportunidad para mejorar el desempeño. Medido por gramos de CO<sub>2</sub> por tonelada/kilómetro, el transporte aéreo y el terrestre por camión son los que más emiten, mientras que el transporte marítimo es el más eficiente (CEPAL, 2013). En línea con ello, se requieren de inversiones en infraestructura portuaria acordes con las necesidades derivadas del comercio regional y el posicionamiento de la región como hub logístico.

## Transformación productiva sostenible:

- **Certificación de productos de exportación por sus emisiones de GEI y/o huella ambiental:** La certificación verifica el carácter sostenible del proceso productivo o el origen de los insumos utilizados en la elaboración del bien final, convirtiéndose en un sello de aprobación que un agente distinto del productor y del consumidor final proporciona para validar ciertas características del producto final a comerciar. Si bien existen ejercicios de certificación de huella ambiental y carbono-neutralidad a nivel nacional principalmente para empresas particulares, se requieren ampliar los alcances de los programas de certificación existentes con el fin de mejorar la contabilidad de la huellas de los productos de exportación siendo una oportunidad para innovar, lograr una mejor eficiencia energética, diversificar y agregar valor, y ganar competitividad internacional (CEPAL, 2013).
- Armonizar o coordinar metodologías de medición de huellas: Las certificaciones de las exportaciones podrían tener mayor impacto en los mercados si se establece una metodología armonizada a nivel regional, esto con el fin de aprovechar los ejercicios de certificación para impulsar el desarrollo de una marca regional.
- **Generar capacidades para identificar huellas de GEI y ambiental priorizando los principales productos de exportación y productos orientados a mercados especializados:** La correlación entre el desarrollo del comercio internacional en Centroamérica y la intensidad de las emisiones de GEI deben ser estudiadas para así comprender con claridad el marco de políticas idóneo para equilibrar la necesaria inserción en mercados internacionales con la protección del ambiente y la reducción de daños al ambiente y las emisiones de GEI.
- **Normativa comercial de soporte:** la reglamentación técnica centroamericana que rige las normas de etiquetado, inocuidad y calidad de los productos para el comercio intrarregional son la normativa idónea para brindar soporte a los esfuerzos de transformación hacia procesos menos intensivos en la emisión de GEI. La adaptación y creación de reglamentación que brinde soporte a los esfuerzos de certificación de la huella de GEI o ambiental y de responsabilidad social corresponde a una oportunidad regional para posicionar al mercado intrarregional como una plataforma modelo de comercio justo y sostenible.
- **Fortalecimiento de cadenas de valor sostenibles:** las cadenas regionales de valor (CRV) constituyen aquel conjunto concatenado de actividades de producción, comercialización y distribución de bienes o servicios en las cuales dos o más economías participan de manera directa en los eslabones que las conforman, habiendo una interacción a nivel transfronterizo en una o más etapas dentro del encadenamiento total. A través de programas de asistencia técnica, investigación y socialización de buenas prácticas, se puede fortalecer las cadenas en su adaptación al cambio climático y su sostenibilidad ambiental.

Fuente: SIECA (2015b).

## 4. CONCLUSIONES

Centroamérica es una de las regiones más expuestas a fenómenos climáticos y sus sociedades y ecosistemas son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, con diversas características de vulnerabilidad identificadas en la Convención-Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En el capítulo 27 del Quinto Reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) reportó un amplio rango de efectos climáticos en la región centroamericana, incluyendo temperatura y nivel del mar, eventos de blanqueamiento de corales, eventos extremos, atraso en el inicio de las lluvias, y mayor irregularidad e intensidad en el régimen de precipitación. Igualmente, se consideraron escenarios de condiciones hidrológicas, aumento de temperatura, producción de alimentos y seguridad alimentaria, hidroelectricidad y salud (Magrin y otros, 2014). En el SREX se había reportado un nivel de confianza media que influencias antropogénicas habían contribuido a la intensificación de precipitación extrema a escala global y sequías en algunas regiones, incluyendo a Centroamérica, debido a reducciones en la lluvia y/o aumentos en la evapotranspiración (IPCC, 2011).

El cambio climático magnifica las vulnerabilidades socioeconómicas existentes de la región e incidirá cada vez más en su evolución económica, dado que los factores dependientes del clima son decisivos para las actividades productivas, como la agricultura y la generación hidroeléctrica, y para sus habitantes y ecosistemas. Al mismo tiempo, se estima que Centroamérica únicamente produce una mínima parte de las emisiones de GEI globales: menos de 0,3% de las emisiones sin cambio de uso de tierra y menos de 0,8% de las emisiones brutas totales (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

El cambio climático podría considerarse un fenómeno que solamente afectaría en un futuro lejano. La presión de los rezagos sociales y económicos existentes y las restricciones de los presupuestos públicos pudieran ser un argumento para posponer las medidas necesarias. Pero los crecientes impactos de eventos extremos, como la depresión tropical 12E en 2011 y la intensificación de las sequías en los últimos años, están evidenciando que se debe romper el círculo vicioso del efecto acumulativo de pérdidas y daños y de la reproducción de vulnerabilidades frente a eventos climáticos.

Urge tomar medidas mayores para que la reconstrucción posdesastre y las inversiones públicas se realicen con incentivos y requerimientos para la reducción de vulnerabilidades y la adaptación frente a la variabilidad climática actual y el cambio climático. Estas medidas pueden incluir integrar programas de asentamientos, infra-estructura, equipamiento y vivienda seguras con criterios de prevención de impactos de desastres en las estrategias de reducción de pobreza; establecer leyes, programas e incentivos para el diseño y renovación de asentamientos y viviendas resistentes a los eventos extremos, eficientes en uso del agua y otros atributos bioclimáticos adaptables a las condiciones locales; reforestar áreas costeras, laderas y áreas proclives a deslizamientos; adoptar los lineamientos del Marco de Sendai, para la Reducción del Riesgo de



Desastres (2015-2030) con el fin de promover una cultura de prevención, reducir el riesgo de desastres; y el desarrollo de políticas nacionales en la materia e incorporarlas en los planes de desarrollo nacional y en las estrategias, planes y proyectos sectoriales; entre otros.

En muchos sentidos, el indicador clave de la adaptación se relaciona con los recursos hídricos: el acceso equitativo y la mayor eficiencia de su uso. Las sociedades centroamericanas necesitan convertirse en audaces gestoras de este bien común, haciendo una sabia distribución entre las múltiples demandas, lo cual es de suma importancia para mejorar la calidad de vida de la población y la protección de los bosques y otros ecosistemas. La conservación de los bosques y restauración de paisaje rurales es esencial para la gestión de las cuencas, la reducción de la erosión, los deslaves e inundaciones y la producción hidroeléctrica. Se requieren amplios esfuerzos para hacer más eficiente el uso del agua, reducir su contaminación y reciclarla en los sectores de demanda doméstica, agropecuaria, industrial y de servicios. Un reto complejo es el establecimiento de una institucionalidad efectiva para el sector y su gestión transfronteriza, dado que las cuencas transnacionales ocupan 40% del territorio centroamericano.

Blindar la seguridad alimentaria ante el cambio climático, particularmente los granos básicos, y transitar hacia una agricultura más sostenible e incluyente es un reto enorme e impostergable para proteger a la población pobre del campo y la ciudad. Con honrosas excepciones, la mayoría de los países han experimentado descapitalización del medio rural, y un desmantelamiento de programas de titulación de tierras, extensión, reducción de pérdidas post cosecha, acceso a mercados y fortalecimiento de capacidades. Hace falta mucha mayor atención a mejorar la calidad de la vida rural y el apoyo a la producción y las cadenas de valor de los granos básicos y otros alimentos, la reducción de las pérdidas post-cosecha, la protección y fomento de variedades nativas y otras capacidades tecnológicas locales, autóctonas y nacionales, las cuales son fuentes, no suficientemente apreciadas, de resiliencia y adaptación al cambio climático.

La respuesta del sector agrícola al cambio climático requerirá una estrecha coordinación con políticas para reducir la deforestación, proteger la biodiversidad y gestionar los recursos hídricos. Por la complementariedad de la producción y por el comercio intrarregional de alimentos, se presenta una oportunidad para mejorar la resiliencia a emergencias alimentarias por medio de coordinaciones dentro del sistema de integración. A niveles finca y local, existen oportunidades para diversificar y fortalecer las fuentes de ingreso de las familias productoras con una perspectiva de sostenibilidad, incluyendo pago por servicios ambientales de un manejo sostenible de cuencas y bosques, cosecha de productos no maderables, bonos de reducciones de emisiones de GEI, cultivo y procesamiento de productos orgánicos para mercados “verdes” o solidarios internos e internacionales, como el café orgánico de sombra. Asimismo, hace falta ampliar créditos e incentivos que apoyen la producción sostenible y adaptativa frente al cambio climático, incluyendo medidas para mejorar la eficiencia del uso de agua y reducir el uso de insumos emisores de GEI y de otros efectos contaminantes. También se requiere desarrollar seguros agrícolas e instrumentos de transferencia de riesgos del sector y ampliar los fondos de contingencia y de reducción de riesgos.

La adaptación humana al cambio climático está claramente ligada a la adaptación de los ecosistemas de los cuales depende. Responder a este reto requerirá mayor valoración de los servicios ambientales, tomando medidas fuera del mercado para generar incentivos y marcos regulatorios adecuados. Al respecto es necesario considerar el principio de precaución y establecer un estándar mínimo, considerando la irreversibilidad de la pérdida biológica, el riesgo y la

incertidumbre. Reducir la deforestación y degradación de los bosques y recuperar paisajes rurales traerá beneficios en múltiples aspectos de la agenda de desarrollo *per se*, aún sin considerar el cambio climático. Se recomienda aumentar y fortalecer el sistema de Áreas Naturales Protegidas (más de 550 en la región) y corredores biológicos para abarcar mayor escala biogeográfica y dar mayor amplitud a la definición de zonas de protección y refugio climático. Sería conveniente vincular estas metas de conservación con las de bienestar de la población, particularmente de la que convive con los ecosistemas, como el uso de estufas de leña eficientes, acceso a la electricidad y pago por servicios ambientales. Se hace necesario generar conciencia social sobre las funciones de los ecosistemas y su bienestar asociado.

Estos esfuerzos pueden complementarse con programas de agricultura y aprovechamiento forestal sustentables y rescate de cultivos criollos y especies silvestres endémicas con resistencia a los efectos climáticos previstos. Otras medidas para facilitar la adaptación de los bosques y las poblaciones rurales incluyen programas para que las comunidades desarrollen su capacidad de conservación y recuperación de los ecosistemas con los que conviven. Esto incluye adoptar tecnologías apropiadas para medios de vida sostenibles, aprovechando al máximo los conocimientos tradicionales y diversificando sus fuentes de sustento; mejorar los sistemas de gestión de los bosques, incluyendo el control de la deforestación, incendios forestales, forestación y reforestación; y establecer y promover la regulación y certificación de productos orgánicos y ecoturismo.

Es recomendable ampliar y precisar los esquemas financieros y fiscales que incentiven las transiciones hacia mayor eficiencia energética e hídrica, así como el manejo sustentable de los bosques y el reconocimiento del valor económico de sus servicios ambientales, incluyendo los hidrológicos y de sumidero de carbono. La región tiene experiencias como el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) de Costa Rica, el Fondo para la Conservación de las Áreas Protegidas de Belice (PACT, *Protected Areas Conservation Trust*, por sus siglas en inglés), el Programa de Certificados de Incentivos Forestales de Panamá, el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) y el Programa de Incentivos para Pequeños Poseedores de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal (PINEP), ambos de Guatemala.

Recientemente los gobiernos de la región han emprendido un fuerte proceso técnico, político y social para poner en marcha estrategias de restauración del paisaje rural en el marco de REDD+, por ejemplo Guatemala y Panamá han realizado declaraciones de voluntad ante foros internacionales. Por otra parte, Costa Rica cuenta con la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (Estrategia REDD+), El Salvador con el Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) y en trámite el Proyecto para la Preparación para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+). En Honduras el proyecto REDD+ (2014-2017) está realizando acciones orientadas a que el país cuente con una estrategia nacional para reducir la deforestación. Nicaragua está implementando el Proyecto ENDE-REDD+.

El ordenamiento ambiental del territorio es fundamental para alcanzar un desarrollo sustentable y una distribución de la población, de sus actividades e infraestructura que evite mayores daños y pérdidas por eventos extremos y cambios climáticos acumulativos. Los ecosistemas naturales pueden reducir la vulnerabilidad de la población a eventos climáticos extremos y fungir como complementos o sustitutos de la inversión en infraestructura “gris”, que

puede tener costos más elevados. Por ejemplo, los bosques y los manglares costeros proveen protección contra tormentas, inundaciones, huracanes y tsunamis.

La región ha desarrollado una gran dependencia de fuentes energéticas importadas de origen fósil altamente contaminantes. El tránsito a una matriz energética de fuentes renovables locales mejoraría su seguridad energética, ahorraría divisas y reduciría los impactos negativos de los combustibles fósiles. Se debe crear una nueva matriz de acción que incluya las prioridades a nivel nacional y regional utilizando los objetivos y metas de los ODS y los resultados de la COP21 como guía. La estimación de la matriz energética actual y escenarios con los impactos potenciales del cambio climático permitiría tener una base para los NAMA que considere el riesgo en relación con las contribuciones de reducciones de emisiones de GEI del sector.

La expansión de la generación hidroeléctrica, bien diseñada con un enfoque de sostenibilidad e inclusión, podría dar a la población en pobreza mayor acceso a la electricidad y contribuir al desarrollo productivo sostenible y social de las poblaciones aledañas a los proyectos. Existen oportunidades de mejorar la eficiencia energética y reducir la intensidad de las emisiones de GEI y otros contaminantes con nuevas normas y medidas para vehículos automotores y otra maquinaria industrial y doméstica con la ampliación del transporte público. Un adecuado manejo de desechos traería múltiples beneficios como reducción de la contaminación, aumento de materia prima para la producción, generación de energía por captura de metano en rellenos sanitarios y mejor drenaje de agua durante eventos hidrometeorológicos extremos. Existe una importante oportunidad de desarrollar sistemas de infraestructura sostenible, como los sistemas de transporte urbano rápido que proporcione a la población un servicio seguro, rápido moderno, limpio y de alta calidad y con cobeneficios en mejoras en las condiciones de salud, productividad, igualdad y cohesión social. Las inversiones deben ser vinculadas a cambios en precios relativos de los combustibles y de los automóviles, tal manera que se internalicen las externalidades negativas.

La región Centroamericana es vulnerable a enfermedades sensibles al clima. Es recomendable avanzar con la iniciativa regional de apoyo a la investigación sobre cambio climático y salud, que coordine a los grupos de investigación consolidados en diversas disciplinas y establezca alianzas con diversos sectores. Las previsiones de los modelos de cambio climático y los diferentes aspectos de ENOS deben ser utilizadas con los datos de los sistemas de información epidemiológicos fortalecidos para generar instrumentos de pronóstico y evidencia para políticas públicas nacionales y regionales. Las enfermedades sensibles al clima y que deben ser objeto de análisis son las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV's) como Chagas, leishmaniasis y las zoonosis sensibles al clima, como la leptospirosis, el dengue, así como las enfermedades respiratorias agudas (ERAs), enfermedades diarreicas agudas (EDAs) y finalmente enfermedades provocadas por contaminantes atmosféricos y el impacto del clima sobre la SAN.

Un elemento esencial de adaptación al cambio climático y transición a economías sostenibles ambientalmente es el cambio tecnológico, entendido tanto como acceso a tecnologías modernas apropiadas como rescate de conocimientos y tecnologías tradicionales locales, particularmente de los pueblos indígenas y comunidades campesinas. Se recomienda crear una línea de trabajo intersectorial sobre cambio climático entre las instituciones de educación, ciencia, tecnología e innovación nacionales y regionales. Se requiere mejorar la evidencia necesaria para la toma de decisiones sobre cambio climático, fortaleciendo alianzas entre universidades, centros de investigación, empresas, asociaciones civiles, cooperantes y Naciones Unidas. Considerando el clima como bien público global y el alto riesgo asociado al cambio climático, se debe considerar

negociar el acceso a tecnologías de adaptación y mitigación en un régimen “especial” o “de excepción” a los convenios de la OMC para países en vías de desarrollo.

El Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y la República Dominicana (COSEFIN) han puesto atención al cambio climático. La región ha adquirido experiencia en el canje de deuda por financiamiento de programas de cambio climático y se ha etiquetado líneas presupuestarias para identificar inversión en adaptación. Se han elaborado propuestas de fondos nacionales de cambio climático, mercados internos de bonos de carbono, esquemas de aseguramiento catastrófico y fondos para desastres e inversión en adaptación de la infraestructura. No obstante, aún se requiere fortalecer capacidades para el diseño políticas de sostenibilidad fiscal que reduzcan los riesgos climáticos e incentiven la producción e infraestructura sostenible y robusta. Se necesita desarrollar y aplicar nuevas normas en los proyectos de inversión, establecer lineamientos y capacitación para la formulación de programas y presupuestos sectoriales, y desarrollar programas de aseguramiento y gestión integral de riesgo a nivel del presupuesto público y en sectores clave como el agropecuario. Asimismo, se requiere diseñar y acreditar mecanismos nacionales para la gestión y administración del financiamiento climático internacional.

El cambio climático puede generar riesgos y oportunidades comerciales para la región. Algunos países podrían tomar medidas compensatorias como un impuesto al contenido carbónico de las importaciones o pago de derechos por las emisiones de GEI de la producción, transporte y otras etapas del ciclo de vida de sus exportaciones. Otras medidas pueden ser aranceles más elevados o impuestos al carbón sobre medios de transporte internacionales. Sin embargo, estas medidas pueden implicar mayores costos para las exportaciones y pérdida de competitividad por la intensidad energética o contenido carbónico de sus procesos productivos y de transporte.

Al mismo tiempo, esta tendencia puede traer oportunidades comerciales dependiendo de cuánto se desarrollen los sistemas de producción relativamente más limpios y bajos en carbono y/o por menor distancia a mercados -menor contaminación asociada al transporte-. Existen importantes esfuerzos de ampliar la capacidad de este tipo de producción en la región, pero urge emprender programas para medir los contenidos hídricos y carbónicos y la huella ecológica y de aprovechar los crecientes mercados para dichos productos, especialmente si benefician a productores que actualmente tienen bajos ingresos.

Algunas estrategias de política comercial en Centroamérica serían ejecutar la Estrategia Centroamericana de Facilitación del Comercio y la Competitividad con énfasis en la Gestión Coordinada de Fronteras (GCF), adaptar los mecanismos de salvaguardia de los TLC para modificar los aranceles de importación en caso de contingentes en el país importador asociados a seguridad alimentaria, y diversificar los modos de transporte de mercancías haciendo uso de rutas marítimas de corta distancia para el comercio intrarregional, que representa una oportunidad para mejorar el desempeño y reducir las emisiones. No obstante, una estrategia comercial requiere una transformación productiva sostenible que incluya cambios tecnológicos y en los procesos productivos, certificación de productos de exportación por sus emisiones de GEI y/o la huella ambiental, reglamentación técnica para las normas de etiquetado, inocuidad y calidad de los productos para el comercio intrarregional y el fortalecimiento de cadenas de valor sostenibles.

Es urgente hacer frente al desafío de los eventos extremos, la variabilidad y el cambio climáticos en forma proactiva. De otro modo la actual generación sufrirá mayores costos y deterioro

por los eventos extremos y las generaciones futuras cargarán un costo muy elevado para adaptarse al cambio climático. La región ya cuenta con diversos análisis que demuestran los múltiples efectos de la variabilidad climática y los impactos potenciales del cambio climático en múltiples sectores; señalan que los costos de la inacción frente a los eventos extremos y el valor presente de los impactos del cambio climático son demasiado altos, si no se toman medidas ambiciosas e inmediatas. Debido a que es una falla de mercado, el cambio climático no puede ser tratado como responsabilidad exclusiva de las instituciones ambientales, sino como problema económico central y transversal con serias implicaciones fiscales. El cambio climático presenta una serie de desafíos multisectoriales que deben enfrentarse con aportes de diversos actores, incluyendo el sector público, el sector privado, la ciudadanía y sus organizaciones civiles, el sector académico, las instituciones de integración y la comunidad internacional.

# BIBLIOGRAFÍA

- AfDB (African Development Bank) y otros (2007), «Poverty and climate change: Reducing the vulnerability of the poor through adaptation», Banco Mundial.
- Aguilar, E. y otros (2005), «Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003», *Journal of Geophysical Research*, vol. 110, N° D23.
- Alfaro, E. (2007), «Predicción climática de la temperatura superficial del aire en Centroamérica», *Ambientico* (165): 6-10.
- Alfaro, E. y L. Cid (1999), «Análisis de las anomalías en el inicio y el término de la estación lluviosa en Centroamérica y su relación con los Océanos Pacífico y Atlántico Tropical», *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, vol. 6, N° 1.
- Alfaro, E., L. Cid y D. Enfield (1998), «Relaciones entre el inicio y el término de la estación lluviosa en Centroamérica y los Océanos Pacífico y Atlántico Tropical», *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, vol. 26.
- Allen, M. R. (2003), «Liability for climate change», *Nature*, vol. 421, págs. 891-892
- Allen, M. R. y otros (2007), «Scientific challenges in the attribution of harm to human influence on climate», *University of Pennsylvania Law Review* 155(6), págs. 1353-1400.
- Álvarez M. R. y L. Navas (2014), «Sequía de mayo es histórica», *La Prensa*.
- Amador, J. y otros (2006), «Atmospheric forcing of the Eastern tropical Pacific: A review», *Progress in Oceanography*, vol. 69, N° 2-4.
- Banco Mundial (2014), *Record drought in Central America: Four countries, 40 days without rain, two million facing hunger* (<http://www.worldbank.org/en/news/feature/2014/09/10/sequias-centroamerica>).
- Barnett, T. y otros (2005), «Penetration of human-induced warming into the world's oceans», *Science*, vol. 309, N° 5732.
- BEST (Belize Enterprise for Sustainable Technology) (2009), *National Adaptation Strategy to Address Climate Change in the Water Sector in Belize: Strategy and Action Plan*, Belmopan, Belice.
- Bindoff, N., P. Stott y otros (2013), «Detection and attribution: From global to regional», en: *Climate Change*, 2013. Contribution of Working Group 1 to the Fifth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker T. y otros (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, N.Y.
- CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano)/COMISCA (Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica)/ CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo)/SICA (Sistema de la Integración Centroamericano) (2009), «Estrategia regional agro-ambiental y de salud (ERAS)», San José.
- CADPI (Centro para la Autonomía y Desarrollo de los Pueblos Indígenas)/CRN (Cruz Roja Nicaragüense)/(CRH) Cruz Roja Holandesa/GIZ, Cooperación Alemana Nicaragua/OXFAM/ICCO/MARENA (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua) (2012), «Estrategia de la Región Autónoma del Atlántico Norte» (RAAN), Nicaragua.
- Cantero, M. (2007), «Cambio climático empeora salud en el mundo», *La Nación*, San José.
- Cantero, M. y P. Fonseca (2007), «Cambio climático golpeará salud de los costarricenses», *La Nación*, San José.
- Carey, J. (2011), «Global warming and the science of extreme weather», *Scientific American*, 29 de junio.
- Castro, V. (2014), «IHMA sigue a la espera de frijoles rojos de Etiopía», *El Heraldo*, consultado en: <http://www.elheraldo.hn/economia/720889-216/ihma-sigue-a-la-espera-de-frijoles-rojos-de-etio%C3%Ada>.
- CATHALAC (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe)/USAID (United States Agency for International Development) (2008), «Impactos potenciales del cambio climático en la biodiversidad de Centroamérica, México y República Dominicana», Panamá.
- CAZALAC/PHI/UNESCO (Programa Hidrológico Internacional/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2005), «ATLAS de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe», elaborado por Koen Verbist, Fernando Santibáñez, Donald Gabriels y Guido Soto, PHI-VII /Documento Técnico No. 25.
- CCAD/SICA (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo/Sistema de Integración Centroamericana) (2010), *Estrategia Regional de Cambio Climático*.



- Cecchini, S. y A. Madariaga (2011), «Programas de transferencias condicionadas. Balance de la experiencia reciente en América Latina y el Caribe», *Cuadernos de la CEPAL N° 95*, CEPAL, publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2015a), *Convergencia de políticas energéticas, incluyendo carbono neutralidad y estrategias para el cumplimiento de las metas de SE4ALL*, publicación de las Naciones Unidas, México, D. F., inédito.
- \_\_\_\_\_ (2015b), *Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe* (LC/G.2624), publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_ (2014), *Paradojas y riesgos del crecimiento económico en América Latina y el Caribe: una visión ambiental de largo plazo* (LC/L.3895), publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_ (2012), *Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada del desarrollo*, Trigésimo cuarto período de sesiones de la CEPAL, San Salvador, 27 a 31 de octubre.
- \_\_\_\_\_ (2010), *La hora de la igualdad. Brechas por cerrar, caminos por abrir. Síntesis*, Trigésimo tercer período de sesiones de la CEPAL, Brasilia.
- \_\_\_\_\_ (2009), *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Una reseña*, Documentos de proyectos.
- \_\_\_\_\_ (2002), *Vulnerabilidad sociodemográfica: Viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas* (LC/R.2086), publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- CEPAL/CAC/SICA (2015), *Microseguros agropecuarios y gestión integral de riesgos en Centroamérica y la República Dominicana: Lineamientos estratégicos para su desarrollo y fortalecimiento* (LC/MEX/L.1194), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- \_\_\_\_\_ (2014), *Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica* (LC/MEX/L.1169), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- \_\_\_\_\_ (2013a), *Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica* (LC/MEX/L.1123), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- \_\_\_\_\_ (2013b), *Gestión integral de riesgo y seguros agropecuarios en Centroamérica y la República Dominicana: Situación actual y líneas de acción potenciales* (LC/MEX/L.1122), México, D. F.
- CEPAL/CCAD/SICA/UKAID/DANIDA (2011), *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Reporte Técnico 2011*, (LC/MEX/L.1016), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- CEPAL/CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa de El Salvador)/MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador)/COSEFIN/CCAD/SICA/UKAID/ DANIDA (2012), *La economía del cambio climático en Centroamérica: Dos casos de impactos potenciales en la generación de hidroelectricidad. Serie técnica 2012* (LC/MEX/L.1070), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- \_\_\_\_\_ (2011b), *Variabilidad Climática y eventos extremos en Centroamérica: Reporte exploratorio*, inédito, preparado para la Cumbre Presidencial del SICA y Foro Consultivo, 14 al 16 de diciembre 2012.
- CEPAL/COSEFIN (Consejo de Ministerios de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana)/CCAD/SICA/UKAID/DANIDA (2012a), *La economía del cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales en los patrones intraanuales y espaciales del clima. Serie técnica 2012* (LC/MEX/L.1073), México, D. F.
- \_\_\_\_\_ (2012b), *La economía del cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales en la aridez y los meses secos. Serie técnica 2012* (LC/MEX/L.1074), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- \_\_\_\_\_ (2012c), *La economía del cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales en los ecosistemas. Serie técnica 2012*, (LC/MEX/L.1077), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- \_\_\_\_\_ (2012d), *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Síntesis 2012* (LC/MEX/L.1074), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- CEPAL/SICA, (2007), *Estrategia energética sustentable centroamericana 2020* (LC/MEX/L.828), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- CEPAL/UKAID/CCAD/SICA (2010), *La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis 2010* (LC/MEX/L.978), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- CEPALSTAT (2011), «Estadísticas de América Latina y El Caribe», CEPAL.

- CIAT (International Center for Tropical Agriculture)/CRS (Catholic Relief Services)/CIMMYT (International Center for Improvement of Maize and Wheat) (2012), «Tortillas on the roaster (TOR), Central American Maize-Bean System and the Changing Climate», Cali, Colombia.
- CICAPE (Centro de Investigación en Café) (2011), «Guía Técnica para el Cultivo del Café», Instituto del Café de Costa Rica (ICAPE).
- CNE (Consejo Nacional de Energía) (2012a), «Plan de acción para el ahorro y uso racional de la energía en El Salvador», San Salvador.
- \_\_\_\_\_ (2012b), «Plan maestro para el desarrollo de la energía renovable», San Salvador.
- \_\_\_\_\_ (s/f), «Política Energética Nacional», San Salvador.
- COMIECO (Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana) (2015), «Estrategia centroamericana de facilitación del comercio y la competitividad con énfasis en la gestión coordinada de fronteras», Tercera Ronda Aduanera, San Salvador: Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana.
- COMISCA (Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana) (2014a), *Resolución de la XLI reunión de COMISCA*, Isla San Pedro, Belice.
- \_\_\_\_\_ (2014b), *XLIV Reunión ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno de los países miembros del SICA*, Placencia, Belice.
- Comisión Nacional de Energía (2010), «Plan Energético Nacional de la República Dominicana (PEN) 2010-2025», República Dominicana.
- CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres) (2011), «Política Nacional para la Reducción de Riesgo a los Desastres», Guatemala
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (2014), «Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032», Guatemala.
- Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (2010), «Plan Estratégico para el Cambio Climático (PECC) 2011-2030 en la República Dominicana», Santo Domingo.
- Comisión Nacional de Energía de la República Dominicana (2010), «Plan Energético Nacional de la República Dominicana (PEN) 2010-2025», República Dominicana.
- CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres) (2011), Política Nacional para la Reducción de Riesgo a los Desastres, Guatemala
- Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (2010), Plan Estratégico para el Cambio Climático (PECC) 2011-2030 en la República Dominicana, Santo Domingo
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (2014), Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032, Guatemala
- CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) (2015), «Emergency events database EM-DAT: The international disaster database», Bruselas [en línea] <<http://www.emdat.be>>.
- Cupples, J. (2007), «Gender and Hurricane Mitch: Reconstructing subjectivities after disaster», *Disasters*, 31(2): 155-175.
- DARA (El Monitor de Vulnerabilidad Climática) (2012a), «Methodology Note. Methodological Documentation for the Climate Vulnerability Monitor, 2nd. Edition», Madrid.
- DARA (2012b), «Climate Vulnerability Monitor 2nd Edition. A Guide to the Cold Calculus of a Hot Planet», Madrid.
- Dole, R. y otros (2011), «Was there a basis for anticipating the 2010 Russian heat wave?», *Geophysical Research Letters*, vol. 38.
- Donat, M. G., y otros (2013), «Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset», *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 2098–2118, doi: 10.1002/jgrd.50150.
- Echeverría, M. (2007), «La facilitación del comercio en las negociaciones comerciales multilaterales y bilaterales», CEPAL, publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Eicken, H., G. Hansen, C. Huggel y D. Stone (2014) «Potential and limitations of the attribution of climate change impacts for informing loss and damage discussions and policies», Springer Science +Business Media Dordrecht 2015.
- Ekström, M. y otros (2005), «New estimates of future changes in extreme rainfall across the UK using regional climate model integrations. Future estimates and use in impact studies», *Journal of Hydrology*, vol. 300, N° 1-4.
- El Mundo (2013), «OIC: cosecha 13/14 sería la más baja en 33 años por roya», El Salvador (<http://elmundo.com.sv/214189>).
- El Salvador (2007), «Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad», Decreto N. 462.
- Emanuel, K. (1987), «The dependence of hurricane intensity on climate», *Nature*, vol. 326, N° 6112.

- Enfield, D. y E. Alfaro (1999), «The dependence of Caribbean rainfall on the interaction of the tropical Atlantic and Pacific Oceans», *Journal of Climate*, vol. 12, N°7.
- Epstein, P. (1999), «Climate and health», *Science*, vol.285, N° 5426.
- Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET) (2015a), *Sequía amenaza a 3.5 millones de personas en ausencia de asistencia*, consultado el 21 de octubre de 2015 (<http://www.fews.net/es/central-america-and-caribbean/alert/october-16-2015>).
- \_\_\_\_\_ (2015b), *Losses of Primera crops and high probability of damage to Postrera*, consultado el 19 de octubre de 2015, (<http://www.fews.net/sites/default/files/documents/reports/Central%20America%20-%20RMU%20-%20August%202015%20-%20English.pdf>).
- \_\_\_\_\_ (2015c), *Corredor seco: baja Primera y Postrera en riesgo por déficit de lluvias*, consultado en <[http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Guatemala\\_FSO\\_2015\\_7.pdf](http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Guatemala_FSO_2015_7.pdf)>.
- \_\_\_\_\_ (2014), *Pérdidas en cultivos por los bajos acumulados de lluvia en julio*, consultado el 19 de octubre de 2015 (<http://www.fews.net/es/central-america-and-caribbean/seasonal-monitor/august-2014-0>).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2015), *Major crop losses in Central America due to El Niño* (<http://www.fao.org/news/story/en/item/328614/icode/>).
- \_\_\_\_\_ (2010), AQUASTAT. «FAO's Information System on Water and Agriculture» [en línea] <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm>> [accedido: 20 de octubre de 2010].
- \_\_\_\_\_ (2008), «Ingeniería de Alimentos calidad y competitividad en sistemas de la pequeña industria alimentaria con énfasis en América Latina y el Caribe», *Boletín de Servicios Agrícolas* 156, ISBN 978- 92- 5 -305250- 9.
- FAO/ETEA (Escuela Superior de Técnica Empresarial Agrícola) (2008), *Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica desde la Perspectiva del Proceso de Integración: Balances y Retos*.
- FAO/FIDA (Fondo Internacional del Desarrollo Agrícola)/PMA (el Programa Mundial de Alimentos) (2013), *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2013. El crecimiento económico es necesario pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición*, Roma.
- FAO/FIDA/PMA (2012), *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2012. El crecimiento económico es necesario pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición*, Roma.
- FAOSTAT (2013), *Base de datos*, FAO.
- Fernández, W., J. Amador y M. Campos (2006), *Impacts and Adaptation to Climate Change and Extreme Events in Central America, Final report*, San José: University of Costa Rica Geophysical Research Center.
- Fernández, W. y N. Vega (1996), «A comparative study of hurricanes Fifi (1974) and Greta (1978) and their associated rainfall distributions over Central America», *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, vol. 3, N° 2.
- FEWS NET/RUTA (Unidad Regional para el Desarrollo Sostenible CAC)/PROMECAFE (2014), «Ingresos de productores y jornaleros del café se reducirán por segundo año consecutivo», Informe Especial Centroamérica, febrero.
- Flower, D., V. Mitchell y G. Codner (2007), «The potential of water demand management strategies to reduce the greenhouse gas emissions associated with urban water systems», 1st Conference on Sustainable Urban Water Management & 9th Conference on Computing and Control in the Water Industry, Leicester, Reino Unido.
- FUNPADEM (Fundación para la Paz y la Democracia)/UCR (Universidad de Costa Rica) (2000), *Proyecto de Cooperación Transfronteriza en Centroamérica*, Universidad de Costa Rica.
- García, V. J. Zevallos y A. del Villar (2003), *Desastres agrícolas en México: Catálogo histórico*, Fondo De Cultura Económica, Estados Unidos.
- GCCA (Global Climate Change Alliance)/Intra ACP Programme, «A National Climate Change Policy (2014), Strategy and Action Plan to Address Climate Change in Belize».
- GEF (Global Environment Facility)/PNUMA(Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)/Enlighten, REGATTA (The Regional Gateway for Technology Transfer and Climate Change Action) (2014), «Proyecto de Desarrollo e Integración Mesoamérica, Estrategia Regional de Iluminación Eficiente en Centroamérica»
- Glantz, M. (1998), «El Niño forreaste: Hype or Hope?», *Network Newsletter*, vol.13, N° 1.
- Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, «Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero», Decreto 7-2013.
- Hansen, J. E., (2005), «A slippery slope: How much global warming constitutes "dangerous anthropogenic interference"?», *Climatic Change*, 68, págs. 269-279.
- Harmeling, S. y D. Eckstein (2012), «Global climate risk index 2013. Who suffers most from extreme weather events? Weather related loss events in 2011 and 1992 to 2011», Germanwatch, Documento informativo.

- Hegerl, G. C. y F. W. Zwiers (2011), «Use of models in detection and attribution of climate change», *WIREs: Climate Change*, 2, págs. 570-591.
- Hegerl, G. y otros (2007), *Understanding and attributing climate change. In Climate Change 2007: The Physical Science Basis (Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)* [S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor y H. L. Miller (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York.
- Henderson-Sellers, A. y otros (1998), «Tropical cyclones and global climate change: A post-IPCC assessment», *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 79, N° 1.
- Hernández, A. y M. Ríos (2006), «América Central y la Convención de las Naciones Unidas sobre derechos de los cursos de aguas internacionales para fines distintos para la navegación», CEMEDE/CRRH, Heredia, Costa Rica.
- Hernández, F. y A. Antón (2014), «El impuesto sobre las gasolinas: una aplicación para el Ecuador, El Salvador y México», *Serie: Documentos de Proyectos No. 597*, CEPAL, publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Hoerling, M., J. Eischeid, J. Perlwitz, X. Quan, T. Zhang y P. Pegion (2012), «On the increased frequency of Mediterranean Drought», *J. Climate* 25, págs. 2146-2161.
- Hodrick, R. y E. Prescott (1997), «Postwar US business cycles: An empirical investigation», *Journal of Money, Credit & Banking*, vol. 29, N° 1.
- Holland, G. (1997), «The maximum potential intensity of tropical cyclones», *Journal of the Atmospheric Sciences*, vol. 54, N° 21.
- Honduras (2007), «Ley Para la Producción y Consumo de Biocombustibles», Decreto No. 144-2007, Tegucigalpa.
- Honduras (2007), «Ley de Incentivos a la Generación de Electricidad con Recursos Renovable», Decreto No. 70-2007, Tegucigalpa.
- Horizon 2030, «National Development Framework for Belize 2010-2030».
- Hotez, P., M. Bottazzi, C. Franco-Paredes, S. Ault y M. Periago (2008), «The neglected tropical diseases of Latin America and the Caribbean: A review of disease burden and distribution and a roadmap for control and elimination», *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2(9).
- Hulme, M. (2014), «Attributing weather extremes to 'climate change': A review», *Progress in Physical Geography*, vol. 38(4), SAGE Journals, Londres.
- ICGES (Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud) (2012), ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.) y MINSA (Ministerio de Salud) (2012), Informe Bioclimático, Informe No. 8, Agosto.
- ICGES/ETESA/MINSA/INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República) (2010), «Proyecto Predictibilidad de la Infestación del vector transmisor del Dengue ante la variabilidad climática, Distrito de Panamá, 2009-2010», llevado a cabo por A. McDonald, C. Cruz, A. Cumbrea y A. de Rivera.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica)/Ministerio de Salud de Costa Rica (2008), «Efectos del clima, su variabilidad y cambio climático sobre la salud humana en Costa Rica», San José, MINAET/MS/IMN/PNUD.
- INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad) (2004), *Biodiversidad en Centroamérica*.
- IPCC/Intergovernmental Panel on Climate Change (2013a), «Summary for Policymakers», *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. F. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Reino Unido y Nueva York, N. Y., Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2013b), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. F. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Reino Unido y Nueva York, N. Y., Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor y P. M. Midgley (eds.)], Cambridge, Reino Unido y Nueva York, N. Y., Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2011), «Summary for policymakers», en *Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. K. Plattner, M. Tignor, y P. M. Midgley (eds.)], Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2007a), *Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático*, Cambridge University Press.

- \_\_\_\_\_ (2007b), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I (WGI) to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2000), *Climate Change 2000: IPCC Special report on emissions scenarios. A special report of IPCC Working Group III*, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, W. A., Environmental Molecular Sciences Laboratory.
- IPCC/OMM (Organización Meteorológica Mundial de las Naciones Unidas)/PNUMA (2007), «Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación en América Latina», publicación de las Naciones Unidas, Lima.
- Izaguirre, C. y otros (2013), «Extreme wave climate changes in Central-South America», *Climatic Change* 119:2, págs. 277-290.
- Jury, M. R. (2011), «Long-Term variability and trends in the Caribbean Sea», *International Journal of Oceanography*, vol. 2011, Article ID 465810, 9 pages, Hindawi Publishing Corporation.
- Kreft, S. y otros (2015), «Global climate risk index 2015. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2013 and 1994 to 2013», Germanwatch E. V., Bonn, Alemania.
- Landa, R., V. Magaña y C. Neri (2008), «Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático» (Primera edición), México, D. F.: SEMARNAT-Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM (<http://www.semarnat.gob.mx>).
- Levitus, S., J. Antonov y T. Boyer (2005), «Warming of the world Ocean, 1955–2003», *Geophysical Research Letters*, vol. 32, N° 2.
- López K. (2013), «OIC: la roya afecta 74% de café en ES», en *La prensa Gráfica*, publicado el 22 de mayo de 2013, El Salvador (<http://www.laprensagrafica.com>).
- Losada, I. J. y otros (2013), «Long-term changes in sea-level components in Latin America and the Caribbean», *Global and Planetary Change*, 104, págs. 34-50.
- Lutheran World Relief (2015), *El Niño: Current and Expected Humanitarian Impacts in Central and South America and the Caribbean*, consultado en <[http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/EINiño\\_LWRSitRep\\_No2\\_Oct2015%20%281%29.pdf](http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/EINiño_LWRSitRep_No2_Oct2015%20%281%29.pdf)>.
- MAG/MINAET (2009), «Reglamento de Biocombustibles», Decretos 35091, San José.
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala) (2013), «Información de la roya del café», Guatemala.
- Magaña, V., J. Amador y S. Medina (1999), «The midsummer drought over Mexico and Central America», *Journal of Climate*, vol. 12, N° 6.
- Magrin, G. y otros (2014), «Central and South America», en: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V. R., C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York.
- Magrin, G. y otros (2007), *Latin America. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2015), «Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC)», San Salvador.
- \_\_\_\_\_ (2013), «La Estrategia Nacional del Medio Ambiente-Política Nacional del Medio Ambiente 2012», San Salvador.
- \_\_\_\_\_ (2012), «Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016», Nicaragua.
- \_\_\_\_\_ (2011), «Depresión Tropical 12E/Sistema depresionario sobre El Salvador y otros eventos extremos del Pacífico», San Salvador.
- \_\_\_\_\_ (2010) «Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático, Plan de Acción 2010-2015», Nicaragua.
- \_\_\_\_\_ (2001), «Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático», Nicaragua.
- MARN/GEF (Global Environment Facility)/ PNUD (2001), «Evaluación de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector salud», Primera Comunicación Sobre Cambio Climático.
- Medeiros D. y M. McCandless (2011), «Impacts of Climate Change on Maize and Beans in Honduras», International Institute for Sustainable Development (IISD), Climate Risk Management Technical Assistance Support Project, Climate Risk Management Technical Assistance Support Project (CRM TASP).



- Min, S. K., X. Zhang, F. W. Zwiers y G. C. Hegerl, (2011), «Human contribution to more intense precipitation extremes», *Nature*, vol. 470, págs. 378-381.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica) (2014), *Plan Nacional de Energía 2015-2030*, San José.
- MINAET (Ministerio de Industria, Ambiente, Energía y Telecomunicaciones)/DCC (Dirección de Cambio Climático)/Embajada de España en Costa Rica/AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo)/EPYPSA (Estudios, Proyectos y Planificación)/Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, «Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero», Decreto 7-2013.
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (2012), «Ley 1-12 Estrategia Nacional de Desarrollo 2030», República Dominicana.
- Ministerio de Finanzas y Desarrollo Económico de Belice (2013), «National Climate Resilience Investment Plan (NCRIP)», Washington D. C.
- Morel, B. (2014), «Drought hits Central America's crops, cattle», *The Tico Times* (<http://www.ticotimes.net/2014/08/07/drought-hits-central-americas-crops-cattle>).
- Nicaragua (2005), «Ley para la promoción de generación eléctrica con fuentes renovables», Decreto No. 12-2004, Managua, Nicaragua, Ordenamiento del Uso de la Energía, Decreto No. 2-2008, Managua.
- Nicaragua (2006), Declaración de Interés Nacional Producción de Biocombustible y Bioenergía, Decreto No. 42-2006, Managua.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2010), «Hurricane Research Division. Re-Analysis Project», Atlantic Oceanographic & Meteorological Laboratory [en línea] <<http://www.aoml.noaa.gov/>>.
- Noji, E. y M. Toole (1997), «The historical development of public health responses to disasters», *Disasters*, 21(4), págs. 366-376.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (2008), «Prospectiva medioambiental de la OCDE para el 2030: resumen en español», París.
- Oficina Técnica de Transporte Terrestre (2013), «Plan Estratégico 2013-2016», Santo Domingo.
- OIC (Organización Internacional del Café) (2013), «Informe sobre el brote de la roya del café en Centroamérica y plan de acción para combatir la plaga», 13 de mayo de 2013.
- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía)/BID (Banco Interamericano de Desarrollo)/AEA (Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica) (2013), *Vulnerabilidad al cambio climático de los Sistemas de Producción Hidroeléctrica en Centroamérica y sus opciones de adaptación*.
- OLADE/SICA (Sistema de la Integración Centroamericana) (2014), «Acuerdo de Cooperación y Cooperación entre la Organización Latinoamericana de Energía y Secretaria General del Sistema de la Integración Centroamericana –SG SICA».
- OMS (Organización Mundial de la Salud)/OMM (Organización Meteorológica Mundial)/PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2008), «Cambio climático y salud humana- Riesgos y respuestas».
- Onursal, B., y S. P. Gautan (1997), «Vehicular air pollution. Experiences from seven Latin American Urban Centers», Banco Mundial, Reporte técnico.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud) (2002), «Status report on malaria programs in the Americas (based on 2001 data) », Washington, D. C.
- Pall P., T. Aina, D. A. Stone, P. A. Stott, T. Nozawa, A. G. J. Hilberts, D. Lohmann y M. R. Allen (2011), «Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn 2000», *Nature*, vol. 470, págs. 382-385
- Parmesan C. y G. Yohe (2003), «A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems», *Nature*, vol. 421, págs. 37-42.
- Panamá (2014), Plan Estratégico del Gobierno (PEG) 2015- 2019, «Un solo País».
- PESA (Programas Especiales para la Seguridad Alimentaria en Centroamérica), (2010), *Especial Crisis Alimentaria: Sequía e inundaciones golpean Centroamérica*, FAO, <[http://www.pesacentroamerica.org/noticiasca/especial\\_crisis\\_alimentaria.php](http://www.pesacentroamerica.org/noticiasca/especial_crisis_alimentaria.php)>.
- Peterson, T. C., M. P. Hoerling, P. A. Stott, y S. C. Herrin (eds.) (2013), «Explaining extreme events of 2012 from a climate perspective», *Bulletin of the American Meteorological Society* 94(9), Suppl. S1-S74.
- Peterson, T. C., P. A. Stott. y S. Herring (eds.) (2012), «Explaining extreme events of 2011 from a climate perspective», *Bulletin of the American Meteorological Society* 93(7), págs. 1041-1067.



- Plataforma Nacional de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (2013), «Plan Nacional de Gestión de Riesgos- Informe de Avances 2011- 2013», Panamá.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2007), «Informe sobre desarrollo humano 2007-2008: la lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido», *Informe sobre Desarrollo Humano*, Nueva York.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)/CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo)/SICA (Sistema de Integración Centroamericana) (2010), *Propuesta para el establecimiento de un Fondo Mesoamericano para el Pago por Servicios Ambientales*.
- PNUMA/PNUD/EIRD (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres)/Banco Mundial (2010), «Global Risk Data Platform. The PREVIEW» [en línea] (<http://preview.grid.unep.ch/index.php>).
- PROMEBIO (Programa Estratégico de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad) (2010), «Estado actual y futuro de la biodiversidad en Centroamérica», Reporte Técnico.
- Rahmstorf, S. y D. Coumou (2011), «Increase of extreme events in a warming world», Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Alemania.
- Ramírez, Diana, Juan Luis Ordaz y Jorge Mora (2010), «Istmo Centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura» (LC/MEX/L.924/Rev.1), CEPAL, publicación de las Naciones Unidas, Mexico, D. F.
- Ramírez, P. (1983), «Estudio meteorológico de los veranillos en Costa Rica», *Nota de Investigación (Costa Rica)*, vol. 5.
- República Dominicana (2011), «Estrategia Nacional de Desarrollo 2030», Ley No. 1-12, G. O. No. 10656, República Dominicana.
- República Dominicana, «Ley General de Cambio Climático de la República Dominicana», Decreto No. 601-08, República Dominicana.
- Reuters (2015), *Nearly 1 million people face food emergency in drought-hit Guatemala: U. N.* (<http://www.reuters.com/article/2015/08/14/us-guatemala-food-crisis-idUSKCN0QJ1QY20150814>).
- Rodríguez, Daniel y Erok Vergel (2013), «Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y desarrollo urbano en América Latina», *Land Lines*, enero [en línea] ([https://www.lincolnst.edu/pubs/2210\\_Sistemas-detransporte-p%C3%BAblico-masivo-tipo-BRT--Bus-Rapid-Transit--y-desarrollo-urbano-en-Am%C3%A9rica-Latina](https://www.lincolnst.edu/pubs/2210_Sistemas-detransporte-p%C3%BAblico-masivo-tipo-BRT--Bus-Rapid-Transit--y-desarrollo-urbano-en-Am%C3%A9rica-Latina)).
- Rudiak-Gould, P. (2013), «Cross-cultural insights into climate change skepticism», *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 94, págs. 1707-1713.
- Salcedo Baca S. (edit.) (2005), *Políticas de Seguridad Alimentaria en los Países de la Comunidad Andina*, FAO, Santiago de Chile.
- Salzman, J. (1998), "Ecosystem services and the law", *Conservation Biology*, vol.12, págs. 497-498.
- Schultz, D., W. Bracken y L. Bosart (1998), «Planetary and synoptic scale signatures associated with Central American cold surges», *Monthly Weather Review*, vol. 126, N° 1.
- Secretaría de Estado de Coordinación General del Gobierno de Honduras (2014), «Plan Estratégico de Gobierno 2014- 2018».
- Secretaría Nacional de Energía de Panamá (2009), «Plan Nacional de Energía 2009- 2023», Panamá.
- Secretaría Técnica y de Planificación de El Salvador, «Plan Quinquenal de Desarrollo 2014-2019».
- SEMARENA (Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2008), «Proyecto de la Segunda Comunicación Nacional para la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)», Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático en la República Dominicana, Santo Domingo.
- Sen, A. (1999), *Development as Freedom*, Oxford University Press.
- SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente) (2010), «Estrategia Nacional de Cambio Climático de la República de Honduras (ENCC)», Tegucigalpa.
- Shultz, J., J. Russell y Z. Espinel (2005), «Epidemiology of tropical cyclones: the dynamics of disaster, disease, and development», *Epidemiologic Reviews* 27(1): 21.
- SIAGRO (2013), «Sistema de Información Agropecuario», CEPAL.
- SICA (Sistema de la Integración Centroamericana)/CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo) (2005), *Actores, agendas y procesos en la gestión de los recursos hídricos de Centroamérica*, Proyecto políticas y legislación ambiental CCAD-COSUDE, San Salvador.
- SICA/CCAD/CEPRENAC (Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central)/CRRH (Comité Regional de Recursos Hídricos) (2009), «Estrategia Centroamericana de Gestión Integral de Recursos Hídricos» (ECAGIRH).

- SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana) (2015a), «Monitor de Comercio de Centroamérica: Cuarto trimestre de 2014», Ciudad Guatemala: Dirección de Inteligencia Económica (SIECA).
- \_\_\_\_\_ (2015b), «Comercio internacional y cambio climático en Centroamérica», Ciudad de Guatemala: Dirección de Inteligencia Económica (SIECA).
- \_\_\_\_\_ (2014), «Policy Brief N°7: Diversificación de la oferta exportable en Centroamérica», Ciudad Guatemala: Dirección de Inteligencia Económica (SIECA).
- Stern, N. (2007), «The economics of climate change», *The Stern Review*, Cambridge University Press, Reino Unido.
- Stott, P. A. y otros (2011), «Attribution of weather and climate-related extreme events», WCRP Conference, octubre.
- \_\_\_\_\_ (2010), «Detection and attribution of climate change: A regional perspective», *WIREs Climate Change* 1, págs. 192-211
- Stott, P. A., D. A. Stone, y M. R. Allen (2004), «Human contribution to the European heatwave of 2003», *Nature*, vol. 432, págs. 61-614.
- Swisscontact (2000), «Dispersión de la contaminación atmosférica causada por el tráfico vehicular» Aplicación, Programa aire puro, San Salvador.
- Tamino (2010), «Red hot» (<http://tamino.wordpress.com/2010/08/12/red-hot/>).
- Turc, L. (1954), «Le bilan d'eau des sols. Relation entre la précipitation, l'évaporation et l'écoulement», *Annales Agronomiques*, vol. 5.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, por sus siglas en inglés) (2015), *Trade and climate change policy beyond 2015*, Ginebra.
- UN (United Nations) (2015), *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>).
- United Nations News Centre (2014), *Central America drought turning into humanitarian crisis, UN warns* ([http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=49590#.Vijp4\\_mrTIU](http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=49590#.Vijp4_mrTIU)).
- Wilhite, D. y M. Buchanan-Smith (2005), «Drought as a natural hazard: Understanding the natural and social context», en Wilhite, D. (ed.), *Drought and water crises: science, technology, and management issues*, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- OMC (Organización Mundial del Comercio)/PNUMA (2009), *Trade and climate change: WTO-UNEP Report*, Ginebra.
- Vecchi, G. y T. Knutson (2008), «On estimates of historical North Atlantic tropical cyclone activity», *Journal of Climate*, vol. 21, N° 14.
- Zeng, Z., Y. Wang y C. Wu (2007), «Environmental dynamical control of tropical cyclone intensity: An observational study», *Monthly Weather Review*, vol. 135, N° 1.

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<b>ACE</b>	Iniciativa internacional de atribución de eventos relacionados con el clima, por sus siglas en inglés
<b>ACI</b>	Agricultura climáticamente inteligente
<b>AEA</b>	Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica
<b>BCIE</b>	Banco Centroamericano de Integración Económica
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>CAC</b>	Consejo Agropecuario Centroamericano
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
<b>CCAD</b>	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
<b>CCRIF</b>	Mecanismo de Seguro contra Riesgos Catastróficos
<b>CCSI</b>	Índice de Severidad del Cambio Climático, por sus siglas en inglés
<b>CDEEE</b>	Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales
<b>CEAC</b>	Consejo de Electrificación de América Central
<b>CEL</b>	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Rio Lempa de El Salvador
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CEPREDENAC</b>	Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central
<b>CGV</b>	Cadenas globales de valor
<b>CIAT</b>	Centro Internacional de Agricultura Tropical
<b>CICAPE</b>	Centro de Investigación del Café. Costa Rica
<b>CIMHAC</b>	Centro de Integración Meteorológico e Hidrológico de América Central
<b>CIMMYT</b>	Centro International de Mejoramiento de Maíz y Trigo
<b>CIRAD</b>	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>CNE</b>	Consejo Nacional de Energía de El Salvador
<b>CNUDL</b>	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
<b>COMIECO</b>	Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana
<b>COMISCA</b>	Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana
<b>COSEFIN</b>	Consejo de Ministros de Hacienda/Finanzas en Centroamérica

<b>COTEVISI</b>	Comisión Técnica de Vigilancia en Salud y Sistemas de Información
<b>CRED</b>	Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres, por sus siglas en inglés
<b>CRRH</b>	Comité Regional de Recursos Hidráulicos, del SICA
<b>CSC</b>	Corredor Seco Centroamericano
<b>CTR</b>	Comité Técnico Regional
<b>CUT</b>	Cambio de uso de tierra
<b>DANIDA</b>	Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (por sus siglas en inglés)
<b>DFID</b>	Departamento de Desarrollo Internacional del Gobierno de Inglaterra
<b>ECADERT</b>	Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural y Territorial
<b>ECAGIRH</b>	Estrategia Centroamericana de Gestión Integral de Recursos Hídricos
<b>ECC CA</b>	Iniciativa del Cambio Climático en Centroamérica
<b>EDA</b>	Enfermedades diarreicas
<b>EESCA</b>	Estrategia Energética Sustentable Centroamericana
<b>EM-DAT</b>	Base de Datos Internacional de Desastres, por sus siglas en inglés
<b>ENCC</b>	Estrategia Nacional de Cambio Climático, Costa Rica/ Honduras
<b>ENCCP</b>	Estrategia Nacional de Cambio Climático de Panamá
<b>ENDE</b>	Estrategia Nacional de Deforestación Evitada, Nicaragua
<b>ENOS</b>	El Niño Oscilación Sur
<b>ERAM</b>	Estrategia Regional Ambiental Marco
<b>ERAS</b>	Estrategia Regional Agroambiental y de Salud de Centroamérica
<b>ERCC</b>	Estrategia Regional de Cambio Climático
<b>ER-PIN</b>	Proyecto para la Reducción de Emisiones
<b>ETV</b>	Enfermedades Transmitidas por Vectores
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, por sus siglas en inglés
<b>FAR</b>	Riesgo fraccional Atribuible, por sus siglas en inglés
<b>FCAC</b>	Foro del Clima de América Central
<b>FCPF</b>	Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques
<b>FEWSNET</b>	Red de sistemas de alerta temprana para casos de hambruna, por sus siglas en inglés
<b>FIDA</b>	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
<b>FND</b>	Fondo Nórdico de Desarrollo
<b>FOCARD-APS</b>	Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento
<b>FONAFIFO</b>	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal de Costa Rica
<b>GCF</b>	Gestión Coordinada de Fronteras

<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GIZ</b>	Agencia Alemana de Cooperación
<b>GLOBIO3</b>	Modelo Global de Biodiversidad
<b>GTCCGIR</b>	Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo
<b>HURDAT</b>	Base de datos de huracanes del Atlántico Norte, por sus siglas en inglés
<b>IB</b>	Índice de Bultó
<b>IBP</b>	Índice de Biodiversidad Potencial
<b>ICGES</b>	Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de Salud
<b>IMN-MINAET</b>	Instituto Meteorológico Nacional – Ministerio de Ambiente, Energía y Mares
<b>INDINF</b>	El índice de infestación del mosquito
<b>INSMET</b>	Instituto de Meteorología de Cuba
<b>INSP</b>	Instituto Nacional de Salud Pública
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, por sus siglas en inglés
<b>IRA</b>	Infecciones respiratorias agudas
<b>JICA</b>	Agencia de Cooperación Internacional del Japón, por sus siglas en inglés
<b>LEAP</b>	«Long Range Energy Alternatives Planning System», por sus siglas en inglés
<b>MA</b>	Malaria
<b>MAG</b>	Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica/ El Salvador
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala
<b>MAGFOR</b>	Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua
<b>MARENA</b>	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales de Nicaragua
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala
<b>MbA</b>	Mitigación basada en la Adaptación
<b>MCGE</b>	Modelos de equilibrio general computable, por sus siglas en inglés
<b>MDL</b>	Mecanismo de desarrollo limpio
<b>MEI</b>	Índice Multivariado del Evento El Niño/Oscilación Sur, por sus siglas en inglés
<b>MER</b>	Mercado Eléctrico Regional
<b>MIDA</b>	Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá
<b>MINAE</b>	Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica
<b>MINFIN</b>	Ministerio de Finanzas Públicas de Guatemala
<b>MINSA</b>	Ministerio de Salud de Costa Rica
<b>MIPYME</b>	Micro, pequeña y mediana empresa
<b>MNRE</b>	Ministerio de Recursos Naturales y Energía de Belice, por sus siglas en inglés
<b>MSA</b>	Abundancia Media de Especies, por sus siglas en inglés
<b>msnm</b>	Metros sobre nivel del mar
<b>NAMA</b>	Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada, por sus siglas en inglés

<b>NCAR</b>	Centro Nacional de Investigación Atmosférica, por sus siglas en inglés
<b>NOAA</b>	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, por sus siglas en inglés
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>OIC</b>	Organización Internacional del Café
<b>OLADE</b>	Organización Latinoamericana de Energía
<b>OMC</b>	Organización Mundial del Comercio
<b>OMM</b>	Organización Meteorológica Mundial
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud
<b>PACA</b>	Política Agrícola Centroamericana
<b>PACAGIRH</b>	Plan Centroamericano para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos
<b>PACT</b>	Fideicomiso de Conservación de Áreas Protegidas de Belice, por sus siglas en inglés
<b>PCGIR</b>	Política Centroamericana de gestión integral de riesgos
<b>PEGIRH</b>	Política de Estado para la Gestión Integral de Riesgo en Honduras
<b>PERFOR</b>	Programa Estratégico Regional para el Manejo de los Ecosistemas Forestales
<b>PINEP</b>	Programa de Incentivos para Pequeños Poseedores de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal de Guatemala
<b>PINFOR</b>	Programa de Incentivos Forestales de Guatemala
<b>PMA</b>	Programa Mundial de Alimentos
<b>PNCC</b>	Política Nacional de Cambio Climático, Guatemala
<b>PNESER</b>	Programa Nacional de electrificación Sostenible y Energía Renovable de Nicaragua
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>POLSAN</b>	Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica y República Dominicana
<b>POR-FRUTAS</b>	Política Regional de Desarrollo de la Fruticultura
<b>PREP</b>	Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes. El Salvador
<b>PRESANCA</b>	Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica
<b>RAAN</b>	Región Autónoma del Atlántico Norte
<b>REDD</b>	Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación forestal
<b>SAN</b>	Seguridad Alimentaria y Nutricional
<b>SAT</b>	Superintendencia de Administración Tributaria de Guatemala
<b>SICA</b>	Sistema de Integración Centroamericana
<b>SIECA</b>	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
<b>SIEPAC</b>	Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central



<b>Sigla</b>	<b>Descripción</b>
<b>SIINSAN</b>	Sistema de Indicadores Nacionales de Seguridad Alimentaria y Nutricional
<b>SNE</b>	Secretaría Nacional de Energía de Panamá
<b>SREX</b>	Reporte especial sobre eventos extremos, por sus siglas en inglés
<b>SWH</b>	Variabilidad espacial y temporal de la altura de las olas, por sus siglas en inglés
<b>TLC</b>	Tratados de Libre Comercio
<b>TMCA</b>	Tasa media de crecimiento anual
<b>TSR</b>	Territorios significativos de riesgo
<b>UKAID</b>	Departamento del Gobierno Británico de Desarrollo Internacional, por sus siglas en inglés
<b>USAID</b>	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, por sus siglas en inglés
<b>UTSAN</b>	Unidad Técnica de Seguridad Alimentaria y Nutricional
<b>WCRP</b>	Programa Mundial de Investigación en Clima, por sus siglas en inglés
<b>ZCIT</b>	Zona de convergencia Intertropical
<b>ZVH</b>	Zonas de vida Holdridge



Esta publicación se basó en los análisis preparados entre 2008 y 2015 en el marco de la iniciativa “La economía del cambio climático en Centroamérica”, realizada con los Ministerios de Ambiente y Hacienda o Finanzas de Centroamérica, sus Consejos y Secretarías Ejecutivas correspondientes de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y el Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica y República Dominicana (COSEFIN), así como la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), instancias del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) y la Sede Subregional en México de la CEPAL, con aportes de UKAID/DFID y DANIDA. La serie agropecuaria se gestionó con los Ministerios de Agricultura del SICA, su Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), su Secretaría Ejecutiva y su Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo (GTCCGIR). La publicación sobre salud se gestionó con los Ministerios de Salud, su Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA), su Secretaría Ejecutiva y su Comisión Técnica de Vigilancia en Salud y Sistemas de Información (COTEVISI). Igualmente, se han incluido los análisis preparados por la Unidad de Cambio Climático en DDSAH CEPAL y de SIECA..

**Comisión Económica para América Latina y el Caribe  
Sede Subregional en México**

Blvd. Miguel de Cervantes Saavedra N° 193, pisos 12 y 14  
Col. Granada • Deleg. Miguel Hidalgo  
C.P. 11520 México, D.F., MÉXICO

(52 55) 4170 56.00 • [uacc-mex@cepal.org](mailto:uacc-mex@cepal.org)  
[www.cepal.org/mexico](http://www.cepal.org/mexico) • [repositorio.cepal.org](http://repositorio.cepal.org)

**Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)**

Final Bulevar Cancillería, Distrito El Espino, Ciudad Merliot  
Antiguo Cuscatlán, La Libertad, EL SALVADOR

(503) 2248 8800 • [info@sica.int](mailto:info@sica.int)  
[www.sica.int](http://www.sica.int)