



# LA ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN HONDURAS

## DOCUMENTO TÉCNICO 2017



Mi Ambiente+



# **Economía del Cambio Climático en Honduras**

**Documento Técnico 2017**

Esta publicación fue coordinada entre la Dirección de Cambio climático de Mi Ambiente+ del Gobierno de Honduras y la Sede Subregional de la CEPAL en México, como parte de la tercera fase de la iniciativa de la Economía del cambio climático en Centroamérica y la República Dominicana (ECC CARD). Fue preparada por Karina Caballero, experta, con la asistencia de Sergio Solano, Gustavo Loyola, Alejandro Espinosa y Carlos Alberto Francisco y contó con la revisión de Sergio Palacios y Ana Patricia Martínez, de MiAmbiente+. Contó con la supervisión de Hugo Eduardo Beteta, Director de la Sede Subregional de la CEPAL en México, y las contribuciones de Julie Lennox, coordinadora de la iniciativa; Carlos Mansilla, asesor técnico del proyecto; Roxana H. Valladares, asistente de gestión del proyecto; Jaime Olivares, Diana Ramírez y José Manuel Iraheta, funcionarios de la CEPAL y Andreina Pappalardo, pasante de investigación de la CEPAL, y Ramón Cota en calidad de editor. La diagramación del documento, así como la elaboración de su portada, estuvieron a cargo del personal de la Unidad de Servicios Editoriales y de Conferencias (USEC) de la CEPAL en México.

Este documento se basó en los análisis preparados entre 2008 y 2015, en el marco de la iniciativa de la ECC CARD, coordinada desde 2008 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 de la CEPAL en México, con aportes del UKAID-DFID y DANIDA. La fase III de la iniciativa ECC CARD también contó con la participación de instituciones nacionales y de la integración regional en los sectores de salud, agricultura y energía, con financiamiento de la CEPAL y del proyecto RG-X1107 del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Fondo Nórdico de Desarrollo (NDF, por sus siglas en inglés). De parte del BID colaboraron Omar Samayoa, Especialista de la División de Cambio Climático y María Fernanda Alva, Oficial Administrativa. 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, el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA), su Secretaría Ejecutiva y su Comisión Técnica de Vigilancia en Salud y Sistemas de Información (COTEVISI).

Referencia sugerida:

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), NDF (Fondo Nórdico de Desarrollo (por sus siglas en inglés)), BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y MiAmbiente+ (Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas de Honduras) (2017), *La Economía del Cambio Climático en Honduras – Documento Técnico 2017*, LC/MEX/TS.2017/26, Ciudad de México.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la CEPAL y de las instituciones socias del documento.

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 formato de números de signo en decimales y en miles corresponde a la edición de CEPAL: comas para decimales y puntos en texto y espacio en cuadros y gráficos para miles.

El término *dólares* se refiere a la moneda de Estados Unidos de América.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN 1680-8800

LC/MEX/TS.2017/26

Distribución Limitada

Copyright © Naciones Unidas, octubre de 2017 • Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Ciudad de México • 2017-058

---

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Publicaciones y Servicios Web, [publicaciones@cepal.org](mailto:publicaciones@cepal.org). Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL y a MiAmbiente+, del Gobierno de Honduras, de tal reproducción.

Fotografía de portada y agradecimiento: MiAmbiente+



# LA ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN HONDURAS

## DOCUMENTO TÉCNICO 2017



Mi Ambiente+



# ÍNDICE

Mensaje del Presidente de la República .....	13
Prólogo.....	14
Mensajes clave .....	15
Resumen .....	31
Introducción .....	33
1. Escenarios de referencia .....	35
A. Escenarios macroeconómicos .....	35
B. Escenarios demográficos .....	38
C. Escenarios del PIB por habitante.....	41
D. Escenarios de cambio de uso de tierra (CUT) .....	42
E. Escenarios de consumo de energía.....	46
2. Escenarios climáticos .....	52
A. Temperatura .....	55
B. Precipitación .....	68
C. Variabilidad climática y eventos extremos.....	81
D. Aridez y meses secos .....	86
3. Impactos potenciales en recursos hídricos e hidroelectricidad .....	97
A. Recursos hídricos .....	97
B. Hidroelectricidad.....	108
4. Impactos potenciales en agricultura: granos básicos y café, seguridad alimentaria y aseguramiento.....	115
A. Panorama del sector agrícola.....	115
B. Maíz .....	118
C. Frijol .....	123
D. Arroz .....	128
E. Café .....	136
F. Seguridad alimentaria y nutricional .....	146
G. Aseguramiento del sector agropecuario .....	151

5. Impactos potenciales en ecosistemas .....	156
A. Índice potencial de biodiversidad.....	156
B. Zonas de vida de Holdridge.....	164
6. Impactos potenciales en enfermedades sensibles al clima .....	177
A. Enfermedades diarreicas agudas .....	182
B. Dengue .....	182
C. Malaria .....	183
D. Enfermedad de chagas.....	184
E. Leishmaniasis .....	185
F. Zika .....	186
G. Chikungunya .....	187
7. Escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero .....	189
A. Inventarios de emisiones de Honduras.....	189
B. Escenarios prospectivos de acervos de carbono a 2100.....	195
C. Escenarios prospectivos de emisiones de GEI a 2100.....	195
8. Escenario de costos económicos .....	204
Conclusiones .....	208
Abreviaciones y acrónimos .....	213
Bibliografía .....	216

## CUADROS

Cuadro 1	Honduras: tasas de variación del PIB, 1950-2009 .....	36
Cuadro 2	Honduras: escenarios de la tasa de variación del PIB, 2008-2100 .....	38
Cuadro 3	Honduras: tasas de crecimiento de la población, 1960-2009.....	38
Cuadro 4	Honduras: escenario demográfico, 2005-2100 .....	41
Cuadro 5	Honduras: PIB por habitante con escenario macroeconómico base 2005-2100.....	42
Cuadro 6	Honduras: evolución del cambio de uso de tierra, 2005-2100 .....	44
Cuadro 7	Honduras: tasas de crecimiento de la demanda de energía, escenario base, 2010-2100.....	49
Cuadro 8	Honduras: demanda total de energía, hidrocarburos y electricidad, 2010-2100 .....	49
Cuadro 9	Honduras: demanda de energía eléctrica por sector, escenario base en 2100.....	51
Cuadro 10	Honduras: temperatura media anual, promedio por décadas, 1960-2000.....	55
Cuadro 11	Honduras: temperatura media mensual histórica y escenario B2, con cortes a 2020, 2030, 2050 Y 2100 .....	60
Cuadro 12	Honduras: temperatura media mensual histórica y escenario A2, con cortes a 2020, 2030, 2050 Y 2100 .....	60
Cuadro 13	Honduras: temperatura media anual por departamentos, histórica y escenarios B2 y A2 a 2100 .....	66

Cuadro 14	Honduras: precipitación acumulada anual, promedio por décadas, 1960-2000 .....	69
Cuadro 15	Honduras: precipitación mensual histórica y escenario B2 con cortes a 2020, 2030, 2050 y 2100 .....	72
Cuadro 16	Honduras: precipitación mensual histórica y escenario A2, con cortes a 2020, 2030, 2050 y 2100 .....	73
Cuadro 17	Honduras: precipitación media anual por departamentos, histórica y escenarios B2 y A2 a 2100.....	79
Cuadro 18	Honduras: monitor de vulnerabilidad climática, nivel de vulnerabilidad, 2010 y 2030.....	83
Cuadro 19	Honduras: índice de aridez por departamento promedio 1950-2000, escenarios B2 y A2 a 2100.....	88
Cuadro 20	Honduras: disponibilidad, extracción, intensidad de uso de agua y uso de agua por sector, 2005 .....	98
Cuadro 21	Honduras: coberturas y tarifas del servicio de agua municipal, 2008 .....	98
Cuadro 22	Honduras: indicadores agropecuarios y de riego.....	99
Cuadro 23	Honduras: evolución de la disponibilidad total de agua renovable por escenarios base, B2 y A2, 2000 a 2100 .....	100
Cuadro 24	Honduras: reducción de la disponibilidad de agua por habitante escenarios base, B2 y A2, 2005 y 2100 .....	101
Cuadro 25	Honduras: evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial.....	103
Cuadro 26	Honduras: evolución del índice de intensidad de uso del agua con escenarios base, B2 y A2, 2000 a 2100 .....	104
Cuadro 27	Honduras: tarifas empleadas en el estudio.....	105
Cuadro 28	Honduras: estimación inicial del costo acumulado del impacto de cambio climático en los recursos hidrícos, escenarios B2 y A2, 2100.....	106
Cuadro 29	Honduras: valores climáticos y aportaciones en el aprovechamiento analizado en función del cambio climático.....	109
Cuadro 30	Honduras: incertidumbre derivada de la utilización de diferentes modelos de cambio climático con respecto a las variables asociadas al aprovechamiento «El Cajón» .....	110
Cuadro 31	Honduras: potencia firme y producción hidroeléctrica anual de la central hidroeléctrica «El Cajón», 1990 y escenarios de cambio climático 2010-2090 .....	110
Cuadro 32	Honduras: caudales que superan el 5% de los días (avenida) y caudales inferiores a los circulantes el 95% de los días (sequías) en las proyecciones temporales .....	111
Cuadro 33	Honduras: efectos derivados de reforestar parte de la cuenca del aprovechamiento «El Cajón» .....	111
Cuadro 34	Honduras: efectos derivados de incorporar una nueva turbina (de 4 a 5) en el aprovechamiento «El Cajón» .....	111
Cuadro 35	Honduras: resultados del estudio de caso del aprovechamiento «El Cajón» con y sin medidas de adaptación .....	112
Cuadro 36	Honduras: producción de maíz por región, promedio anual, 2001-2009 .....	119

Cuadro 37	Honduras: rendimiento de maíz por region, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 y A2 con cortes a 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100.....	120
Cuadro 38	Honduras: producción de frijol por región, promedio anual, 2001-2009.....	125
Cuadro 39	Honduras: rendimiento de frijol por regiones, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 y A2, con cortes a 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100.....	126
Cuadro 40	Honduras: producción de arroz por región, promedio anual 2001-2009.....	130
Cuadro 41	Honduras: rendimiento de arroz por región, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 y A2, con cortes a 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100.....	130
Cuadro 42	Honduras: producción de café por departamento, promedio anual, 2001-2009.....	141
Cuadro 43	Honduras: rendimiento de café por departamento, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 y A2 con cortes a 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100 .....	142
Cuadro 44	Honduras: evolución de los rendimientos de granos básicos y café en escenarios B2 y A2, promedio 2001-2009 y cortes a 2100 .....	146
Cuadro 45	Honduras: prevalencia de la subnutrición, 1990-2016.....	147
Cuadro 46	Honduras: proporción promedio que aportan los granos básicos al suministro de energía, proteína y grasas, 1999-2001 y 2009-2011 .....	148
Cuadro 47	Honduras: número de desastres naturales ocurridos, muertes ocasionadas, afectados totales y daños totales, 1915-2014.....	153
Cuadro 48	Honduras: evolución del índice de biodiversidad potencial, escenarios base, B2 y A2, 2005 a 2100.....	158
Cuadro 49	Honduras: evolución del índice de biodiversidad potencial, escenario base, B2 y A2, por departamento, 2100 .....	159
Cuadro 50	Honduras: estimación de valores directos registrados de los servicios de la biodiversidad .....	163
Cuadro 51	Honduras: estimación inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático (escenarios B2 y A2) en la biodiversidad a 2100, costos directos e indirectos .....	164
Cuadro 52	Honduras: superficie de zonas de vida de Holdridge.....	166
Cuadro 53	Honduras: superficie de zonas de vida de Holdridge, base 2005 y con cambio de uso de tierra y escenarios a 2100 .....	167
Cuadro 54	Bosques tropicales: valor promedio de los servicios ecosistémicos de las zonas de vida.....	172
Cuadro 55	Bosques tropicales: valor promedio de cuatro tipos de servicios ecosistémicos y su total de las zonas de vida.....	173
Cuadro 56	Honduras: estimación inicial del valor de las zonas de vida de Holdrigde, 2005.....	173
Cuadro 57	Honduras: estimación inicial de las diferencias en valor de los servicios ecosistémicos por zonas de vida respecto a 2005 en escenarios B2 y A2 a 2100 .....	174
Cuadro 58	Centroamérica y Honduras: tipo de documento.....	179
Cuadro 59	Centroamérica y Honduras: artículos y documentos por enfermedad.....	179
Cuadro 60	Honduras: eventos hidrometeorológicos con mayor impacto, 1998-2011 .....	179

Cuadro 61	Centroamérica: indicadores de los principales agentes etiológicos de leishmaniasis .....	186
Cuadro 62	Honduras: emisiones netas de gei reportadas en inventarios nacionales .....	189
Cuadro 63	Honduras: emisiones de gei reportadas en inventarios nacionales, 2000 .....	190
Cuadro 64	Honduras: emisiones de GEI, 2000 .....	192
Cuadro 65	Honduras: supuestos del escenario base, 2008 a 2100.....	196
Cuadro 66	Honduras: proyección de las tasas de crecimiento anual de las emisiones de CO <sub>2</sub> e (sin cambio de uso de tierra) a 2100 .....	197
Cuadro 67	Honduras: escenario tendencial de emisiones de CO <sub>2</sub> e (sin cambio de uso de tierra) a 2100 .....	197
Cuadro 68	Honduras: escenario tendencial de CO <sub>2</sub> e por habitante (sin cambio de uso de tierra) a 2100 .....	197
Cuadro 69	Honduras: tasa de crecimiento anual de la intensidad carbónica (CO <sub>2</sub> e /energía) entre 2006 y 2100, requerida para mantener constantes las emisiones de GEI al nivel de 2000 .....	197
Cuadro 70	Honduras: estimación inicial del costo acumulado entre 2006 y 2100 de mantener constantes las emisiones de GEI al nivel de 2000.....	198
Cuadro 71	Honduras: proyectos mecanismo de desarrollo limpio .....	199
Cuadro 72	Honduras: estimación inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático en los recursos hídricos, escenarios B2 y A2 a 2100 .....	205
Cuadro 73	Honduras: estimación inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático en la biodiversidad, escenarios B2 y A2 a 2100, con costos directos e indirectos.....	205
Cuadro 74	Honduras: estimación inicial del costo acumulado ante aumentos del 5% y el 10% en la intensidad de las tormentas y los huracanes a 2100 .....	206
Cuadro 75	Honduras: estimación inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático, escenarios B2 y A2 en cuatro ámbitos a 2100 .....	206
Cuadro 76	Honduras: estimación inicial del costo acumulado del cambio climático en cuatro ámbitos, sin medidas de respuesta a diversos años .....	206

## GRÁFICOS

Gráfico 1	Honduras: trayectorias y tasas de variación del PIB, 1970-2009 .....	35
Gráfico 2	Honduras: producto interno bruto, 1970-2100 .....	37
Gráfico 3	Honduras: escenarios de crecimiento del PIB con valores observados (1970-2007) y pronóstico (2008-2100) .....	37
Gráfico 4	Honduras: relación de dependencia demográfica, 1950-2015.....	39
Gráfico 5	Honduras: relación de dependencia demográfica, niños y adultos mayores, 1950-2015.....	40
Gráfico 6	Honduras: población total, 1950-2100.....	40
Gráfico 7	Honduras: PIB por habitante, 1970-2009 .....	41
Gráfico 8	Honduras: evolución del PIB por habitante con escenario macroeconómico base, 2010-2100 .....	42
Gráfico 9	Honduras: evolución del cambio de uso de tierra, 2005-2100.....	44

Gráfico 10	Honduras: disminución de acervos de carbono bajo escenario tendencial, 2006-2100.....	46
Gráfico 11	Honduras: consumo final de energía primaria, 2015.....	47
Gráfico 12	Honduras: oferta y demanda total de energía, 1970-2015.....	47
Gráfico 13	Honduras: evolución del consumo final de hidrocarburos, 1970-2015.....	48
Gráfico 14	Honduras: consumo final de hidrocarburos por sectores, 2011 .....	48
Gráfico 15	Honduras: evolución de demanda de hidrocarburos con escenario base, estimación 2008-2100 .....	50
Gráfico 16	Honduras: evolución de demanda de electricidad .....	50
Gráfico 17	Honduras: generación de energía eléctrica por tipo de tecnología, escenario base en 2100.....	51
Gráfico 18	Honduras: temperatura media anual histórica, 1960-2000 .....	56
Gráfico 19	Honduras: temperatura media anual histórica y escenarios B2 y A2 (tres modelos), 1960-2100.....	57
Gráfico 20	Honduras: temperatura media anual, modelos HADGEM, GDFL y ECHAM (escenarios B2 y A2), 2001-2100.....	58
Gráfico 21	Honduras: temperatura media anual, escenarios B2 y A2, promedio 1960-2100.....	59
Gráfico 22	Honduras: temperatura media mensual histórica y escenarios B2 y A2, con cortes a 2020, 2030, 2050 y 2100.....	61
Gráfico 23	Honduras: temperatura media mensual por departamento, promedio 1950-2000	62
Gráfico 24	Honduras: temperatura media mensual por región geoclimática y por departamento, promedio 1950-2000 .....	63
Gráfico 25	Honduras: temperatura media mensual por departamento, escenarios B2 y A2 a 2100 .....	64
Gráfico 26	Honduras: temperatura media mensual por region geoclimática y por departamento, escenarios B2 y A2, a 2100 .....	65
Gráfico 27	Honduras: precipitación acumulada anual histórica, 1960-2000 .....	69
Gráfico 28	Honduras: precipitación acumulada anual, histórica y escenarios B2 y A2 (tres modelos), 1960-2100 .....	70
Gráfico 29	Honduras: precipitación acumulada anual, modelos Hadgem, GDFL y ECHAM (escenarios B2 y A2), 2001-2100 .....	71
Gráfico 30	Honduras: precipitación acumulada anual, escenarios B2 y A2, promedio, 1960-2100.....	72
Gráfico 31	Honduras: precipitación mensual histórica y escenario B2 y A2 con cortes a 2020, 2030, 2050 Y 2100 .....	74
Gráfico 32	Honduras: precipitación mensual por departamento, promedio 1950-2000.....	75
Gráfico 33	Honduras: precipitación mensual por región geoclimática y por departamento, promedio 1950-2000.....	76
Gráfico 34	Honduras: precipitación mensual por departamento, escenarios B2 y A2, a 2100.....	77
Gráfico 35	Honduras: precipitación mensual por region geoclimática y por departamento, escenarios B2 y A2, a 2100.....	78

Gráfico 36	Honduras: evolución temporal de los eventos extremos registrados, 1931-2015.....	84
Gráfico 37	Oceano Atlántico: tormentas según duración (moderada y corta), 1878-2006.....	85
Gráfico 38	Honduras: índice de aridez por region geoclimática, promedio 1950-2000, escenarios B2 y A2, 2050 y 2100 .....	91
Gráfico 39	Honduras: departamentos con mes seco por región geoclimática, promedio 1950-2000 y escenario A2, a 2100.....	92
Gráfico 40	Honduras: departamentos con mes seco por región geoclimática, promedio 1950-2000 .....	93
Gráfico 41	Honduras: departamentos con mes seco por regiones geoclimáticas, escenarios B2 y A2, a 2100 .....	93
Gráfico 42	Honduras: evolución de la disponibilidad total de agua renovable, escenarios base, B2 y A2, 2000-2100 .....	100
Gráfico 43	Honduras: disponibilidad de agua por habitante mínima y final, escenarios base, B2 y A2, 2005 y 2100 .....	101
Gráfico 44	Honduras: evolución de la demanda de agua total, municipal, agrícola e industrial con escenarios base, B2 y A2, 2000-2100.....	102
Gráfico 45	Honduras: evolución del índice de intensidad de uso del agua con escenarios base B2 y A2, 2000-2100 .....	104
Gráfico 46	Honduras: producto interno bruto total y agropecuario a precios constantes de mercado, 1980-2015.....	116
Gráfico 47	Honduras: superficie de cultivos de consumo interno, tradicionales de exportación y no tradicionales, 1980-2010.....	116
Gráfico 48	Honduras: superficie y producción de maíz, 1980-2014 .....	118
Gráfico 49	Honduras: rendimientos y producción de maíz, 1980-2014 .....	119
Gráfico 50	Honduras: evolución del rendimiento de maíz por region, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 y A2 con cortes a 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100 .....	121
Gráfico 51	Honduras: superficie y producción de frijol, 1980-2014 .....	124
Gráfico 52	Honduras: rendimientos y producción de frijol, 1980-2014 .....	124
Gráfico 53	Honduras: evolución del rendimiento de frijol por region, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 y A2 con cortes a 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100 .....	126
Gráfico 54	Honduras: superficie y producción de arroz, 1980-2014 .....	129
Gráfico 55	Honduras: rendimientos y producción de arroz, 1980-2014 .....	129
Gráfico 56	Honduras: evolución del rendimiento de arroz por region, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 y A2 con cortes a 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100 .....	131
Gráfico 57	Honduras: participación de la producción de café en el PIB total, agropecuario y agrícola, 1980-2013 .....	137
Gráfico 58	Honduras: exportaciones de café, 1980-2015 .....	138
Gráfico 59	Honduras: destino de las exportaciones de café, promedio 2012 .....	138
Gráfico 60	Honduras: superficie y producción de café oro, 1980-2013 .....	140
Gráfico 61	Honduras: rendimientos y producción de café, 1980-2013.....	140

Gráfico 62	Honduras: evolución del rendimiento de café por departamento, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 y A2 con cortes a 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100 .....	143
Gráfico 63	Honduras: producción neta, importaciones, exportaciones y consumo aparente de granos básicos, 1980 Y 2014 .....	147
Gráfico 64	Honduras: evolución del índice de biodiversidad potencial, escenarios base, B2 y A2, 2005 a 2100.....	158
Gráfico 65	Honduras: proporción de la superficie por zona de vida de Holdridge, escenario base de CUT con cortes a 2100.....	167
Gráfico 66	Honduras: superficie de zonas de vida de Holdridge, escenarios base de CUT, B2 y CUT, y A2 y CUT 2005 a 2100.....	168
Gráfico 67	Honduras: superficie de zona de vida de Holdridge, 2005 y CUT con escenarios B2 y A2, 2050 y 2100 .....	169
Gráfico 68	Honduras: superficie de zonas de vida de Holdridge, escenarios base de CUT, B2 y CUT, y A2 y CUT, con cortes a 2100 .....	170
Gráfico 69	Honduras: Estimación inicial del valor de zonas de vida de Holdrigde, 2005 y escenarios con cortes a 2100 .....	174
Gráfico 70	Honduras: emisiones de GEI por sector sin emisiones de cambio de uso de tierra, 2000 .....	190
Gráfico 71	Honduras: emisiones brutas de GEI con cambio de uso de tierra, 2000 .....	191
Gráfico 72	Honduras: emisiones netas de GEI .....	191
Gráfico 73	Honduras: emisiones de GEI por sector, brutas y netas, 2000.....	192
Gráfico 74	Honduras: disminución en acervos de carbono bajo escenario tendencial, B2 y A2, 2006-2100 .....	195

## FIGURAS

Figura 1	La nueva llamada de los ODS frente al cambio climático .....	16
Figura 2	Adaptación incluyente y sostenible .....	27
Figura 3	Adaptación incluyente y sostenible y ODS .....	28
Figura 4	Esquema metodológico de modelaje de uso de tierra mediante el modelo CLUE-S.....	43
Figura 5	Fuentes de información y periodos de las climatologías .....	52
Figura 6	Modelos y escenarios de los pronósticos a 2100.....	53
Figura 7	Escenario de emisiones de GEI y proyección de las temperaturas en superficie.....	54
Figura 8	Zonas de vida de Holdridge.....	165
Figura 9	Vías por las que el cambio climático afecta la salud humana.....	178
Figura 10	Estrategias de investigación de artículos indexados .....	178
Figura 11	Escenarios de mitigación con base al modelo IPAT.....	196

## MAPAS

Mapa 1	Honduras: escenarios de cambio de uso de la tierra 2005 (base) y 2100 (tendencial).....	45
Mapa 2	Honduras: clasificación por region geoclimática .....	55
Mapa 3	Honduras: temperatura mensual media anual por departamento, promedio 1950-2000, escenario B2 a 2100.....	67
Mapa 4	Honduras: temperatura mensual media anual por departamentos, promedio 1950-2000, escenario A2 a 2100.....	68
Mapa 5	Honduras: precipitación media anual, por departamento, promedio 1950-2000, escenario B2 a 2100.....	80
Mapa 6	Honduras: precipitación media anual por departamentos, promedio 1950-2000, escenario A2 a 2100.....	81
Mapa 7	Centroamérica: ubicación espacial de riesgos de los huracanes, 1977-2006.....	85
Mapa 8	Centroamérica: ubicación espacial de riesgos por deslizamientos.....	86
Mapa 9	Centroamérica: ubicación espacial de sequías, 1974-2004 .....	87
Mapa 10	Honduras: índice de aridez por departamento, promedio 1950-2000, escenarios B2 y A2 con cortes, a 2100 .....	89
Mapa 11	Centroamérica: red hídrica.....	97
Mapa 12	Honduras: localización y descripción geográfica de la cuenca de aprovechamiento «EL CAJÓN».....	109
Mapa 13	Honduras: producción de maíz por region, promedio anual 2001-2009 .....	120
Mapa 14	Honduras: rendimiento de maíz por region, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 a 2100 .....	122
Mapa 15	Honduras: rendimiento de maíz por region, promedio anual 2001-2009, escenario A2, a 2100 .....	123
Mapa 16	Honduras: producción de frijol por region, promedio anual 2001-2009 .....	125
Mapa 17	Honduras: rendimiento de frijol por region, promedio anual 2001-2009, escenario B2 a 2100 .....	127
Mapa 18	Honduras: rendimiento de frijol por region, promedio anual 2001-2009, escenario A2 a 2100 .....	128
Mapa 19	Honduras: producción de arroz por región, promedio anual 2001-2009 .....	130
Mapa 20	Honduras: rendimiento de arroz por región, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 a 2100 .....	132
Mapa 21	Honduras: rendimiento de arroz por región, promedio anual 2001-2009, escenarios A2 a 2100.....	133
Mapa 22	Honduras: producción de café por departamento, promedio anual 2001-2009.....	141
Mapa 23	Honduras: rendimiento de café por departamento, promedio anual 2001-2009, escenarios B2 a 2100 .....	144
Mapa 24	Honduras: rendimiento de café por departamento, promedio anual 2001-2009, escenarios A2 a 2100 .....	145
Mapa 25	Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Haití: áreas de principal preocupación en materia de inseguridad alimentaria aguda.....	149

Mapa 26	Honduras: situación de alertas .....	152
Mapa 27	Honduras: radar meteorológico central-intensidad de lluvia .....	152
Mapa 28	Honduras: índice de biodiversidad potencial, 2005.....	157
Mapa 29	Honduras: evolución del índice de biodiversidad potencial, 2005 y escenario base con cortes a 2100 .....	160
Mapa 30	Honduras: evolución del índice de biodiversidad potencial, 2005 y escenario B2 con cortes a 2100 .....	161
Mapa 31	Honduras: evolución del índice de biodiversidad potencial, 2005 y escenario A2 con cortes a 2100.....	162
Mapa 32	Centroamérica: zonas de vida de Holdridge, 2005 .....	165
Mapa 33	Centroamérica: zonas de vida de Holdridge con cambio de uso de tierra y escenario A2, con cortes a 2100.....	171
Mapa 34	America latina y el Caribe: brotes activos de dengue, 2009.....	183
Mapa 35	América Latina y el Caribe: distribución de la malaria, 2008.....	184
Mapa 36	Centroamérica: distribución endémica de los principales vectores de Chagas, 2004.....	185

## RECUADROS

Recuadro 1	Recomendaciones para enfrentar el cambio climático.....	94
Recuadro 2	Recomendaciones para la adaptación en el uso incluyente y sostenible de los recursos hídricos .....	106
Recuadro 3	Recomendaciones para la adaptación de generación hidroeléctrica .....	113
Recuadro 4	Políticas nacionales agropecuarias de Honduras .....	117
Recuadro 5	Recomendaciones para la agricultura y los granos básicos frente al cambio climático .....	134
Recuadro 6	Política nacional de café .....	139
Recuadro 7	Recomendaciones para la producción de café frente al cambio climático.....	149
Recuadro 8	Microseguros, estrategias de prevención de riesgos en el sector agropecuario.....	154
Recuadro 9	Recomendaciones para la adaptación de ecosistemas boscosos al cambio climático .....	175
Recuadro 10	Salud y cambio climático en los países de Centroamérica y la República Dominicana: respondiendo al riesgo climático en la salud humana .....	180
Recuadro 11	Taller estudio de caso en Tegucigalpa, Honduras. Infecciones respiratorias agudas causadas por influenza y virus sincitial respiratorio humano .....	181
Recuadro 12	Recomendaciones para el análisis de enfermedades sensibles al clima.....	187
Recuadro 13	Contribución prevista y determinada a nivel nacional (INDC) .....	193
Recuadro 14	Recomendaciones para garantizar la seguridad y sostenibilidad de la matriz energética y mejorar la eficiencia energética.....	202

## MENSAJE DEL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

**E**l cambio climático es un problema que amenaza hoy en día a todos los hondureños y las hondureñas, impactando en sus medios de vidas como: viviendas, cultivos, infraestructura, ocasionando de esta manera severos daños a la economía nacional, teniendo como efecto la falta de seguridad alimentaria, generación de pobreza y migración de compatriotas en la búsqueda de la seguridad de sus familias.

En Honduras este fenómeno se está abordando con un enfoque centrado en el ser humano, desde un proceso de planificación basado en la mejora de la calidad de vida y generación de empleo de la población hondureña, salvaguardando los elementos más importantes de nuestros recursos naturales como: agua, bosque y suelo, asimismo cumpliendo con los compromisos generados en las tres convenciones de Rio (Biodiversidad, Desertificación y Sequia y Cambio Climático) además de el cumplimiento de la Agenda 2030 a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Sabemos que los impactos del cambio climático no afectan a un grupo en particular; sin embargo, nuestro país es altamente vulnerable, lo cual queda comprobado con los diferentes fenómenos climáticos que se han convertido en desastres, ocasionando grandes pérdidas económicas y lo que es más lamentable, pérdida de vidas humanas, lo cual no tiene precio. Cada año enfrentamos grandes retos ante la situación entre sequías e inundaciones, además de otras crisis; por ello, en este gobierno estamos cumpliendo los compromisos asumidos, haciendo inversiones para la adaptación y restaurando ecosistemas para la mitigación del cambio climático, aunque las cuentas no estén claras, ni los compromisos estén bien definidos, vamos avanzando porque ya no hay plan B para salvar el planeta, por nuestros hijos y los hijos de nuestros hijos, tenemos que actuar ya, este es el momento.

Juan Orlando Hernández Alvarado  
Presidente de la República de Honduras

## PRÓLOGO

**A**partir de 2008, la CEPAL ha colaborado con el Gobierno de Honduras en la iniciativa «La Economía del Cambio Climático en Centroamérica» (ECC CA) con el propósito de evidenciar los impactos de la variabilidad y el cambio climático 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, y en los últimos años se han sumado los ministerios de agricultura y salud. Esta colaboración se realiza a nivel de país, en función de sus propias prioridades, y a nivel de los Consejos Ministeriales del SICA.

Los análisis multisectoriales realizados con la colaboración de equipos técnicos de funcionarios y expertos de la región han resaltado la alta vulnerabilidad al cambio climático de la región centroamericana y de Honduras en particular. Las discusiones realizadas entre socios sobre las respuestas de políticas públicas generaron propuestas para priorizar la adaptación al cambio climático, explícitamente favoreciendo cobeneficios para la sostenibilidad y la inclusión social, y coordinar con programas de reducción de la vulnerabilidad y la pobreza. Y en este marco de prioridades, transitar a economías ambientalmente sostenibles y bajas en emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). El cambio climático requiere prestar mayor atención a bienes y servicios públicos e intergeneracionales, como el clima, recursos hídricos, ecosistemas, la seguridad alimentaria y nutricional, seguridad energética, y el transporte público. Por el efecto multisectorial de este fenómeno y la necesidad de una mayor articulación entre instituciones en la respuesta, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 nos proporcionan un marco valioso de trabajo.

Durante estos años hemos sido testigos y partícipes en el desarrollo de instrumentos de política pública tanto regionales como nacionales para afrontar los efectos del 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. Valoramos los esfuerzos del Gobierno de Honduras, especialmente su perspectiva de ponerle un «rostro humano» a la respuesta a esta amenaza y sus acciones realizadas para mejorar la calidad de vida de la población que vive en pobreza con medidas prácticas, como la promoción de estufas mejoradas, que traen co-beneficios en salud humana y en reducción de la quema de leña y por ende en la disminución en la tala de recursos forestales. Además, Honduras ha presentado su propuesta de contribución al esfuerzo internacional (INDC) y ha ratificado su participación en el Acuerdo de París.

Ahora, el reto a escala nacional, para todos los países, es la implementación de respuestas, articulando acciones entre sectores e involucrando todos los actores de la sociedad. Y el reto, a escala global, es cerrar las brechas significativas de reducción de emisiones, y lograr el apoyo internacional necesario para la implementación de respuestas enfocadas en la adaptación sostenible e incluyente en los países en vías de desarrollo y las poblaciones que viven en la pobreza. La escasa ventana de oportunidad que tenemos, tanto a escala nacional como a escala 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

**H**onduras es uno de los países más expuestos a los efectos del cambio climático. Ubicado en el istmo centroamericano, con costas en el Océano Pacífico y el Mar Caribe en la cuenca del Atlántico, esta nación es recurrentemente afectada por sequías, tormentas y fenómenos como El Niño-Oscilación Sur (ENOS). El cambio climático está agudizando las vulnerabilidades socioeconómicas de su población e incidirá cada vez más en sus condiciones económicas, pues los factores dependientes del clima son decisivos para actividades productivas importantes del país como la agricultura y la generación hidroeléctrica.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) define la vulnerabilidad como «el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación» (IPCC, 2004). La combinación de factores de vulnerabilidad con los de exposición es un reto adicional para los esfuerzos de desarrollo.

Son varios los índices que evalúan a Honduras como muy vulnerable ante los efectos del cambio climático. El índice de riesgo climático global de la organización *German Watch* señala que Honduras fue el país más afectado en el período 1995-2014. Este índice considera eventos como tormentas, inundaciones, temperaturas extremas, olas de calor y frío (Sönke y otros, 2015). El índice del Monitor de Vulnerabilidad Climática de DARA (2012) ubicó a Honduras en un nivel de vulnerabilidad «severo» en 2010 y lo proyecta como «agudo» para 2030, es decir, el mayor grado de vulnerabilidad considerado por este índice. El índice global de adaptación de la Universidad de Notre Dame, que mide la vulnerabilidad y la preparación de los países frente al cambio climático, clasificó a Honduras en 2014 con una vulnerabilidad alta y una preparación baja, ubicándolo en el lugar N° 127 de 180 países (ND-GAIN, 2016).

El Quinto Reporte del IPCC informa sobre un amplio rango de efectos climáticos en Centroamérica, incluyendo aumento de temperatura y nivel del mar, blanqueamiento de corales, eventos extremos, retraso y mayor irregularidad e intensidad de la temporada de lluvias. Igualmente, el reporte consideró escenarios de condiciones hidrológicas, producción de alimentos, seguridad alimentaria, hidroelectricidad y salud (Magrin y otros, 2014).

Hay una tendencia a pensar que el cambio climático afectará a los países en un futuro lejano. La presión de los rezagos sociales y económicos y las restricciones presupuestarias de Honduras podrían ser esgrimidas como argumentos para posponer las medidas necesarias. Pero los crecientes impactos de eventos extremos, como la depresión tropical 12E en 2011 que afectó al sur del país, y las intensas sequías de 2010 y 2014-2015, han evidenciado la necesidad de romper el círculo vicioso de reproducción de las vulnerabilidades y el efecto acumulativo de pérdidas y daños. Urge tomar mayores medidas para que la reconstrucción post desastres y la inversión pública se realicen de forma diferente con incentivos y requerimientos para la reducción de vulnerabilidades y la adaptación.

El avance del consenso internacional sobre la necesidad de transitar a modelos de desarrollo sostenible crea grandes oportunidades para enfrentar el cambio climático. Los esfuerzos de la comunidad internacional durante varias décadas, cuyos hitos son la Cumbre de la Tierra de 1992 y la Conferencia sobre el Desarrollo Sostenible Rio+20 de 2012, han cristalizado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuyo propósito es orientar las acciones de desarrollo de los países en los próximos 15 años. Dos de estos objetivos son acabar con la pobreza en todos lados y en todas sus formas, así como adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático, fortaleciendo la resiliencia y la capacidad de adaptación. Ambos objetivos son interdependientes y la agenda de los ODS es hasta ahora el mayor esfuerzo de la comunidad internacional para explicitar las estrechas relaciones de la reducción de la pobreza y la desigualdad con el desarrollo sostenible y la respuesta al cambio climático (CEPAL, 2016).

**FIGURA I**  
**LA NUEVA LLAMADA DE LOS ODS FREnte AL CAMBIO CLIMÁTICO**



Fuente: Naciones Unidas.

Nota: Véase <[www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/)>

El Acuerdo de París de COP21 generó un marco en que todos los países pueden realizar contribuciones reconociendo el principio de responsabilidades compartidas, pero diferenciadas y capacidades respectivas a la luz de las diferentes circunstancias nacionales. El acuerdo reconoce la necesidad de hacer reducciones profundas en emisiones de GEI para mantener el alza de temperatura debajo de 2 °C, e insta a esfuerzos para limitar el aumento a 1,5 °C. No obstante, según estimaciones del Secretariado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), la sumatoria de las contribuciones nacionales propuestas está muy por debajo de lo requerido aún para la meta de 2 °C. La trayectoria estimada de esta sumatoria (abril de 2016) no logra revertir la tendencia de aumento de las emisiones de GEI; las emisiones globales alcanzarán aproximadamente 55 GT CO<sub>2</sub>e en 2030, cuando se necesita reducirse a 40 GT CO<sub>2</sub>e. Adicionalmente, parte de las Contribuciones Nacionales Determinadas (INDC, por sus siglas en inglés) son condicionales. Por lo tanto, será indispensable aumentar significativamente la ambición para lograr las reducciones requeridas. Al

mismo tiempo el acuerdo llama a aumentar capacidad de adaptación y evitar, minimizar y responder a pérdidas y daños (PYD) asociados al cambio climático, aunque no dé la base para compensación o responsabilidad legal. Finalmente, el acuerdo plantea que se debe lograr flujos financieros consistentes con estas metas y que se exhiba el liderazgo de los países desarrollados.

Se requiere un «gran impulso ambiental» para la igualdad y la sostenibilidad, impulso apoyado en políticas públicas coordinadas que desvinculen el desarrollo económico de externalidades ambientales y mejoren la calidad de vida de la población con bienes y servicios públicos de calidad y mayor cobertura, planteamiento que los países miembros de CEPAL aprobaron en su trigésimo sexto período de sesiones (CEPAL, 2016). La coyuntura de cambios estructurales en la economía global y la agenda de los ODS crean una valiosa oportunidad para revisar a fondo la especialización productiva de las economías centroamericanas. Esto implica reconsiderar sus formas de inserción en los mercados internacionales, las cadenas de producción y comercio intrarregional, la dependencia creciente del consumo de hidrocarburos con sus costos de importación, la contaminación y sus efectos en la salud pública, problemáticas de consumo como el doble reto de subnutrición y la obesidad, así como la degradación de los bosques y otros ecosistemas que proveen o podrían proveer múltiples productos y servicios a la población humana.

La CEPAL ha colaborado en la iniciativa «La Economía del Cambio Climático en Centroamérica» (ECC CA) desde 2008, con el propósito de estimar y evidenciar los impactos de la variabilidad y el cambio climático y propiciar la discusión sobre políticas públicas en sectores clave. La iniciativa ha sido encabezada por los ministerios de ambiente y de hacienda o finanzas de los gobiernos de la región con apoyo de sus Consejos de Ministros (CCAD y COSEFIN) y del SIECA. A esta iniciativa se han sumado los ministerios de agricultura y salud con sus Consejos de Ministros (CAC y COMISCA). La República Dominicana se integró a este esfuerzo en 2014. Este documento fue elaborado como parte de la tercera fase de la iniciativa de la ECC CARD que contó con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Fondo Nórdico de Desarrollo (NDF, por sus siglas en inglés) en el marco del proyecto Rg-X1107.

Esta sección es un resumen de los análisis de impactos potenciales del cambio climático y de las discusiones sobre opciones de políticas públicas en Honduras generadas en el marco de la iniciativa ECC CA. Se incluyen los modelos y escenarios de crecimiento económico y poblacional, cambio de uso de tierra (CUT) y de consumo de energía según la información histórica disponible. Las variables demográficas se tomaron directamente de la División de Población de CEPAL (CELADE).

Los modelos macroeconómicos estiman que el PIB total de Honduras podría crecer a una tasa anual de 3,2% en el período 2008-2100 en el escenario base. La población alcanzaría su máximo en el 2071 con 11,3 millones de personas para luego comenzar a disminuir. El PIB por habitante en 2030 podría llegar a 2.155 dólares y a 3.470 dólares en 2050 (en dólares de 2000). Respecto a la demanda de energía, se pronostica una tasa de crecimiento positiva pero decreciente con el avance del tiempo, con una tasa promedio del 1,8% anual en el período 2010-2100. La evolución del CUT en el escenario base indica una disminución importante de la superficie de bosque hasta mediados de siglo, la cual se mantendría constante después. La extensión de suelo agrícola se incrementaría de forma importante hasta mediados de siglo. Estas tendencias hacia el 2100 son las referencias para estimar los costos económicos de los impactos del cambio climático en el país.

Los registros del clima indican que Honduras ya ha sufrido un alza de la temperatura promedio de aproximadamente 0,75 °C entre las décadas de 1960 y 1990. Los escenarios climáticos de la iniciativa ECC CA, basados en modelos recomendados por el IPCC, prevén cambios futuros en

temperatura y precipitación. En el escenario A2<sup>1</sup>, que supone una continuación de la tendencia actual de emisiones crecientes, la temperatura de Honduras podría aumentar 1,2 °C en 2030, 2,1 °C en 2050 y hasta 4,5 °C en 2100 respecto al promedio de 1960-2000<sup>2</sup>. La temperatura media anual por departamento indica que la zona centro occidental del país presentaría los mayores incrementos, superiores a 4,7 °C en el 2100. Los departamentos de esta zona son Ocotepeque, Lempira, Intibucá y Copán. Los departamentos de la región del Pacífico, Choluteca y Valle alcanzarían temperaturas superiores a 30 °C<sup>3</sup>.

La posible trayectoria futura de los niveles de precipitación es más incierta. En el escenario A2 se prevé una disminución del 0,3% promedio nacional al 2030, del 13% al 2050 y del 32% al 2100 respecto al promedio anual del período 1960-2000, que fue de 2,011 mm. Los departamentos con mayor reducción de precipitación en los cortes 2030, 2050 y 2100 serían los del centro del país: Copán, El Paraíso, Francisco Morazán y Ocotepeque, con reducciones del 34% al 39% en 2100. Los departamentos de Atlántida y Gracias a Dios experimentarían una reducción menor.

De acuerdo con los registros de precipitación mensual del período 1950-2000, en Honduras hay una temporada de lluvia de mayo a noviembre, con la canícula en agosto, y una temporada seca de diciembre a abril. En el escenario A2 se mantendría este patrón hasta mediados de siglo, pero después de 2050 ocurriría un cambio notable, con un posible atraso de la primera temporada de lluvia y una reducción de hasta el 80% de la precipitación histórica en mayo hacia fines del siglo. No obstante, la precipitación en octubre y noviembre podría aumentar.

Tomando en cuenta estas previsiones del clima y los escenarios tendenciales de crecimiento económico, demográfico y de CUT ya mencionados, se realizaron estudios por sectores y ámbitos sensibles al cambio climático. A continuación, se presenta un resumen de los resultados.

**Eventos extremos.** La información de los años 1977-2006 (PNUMA, PNUD, EIRD y BM, 2010) indica que los territorios más expuestos a los huracanes en Honduras se ubican en la costa del Caribe. Los huracanes provocan temporales, ocasionando inundaciones en zonas más amplias que las afectadas directamente por los eventos. La base de datos internacional sobre desastres (EMDAT, por sus siglas en inglés) registró 66 eventos extremos asociados a fenómenos hidrometeorológicos en el período 1931-2015; los eventos más recurrentes han sido inundaciones y tormentas. Solo en la primera década del siglo XXI se registraron 25 desastres, un incremento del 257% respecto a la década de 1970, cuando se registraron solo siete desastres. Sobre la base de una revisión de literatura científica, la iniciativa ECC CA estimó que la intensidad de huracanes en el Atlántico Norte podría aumentar entre un 5% y un 10% durante este siglo respecto a los grandes eventos registrados entre 1970 y 2008.

La necesidad de adaptación a la mayor incidencia de lluvias intensas y de sequías es un tema importante para Honduras. Ya en el Cuarto Reporte del IPCC de 2007 se observa que la frecuencia de lluvias intensas ha aumentado en la mayoría de las masas de tierra, consistente con el calentamiento global y los aumentos de vapor del agua. También reportó que hay una certidumbre mediana de que

<sup>1</sup> El escenario A2 supone un mundo muy heterogéneo, autosuficiente y con conservación de las entidades locales, con un desarrollo económico orientado a las regiones, y el crecimiento económico por habitante, así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas (IPCC, 2000) es el escenario de cambio climático más extremo a 2100 de los usados en este estudio.

<sup>2</sup> La información de temperatura media y precipitación a nivel nacional es de la base internacional del CRU TS3.0 (UEA, 2010). En la climatología de referencia del período 1960-2000, la temperatura media de Honduras es de 23,8 °C.

<sup>3</sup> La información de temperatura media anual y precipitación por departamento fue obtenida de la base internacional del WorldClim (Hijmans y otros, 2005) cuya climatología del período 1950-2000 estima que los departamentos Valle (27,3 °C) y Choluteca (26,1 °C) llegarían a 31,7 °C y 30,4 °C, respectivamente, en el corte 2100 en el escenario A2.

las influencias antropogénicas han contribuido a la intensificación de la precipitación extrema a escala global y a la intensificación de las sequías en algunas zonas, incluyendo Centroamérica, debido a reducciones de la lluvia y/o aumentos de la evapotranspiración. El reporte advierte que las sequías y los deslaves pueden ser resultados de eventos acumulados que individualmente no son tan extremos (IPCC, 2007b; IPCC, 2011).

**Aridez y meses secos.** La aridez es una condición climática relativamente estable que depende de la evaporación del agua de lluvia, ríos y lagos y de la transpiración de las plantas, fenómeno relacionado con la temperatura entre otros factores. La estimación basada en datos históricos de 1950 a 2000 arroja que Honduras tiene un índice de aridez promedio de 1,42, lo que clasifica al país como región húmeda según la escala internacional. En el escenario A2, el índice nacional de aridez disminuiría a 1,28 en 2030, indicando un mayor nivel de aridez; llegaría a 1,23 en 2050 y a 1,11 en 2100. No obstante, el país presenta una variación de aridez en las diferentes regiones: el departamento menos árido es Gracias a Dios (1,68) y el más árido es El Paraíso (1,21) según el promedio histórico. Hacia 2100 los departamentos más áridos serían El Paraíso, Francisco Morazán, Copán, Valle y Choluteca, y los departamentos con mayor reducción en su índice de aridez serían Intibucá, La Paz y Lempira.

Una variable complementaria para analizar los cambios en la precipitación y la temperatura son los meses caracterizados como secos, aquellos en los que la precipitación es menor al 50% de la evapotranspiración en un área determinada (CAZALAC y PHI/UNESCO, 2005). En la Región Atlántico en el período histórico 1950-2000, Atlántida, Colón e Islas de la Bahía no registraron meses secos, y el departamento Gracias a Dios registró sólo un mes. En el escenario A2 en 2030, Islas de la Bahía experimentaría un mes seco y hacia fines del siglo los tres primeros departamentos tendrían hasta tres meses secos y Gracias a Dios dos meses secos. Dos de los departamentos con más meses secos, Choluteca y Valle, continuarían experimentando entre cinco y seis meses secos durante este siglo. Los departamentos de la región Centro tuvieron un promedio de entre tres y cinco meses secos en el período histórico. En el escenario A2, al corte de 2030, Santa Bárbara y Yoro pasarían de tres a dos meses secos, y Comayagua, Intibucá, La Paz, Lempira y Ocotepeque experimentarían un mes seco adicional. Hacia fines del siglo, los meses secos de Copán y Francisco Morazán aumentarían en tres, llegando a seis y siete respectivamente, El Paraíso pasaría de cinco a siete meses secos, mientras que Lempira, Olancho y Yoro tendrían los mismos meses secos que en el período histórico.

En Honduras es de suma importancia intensificar acciones para prevenir y reducir los riesgos climáticos a corto plazo y fortalecer la capacidad de adaptación. No se trata solamente de blindar infraestructura «gris», sino de proteger y restaurar los ecosistemas y los servicios que éstos brindan a la sociedad, así como prever la generación de co-beneficios sociales y ambientales en el diseño de infraestructura. Implica también fortalecer las medidas para reducir los impactos potenciales del cambio climático en la agricultura, en el consumo de agua, la salud y la hidroelectricidad. A fin de contar con la información necesaria para diseñar sistemas de alerta, políticas, instrumentos nacionales y medidas locales, el país se beneficiaría de una expansión de la red de estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas y formar más profesionales y técnicos en climatología e hidrología.

**Recursos hídricos.** Honduras es un país privilegiado en disponibilidad de agua, pero su distribución entre regiones es desigual con variaciones intra e interanuales. Con el aumento de la población, la demanda de agua podría crecer un 144% en 2030, un 332% en 2050 y hasta en 1.785% al final del siglo sólo en el escenario base sin cambio climático. En el escenario A2 estos aumentos podrían llegar al 168%, al 397% y al 2.275% en los mismos cortes de tiempo.

En el escenario A2 la disponibilidad total del agua renovable en Honduras podría aumentar un 16% en 2030, pero podría disminuir un 33% en 2050 y un 68% en 2100 respecto al año 2000. En este mismo escenario la disponibilidad de agua por habitante podría pasar de 12.008 metros cúbicos anuales por habitante a 482 metros cúbicos de agua por habitante al año en el corte 2100.

La combinación de cambios en la demanda y en la disponibilidad de este vital recurso con cambio climático generaría una posible intensidad del uso de agua de 2% en 2030, de 13% en 2050 y de 403% en 2100 si no se toman medidas de adaptación y ahorro. El nivel de 2100 sería muy superior al umbral de 20% internacionalmente aceptado como crítico para el estrés hídrico.

La adecuada gestión de los recursos hídricos requiere manejar el agua en ciclos cerrados, definir un volumen ecológico, que es el agua que los ecosistemas requieren para mantenerse, reproducirse y conservar la biodiversidad, los bienes y servicios que proveen y las reservas hídricas superficiales y subterráneas en el presente y en el futuro. La gestión también debería promover una mayor eficiencia del consumo, incluyendo al sector agropecuario, y desarrollar un plan maestro de gestión integral de recursos hídricos con un portafolio de proyectos financierables. La gestión debe orientarse también a completar la cobertura del acceso al agua potable de la población que vive en situación de pobreza e impulsar programas de saneamiento y salud pública en áreas rurales.

**Hidroelectricidad.** En los escenarios de cambios potenciales de temperatura, precipitación anual y patrones intraanuales se prevén mayores riesgos e incertidumbre para la hidroelectricidad. El efecto combinado del alza de la temperatura y los cambios de la precipitación afectan la evapotranspiración en las cuencas, su caudal y la evaporación en los embalses hidroeléctricos. Al respecto, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) realizó el estudio «Vulnerabilidad al Cambio Climático de los sistemas de producción Hidroeléctrica en Centroamérica y sus opciones de adaptación» (OLADE, BID y AEA, 2013). El objetivo fue desarrollar e implementar en estudios de caso una metodología para determinar la vulnerabilidad de los sistemas de generación hidroeléctrica ante el cambio climático. De acuerdo con el estudio de la planta El Cajón de Honduras, las proyecciones de temperatura y precipitación en la cuenca en el escenario A2 arrojaron disminuciones del caudal y de la generación eléctrica del 22% en el corte 2030, del 39% en el corte 2050 y del 72% en 2090 respecto de la generación promedio de 1990.

En cuanto a la adaptación de la generación hidroeléctrica es recomendable considerar ajustes en el diseño técnico de nuevas represas, diversificar la mezcla de fuentes renovables en la matriz de energía eléctrica y generar planes de sustitución o recuperación de embalses, así como de manejo integral de cuencas y paisajes, incluyendo los bosques. Esto permitiría hacer frente a períodos de emergencia y mejoraría la eficiencia del manejo del agua. Es recomendable considerar los paisajes de las cuencas en los análisis y desarrollar estrategias con las poblaciones locales, siendo de importancia específica las represas con menor flujo o que operan al filo del agua.

**Agricultura: granos básicos y café.** En 2014, el sector agrícola de Honduras representó alrededor del 13% del PIB nacional, 36% del empleo y 35% del valor de las exportaciones<sup>4</sup>. La tasa de variación del PIB agropecuario ha sido menor que la del PIB nacional, pero sigue siendo un sector clave y fuente de alimentos para la población del país. La agricultura es uno de los sectores mayormente afectados por el cambio climático debido a que el clima y sus variaciones son determinantes para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos. El alza de temperatura y los trastornos potenciales del ciclo hidrológico modificarán la disponibilidad de agua, las condiciones de aridez y la frecuencia y duración de las sequías.

---

<sup>4</sup> Se refiere a exportaciones agroalimentarias.

Estas condiciones son propicias para una mayor frecuencia de incendios forestales, pérdidas de producción de granos y desfases de ejecución de prácticas agrícolas como la siembra, el control de plagas y la cosecha.

Según las estimaciones del impacto del cambio climático en la producción de granos básicos a escala nacional en el escenario A2, los rendimientos del maíz podrían disminuir en un 11% hacia 2030, un 21% hacia 2050 y un 42% en 2100. La región Nororiental, que ha tenido los más altos rendimientos históricos, podría sufrir la mayor reducción en este escenario: un 14% en 2030, un 27% en 2050 y un 61% en 2100. La región Litoral Atlántico tendría la menor reducción de rendimientos, un 7% en 2030, un 13% en 2050 y un 33% en 2100, y serían los más altos del país a final del siglo. La región Sur experimentaría los rendimientos más bajos en el escenario A2. Es importante anotar que dichos escenarios mantienen estables los modos de producción y no estiman los beneficios de medidas de adaptación.

Los rendimientos nacionales promedio de frijol podrían disminuir en 11% en 2030, 19% en 2050 y 42% en 2100 en el escenario A2. La región con los rendimientos de frijol más bajos es la región Sur, la cual podría sufrir la mayor reducción de rendimientos: 24% en 2030, 37% en 2050 y 76% hacia final del siglo XXI. La región Occidental podría experimentar una menor reducción de esta leguminosa: en 14% en el corte 2030, 17% en 2050 y 27% hacia el 2100. La región Litoral Atlántico continuaría teniendo los rendimientos más altos del país.

Los rendimientos nacionales promedio de arroz podrían disminuir en un 14% en 2030, un 24% en 2050 y un 50% en 2100 en el escenario A2. La región con los más bajos rendimientos sería la Sur, cuya reducción sería del 25% en 2030, del 40% en 2050 y del 74% en 2100. El Litoral Atlántico sería la región con menor reducción de rendimientos de arroz, un 8% en 2030, un 14% en 2050 y un 35% en 2100. La región Centro Occidental seguiría siendo la de mayores rendimientos del país.

El café contribuyó con el 17% del valor de las exportaciones totales de bienes hondureños en 2012 y es fuente importante de ingresos para muchas familias rurales. Según el análisis de la ECC CA, los rendimientos del café podrían reducirse en un 6% en 2030, un 9% en 2050 y un 33% en 2100 en el escenario A2. Choluteca, el departamento con los más bajos rendimientos históricos de café, tendría la mayor reducción: del 20% en 2030, del 25% en 2050 y del 60% hacia fines de siglo. El departamento de Copán podría experimentar la menor reducción de rendimientos: un 4% en 2030, un 7% en 2050 y un 22% en 2100. Tanto Copán como Ocotepeque, los departamentos con los mayores rendimientos históricos (1,3 y 1,1 t/ha, respectivamente) continuarían teniendo los rendimientos más altos del país a final del siglo XXI.

Honduras ha logrado rendimientos de café mayores al promedio mundial. En 1990 tuvo un rendimiento de 0,82 t/ha frente al 0,54 t/ha mundial. Diez años después, el rendimiento mundial aumentó a 0,71 t/ha, mientras que el de Honduras aumentó a 0,92 t/ha, y entre 2011 y 2012 aumentó a 0,97 t/ha. Aún con cambio climático en el escenario A2, en 2100, algunos departamentos como Ocotepeque y Copán tendrían rendimientos cercanos al promedio mundial actual.

Honduras enfrenta retos significativos en seguridad alimentaria y nutricional frente a los riesgos climáticos. Su gran tradición agropecuaria es un activo importante, pero se requerirá estimular la transición a un sistema alimentario y a cadenas agroindustriales más sostenibles e incluyentes. Algunas acciones para asegurar la adaptación de la producción de granos básicos son: ampliar las redes de productores, aumentar los servicios de innovación, difundir opciones de adaptación sostenible, cambiar las prácticas de cultivo, certificar los fertilizantes apropiados, controlar la humedad y la retención del suelo, incrementar la infraestructura para almacenamiento y manejar más

eficientemente los recursos hídricos, los tiempos de siembra y la post cosecha. Igualmente se recomienda recuperar y rehabilitar tierras degradadas, promover su manejo sostenible con tecnologías apropiadas, especialmente en las áreas secas, impulsar prácticas sostenibles de producción diversificada, incluyendo la agroforestería y los sistemas agrosilvopecuarios y fortalecer los conocimientos y las prácticas agrícolas en modos de producción, sostenibles y rentables. Es importante incluir en las acciones de reducción de pérdidas y deshechos de los productos la protección del suelo, el reciclaje de «desechos», el desarrollo y la utilización de variedades y modos de producción resistentes a la variabilidad climática y la combinación de cultivos para diversificar riesgos.

En el sector cafetalero se recomienda la renovación y adaptación del sector. Esto incluye el uso de datos climáticos, la diversificación de la producción y de los ingresos, planes de emergencia contra la roya, el desarrollo de propuestas integrales de servicios productivos y sociales, de incentivos económicos y fiscales, así como mayor inversión en infraestructura rural, fortalecer el sistema de certificación y de negociaciones comerciales y mayor acceso a financiamiento.

Entre las estrategias se podrían promover nuevos mecanismos de desarrollo y de divulgación de conocimientos e innovaciones, el fomento de la organización de productores y su mayor vinculación en redes con investigadores y técnicos de las instituciones públicas y la utilización de tecnologías de comunicación e información como telefonía móvil, mensajes radiofónicos y redes sociales.

Se recomienda elaborar pronósticos agroclimáticos, mecanismos de alerta temprana a la población sobre probables fenómenos adversos y mapas de zonas de riesgo, especialmente para micro y pequeños productores rurales; desarrollar el mercado de seguros y microseguros agropecuarios vinculados a la reducción de riesgos climáticos con la gestión activa de los productores y sus organizaciones. Se recomienda ampliar créditos e incentivos para la producción sostenible y adaptativa, incluyendo el uso eficiente de agua y la reducción del uso de insumos emisores altos de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de otros efectos contaminantes, como los fertilizantes nitrogenados. El uso de las materias orgánicas como fuente de mejoramiento de la productividad de las tierras adquiere gran importancia para la conservación de suelos y del ambiente (FAO, 1983).

Es indispensable diversificar la producción y fortalecer las fuentes de ingreso de las familias productoras con una perspectiva de sostenibilidad y mayor valor agregado, incluyendo el pago por servicios ambientales 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.

**Aseguramiento del sector agropecuario.** Se deben considerar diversas estrategias para las fincas productivas, incluyendo políticas públicas orientadas a la reducción de los riesgos, principalmente de condiciones de cambio climático. Los seguros forman parte de tales estrategias. En Honduras, el monto total de las primas de seguros agropecuarios descendió de 1.253.845 dólares en 2006 a 852.325 dólares en 2010. Las sumas aseguradas pasaron de aproximadamente 17 millones de dólares en 2006 a aproximadamente 14 millones de dólares en 2010 (CEPAL y CAC/SICA, 2015). El uso de los seguros y microseguros agropecuarios sigue siendo insuficiente, pese a los esfuerzos realizados por medio de diversos proyectos.

La prevención de riesgos agropecuarios se beneficiaría de una mayor institucionalidad pública del negocio de aseguramiento; ello requiere incluir en las leyes y reglamentos de regulación la gestión de seguros agropecuarios, considerando los índices climáticos. Entre las estrategias de manejo del

riesgo agropecuario se encuentra la garantía de sostenibilidad financiera de las aseguradoras públicas mediante el subsidio de algunos renglones, por ejemplo, subsidios parciales o totales para pólizas de pequeños productores y el fomento activo de la adaptación sostenible de las actividades aseguradas. Es importante, diseñar estrategias integrales junto con los pequeños productores para facilitar su desarrollo y desempeño productivo sostenible y la calidad de vida de sus familias.

Para que Honduras desarrolle el negocio del aseguramiento es necesario integrar el conocimiento de las preferencias y experiencias de los asegurados a fin de determinar la factibilidad de los seguros y ofrecer alternativas adecuadas, incentivar la confianza de los productores mediante su capacitación en la gestión de seguros, estimular la creación de una aseguradora pública enfocada a pequeños y medianos productores que por su nivel de ingreso pueden no ser atractivos para aseguradoras privadas y considerar especialmente el tamaño del área a asegurar, buscando el equilibrio entre productor y asegurador.

**Biodiversidad y ecosistemas.** La deforestación, la contaminación de agua y suelo y la sobreexplotación de especies silvestres son amenazas ya existentes a la biodiversidad. El cambio climático viene a exacerbar esta situación al modificar patrones de precipitación, aumentar la temperatura y provocar eventos extremos más destructivos y frecuentes. Según la estimación del Índice de Biodiversidad Potencial (IBP) con datos de 2005, los departamentos de Honduras con mayor valor en biodiversidad son los situados en el oriente del país, incluyendo Gracias a Dios, Atlántida y Olancho. En el escenario de CUT tendencial (sin cambio climático), el IBP nacional bajaría aproximadamente 6% en 2020, 10% en 2030, 15% en 2050 y 14% en 2100. Con el cambio climático, en el escenario A2, el IBP disminuiría 17% en 2020, 28% en 2030, 45% en 2050 y hasta 71% en 2100.

Los departamentos más afectados serían Choluteca, Copán, Valle, Francisco Morazán y Comayagua, con reducciones de entre el 87% y el 99% a fines de siglo, de continuar las tendencias actuales y si no se introducen medidas de adaptación de los ecosistemas. El valor estimado de mercado de los servicios de la biodiversidad podría estar aportando 10,34 millones de dólares anuales de 2008 a la economía de Honduras. En función de la limitada información disponible, el sector económico con mayores beneficios de la biodiversidad es el de la producción agrícola orgánica, seguido por el de la producción forestal no maderable y el ecoturismo.

Para complementar el análisis de biodiversidad se realizó un estudio sobre los bosques de Centroamérica, utilizando la clasificación de zonas de vida Holdridge (ZVH). Los cambios del clima y su impacto en las condiciones de las diferentes zonas de vida pueden provocar el «desplazamiento» de los bosques. Según este enfoque, en un escenario con CUT sin cambio climático, la superficie de cobertura natural disminuiría aproximadamente de 4,9 millones de hectáreas a 3,3 millones de hectáreas en 2030, 2,4 millones de hectáreas en 2050 y se estabilizaría en 2,5 millones de hectáreas hacia el final de siglo. No obstante, la proporción de las seis ZVH predominantes en Honduras no cambiaría significativamente. En un escenario con CUT y cambio climático (A2) se estima que las condiciones climáticas serían más aptas para el bosque seco tropical, cuya cobertura aumentaría del 6% de la superficie forestal en 2005 al 9% en 2030, al 15% en 2050 y al 56% en 2100. El resto de las zonas de vida boscosas clasificadas como húmedo tropical sufriría reducciones significativas, incluyendo al bosque húmedo tropical y el bosque húmedo montano bajo tropical. En este escenario se desarrollarían condiciones para una zona de vida no presente en Honduras, el bosque muy seco tropical.

La adaptación de los ecosistemas boscosos al cambio climático requiere que los servicios de regulación ambiental de Honduras evalúen la eficiencia y sustentabilidad de las actividades económicas que los afectan negativamente e incentiven la reducción de dichos efectos. Otra medida

para facilitar la adaptación sería incrementar la superficie y las medidas de protección de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y de los corredores biológicos. Las medidas de conservación de los bosques y de sus beneficios económicos y sociales deberían incluir la participación de las comunidades locales y la incorporación de sus conocimientos tradicionales de preservación de la naturaleza y capacidad de adaptación de tecnología.

Se recomienda coordinar con el sector agrícola acciones de recuperación y restauración de zonas de baja productividad, así como la reforestación de zonas dañadas y controlar la extensión de la frontera agrícola. Se deben intensificar los esfuerzos de valoración económica de los ecosistemas como la polinización, la retención de la humedad, la modulación de temperaturas locales y las barreras naturales que proveen protección ante eventos hidrometeorológicos, entre otros beneficios. Es imprescindible contar con un plan de ordenamiento territorial que vincule a las poblaciones con actividades económicas congruentes con las capacidades de los ecosistemas.

**Enfermedades sensibles al clima.** El incremento de la temperatura y de los eventos hidrometeorológicos extremos como inundaciones, sequías y huracanes tienen una importante incidencia en la salud pública y sus efectos se pueden potencializar por condiciones sociales adversas como el nivel de pobreza. De esta manera, el cambio climático influye en una mayor proliferación o en cambios en los patrones de incidencia de enfermedades sensibles al clima como las diarreicas y las respiratorias agudas, dengue, malaria, chagas, leishmaniasis y las emergentes como zika y chikungunya.

La iniciativa de la ECC CA ha apoyado el proyecto «Salud y cambio climático en los países de Centroamérica y la República Dominicana: respondiendo al riesgo climático en la salud humana» y el mandato correspondiente de los Ministros de Salud de los países de la región de 2012. Este proyecto, implementado con los Ministerios, la Secretaría Ejecutiva de COMISCA e instituciones técnicas como OPS, INSMET de Cuba e INSP de México tiene por objetivo desarrollar capacidades y proporcionar análisis y propuestas relevantes a los tomadores de decisiones sobre los riesgos inmediatos y de largo plazo de la variabilidad y el cambio climático en la incidencia de enfermedades sensibles al clima.

En Honduras se han realizado talleres con un equipo nacional interinstitucional, recientemente enfocados a estimar la influencia de las variaciones del clima en las infecciones respiratorias agudas (IRAs), especialmente en el caso de los virus sincitial respiratorio humano (VSRH) y de la influenza en Tegucigalpa. Las variaciones del clima se midieron con un índice climático mensual de diez indicadores. Para las enfermedades de VSHR e influenza se utilizó el número atenciones médicas y el reporte de circulación mensual de los virus en el período 2010-2015. Los hallazgos iniciales de este estudio sugieren que la variabilidad y el cambio climático favorecen el desarrollo de los virus de la influenza y del VSRH, por lo que el riesgo de IRAs podría aumentar.

Los próximos pasos del análisis del impacto del cambio climático en la salud humana requieren considerar las implicaciones de cambios en temperatura, precipitación y estructuras demográficas en distintos escenarios, generar pronósticos de los riesgos en salud e incorporar los modelos de nicho ecológico para analizar los cambios de distribución de las especies o vectores que transmiten enfermedades. También es recomendable integrar variables de condiciones de vulnerabilidad social y ambiental como pobreza, inequidad, desigualdad, falta de acceso efectivo a los servicios de salud, capacidad de respuesta institucional y degradación ambiental. Del mismo modo, es importante fortalecer los sistemas de recolección y análisis de datos epidemiológicos. La investigación de los efectos del cambio climático en la salud requiere, por lo menos, de series de datos retrospectivos de 30

años. Será necesario continuar trabajando con el grupo de análisis interdisciplinario e interinstitucional.

**Emisiones de gases efecto invernadero.** Honduras es el segundo país con mayores emisiones de GEI en Centroamérica de acuerdo con los inventarios de emisiones de 2000. En ese año las emisiones netas del CUT<sup>5</sup> representaban el 35% del total, seguido por el sector agrícola con el 27%, el sector de energía con el 24% y el sector de desechos con el 10%. Al considerar las emisiones brutas totales (sin absorción por CUT), las emisiones de CO<sub>2</sub>e<sup>6</sup> se incrementan de forma sustancial, siendo el CUT la mayor fuente con 84%, casi cuatro veces la cantidad de emisiones de los otros sectores, consecuencia de cambios de bosque a tierras agrícolas, urbanas y deforestación. Las emisiones brutas de la agricultura fueron del 6%, las del sector energía 5%, las de los desechos 3% y las de los procesos industriales 1%. La intensidad de CO<sub>2</sub>e por habitante sin cambio de uso de tierra fue de 1,7 toneladas en 2000. Considerando las emisiones netas, el promedio sube a 2,7 toneladas por persona, superior a la meta de dos toneladas por persona en 2050.

Múltiples factores influyen en el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>e, como el desarrollo económico, el crecimiento demográfico, el cambio tecnológico, las fuentes de energía, las estructuras institucionales, los modelos de transporte, los estilos de vida y el comercio internacional. Con la metodología de la identidad de Kaya se obtuvieron estimaciones de las tasas de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub>e. Para 2030 se estima una tasa de variación anual de 1,8%, subiría a 2,1% en 2050 y bajaría al 1,1% para 2100. Entre los factores que pueden influir en un posible menor crecimiento de las emisiones a fines de siglo se encuentra la menor tasa de crecimiento de la población. Cabe aclarar que este es un escenario *Business As Usual* (BAU) realizado antes del establecimiento de las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés).

Las decisiones de política nacional y estrategia regional sobre la oportunidad y el costo de reducir emisiones tendrán que tomar en cuenta la evolución de los acuerdos internacionales y otras iniciativas regionales, bilaterales o nacionales en la materia como medidas comerciales, mecanismos de financiamiento y acceso y promoción de tecnología. Las INDC de Honduras fueron calculadas sobre la base de las capacidades nacionales y las condiciones de financiamiento previstas. Honduras se propone contribuir a la mitigación del cambio climático con una reducción del 15% de las emisiones para 2030, en un escenario BAU<sup>7</sup>. Los sectores considerados en este rubro son energía, procesos industriales, agricultura y residuos. Los gases incluidos son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). El país se comprometió a la forestación/reforestación de 1 millón de hectáreas de bosque antes de 2030 y por medio de la NAMA de fogones eficientes reducir en un 39% el consumo de leña. Este compromiso está condicionado al apoyo internacional y a que los mecanismos de financiamiento se concreten.

La sede subregional de la CEPAL en México y el Proyecto del Estado de la Región hicieron recomendaciones para actualizar la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana al año 2030 en consonancia con las INDCs y los ODS presentados a los ministros de energía. Para construir escenarios de la matriz energética que permitan tener mayor certidumbre de las reducciones de los GEI planteados en los INDC's se propone realizar una serie de estudios sobre los efectos del cambio climático en las proyecciones de generación y demanda de energía, y a su incremento o decrecimiento en períodos de emergencia. Esto requerirá considerar la vulnerabilidad de la infraestructura energética, evaluar políticas

<sup>5</sup> El total de emisiones netas es igual a las emisiones de GEI por sector más las emisiones de cambio de uso de tierra (por deforestación) menos las absorciones por cambio de uso de tierra (como cambio a bosques por reforestación y abandono de tierras cultivadas).

<sup>6</sup> CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (metano) y N<sub>2</sub>O (óxido de nitrógeno) medidas en CO<sub>2</sub> equivalente, a 100 años.

<sup>7</sup> El escenario BAU de proyección de emisiones se construyó en 2015 y se basó en el crecimiento económico, poblacional y en las tendencias de emisiones históricas en ausencia de políticas de cambio climático.

de precios que incluyan las externalidades que influyen en el ambiente, adaptar las metas de eficiencia energética según las estimaciones de demanda de energía, evaluar la adaptabilidad al cambio climático de comunidades rurales con acceso a la electricidad y examinar las buenas prácticas de gestión de cuencas, así como su acceso a los usuarios de la misma (CEPAL y Estado de la Región, 2015).

**Costos económicos.** Los resultados iniciales de la iniciativa ECC CA indican que el cambio climático podría tener impactos económicos negativos directos y crecientes para Honduras. Se espera una reducción importante de rendimientos de los principales cultivos como los granos básicos, mientras que la presión sobre los recursos hídricos, las pérdidas de biodiversidad y los costos asociados a eventos extremos crecerán. Si se mantiene la tendencia ascendente de las emisiones y la temperatura media del planeta, el impacto de estos efectos sobre el ingreso, el empleo, la migración y el desarrollo social y económico se agravaría, y esto es aun difícil de evaluar y cuantificar a mediano y largo plazo.

El costo acumulado del impacto medible del cambio climático en Honduras, basado en los impactos en el sector agrícola (valor de la producción agrícola), recursos hídricos (disponibilidad y consumo municipal y agrícola), biodiversidad (costos registrados económicamente e impacto indirecto en agricultura), huracanes, tormentas e inundaciones (aumento en la intensidad sin incluir aumento en frecuencia y otros tipos de eventos extremos) y con una tasa de descuento del 0,5%, podría ser del 3,6% del PIB de 2008 a valor presente neto (VPN) en el escenario B2 y del 5% en el escenario A2 en el corte 2030, 10,2% en B2 y 14,7% en A2 en 2050, hasta llegar al 45,8% en B2 y al 79,6% en A2 a final del siglo. Los costos empezarían a acelerarse en el sector hídrico a partir de 2030, en biodiversidad y eventos extremos a partir de 2050 y en el sector agrícola a partir de 2070. Este análisis sugiere que los costos serían significativamente mayores en un escenario de emisiones tendencial alto (escenario A2) que en un escenario de emisiones más bajo (escenario B2). Cabe señalar que existe un alto nivel de incertidumbre debido a la interacción entre las variables económicas, las condiciones del clima y los aspectos sociales, políticos y culturales.

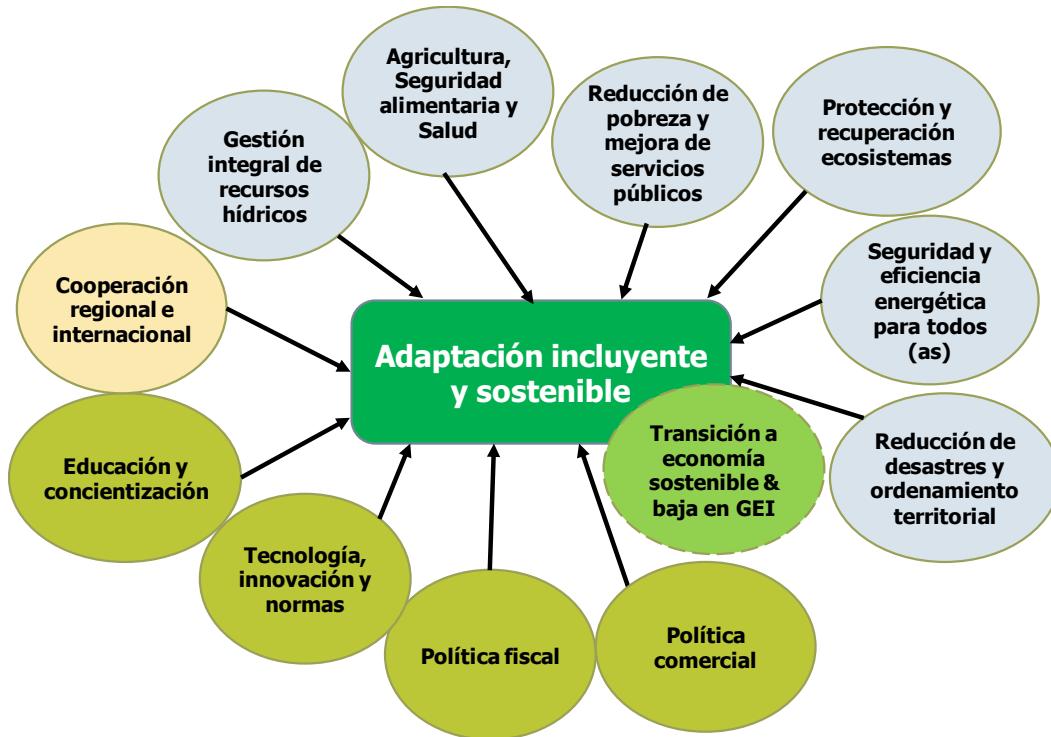
Por tratarse de escenarios futuros que integran diversas «capas» de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben de interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas. En general, este tipo de análisis busca estimar los impactos potenciales si no se crean políticas públicas y acciones de todos los actores para adaptarse. Así alertan sobre la importancia estratégica de tomar mayores medidas proactivas y precautorias de inmediato. 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 deben ser interpretadas como escenarios posibles si no se toman medidas de adaptación.

Otras dos consideraciones importantes son, primera, que el análisis no estima el efecto acumulado futuro de prácticas productivas que minan la sostenibilidad, como la degradación y la erosión del suelo, prácticas que podrían contribuir a reducir los rendimientos agrícolas, y la generación hidroeléctrica aun sin cambio climático. Segunda, varios de los análisis se enfocan en los niveles regional y departamental pero no caracterizan zonas de menor escala dentro de estas unidades geográficas.

**Adaptación sostenible e incluyente.** Al considerar las circunstancias y prioridades de desarrollo establecidas por Honduras, se propone priorizar medidas y políticas públicas que impulsen la adaptación diseñada explícitamente para asegurar una mejor sostenibilidad e inclusión, integradas a acciones de reducción de la pobreza y de la vulnerabilidad al cambio climático y a los eventos extremos.

Dentro de este orden de prioridades se propone fomentar la transición a economías ambientalmente sostenibles y bajas en emisiones de GEI y otros contaminantes.

**FIGURA 2  
ADAPTACIÓN INCLUYENTE Y SOSTENIBLE**

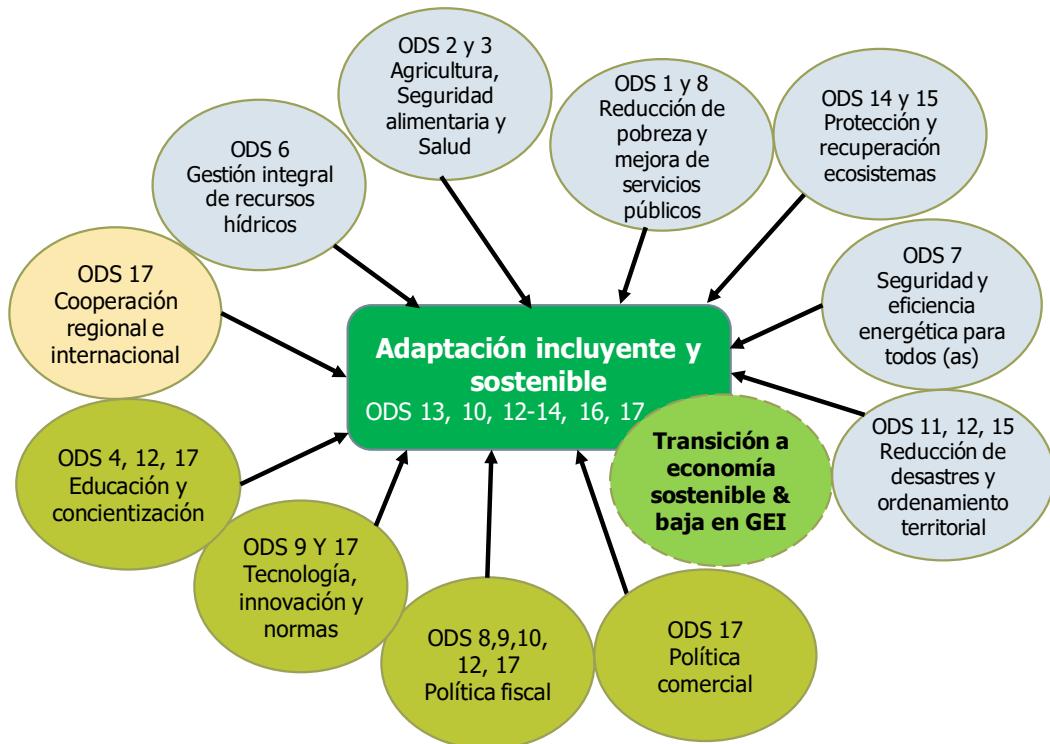


Fuente: Elaboración propia.

Esto requiere un esfuerzo para identificar los riesgos y las medidas para diversas regiones y sectores según metas de desarrollo, como la reducción de la pobreza, la gestión del agua, la agricultura, la seguridad alimentaria, la protección de los ecosistemas, la seguridad y la eficiencia energéticas, el ordenamiento territorial y la articulación estratégica entre instituciones para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos de adaptación y mitigación en los sectores. Debe ser enfatizado que la respuesta a los objetivos de la Agenda ODS 2030 requiere una mejora significativa de la coordinación entre sectores, instituciones y disciplinas, como lo puntualiza el ODS 17.

Así la Agenda 2030, con sus metas interrelacionadas coincide cercanamente con la agenda desarrollada sobre los sectores y políticas públicas para impulsar la adaptación sostenible e incluyente con una transición a economías ambientalmente sostenibles y bajas en emisiones de GEI. Incluso, la Agenda 2030 evidencia el vínculo entre la reducción de estas emisiones con la necesidad de evolucionar de forma urgente a patrones de producción y consumo cualitativamente más sostenibles. Se puede hacer un mapeo de los ODS más relacionadas con la propuesta de la adaptación sostenible e incluyente.

**FIGURA 3  
ADAPTACIÓN INCLUYENTE Y SOSTENIBLE Y ODS**



**Fuente:** Elaboración propia.

El esfuerzo de respuesta por sectores y de forma articulada podría beneficiarse de un enfoque que ponga mayor atención a bienes y servicios públicos comunes e intergeneracionales como el clima, el agua, la seguridad alimentaria, la seguridad energética y el transporte público. Se requiere desarrollar políticas fiscales, comerciales, tecnológicas y educativas facilitadoras de estas medidas. Finalmente, cuando un país participa en sistemas de integración o acuerdos bilaterales, regionales o internacionales, se debe procurar que haya un valor agregado en su respuesta al cambio climático.

Al priorizar políticas públicas sostenibles, incluyentes y articuladas, la sociedad hondureña podrían evitar estrategias *ad hoc* de lógica inercial que podrían resolver urgencias pero que profundizarían riesgos, que podrían resolver situaciones en un sector a costa de otro, o que manejaran de forma separada las medidas de adaptación de las de desarrollo sostenible y mitigación de GEI. Por ejemplo, el avance en la protección y restauración de bosques y en el acceso y uso eficiente de energía que reduzca la pobreza energética son partes de una agenda de desarrollo sostenible que podría generar beneficios simultáneos de la adaptación de los ecosistemas, reducción de emisiones y bienestar e inclusión de los sectores que viven en pobreza, incluyendo a los pueblos indígenas.

El IPCC subraya que las causas y las soluciones del cambio climático se relacionan estrechamente con los retos de la equidad y la desigualdad, pues los países que emiten menos 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 de reducción de la pobreza y la desigualdad (CEPAL, 2009; 2010; IPCC, 2007a; PNUD, 2007; AfDB y otros,

2007). Como señala el economista Nicholas Stern, los dos retos que definirán la historia de este siglo son el cambio climático y la pobreza, los cuales están íntimamente ligados. Si no se resuelve uno, no se resuelve el otro. No está de más recordar que la CMNUCC reconoce la relación entre la respuesta al cambio climático, el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza.

Considerando que el 64,5% de la población de Honduras vivía en condiciones de pobreza en 2013 (CEPALSTAT), la vinculación de las respuestas al cambio climático con los programas de reducción de la pobreza y la mejora de la calidad de vida y de las oportunidades de la población es una importante apuesta para el país. Los múltiples impactos directos e indirectos del cambio climático exacerbarán las diferentes formas y fuentes de vulnerabilidad de determinadas poblaciones, sobre todo si no se realizan acciones de previsión inmediatas. Para tal efecto se requiere considerar las múltiples dimensiones de los procesos y experiencias de «pobreza», como lo hace el enfoque de «capacidades y oportunidades» de Amartya Sen (1999). Esto 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. Todo esto sin dejar de admitir que habrá límites de adaptación, con pérdidas y daños no reparables, aún si hubiera financiamiento suficiente.

Desde la perspectiva económica, además de las consideraciones éticas, es más rentable actuar ahora que dejar el problema a las generaciones futuras. Los resultados de las investigaciones demuestran que el costo presente de los impactos del cambio climático se multiplicará a la postre si no tomamos medidas ambiciosas e inmediatas. Las investigaciones confirman 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 sobre la distribución de costos entre las generaciones, valorando las necesidades de las generaciones futuras. Un análisis similar se tendría que hacer sobre los ecosistemas, los cuales prestan múltiples servicios ambientales que perderemos antes de que el mercado sea capaz de registrar las pérdidas y envíe señales para motivar su manejo adecuado.

Debido a que es una falla de mercado que expresa la insostenibilidad del actual estilo de desarrollo y que tiene profundos impactos 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 grandes demandas por los impactos de eventos extremos, entre otros. Es urgente, pues, hacer frente al desafío de estos fenómenos 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.

Responder de forma sostenible e incluyente al reto de cambio climático implica una serie de desafíos multisectoriales que deben enfrentarse con respuestas particulares para cada sector y con instancias de articulación intersectorial que faciliten los aportes del sector público, el sector privado, la ciudadanía y sus organizaciones civiles, el sector académico, las instituciones de integración y la comunidad internacional. Dichas respuestas deben ser parte integral de los planes de desarrollo nacional y de reducción de la pobreza, con un esfuerzo especial para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos intersectoriales de las acciones propuestas. Esto conlleva una mayor atención a bienes y servicios comunes públicos intergeneracionales como el clima, el agua, la seguridad alimentaria, la seguridad energética y el transporte público.

El Gobierno de Honduras ha expresado su compromiso de contribuir a la lucha contra el cambio climático bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas en función de sus capacidades respectivas y su propio contexto nacional. El país busca contribuir con medidas de mitigación, considerando vital adoptar un nuevo acuerdo legalmente vinculante aplicable a todas las partes con el objetivo de que el aumento de la temperatura media global no supere los 1,5 °C. Honduras prioriza la adaptación y actualmente está desarrollando su Plan Nacional de Adaptación. El país firmó el Acuerdo de París en abril de 2016 y lo ha ratificado en septiembre del mismo año.

La ley de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Honduras fomentan la política pública en varios ejes fundamentales según el objetivo de tener un desarrollo bajo en carbono y resistente a los efectos del cambio climático que promueva la adaptación y brinde beneficios a la población con un enfoque de rostro humano. La adaptación es fundamental para reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático, y existen oportunidades para fomentar las medidas de adaptación de los sistemas naturales y productivos. Las disposiciones legales y políticas mencionadas promueven acciones para proteger, conservar y restaurar los ecosistemas costeros marinos y terrestres y su biodiversidad y para la gestión integral del riesgo y la vulnerabilidad por sectores (Gobierno de la República de Honduras, 2015).

El país ha creado un marco de coordinación interinstitucional mediante el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC) como instancia de asesoría y plataforma política integrada por los titulares de las instituciones de Gobierno Central. Se prevé la participación de representantes de la empresa privada, sociedad civil organizada, academia, comunidades indígenas, colegios profesionales y cooperantes. Como apoyo al CICC se creó el Comité Técnico Interinstitucional de Cambio Climático (CTICC), el cual servirá de órgano técnico coejecutor de las directrices emitidas por el CICC. El CTICC propondrá, revisará y realizará recomendaciones técnicas sobre planes, estrategias, programas y proyectos y ejecutará acciones dentro de sus competencias. Podrán ser parte del CTICC todas las instituciones nacionales e internacionales que se desempeñen en las áreas de recursos hídricos, bosques, biodiversidad, gestión de riesgo marino-costero, educación ambiental, ordenamiento territorial, agricultura, seguridad alimentaria, energía y salud humana.

Ahora, el reto a escala nacional es implementar las respuestas, articulando acciones entre sectores e involucrando a todos los actores de la sociedad. A nivel global, el reto es cerrar las brechas de reducción de emisiones y de apoyo internacional para implementar respuestas a la adaptación sostenible e incluyente en los países en vías de desarrollo y las poblaciones que viven en pobreza. La ventana de oportunidad que tenemos, tanto a escala nacional como a escala global, requiere redoblar esfuerzos.

## RESUMEN

**L**os efectos del cambio climático, entre los que cuentan el incremento en la temperatura y el nivel del mar, la severidad de eventos extremos, y el retraso, intensidad e irregularidad en la temporada de lluvias, podrían causar grandes afectaciones en las actividades económicas, la sociedad y los ecosistemas de Honduras. Este documento presenta los resultados y hallazgos para Honduras de los estudios realizados por la iniciativa *la Economía del Cambio Climático en Centroamérica*.

Las estimaciones indican que los impactos del cambio climático en los recursos hídricos, hidroelectricidad, agricultura, ecosistemas y enfermedades sensibles al clima serían de gran magnitud con diferencias por regiones del país. La zona Pacífico podría experimentar afectaciones severas debido al incremento de la temperatura y menor disponibilidad de agua respecto al resto del país. La variabilidad y el cambio climático, así como los eventos extremos, principalmente, de origen hidrometeorológico, repercutirían en los rendimientos agropecuarios, generando mayores presiones sobre la seguridad alimentaria y nutricional de la población en condición de pobreza y exclusión social, profundizando las desigualdades estructurales, principalmente en las zonas rurales. Lo anterior exige la adopción de medidas integrales de adaptación al cambio climático dirigidas a los productores agropecuarios y no agropecuarios de subsistencia en la zona rural, incluyendo el acceso a instrumentos financieros tradicionales como créditos y depósitos, y de transferencia de riesgos como los seguros agropecuarios. Medidas integrales de atención a los pequeños productores de subsistencia serían necesarios para minimizar la vulnerabilidad económica y social que exacerbaban los riesgos derivados de eventos extremos, algunos de los cuales se encuentran asociados a la variabilidad y el cambio climático. Los bosques y sus ecosistemas también se verán afectados de forma importante por el cambio climático.

Los escenarios de emisiones de Gases Efecto Invernadero indican que seguirán aumentando, aunque se podría esperar una menor tasa de variación hacia mediados de siglo con la ratificación de los compromisos de Honduras de reducir para 2030 en 15% las emisiones de GEI totales de 2012. El costo acumulado a 2100 para Honduras del impacto en el sector agrícola, recursos hídricos, biodiversidad y los eventos hidrometeorológicos extremos (bajo el escenario A2 con una tasa de descuento de 0,5%) podría alcanzar el 79% del PIB de 2008. Cabe señalar que estas estimaciones están sujetas a un alto nivel de incertidumbre debido a la interacción entre las variables económicas y las condiciones del clima, así como por los aspectos sociales, políticos y culturales, por lo que las mediciones deben considerarse tendenciales y no como datos puntuales.



## INTRODUCCIÓN

**C**entroamérica es una de las regiones más expuestas a los efectos del cambio climático, entre ellos el aumento de la temperatura y del nivel del mar, blanqueamiento de corales, eventos extremos, retraso de la temporada de lluvias y mayor irregularidad e intensidad de éstas. Estos efectos tendrán repercusiones importantes en las sociedades y ecosistemas de la región por su vulnerabilidad asociada a sus condiciones geográficas. Por ser un istmo estrecho entre dos continentes y entre los océanos Pacífico y Atlántico, Centroamérica tiene extensas costas y áreas bajas, recurrentemente afectadas por sequías, lluvias intensas, ciclones y el fenómeno El Niño-Oscilación Sur (ENOS). La región también alberga bosques y ecosistemas de gran biodiversidad en las zonas montañosas, las cuales están sometidas a degradación, deforestación, aumentos de temperatura y eventos hidrometeorológicos extremos.

La iniciativa La Economía del Cambio Climático en Centroamérica (ECC CA) fue gestionada por los gobiernos de los países de la región, sus Ministerios de Ambiente y Hacienda o Finanzas de Centroamérica, sus Consejos y Secretarías Ejecutivas correspondientes de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), el Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica y la República Dominicana (COSEFIN) y 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 de la iniciativa ECC CA en su conjunto.

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). El mismo año, el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica (COMISCA) estableció un mandato ministerial sobre salud y cambio climático, lo cual motivó el diseño e implementación de un proyecto con su Secretaría Ejecutiva y la Comisión de Directores de Epidemiología y Vigilancia y Sistemas de Información (COTEVISI) con el apoyo de la CEPAL, el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de Salud (ICGES), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) de México y el Instituto Meteorológico de Cuba (INSMET).

El presente documento es producto de un ejercicio de recopilación, sistematización y análisis de los resultados de los estudios de la iniciativa ECC CA sobre Honduras, incluyendo los siguientes:

- La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis, 2010.
- La economía del cambio climático en Centroamérica. Reporte técnico, 2011.
- Variabilidad Climática y eventos extremos en Centroamérica. Reporte exploratorio, 2011.
- Impactos potenciales en los patrones intraanuales y espaciales del clima, 2012.
- Impactos potenciales en la aridez y los meses secos, 2012.
- Evidencia de las enfermedades sensibles al clima, 2012.
- La Economía del Cambio Climático. Síntesis, 2012.
- Impactos potenciales de los ecosistemas, 2012.

- Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica, 2013.
- Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica, 2014.
- Microseguros agropecuarios y gestión integral de riesgos en Centroamérica y la República Dominicana: Lineamientos estratégicos para su desarrollo y fortalecimiento, 2015.
- Cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales y opciones de política pública, 2015.

Este documento fue elaborado como parte de la tercera fase de la iniciativa de la ECC CARD que contó con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del Fondo Nórdico de Desarrollo (NDF, por sus siglas en inglés) en el marco del proyecto Rg-X1107.

El estudio se divide en ocho capítulos, además de introducción y conclusiones. En el primer capítulo se presentan los resultados de los estudios de la iniciativa ECC CA sobre los escenarios prospectivos de variables macroeconómicas, demográficas, cambio de uso de tierra y de energía. En el segundo capítulo se presentan las cifras de las variables de temperatura y precipitación a escala nacional con una climatología histórica de 1960-2000 para los datos anuales y 1980-2000 para el análisis de los cambios intraanuales de la base del CRU TS3.0. También se incluye información departamental, con un análisis de los cambios intraanuales y la evidencia de eventos extremos, meses secos y aridez con una climatología de 1950-2000. Los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y en la hidroelectricidad se presentan en el tercer capítulo. En el cuarto capítulo se presenta la estimación de los impactos potenciales del cambio climático en la agricultura, específicamente en los rendimientos de granos básicos y café según el método de función de producción, considerando los escenarios en los años 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100; se incluye el análisis de la seguridad alimentaria y consideraciones sobre el aseguramiento agrícola. En el quinto capítulo se presentan las estimaciones de impactos en los ecosistemas con dos aproximaciones: el Índice de Biodiversidad Potencial y las Zonas de Vida de Holdridge. En el sexto capítulo se presenta la evidencia disponible de la relación entre el cambio climático y las enfermedades sensibles al clima. En el séptimo capítulo se presenta un análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero por sectores y sus posibles trayectorias. En el octavo capítulo se presentan las estimaciones iniciales de los costos económicos sobre las actividades agropecuarias, la biodiversidad, los recursos hídricos y eventos extremos.

Por tratarse de escenarios futuros con diversas «capas» de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas. En general, este tipo de análisis busca ilustrar los impactos potenciales si no se generan políticas públicas y acciones de adaptación de los actores. Su utilidad práctica consiste en alertar sobre la importancia estratégica de tomar medidas proactivas y precautorias.

Las estimaciones bajo los escenarios aquí considerados 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. Es importante considerar que los análisis no estiman el efecto acumulado futuro de prácticas productivas que minan la sostenibilidad, como la degradación y la erosión del suelo, prácticas que podrían contribuir a reducir los rendimientos agrícolas y la generación hidroeléctrica futuros aun sin cambio climático. Además, resulta importante acotar que varios de los análisis se enfocan en el nivel departamental, identificando diferencias en toda la región, pero no comprenden zonas de menor escala dentro de estas unidades geográficas.

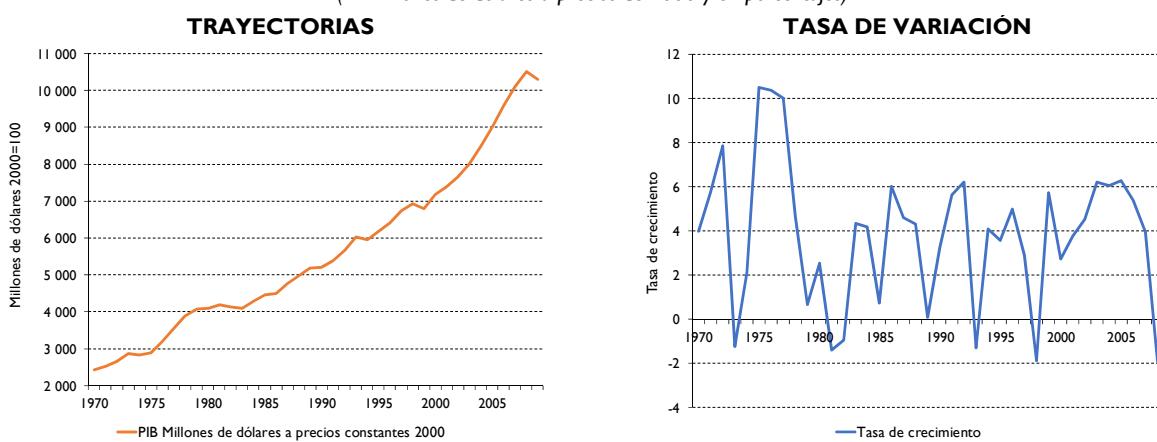
## I. ESCENARIOS DE REFERENCIA

El desarrollo de escenarios de crecimiento económico y demográfico es necesario para la estimación de costos económicos de los impactos del cambio climático, pues proveen información tendencial del comportamiento de variables clave hacia 2100 y de medición de los efectos potenciales en actividades económicas específicas. Las variables a estimar son: Producto Interno Bruto (PIB), población, PIB por habitante, Cambio de Uso de Tierra (CUT) y consumo de energía.

### A. ESCENARIOS MACROECONÓMICOS

La trayectoria del PIB a precios constantes de Honduras ha presentado una tendencia creciente en las últimas décadas, en tanto su tasa de variación -una medida del crecimiento económico- ha reportado una marcada volatilidad (véase el gráfico 1). El crecimiento económico en la década de 1970 estuvo influido por el comportamiento de los precios internacionales de algunos *commodities* estratégicos para Honduras y la región como fueron el café, banano y azúcar, situación que condicionó tasas de variación del PIB real promedio de 5,9% con picos superiores al 10%. Asimismo, durante esa década fue determinante en la actividad productiva, las facilidades de financiamiento internacional, el proceso de integración comercial intracentroamericano y el impulso que dejó el proceso de industrialización por sustitución de importaciones iniciado desde la década de 1950.

**GRÁFICO I**  
**HONDURAS: TRAYECTORIAS Y TASAS DE VARIACIÓN DEL PIB, 1970-2009**  
*(En millones de dólares a precios de 2000 y en porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Nota: Se presentan las trayectorias hasta 2009, año en que se elaboraron los escenarios.

En la década de 1980 impactó severamente la crisis internacional de deuda de los países en desarrollo, el cierre de las fuentes de financiamiento desde los países desarrollados, y el agudizamiento de los conflictos socio-político-militares en algunos países socio comerciales de la región, situación que incidió sobre la actividad productiva hondureña, viéndose reflejada en tasas de variación ralentizadas

y hasta negativas del PIB real (véanse el gráfico 1 y el cuadro 1). Como en décadas anteriores, la volatilidad y dependencia por los precios de los *commodities* imprimía volatilidad al crecimiento económico hondureño.

**CUADRO I**  
**HONDURAS: TASAS DE VARIACIÓN DEL PIB, 1950-2009**  
*(En porcentajes)*

Década					
1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009
3,2	5,0	5,9	2,7	3,0	4,1

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

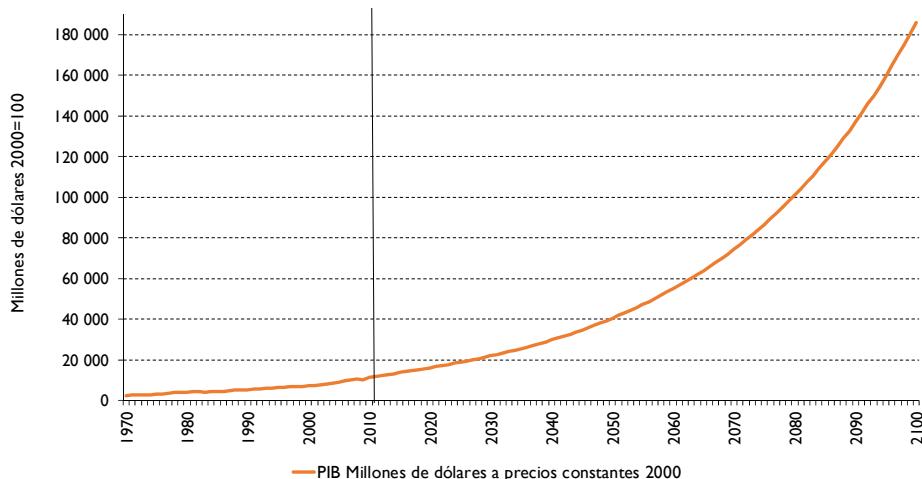
Tras el agotamiento de los modelos agroexportador y de industrialización por sustitución de importaciones, se sentaron las bases para el modelo de promoción de exportaciones que implicó el desbaratamiento de las barreras arancelarias (apertura comercial), la liberalización de los sistemas financieros y el proceso de privatización de activos públicos durante la década de 1990. En dicha década el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos, como el Huracán Mitch en 1998, impactó el comportamiento general de las actividades productivas y por tanto el del crecimiento económico (véanse el gráfico 1 y cuadro 1).

La década de 2000 se caracterizó por la revitalización del mercado intra-centroamericano, la consolidación de los procesos democráticos, la atracción de inversiones extranjeras, el proceso de modernización y una diversificación de la base exportadora hacia los mercados de economías desarrolladas. De esa forma se lograron tasas de crecimiento positivas previas al fuerte impacto que se recibió de la crisis financiera internacional en las economías desarrolladas que afectó severamente el comportamiento del crecimiento económico en 2009 (véase el gráfico 1).

El escenario del crecimiento del PIB para 2100 se realizó con la información histórica y un modelo con variables macroeconómicas que incluyen un agregado monetario como aproximación de la riqueza y los precios relativos de la energía como indicadores del nivel general de precios. Se utilizó la metodología de cointegración de vectores autoregresivos (VAR) y un modelo de corrección de errores (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). Los resultados se presentan en el gráfico 2, donde se observa una trayectoria de crecimiento sostenido que podría alcanzar una magnitud superior a los 180.000 millones de dólares en 2100.

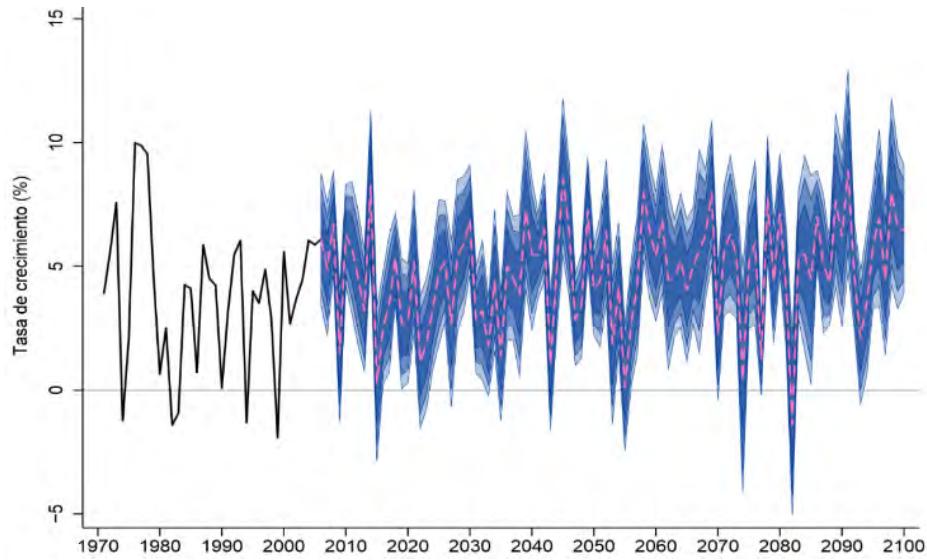
Una forma de incorporar la incertidumbre en estos pronósticos es el uso de Fan Charts, las cuales incluyen bandas de probabilidad alrededor de la tasa de variación estimada. La tasa de variación del PIB y su Fan Chart se presentan en el gráfico 3. El crecimiento económico promedio del período estimado es del 3,1% con fluctuaciones de -1% hasta el 5%.

**GRÁFICO 2**  
**HONDURAS: PRODUCTO INTERNO BRUTO, 1970-2100**  
*(En millones de dólares de 2000=100)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**GRÁFICO 3**  
**HONDURAS: ESCENARIOS DE CRECIMIENTO DEL PIB CON VALORES OBSERVADOS (1970-2007) Y PRONÓSTICO (2008-2100)**  
*(Fan Charts de la tasa de variación con bandas de probabilidad del 90%, 80% y 60%)*



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

Con las estimaciones generadas para el crecimiento económico se especificaron escenarios base, bajo y alto. El escenario base asume una dinámica de formación de capital similar a la del promedio de las últimas dos décadas, un crecimiento estable del sector financiero y una tendencia a una mayor estabilidad macroeconómica (en términos de inflación), considerando la energía como insumo de la producción cuyo precio afecta la trayectoria del crecimiento. Así, los escenarios prospectivos de las próximas décadas asumen que la volatilidad de precios de alimentos y energéticos y las crisis financieras serán más frecuentes. El escenario pesimista asume una probabilidad del 20% de que así ocurrirá (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

Así, el escenario base corresponde a la media entre el límite inferior y el límite superior de la trayectoria esperada con una probabilidad del 60%. El escenario de bajo crecimiento utiliza el límite superior de la trayectoria con un 20% de probabilidad; el escenario de alto crecimiento asume un nivel de probabilidad más bajo (10%) de que la economía crezca a tasas elevadas. Los resultados para Honduras van del 2,76% al 4,21% (véase el cuadro 2).

**CUADRO 2**  
**HONDURAS: ESCENARIOS DE LA TASA DE VARIACIÓN DEL PIB, 2008-2100**  
*(En porcentajes)*

<b>Escenarios de crecimiento económico</b>		
Bajo	Base	Alto
2,76	3,17	4,21

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

## B. ESCENARIOS DEMOGRÁFICOS

La información de las variables demográficas proviene del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), División de Población de la CEPAL. El comportamiento demográfico del país muestra una transición con cambios importantes en sus variables fundamentales. En las décadas de 1960 a 1980, la tasa de crecimiento demográfico fue constante, con un promedio del 3,0 % en el período. En la década de 1990, la tasa se desaceleró al 2,5%, y en la década de 2000 se desaceleró aún más, hasta el 1,9%.

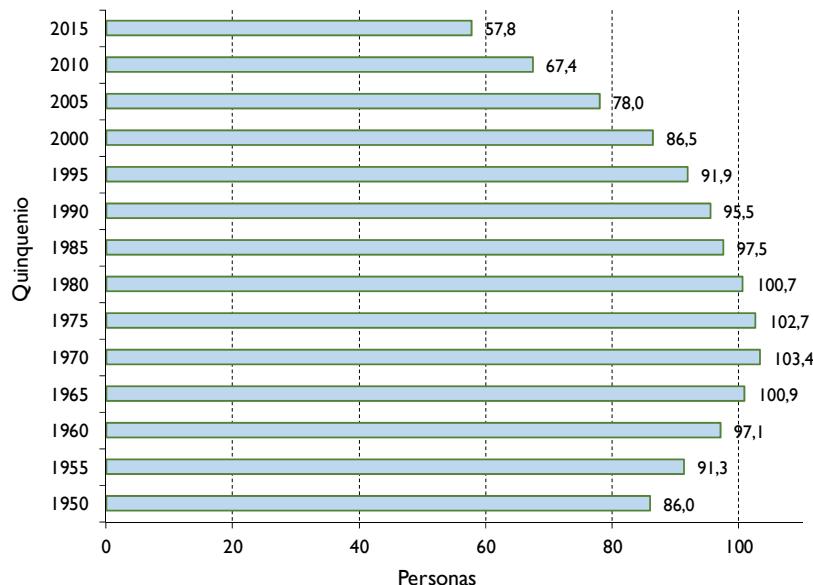
**CUADRO 3**  
**HONDURAS: TASAS DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN, 1960-2009**  
*(En porcentajes)*

<b>Década</b>				
1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009
3,0	3,0	3,1	2,5	1,9

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CELADE -. Revisión 2016

La esperanza de vida al nacer en Honduras durante el período 2010-2015 fue de 72,9 años, mientras que la tasa de fecundidad fue elevada, 2,5 hijos por mujer para el mismo período (CELADE, 2016). Los indicadores de dependencia demográfica total y por grupos de edad muestran un incremento desde la década de 1950 hasta 1970 para llegar a una relación de 103,4, lo que significa que habría 1.034 personas dependientes por cada 1.000 personas en edad de trabajar. A partir de ese último año, el grado de dependencia empieza a descender (véase el gráfico 4).

**GRÁFICO 4**  
**HONDURAS: RELACIÓN DE DEPENDENCIA DEMOGRÁFICA, 1950-2015**  
*(Número de dependientes por cada 100 personas en edad de trabajar)*

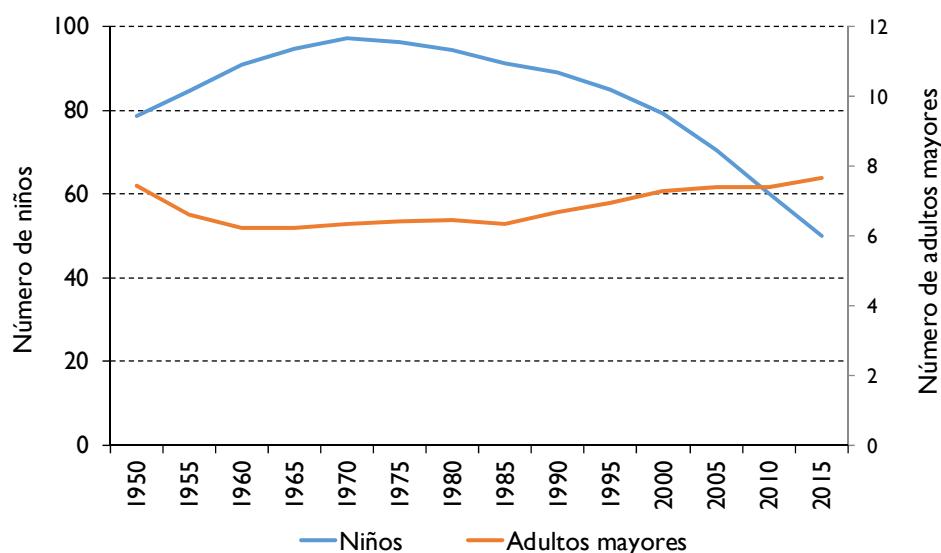


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CELADE - Revisión 2016

En 2015, la relación de este concepto era de 57,8 dependientes por 100 personas en edad de trabajar, lo que indica la reducción de la tasa de fecundidad y por tanto una menor dependencia con respecto a los menores de 14 años (véanse los gráficos 4 y 5). Así, para el caso de menores dependientes se observa un comportamiento de «U» invertida; mientras para los adultos mayores se observa una trayectoria de «U» normal, lo que indica un incremento del grado de dependencia para este grupo de edad (véase el gráfico 5). En vista de lo anterior, puede inferirse un envejecimiento promedio de la población y un cambio en la forma de la pirámide poblacional.

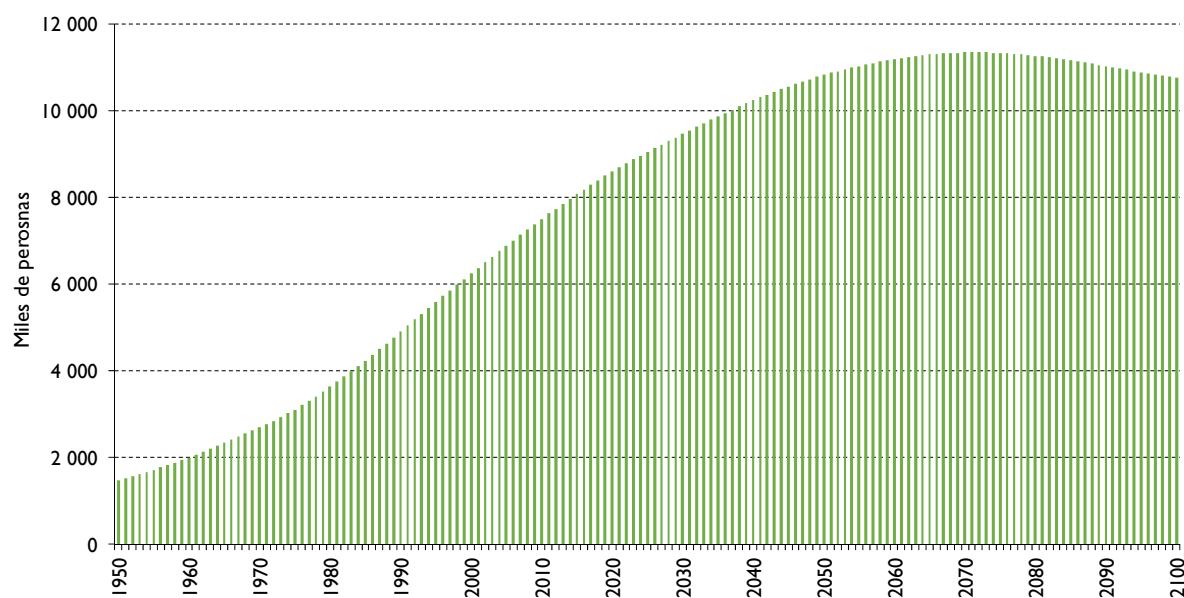
Para las proyecciones a 2100, CELADE utilizó el «Modelo de los componentes», con el cual, además de generar proyecciones por sexo y grupos de edad, se puede derivar una amplia y detallada gama de indicadores sociodemográficos, así como otros datos de gran utilidad para la planificación en diversos campos. La evolución de la trayectoria de la población hasta fines del presente siglo se muestra en el gráfico 6, donde se observa un incremento sostenido, cuyo nivel más alto, 11,3 millones de habitantes, se alcanzaría en 2071. A partir de ese año la población comenzaría a disminuir hasta los 10,75 millones de habitantes en 2100 (véase el cuadro 4).

**GRÁFICO 5**  
**HONDURAS: RELACIÓN DE DEPENDENCIA DEMOGRÁFICA, NIÑOS Y ADULTOS MAYORES, 1950-2015**  
*(Número de dependientes por cada 100 personas en edad de trabajar)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CELADE -. Revisión 2016

**GRÁFICO 6**  
**HONDURAS: POBLACIÓN TOTAL, 1950-2100**  
*(En miles de personas)*



Fuente: Elaboración propia con datos de: CELADE. Revisión 2016.

**CUADRO 4**  
**HONDURAS: ESCENARIO DEMOGRÁFICO, 2005-2100**  
*(Nº de habitantes)*

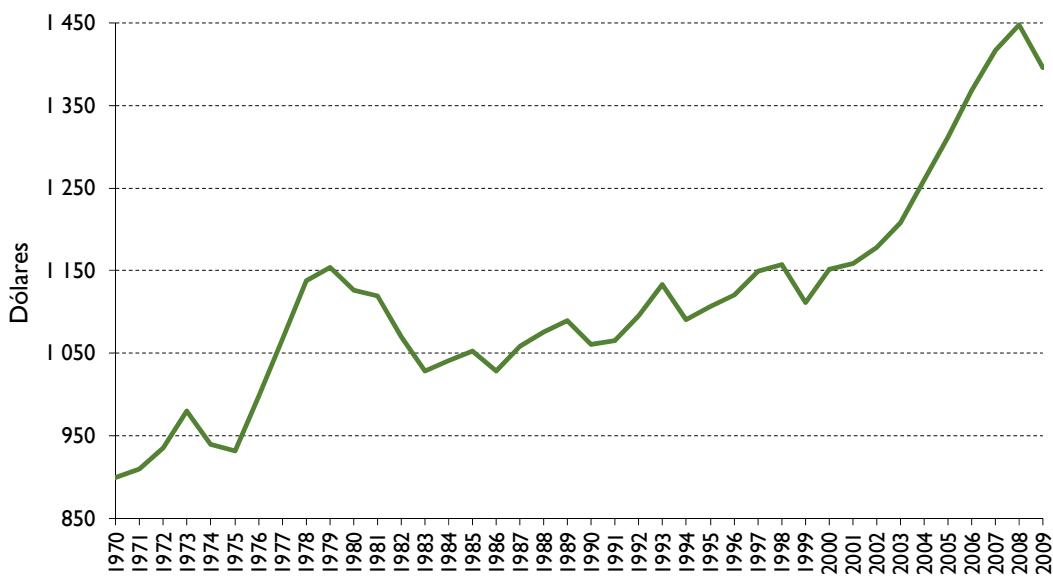
2005	2010	2020	2050	2070	2100	Año en que se alcanza la máxima población	Nivel de máxima población
6 880 219	7 503 873	8 590 647	10 820 136	11 340 260	10 752 536	2071	11 342 625

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CELADE. Revisión 2016.

## C. ESCENARIOS DEL PIB POR HABITANTE

La evolución del PIB por habitante en el período 1970-2009 muestra, en términos generales, una tendencia creciente con tres períodos notables: dos de incremento sostenido, 1970-1980 y 2000-2004, y otro con incrementos leves entre 1984-2000 (véase el gráfico 7). Estos aumentos son concomitantes con los determinantes del crecimiento económico descritos arriba y asociados con los diversos modelos de desarrollo implementados en Honduras y en la región centroamericana. En los primeros años de la década de 1980 el PIB por habitante se redujo como resultado de la crisis internacional de deuda y el estallido de los conflictos bélicos en la región centroamericana que impactaron directamente la actividad productiva hondureña. A partir de 2000, con la consolidación de los procesos democráticos, la creciente demanda interna y externa, se presentó un incremento significativo, llegando a 1.447 dólares en 2008, cerrando el período con una disminución en 2009 resultado de la crisis financiera internacional en las economías desarrolladas.

**GRÁFICO 7**  
**HONDURAS: PIB POR HABITANTE, 1970-2009**  
*(En dólares de 2000)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011) y CELADE - Revisión 2016.

Con las estimaciones del PIB y de la población se realizaron proyecciones del PIB por habitante para 2100. Considerando el escenario base de crecimiento del PIB, se podría generar un PIB por habitante de 3.470 dólares para el 2050 y de 16.080 dólares para el 2100 (véase el cuadro 5). El PIB por

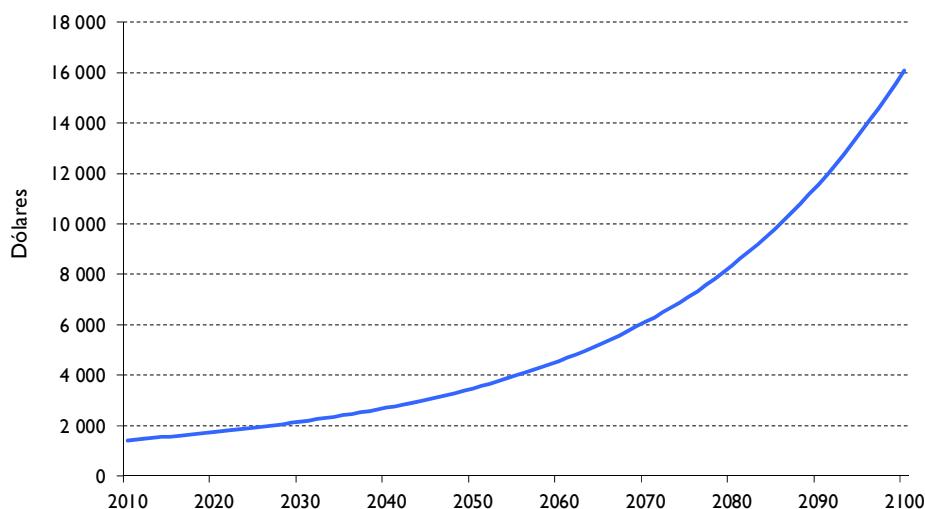
habitante crecería en mayor medida a partir de 2070 como consecuencia del incremento del PIB y de la disminución de la población, como se representa en el gráfico 8.

**CUADRO 5**  
**HONDURAS: PIB POR HABITANTE CON ESCENARIO MACROECONÓMICO BASE, 2005-2100**  
*(En miles de dólares de 2000)*

2005	2010	2050	2100
1,31	1,42	3,47	16,08

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011) y CELADE - Revisión 2016.

**GRÁFICO 8**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL PIB POR HABITANTE CON ESCENARIO MACROECONÓMICO BASE, 2010-2100**  
*(En dólares de 2000)*



**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011), Revisión 2016.

## D. ESCENARIOS DE CAMBIO DE USO DE TIERRA (CUT)

Los resultados del escenario tendencial del CUT en Honduras hasta 2100 se obtuvieron con el modelo *Change of Land Use and its Effects at Small Scale* (CLUE-S) (Verburg y otros, 2002), que modela esta variable por necesidades agrícolas, industriales y municipales. La metodología consta de dos etapas:

- a) Análisis no espacial que define los cambios de uso de suelo a través del tiempo mediante la cuantificación de los diferentes tipos de demanda del bien y las áreas requeridas por tipo de uso de suelo para cada año futuro. La cuantificación está basada en extrapolaciones de tendencias observadas del crecimiento económico.
- b) Presentación de los resultados en mapas, para lo cual debe determinarse previamente la distribución geográfica de las demandas. El modelo distribuye los cambios espacialmente a partir de las relaciones empíricas entre tipos de uso de suelo y los factores biofísicos y socioeconómicos imperantes en un punto determinado (véase la figura 4).

**FIGURA 4**  
**ESQUEMA METODOLÓGICO DE MODELAJE DE USO  
DE TIERRA MEDIANTE EL MODELO CLUE-S**

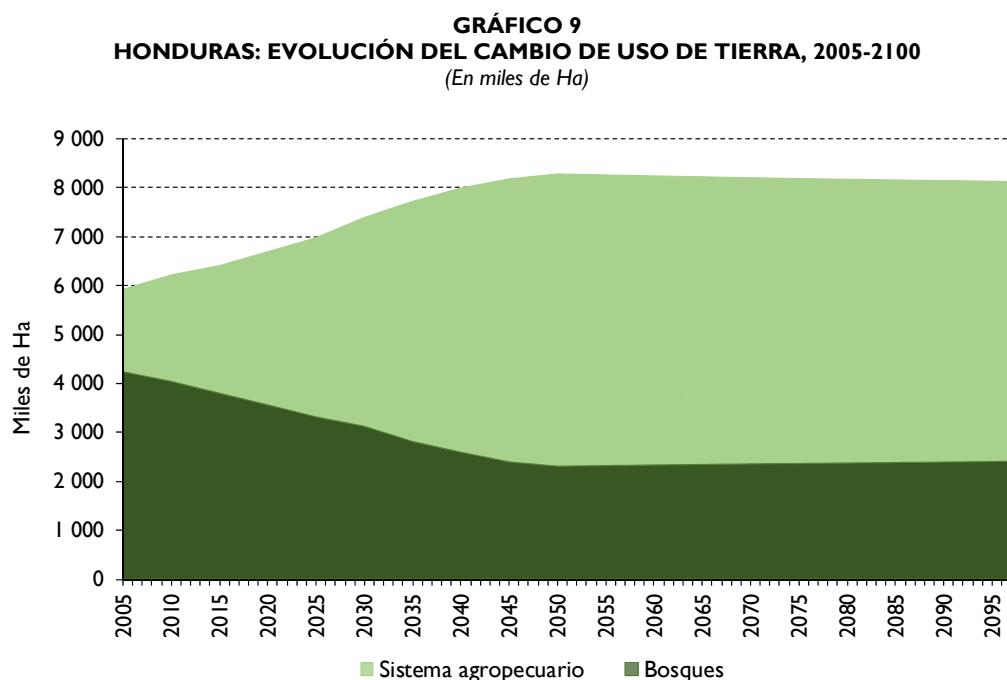


Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La línea base para estimar el uso de suelo son los escenarios globales de uso de la tierra del GEO4 (PNUMA, 2007), los cuales cuantifican distintos tipos de uso de la tierra en Centroamérica y el Caribe y describen tendencias de desarrollo de la sociedad, incluyendo: Mercados, Seguridad, Sostenibilidad y Políticas (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

La simulación del CUT de CLUE-S está determinada por los siguientes elementos: a) políticas y restricciones espaciales que identifican zonas de preferencia para la conversión de ciertos tipos de uso o su restricción; b), reglas de conversión, que especifican las conversiones de usos de tierra permitidas y la facilidad con que pueden ocurrir; y c) por factores explicativos o de ubicación que identifican la idoneidad de la ocurrencia de cada tipo de uso.

En el gráfico 9 se presenta la proyección de la evolución del CUT en el período 2005-2100. En el 2005, Honduras tuvo un registro máximo de 4,2 millones de ha de bosque. A partir de entonces, la extensión comenzó a disminuir en forma significativa y, para el 2045, se detendría en 2,4 millones de ha y se mantendría estable. Para 2100 se estiman 2,3 millones de ha. En contraposición, la extensión dedicada a la actividad agropecuaria se mantendría creciendo. En 2005, Honduras contaba con casi 5,9 millones de ha de tierra dedicada a esta actividad. El análisis arroja un incremento sostenido de los sistemas agropecuarios, alcanzando el punto más alto en 8,3 millones de ha en 2050 y después se mantendría estable hasta el 2100, cuando ocuparía una extensión de 8,2 millones de ha.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La evolución de los otros tipos de cobertura hacia 2100 indican lo siguiente: desaparición de sabana y herbazal (560.000 hectáreas); incremento de la cobertura urbana (259%); las extensiones de pantano/humedal, manglar y cuerpos de agua se mantendrían estables; 161.000 hectáreas serían regeneradas. La proporción de la superficie de uso agropecuario pasaría del 54% en el 2005 al 75% en el 2100, mientras que la superficie de bosques pasaría del 39% al 21% de la superficie total (véase el cuadro 6).

**CUADRO 6**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE TIERRA, 2005-2100**  
*(En miles de Ha y en porcentajes)*

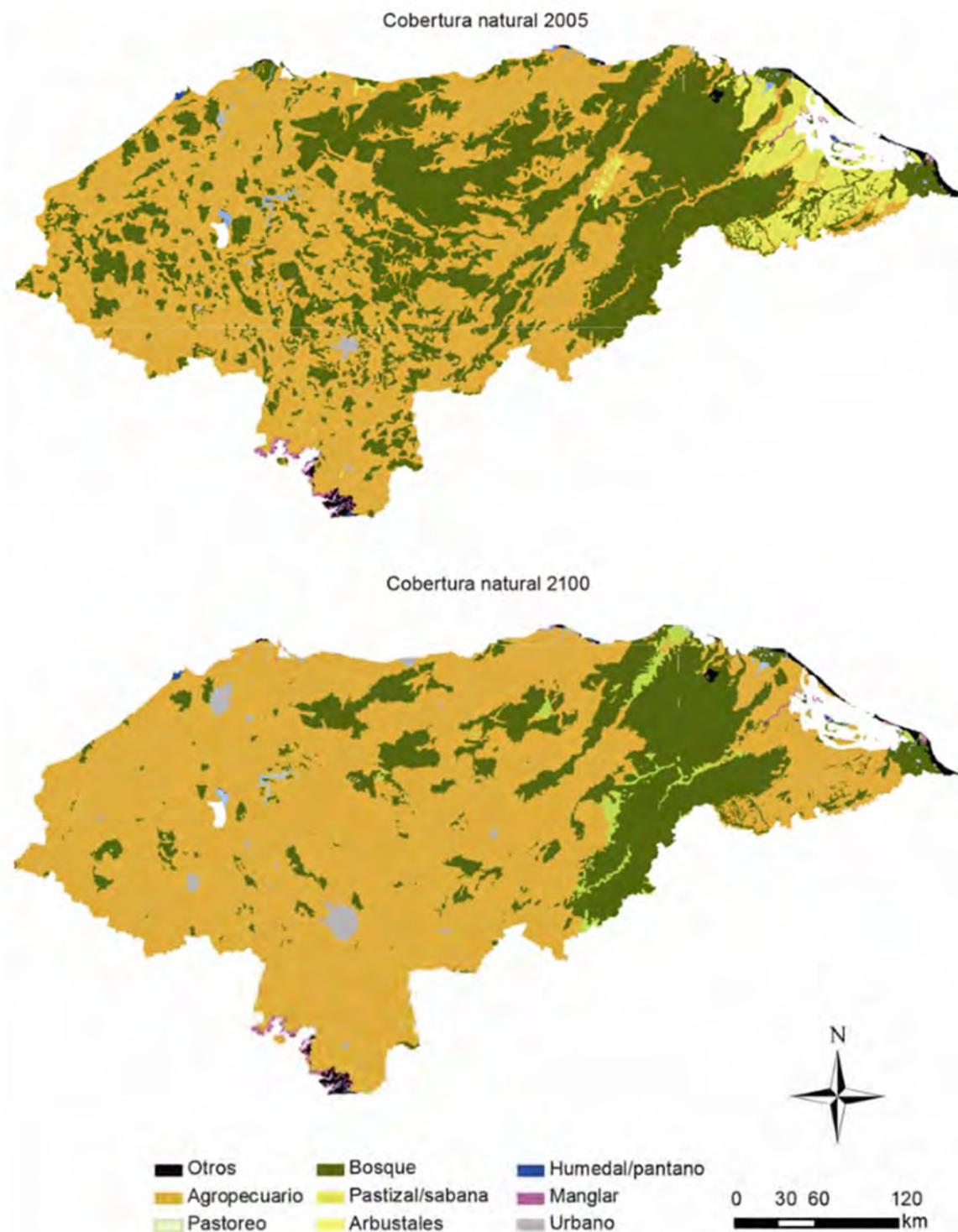
Cobertura	Año base 2005	Año tendencial 2100	Cambio escenario tendencial en comparación con año base		
			Miles ha	Porcentaje con respecto al año base	Tasa de crecimiento anual
Sistema agropecuario	5 921,3	8 196,3	2 275,0	38,42	0,3
Bosques	4 239,0	2 288,4	-1 950,6	-46,02	-0,6
Sabana/Herbazal	560,0	0	-560,0	-100	-13,0
Manglar	39,8	39,8	0	0	0
Pantano/Humedal	6,4	6,4	0	0	0
Urbano	28,5	102,3	73,8	259,46	1,4
Cuerpo de agua	36,8	36,8	0	0	0
Otros	68,6	68,6	0	0	0
Regeneración	-	161,7	161,7	-	-
Total	10 900,4	10 900,4	0	-	-

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

En el mapa 1 se muestran el escenario base (2005) y el tendencial al 2100 de cambio de uso de tierra. Se observa que en el escenario base los departamentos con mayor superficie de bosque son Colón, la parte sureste de Olancho y las partes centrales de Yoro y de Atlántida. El departamento

Gracias a Dios tiene una extensión considerable de arbusto. La mayor parte de la superficie de Honduras es de bosque y agropecuaria. La proyección para el 2100 indica una disminución de las áreas boscosas en el territorio, salvo la gran extensión en Colón y la parte sureste de Olancho; las áreas boscosas de Yoro y Atlántida prácticamente desaparecerían.

**MAPA I**  
**HONDURAS: ESCENARIOS DE CAMBIO DE USO DE LA TIERRA 2005 (BASE) Y 2100 (TENDENCIAL)**



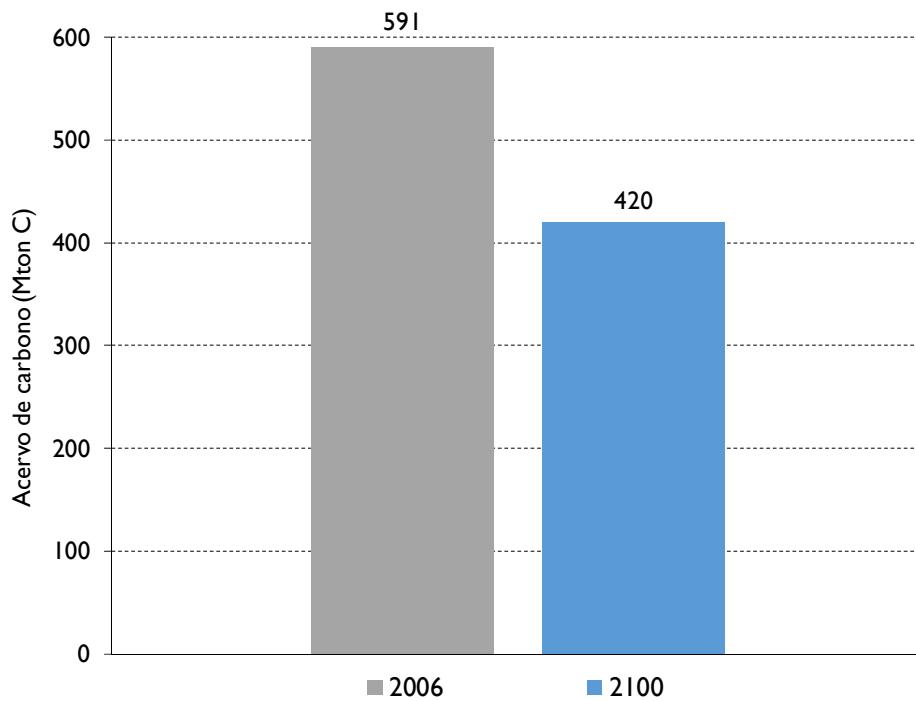
Fuente: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Los cambios en los sumideros de carbono se modelaron con los escenarios tendenciales de CUT. Los contenidos de carbono se calcularon como una síntesis de los valores reportados por diversas fuentes. Para el uso agrícola se reporta el valor promedio de los cultivos por falta de datos sobre tipos de cultivo; el cálculo de los bosques se realizó con un modelo biofísico que compara los valores promedio anuales de temperatura y precipitación con el contenido de carbono de los bosques.

El total de carbono es la suma de los acervos de carbono de los diversos usos de la tierra. Los resultados fueron obtenidos multiplicando la estimación de la densidad de carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) por el área (ha) de cada uso de suelo. Las proyecciones se estimaron por diferencia o adición de los acervos de carbono entre los tipos de uso de la tierra (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

En el escenario tendencial se contabiliza un acervo de carbono de 590,81 millones de toneladas de carbono en el 2006. Para el 2100 se proyecta una disminución en los acervos de carbono hasta los 419,76 millones de toneladas, es decir, una reducción del 29% (véase el gráfico 10).

**GRÁFICO 10**  
**HONDURAS: DISMINUCIÓN DE ACERVOS DE CARBONO BAJO ESCENARIO TENDENCIAL, 2006-2100**  
*(En millones de toneladas de carbono)*



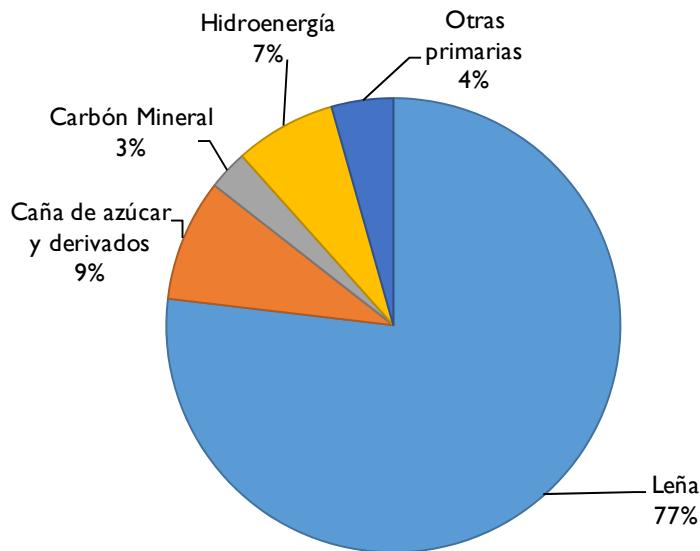
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

## E. ESCENARIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA

La estructura de la oferta total de energía primaria en Honduras está muy desequilibrada, notoriamente cargada hacia el consumo de leña (véase el gráfico 11), su participación fue del 77% en el año 2015, seguido por el bagazo de caña con el 9%. La proporción de la oferta de energía primaria de hidroenergía es el 7% y la de carbón mineral es un 3%. En el período de 1970 a 2015, la oferta total de energía se incrementó en un 306% a una tasa de crecimiento anual del 3,0%, pasando de 10,3 millones de barriles equivalentes de petróleo (Mbep) en 1970 a 41,7 Mbep en el 2015, mientras que la demanda en el mismo período aumentó en un 289% a una tasa de crecimiento anual del 2,9%. El incremento de este patrón de demanda energética no es compatible con un desarrollo sostenible debido a que el ritmo de crecimiento

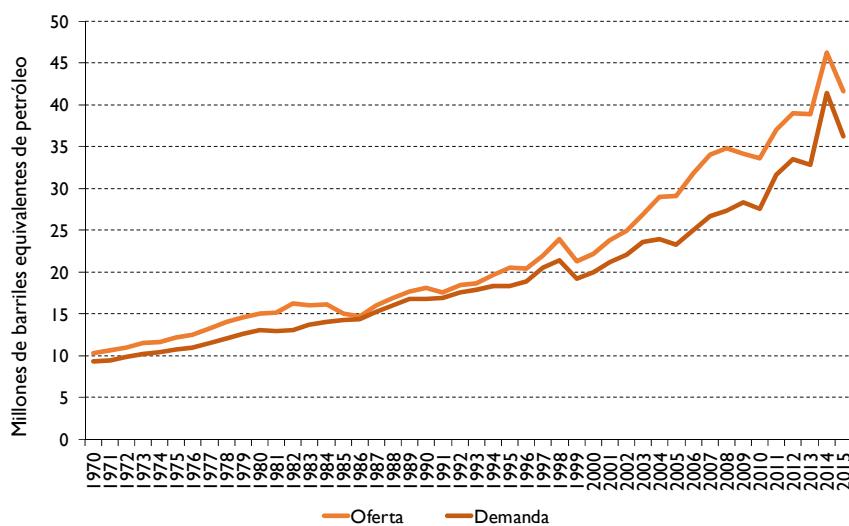
del consumo energético es mayor que el crecimiento de la economía, con énfasis a partir de 2000. En 2010 la intensidad energética fue de 1,74 Mbep por cada 1.000 dólares de PIB y en 2015 aumento a 1,93 Mbep. A partir de la década de 2000, la capacidad de producción se ha incrementado, generando una mayor capacidad de reservas (brecha entre oferta y demanda) como se observa en el gráfico 12.

**GRÁFICO 11**  
**HONDURAS: CONSUMO FINAL DE ENERGÍA PRIMARIA, 2015**  
*(En porcentajes)*



**Fuente:** Sistema de Información Económica y Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

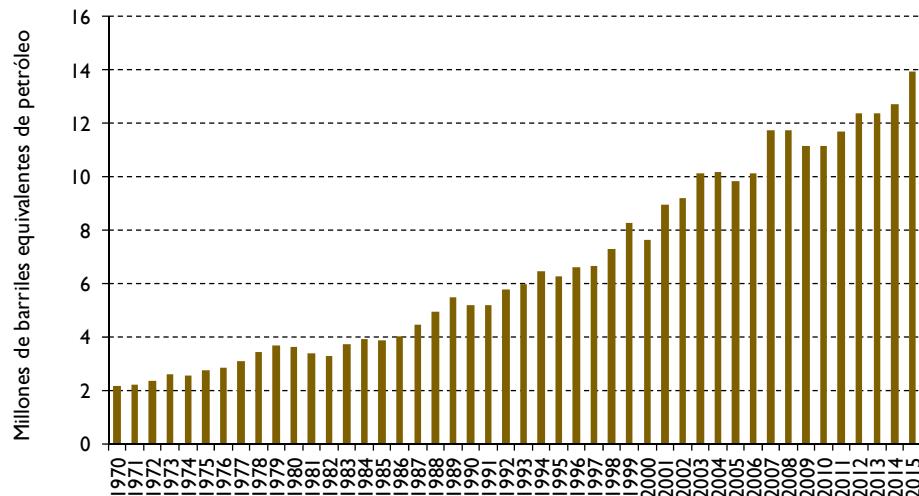
**GRÁFICO 12**  
**HONDURAS: OFERTA Y DEMANDA TOTAL DE ENERGÍA, 1970-2015**  
*(En miles de barriles equivalentes de petróleo)*



**Fuente:** Sistema de Información Económica y Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

La evolución del consumo final de hidrocarburos del período 1970-2015 muestra una tendencia creciente, pasando de 2,2 Mbep en 1970 a 13,9 Mbep en 2015 (véase el gráfico 13), equivalente a una tasa de variación anual del 4,2%. Los sectores con mayor demanda de hidrocarburos en 2015 fueron el transporte con 71% respecto del total, industria con 13% y construcción con 11% (véase el gráfico 14). El sector residencial demanda solo un 5%, lo que indica una baja prevalencia del uso de hidrocarburos siendo la biomasa la principal fuente energética de los hogares en Honduras.

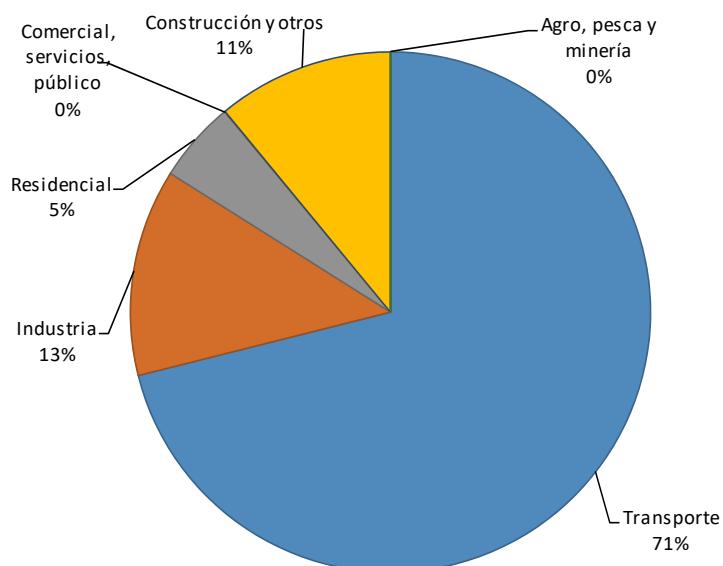
**GRÁFICO 13**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL CONSUMO FINAL DE HIDROCARBUROS, 1970-2015**  
*(En millones de barriles equivalentes de petróleo)*



Fuente: Sistema de Información Económica y Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

Nota: no incluye los derivados del petróleo utilizados para producir electricidad.

**GRÁFICO 14**  
**HONDURAS: CONSUMO FINAL DE HIDROCARBUROS POR SECTORES, 2015**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Sistema de Información Económica y Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

Para elaborar la prospectiva a largo plazo (2100) y conformar la línea base se utilizaron los estudios y evaluaciones recientes de la CEPAL y de las instituciones de la Integración Centroamericana, en particular la «Estrategia Energética Sustentable Centroamérica 2020» (Estrategia 2020; CEPAL, 2007) y los estudios de planificación indicativa del Consejo de Electrificación de América Central (CEAC)<sup>8</sup>. Con dichos estudios y los resultados observados en los últimos años se determinaron los escenarios de mediano plazo (2020-2023) y de largo plazo (2023-2100). La proyección del consumo de energía se hizo a partir del escenario macroeconómico base con el modelo de planeación a largo plazo *Long Range Energy Alternatives Planning System* (LEAP).

La tasa de variación anual de la demanda de energía en el escenario base presenta una disminución progresiva. Se proyecta una tasa de variación de 2,7%, hasta 2025; de 2,0% para el período 2025-2050; de 1,7% para el período 2050-2075; de 1,1% para el período 2075-2100, y de 1,8% con una tasa promedio para el período en conjunto (véase el cuadro 7). La demanda total de 36,12 Mbep del 2010 puede llegar a 175,38 Mbep en 2100.

**CUADRO 7**  
**HONDURAS: TASAS DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA,**  
**ESCENARIO BASE, 2010-2100**  
*(En porcentajes)*

2010-2025	2025-2050	2050-2075	2075-2100	2010-2100
2,7	2,0	1,7	1,1	1,8

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La demanda total de hidrocarburos en 2010 fue de 13,11 Mbep. Las proyecciones indican un incremento sostenido los siguientes años (véase el gráfico 15). En el 2100 la demanda total de hidrocarburos podría ser de 103,32 Mbep, es decir, una tasa de crecimiento del 688% en todo el período, lo que indica una marcada transición hacia la concentración en el consumo de hidrocarburos. La proyección del consumo de energía eléctrica también muestra una tendencia creciente, de 5.788 GWh en el 2010 hasta los 72.838 GWh a fines de siglo (véanse el cuadro 8 y el gráfico 16).

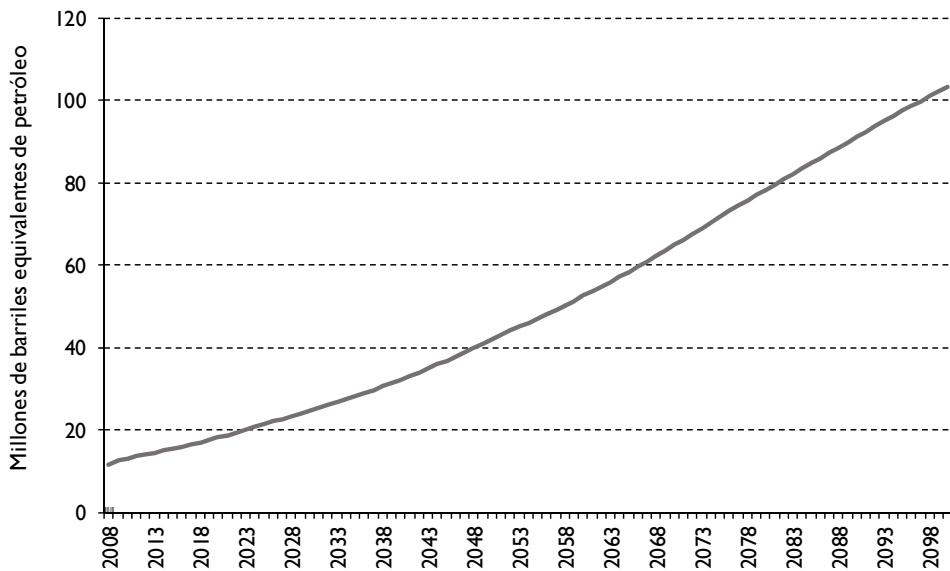
**CUADRO 8**  
**HONDURAS: DEMANDA TOTAL DE ENERGÍA, HIDROCARBUROS**  
**Y ELECTRICIDAD, 2010-2100**  
*(En millones de barriles equivalente de petróleo y GWh)*

Ítem	2010	2025	2050	2075	2100
Demanda Total (Mbep)	36,12	53,73	87,58	131,90	175,38
Demanda de Hidrocarburos (Mbep)	13,11	21,45	42,16	71,89	103,32
Demanda de Electricidad (GWh)	5 788	12 275	29 186	50 738	72 838

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

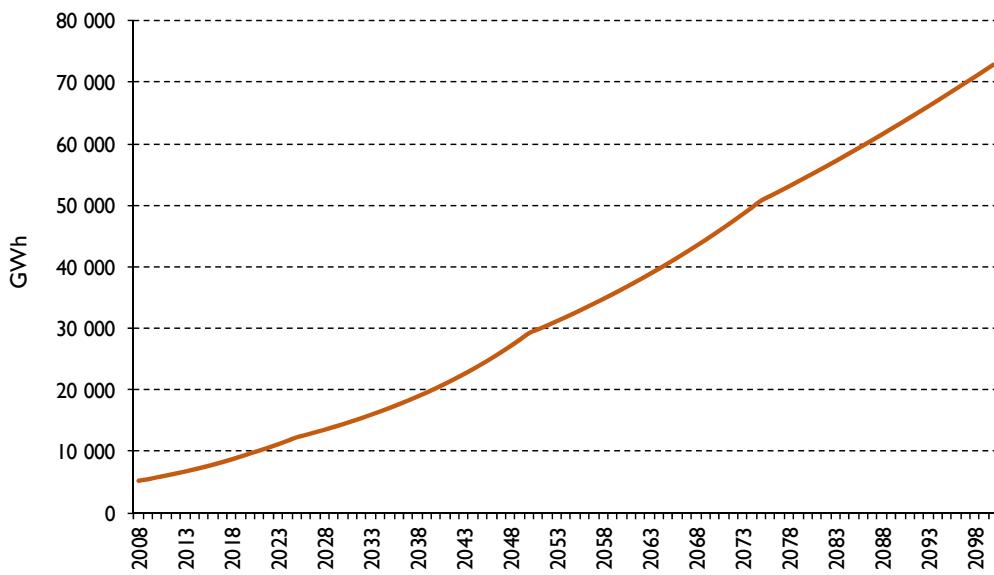
<sup>8</sup> Una mayor explicación de los supuestos empleados en la construcción de escenarios se encuentra en CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**GRÁFICO 15**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DE DEMANDA DE HIDROCARBUROS**  
**CON ESCENARIO BASE, ESTIMACIÓN 2008-2100**  
*(En millones de barriles equivalentes de petróleo)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**GRÁFICO 16**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DE DEMANDA DE ELECTRICIDAD**  
**CON ESCENARIO BASE, ESTIMACIÓN 2008-2100**  
*(En GWh)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

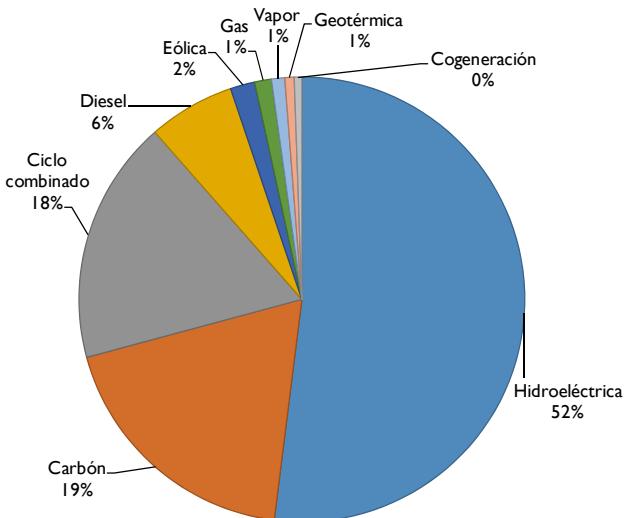
Para fines de siglo la demanda de energía eléctrica respecto al total se concentraría en los sectores residencial e industrial con 62% y 14%, respectivamente (véase el cuadro 9). Asimismo, se proyecta que para el 2100 la energía eléctrica se generará principalmente con tecnología hidroeléctrica (52%), siguiéndole en importancia el carbón y el ciclo combinado con un 19% y un 18%, respectivamente (véase el gráfico 17).

**CUADRO 9**  
**HONDURAS: DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SECTOR, ESCENARIO BASE EN 2100**  
*(En GWh)*

Total	Residencial	Comercial	Industrial	Otros
72 838	45 462	3 921	10 233	2 497

Fuente: Elaboración propia, con datos de: CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**GRÁFICO 17**  
**HONDURAS: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR TIPO DE TECNOLOGÍA,**  
**ESCENARIO BASE EN 2100**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

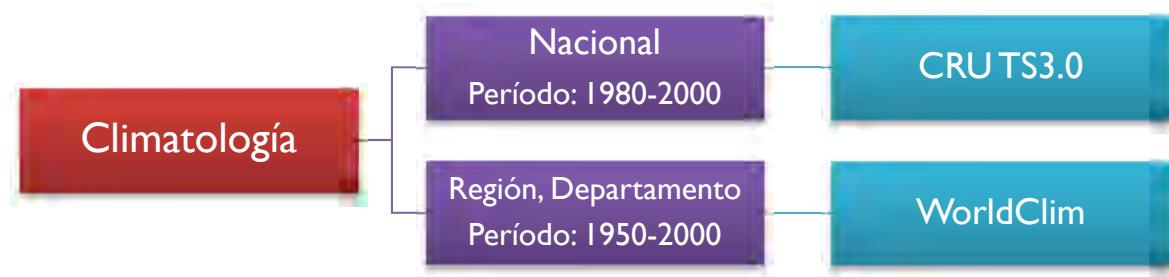
A manera de síntesis, los modelos macroeconómicos estiman que el PIB total de Honduras podría crecer a una tasa anual de 3,2% en el período 2008-2100 en el escenario base. La población alcanzaría su máximo en el 2071 con 11,3 millones de personas para luego comenzar a disminuir. El PIB por habitante en 2030 podría llegar a 2.155 dólares, a 3.470 dólares en 2050 y hasta 16.080 dólares en 2100 (a precios de 2000). Respecto a la demanda de energía, se pronostica una tasa de variación positiva pero decreciente con el avance del tiempo, con una tasa promedio del 1,8% anual en el período 2010-2100. La evolución del CUT en el escenario base indica una disminución importante de la superficie de bosque hasta mediados de siglo, manteniéndose constante en la segunda mitad del siglo. La extensión de suelo agrícola se incrementaría de forma importante hasta mediados de siglo. Estas tendencias hacia 2100 serán importantes referentes para estimar los costos económicos de los impactos del cambio climático en Honduras.

## 2. ESCENARIOS CLIMÁTICOS

**L**a iniciativa «La Economía del Cambio Climático en Centroamérica» (ECC CA) ha auspiciado la realización de diversos análisis de los posibles impactos que el cambio climático puede generar en las variables de temperatura, precipitación y eventos extremos en la región. Es así que se cuenta con una considerable cantidad de información sobre los niveles regional, nacional y departamental de variables climáticas y sectoriales, la cual es la base para evaluar los impactos económicos del cambio climático en los sectores de interés. La información presentada en este apartado ha sido extraída de los documentos de la Serie CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA: «La economía del cambio climático en Centroamérica: Reporte técnico»(CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011), «La economía del cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales en los patrones intraanuales y espaciales del clima» (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012a) y «La economía del cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales en la aridez y los meses secos»(CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, COSEFIN, UKAID y DANIDA, 2012b).

La información de la climatología presentada en estos documentos ha sido obtenida de diversas fuentes, cuyos datos tienen diferentes disponibilidades, dependiendo si son de nivel nacional o de nivel departamental (véase la figura 5).

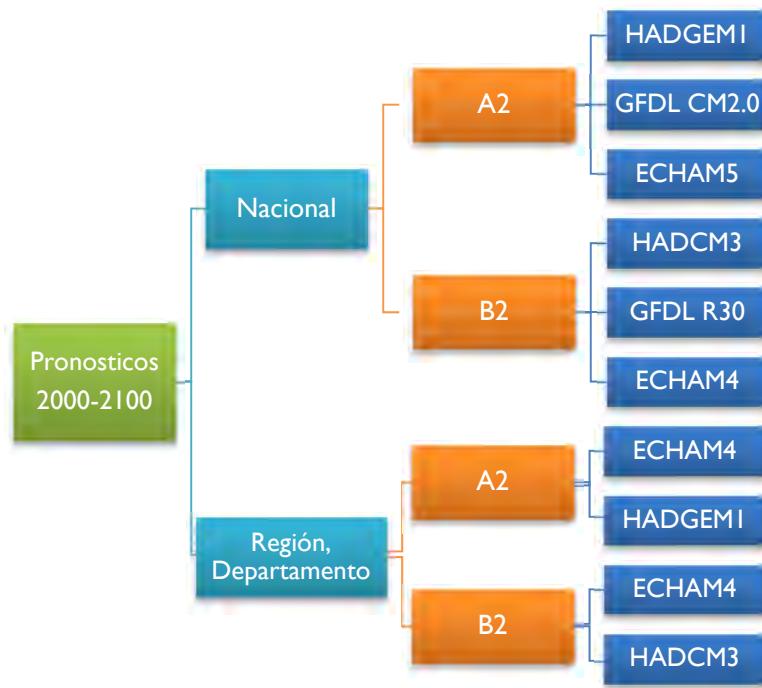
**FIGURA 5  
FUENTES DE INFORMACIÓN Y PERIODOS DE LAS CLIMATOLOGÍAS**



Fuente: Elaboración propia.

Los datos anuales e intraanuales nacionales y departamentales utilizados para los escenarios de cambio climático B2 y A2 fueron obtenidos como promedio de diferentes modelos climatológicos. En la Figura 6 se muestran los modelos que se usaron para realizar las estimaciones de las variables climáticas de los diferentes cortes temporales al 2100.

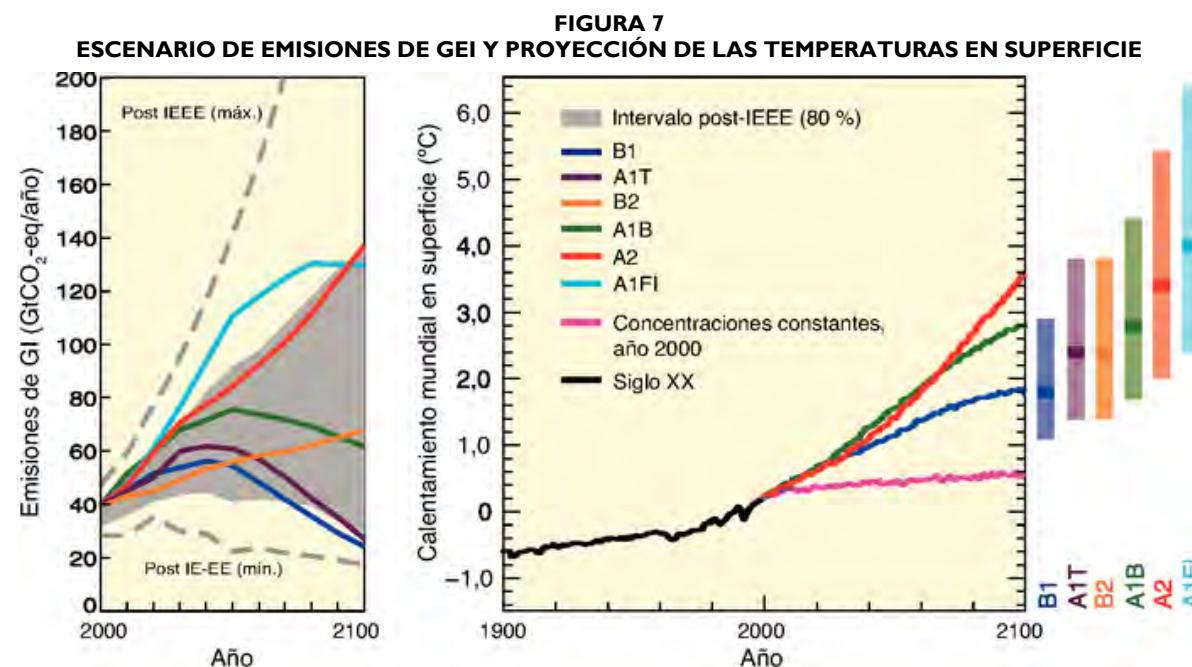
**FIGURA 6**  
**MODELOS Y ESCENARIOS DE LOS PRONÓSTICOS A 2100**



**Fuente:** Elaboración propia.

Los escenarios de cambio climático B2 y A2 provienen del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). En el escenario más pesimista (A2) se proyecta un aumento continuo de las emisiones globales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que resulta en un mayor incremento de la temperatura y en una disminución sustancial de la lluvia en la mayor parte de Centroamérica. Entre los supuestos de este escenario destacan: un mundo muy heterogéneo, autosuficiencia y conservación de las identidades locales, población mundial en continuo crecimiento, cambio tecnológico lento y fragmentado, y desarrollo económico orientado a las regiones (IPCC, 2007a).

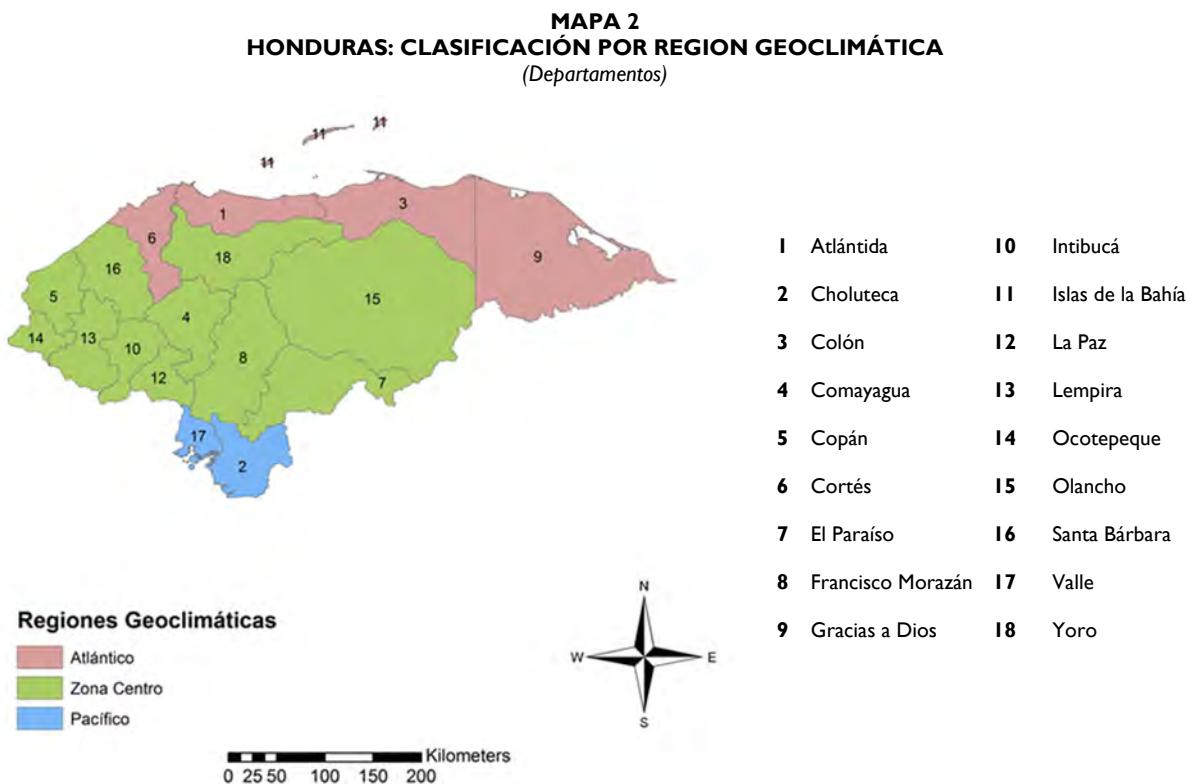
En el escenario menos pesimista (B2) se prevé una trayectoria de emisiones de GEI menor que la del escenario A2 (véase la figura 7), resultando en una disminución menor de la lluvia en la mayor parte de la región y en un incremento menor de la temperatura en toda la región. En este escenario predominan las soluciones locales de sostenibilidad económica, social y medioambiental, el cambio tecnológico es menos rápido y se instauran políticas de igualdad, mientras la población aumenta constantemente, pero a un ritmo menor que en A2 (IPCC, 2007a). En la figura 7 se presenta la evolución del incremento de la temperatura en ambos escenarios.



Fuente: IPCC (2007a).

En este capítulo se presentan los análisis de temperatura y precipitación en los niveles departamental y por región geoclimática<sup>9</sup>. Con la orientación de los delegados gubernamentales y meteorólogos se identificaron tres regiones geoclimáticas para toda la región centroamericana, y son presentadas en este documento para Honduras (Atlántico, Zona Centro y Pacífico); su distribución y los departamentos situados en ellas se presentan en el mapa 2. Para las estimaciones se utilizaron promedios de diez años para cada año de corte. Así, el año de corte 2020 corresponde al promedio del período 2016-2025; el año de corte 2030 corresponde al promedio del período 2026-2035; 2050 al promedio de 2046-2055; 2070 al promedio de 2066-2075, y 2100 al promedio de 2091-2100. Por tratarse de escenarios a largo plazo que integran diversas «capas» de análisis con incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como magnitudes exactas.

<sup>9</sup> La región geoclimática aquí tomada se refiere a la clasificación hecha para los documentos del proyecto La Economía del Cambio Climático en Centroamérica y no se refiere a la división política del país.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

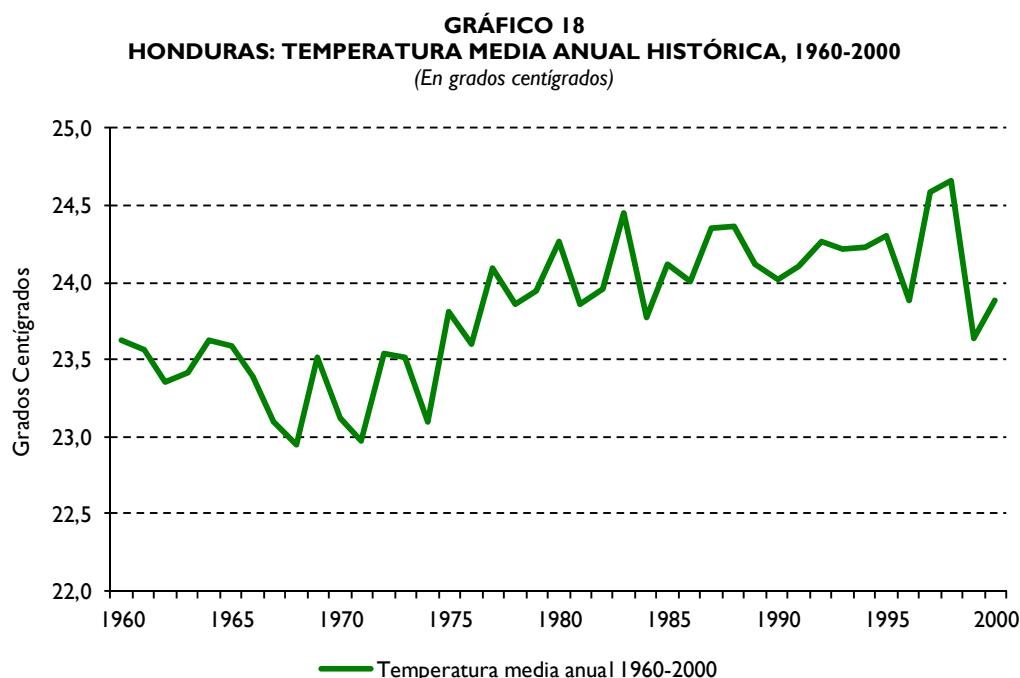
## A. TEMPERATURA

La climatología observada del período 1960-2000 constituye el escenario base sobre el cual se cuantifican las variaciones de temperatura asociadas al cambio climático en ambos escenarios de la base del clima CRU TS3.0. La temperatura media anual de Honduras en este período muestra una ligera tendencia ascendente con oscilaciones a partir de la década de 1970 (véase el gráfico 18). El promedio pasó de 23,41 °C en la década de 1960 a 24,16 °C en la década de 1990, es decir, un incremento de 0,75 °C (véase el cuadro 10). El año con menor temperatura media anual fue 1986 con 22,95 °C; el año con mayor temperatura media anual fue 1998, con 24,66 °C, una diferencia notable de 1,71 °C.

**CUADRO 10**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA ANUAL, PROMEDIO POR DÉCADAS, 1960-2000**  
*(En grados centígrados)*

1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999
23,41	23,56	24,12	24,16

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

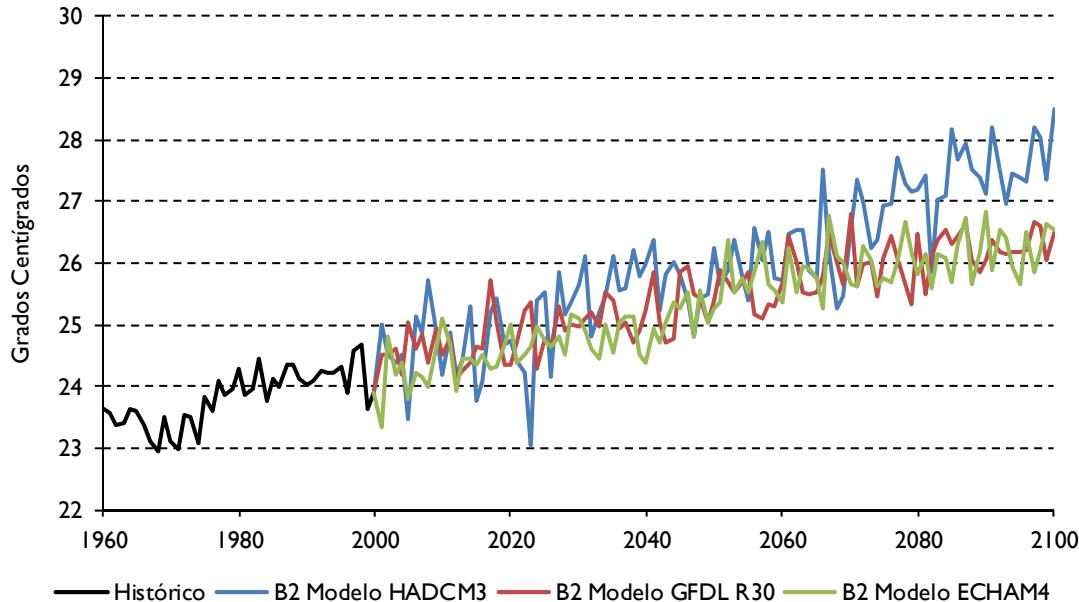
Las proyecciones de temperatura para el período 2001-2100 a escala nacional se realizaron con tres modelos de circulación general para cada escenario: HADCM3, GFDL R30 y ECHAM4 para B2 y HADGEM1, ECHAM5 y GFDL CM2.0<sup>10</sup> para A2. Las cifras de la temperatura media anual histórica de Honduras para ambos escenarios (línea negra) se muestran en el gráfico 19. En B2 se observa que los tres modelos proyectan un incremento de la temperatura, pero el modelo HADCM3 muestra un mayor incremento y una mayor variación de la temperatura a fines de siglo. En contraste, en el escenario A2, los tres modelos presentan la misma tendencia, salvo que ECHAM5 proyecta mayores variaciones.

<sup>10</sup> Los modelos HADCM3 y HADGEM1 fueron desarrollados por el Centro Hadley de Cambio Climático del Reino Unido, los modelos ECHAM4 y ECHAM5 fueron desarrollados por el Instituto de Meteorología Max Planck de Alemania, y los modelos GFDL R30 y GFDL CM2.0 fueron desarrollados por la Universidad de Princeton y la NOAA de los Estados Unidos.

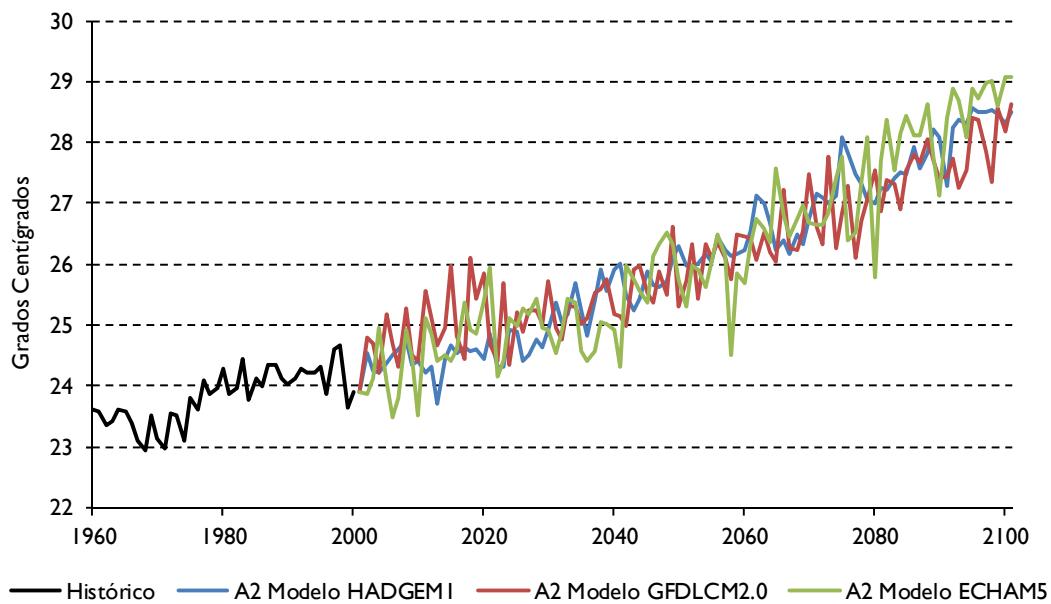
**GRÁFICO 19**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA ANUAL HISTÓRICA Y ESCENARIOS B2 Y A2**  
**(TRES MODELOS), 1960-2100**

(En grados centígrados)

**B2**



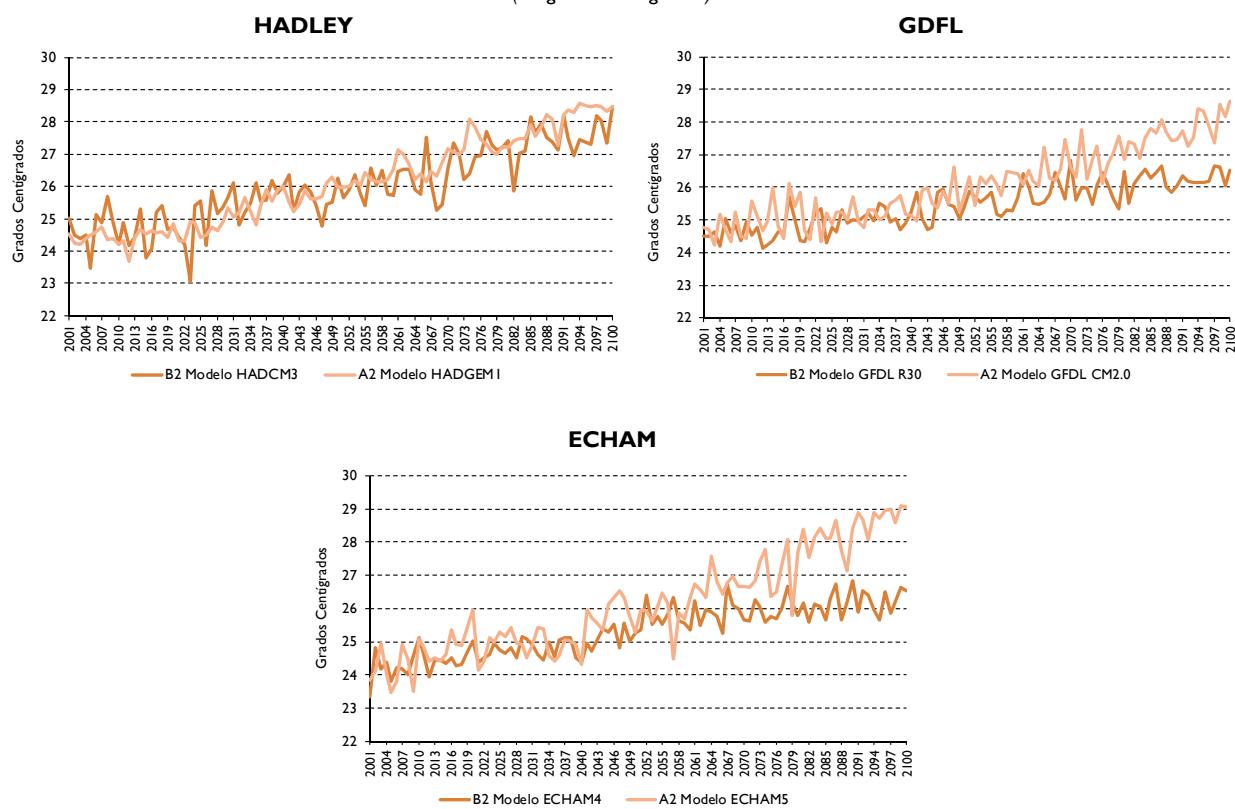
**A2**



**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La comparación de las proyecciones de los tres modelos para cada escenario se presenta en el gráfico 20. Los resultados del período 2001-2100 obtenidos con los modelos HADLEY muestran un constante incremento de la temperatura media anual y no se observa gran disparidad de resultados en los escenarios. En contraste, los modelos GFDL y ECHAM muestran diferencias a partir de la segunda mitad del siglo, con temperaturas más elevadas en A2. Los modelos ECHAM también estiman mayores incrementos de temperatura en A2 para la última década del siglo, una diferencia de 0,8 °C. Para el escenario B2, ambos modelos proyectan una temperatura promedio de 26,3 °C para la última década.

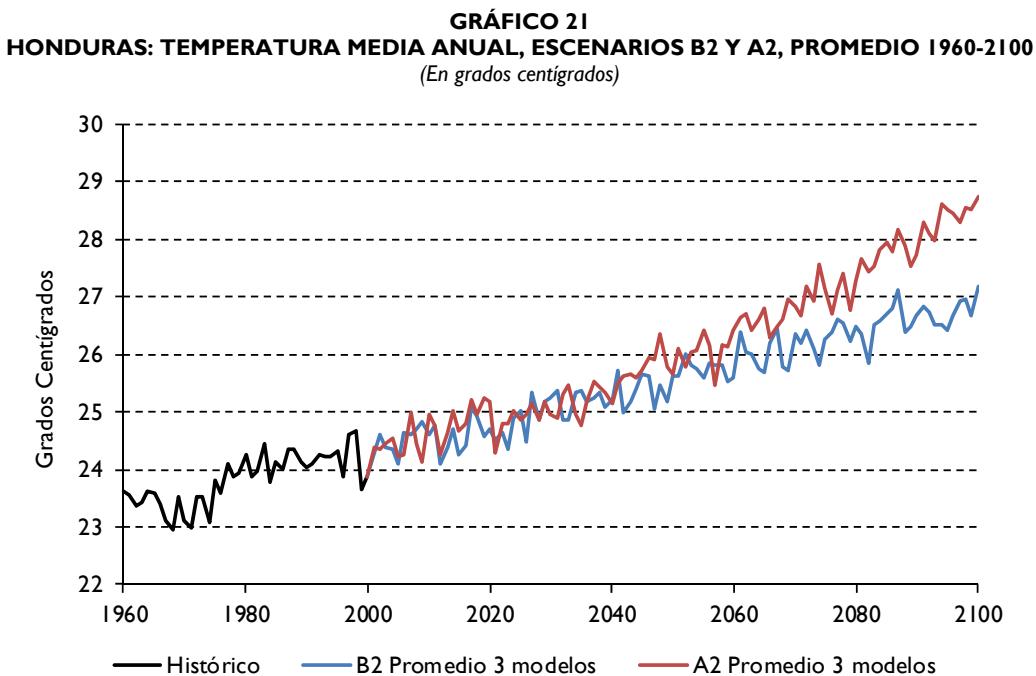
**GRÁFICO 20**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA ANUAL, MODELOS HADGEM,  
 GFDL Y ECHAM (ESCENARIOS B2 Y A2), 2001-2100**  
*(En grados centígrados)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La temperatura media anual histórica y la proyección al 2100 del promedio de los tres modelos en ambos escenarios se presentan en el gráfico 21<sup>11</sup>. Se observa que la temperatura bajo ambos escenarios podría tener un incremento continuo. El incremento sería mayor en A2 a partir de la segunda mitad del siglo, llegando a 28,3 °C hacia la última década. El promedio en B2 es de 26,7 °C, es decir, una diferencia de 1,6 °C con A2. Al comparar la temperatura media anual de la última década del siglo con el promedio histórico 1960-2000, el incremento sería de 2,9 °C en B2 y de 4,5 °C en A2.

<sup>11</sup> Se promediaron los valores de temperatura para los modelos dentro de cada escenario para una mejor visualización.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La temperatura intraanual es una variable importante ya que influye sustancialmente en las actividades agropecuarias. La temperatura mensual podría registrar incrementos diferentes entre los meses. Para el análisis mensual se dispone de información de 1980 a 2000; para los pronósticos se usaron los promedios de los modelos HADLEY, GFDL y ECHAM. En los cuadros 11 y 12 y el gráfico 22 se presentan las proyecciones de la temperatura media mensual bajo los escenarios B2 y A2 con sucesivos cortes de tiempo hasta 2100. De acuerdo con los datos históricos, los meses más calurosos son mayo, junio y abril con un máximo de 25,57 °C en mayo. Los meses con menor temperatura son enero, diciembre y febrero con un mínimo de 22,18 °C en enero.

El escenario B2 proyecta un incremento continuo de la temperatura intraanual en cada corte. El mayor incremento ocurriría en la segunda mitad del siglo como se observa en el gráfico 22. Para fines de siglo, los meses con mayor variación respecto al período histórico serían junio y septiembre con diferencias de 2,84 °C y 2,78 °C, respectivamente, mientras que enero y diciembre presentarían una diferencia de 2,26 °C y 2,30 °C, respectivamente. Bajo el escenario B2 habría una diferencia de 0,58 °C en el cambio de la temperatura intraanual, esto es, el incremento esperado en junio respecto a enero. En contraste, el escenario A2 indica una diferencia de 1,24 °C entre el incremento de enero (el mes con menor diferencia respecto al histórico, 3,72 °C) y septiembre (el mes con mayor diferencia 4,96 °C). De esta manera, bajo el escenario A2 podrían ocurrir los mayores incrementos y la mayor variación intraanual.

**CUADRO 11**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTÓRICA Y ESCENARIO B2,**  
**CON CORTES A 2020, 2030, 2050 Y 2100**  
(En grados centígrados)

Mes	Media mensual B2					Diferencia 2100 del histórico
	Histórico 1980-2000	2020	2030	2050	2100	
Enero	22,18	22,48	22,71	23,28	24,43	2,26
Febrero	22,89	23,46	23,58	24,02	25,35	2,45
Marzo	24,11	24,69	25,00	25,60	26,74	2,63
Abril	25,21	25,75	26,07	26,51	27,74	2,53
Mayo	25,57	26,00	26,24	26,74	27,90	2,33
Junio	25,35	25,92	26,29	26,78	28,19	2,84
Julio	24,78	25,50	25,81	26,18	27,51	2,72
Agosto	24,92	25,67	25,89	26,34	27,51	2,59
Septiembre	24,76	25,31	25,65	26,37	27,54	2,78
Octubre	24,21	24,85	25,11	25,77	26,65	2,44
Noviembre	23,21	23,79	24,14	24,82	25,57	2,36
Diciembre	22,56	23,09	23,47	24,08	24,86	2,30

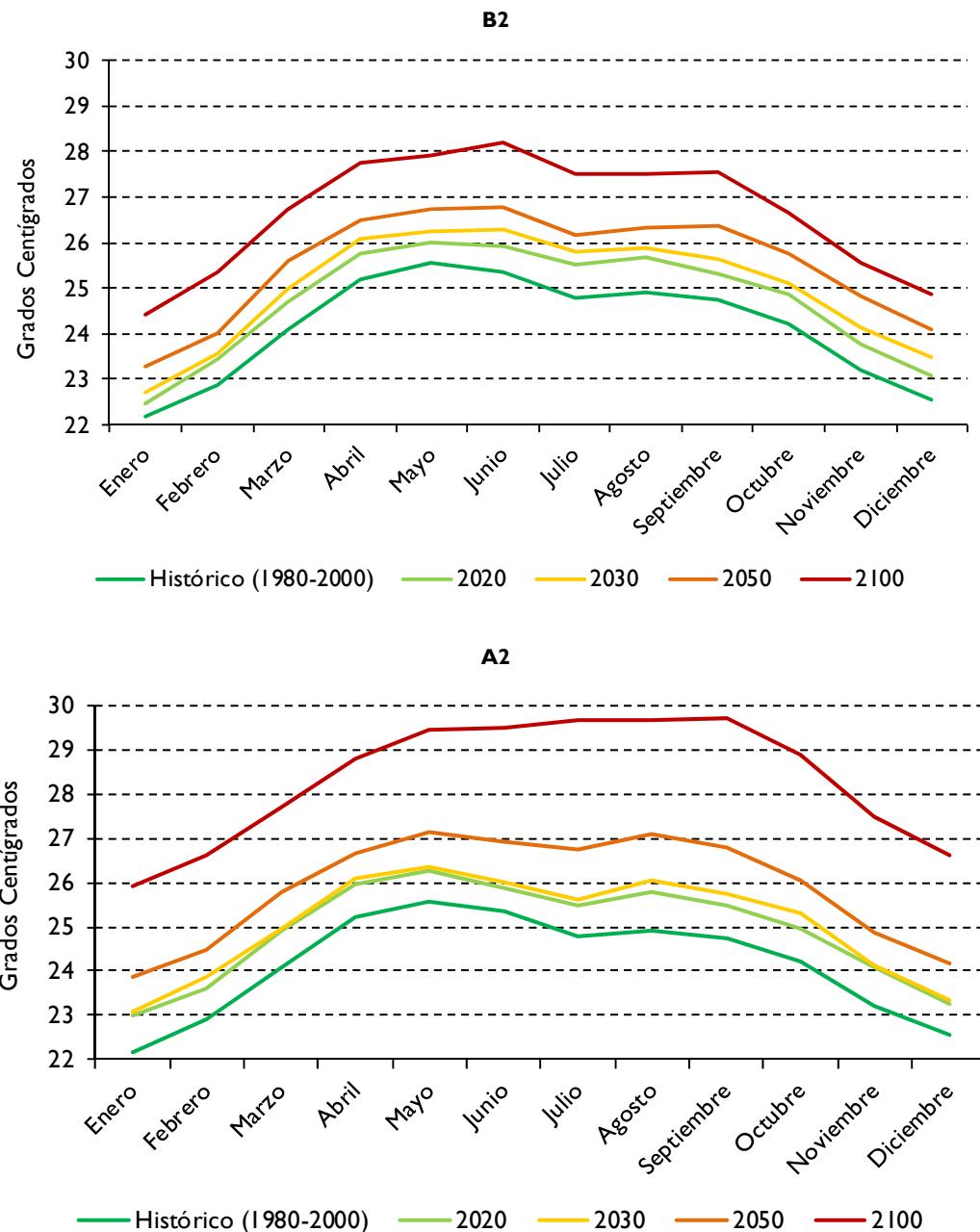
Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

**CUADRO 12**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTÓRICA Y ESCENARIO A2,**  
**CON CORTES A 2020, 2030, 2050 Y 2100**  
(En grados centígrados)

Mes	Media mensual A2					Diferencia 2100 del histórico
	Histórico 1980-2000	2020	2030	2050	2100	
Enero	22,18	22,98	23,07	23,88	25,90	3,72
Febrero	22,89	23,59	23,85	24,50	26,62	3,73
Marzo	24,11	24,91	24,97	25,80	27,68	3,58
Abril	25,21	25,94	26,07	26,66	28,81	3,60
Mayo	25,57	26,28	26,37	27,14	29,44	3,87
Junio	25,35	25,87	26,03	26,91	29,51	4,16
Julio	24,78	25,48	25,62	26,77	29,68	4,90
Agosto	24,92	25,77	26,06	27,08	29,67	4,75
Septiembre	24,76	25,46	25,76	26,78	29,72	4,96
Octubre	24,21	24,95	25,32	26,07	28,90	4,69
Noviembre	23,21	24,07	24,13	24,85	27,47	4,26
Diciembre	22,56	23,24	23,33	24,17	26,62	4,05

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

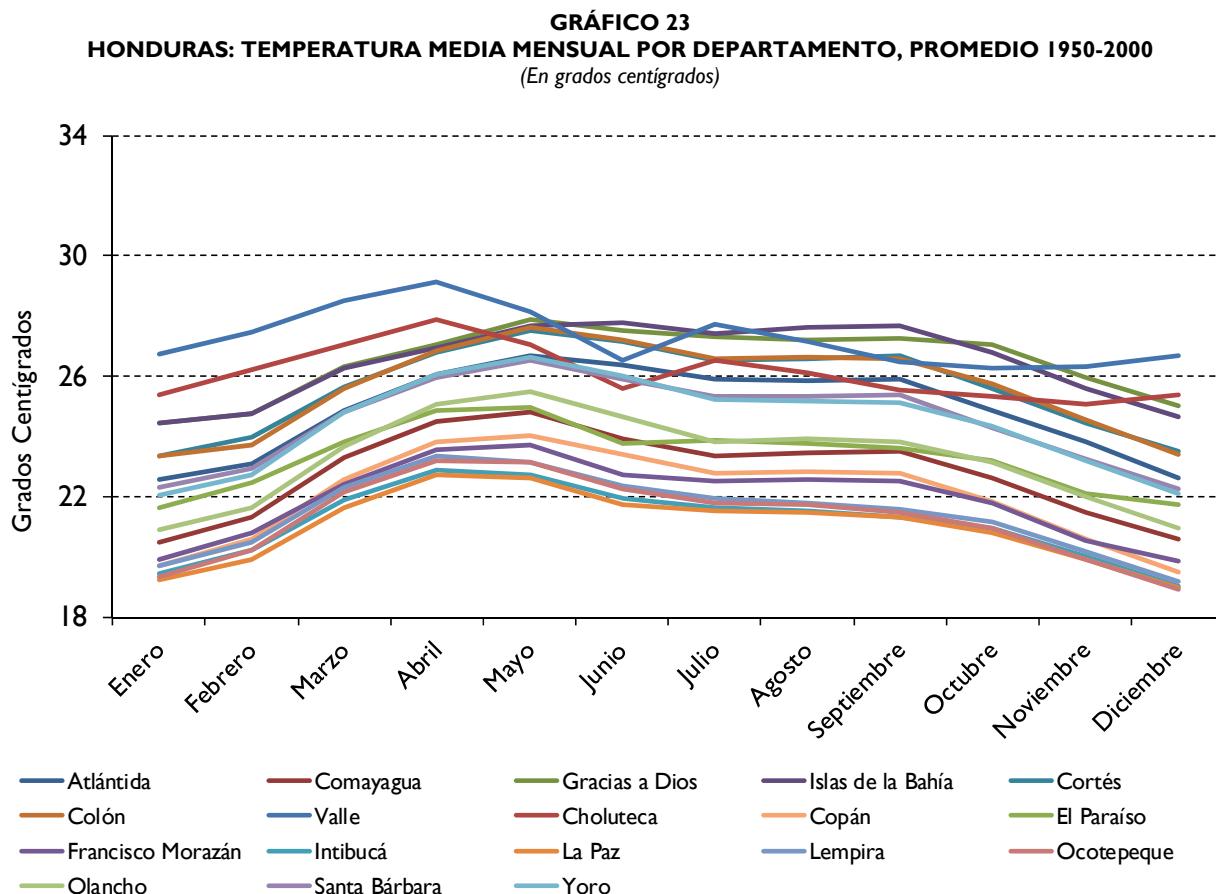
**GRÁFICO 22**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL HISTÓRICA Y ESCENARIOS B2 Y A2,**  
**CON CORTES A 2020, 2030, 2050 Y 2100**  
*(En grados centígrados)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

Honduras presenta distintos niveles de temperatura debido a factores como la altura sobre el nivel del mar, la latitud y la proximidad de masas de agua, entre otros. Por esta razón es útil contar con análisis por departamentos y por regiones geoclimáticas, cuya información del período 1950-2000 se obtuvo de la base de datos de WorldClim con una alta resolución. Para proyectar los escenarios al año 2100 se utilizaron los promedios de los modelos ECHAM4 y HADCM3 para B2 y ECHAM4 y HADGEM1 para A2.

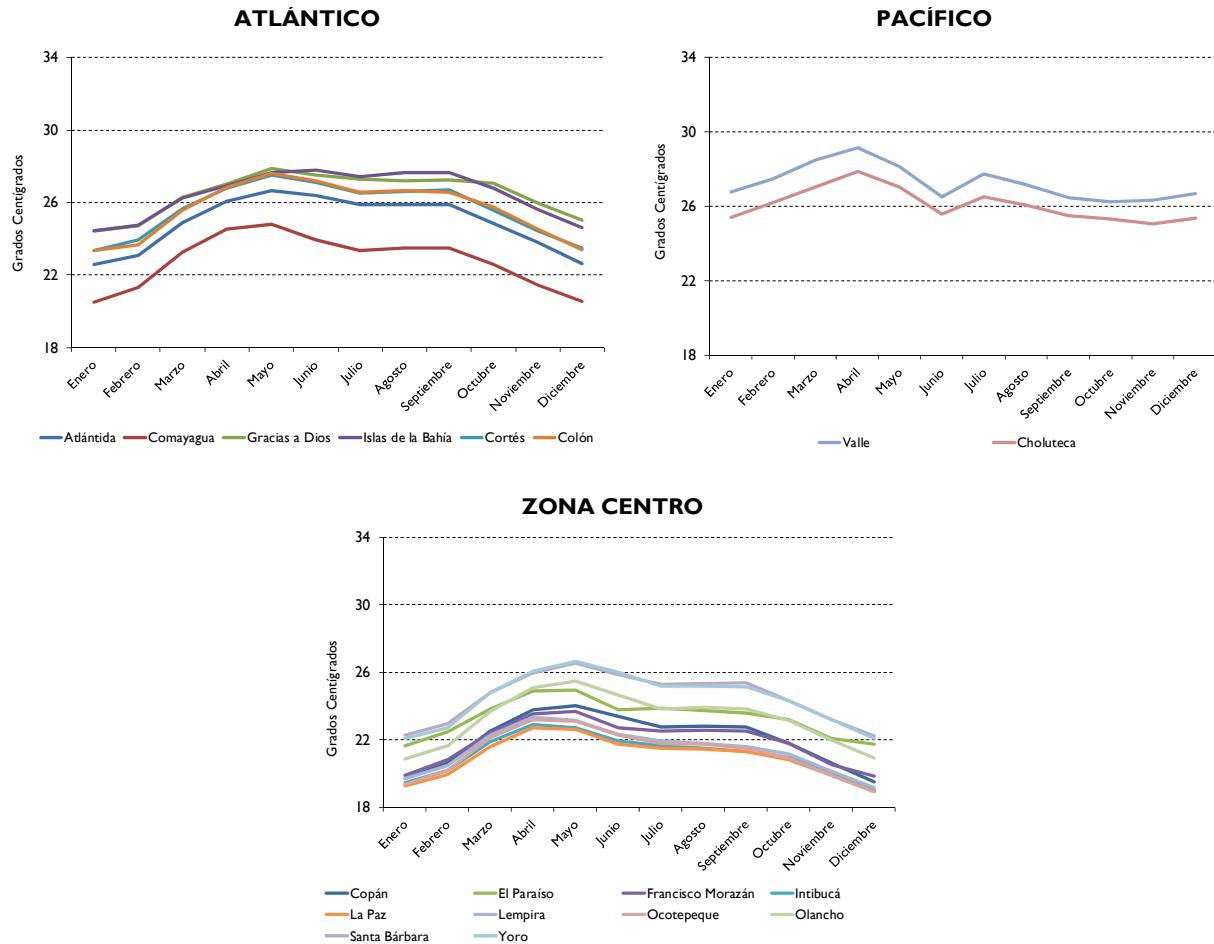
La temperatura media mensual histórica del período 1950-2000 por departamento se presenta en el gráfico 23. Se observa que el departamento con mayor temperatura es Valle con un promedio anual de 27,26 °C, siendo abril el mes con mayor temperatura con 29,14 °C. El siguiente departamento con mayor temperatura es Gracias a Dios con 26,48 °C de promedio anual; le siguen Islas de la Bahía con 26,47 °C y Choluteca con 26,09 °C. Los meses en que se registró mayor temperatura en estos últimos son abril y mayo. El departamento con menor temperatura histórica es La Paz con 18,95 °C en diciembre.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

En el gráfico 23 se observa que hay grupos de departamentos con diferentes patrones de temperatura, lo cual se explica por las regiones geoclimáticas de Centroamérica propuestas en el documento Impacto potenciales en los patrones intraanuales y espaciales del clima (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UkAID y DANIDA, 2012a). Estas regiones se presentan en el gráfico 24. Se observa que la región Pacífico (Golfo de Fonseca) registra las mayores temperaturas con un patrón diferente al resto de regiones. En abril tienen su nivel más alto de temperatura, disminuyendo hasta junio, con un repunte en julio y disminuciones a fines de año.

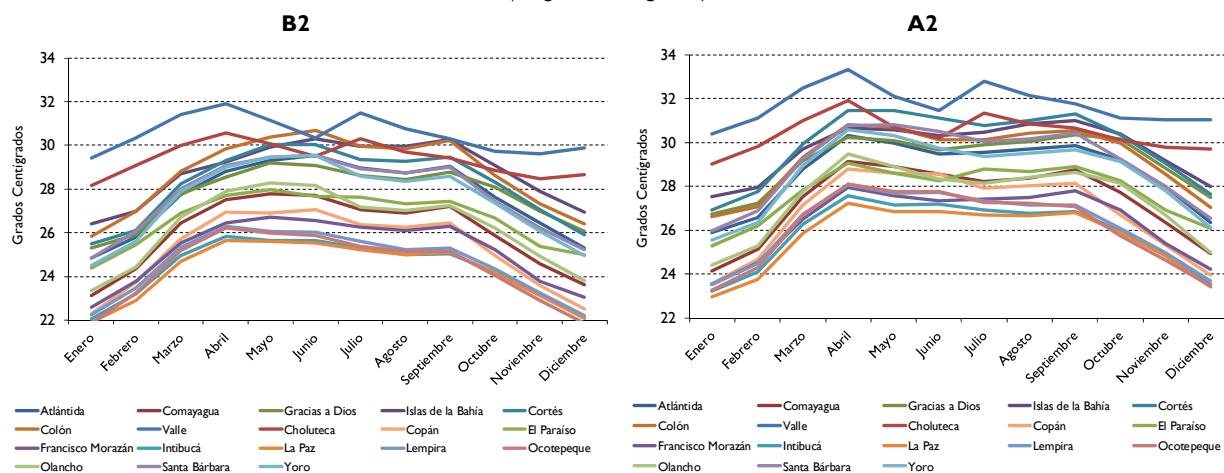
**GRÁFICO 24**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL POR REGIÓN GEOCLIMÁTICA  
 Y POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO 1950-2000**  
*(En grados centígrados)*



Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

Las proyecciones de la temperatura media mensual por departamento para 2100 muestran que Valle con 31,90 °C en abril sería el departamento con la mayor temperatura en el escenario B2, seguido de Cortés con 30,68 °C en junio (véase el gráfico 25). El incremento de la temperatura en el escenario A2 sería mayor que en B2 aunque siempre registrando los máximos de temperatura en los mismos departamentos: Valle alcanzado 33,34 °C y Cortés con 31,45 °C, ambos en abril. En Valle la diferencia de temperatura entre ambos escenarios es 1,44 °C.

**GRÁFICO 25**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL POR DEPARTAMENTO, ESCENARIOS B2 Y A2, A 2100**  
(En grados centígrados)



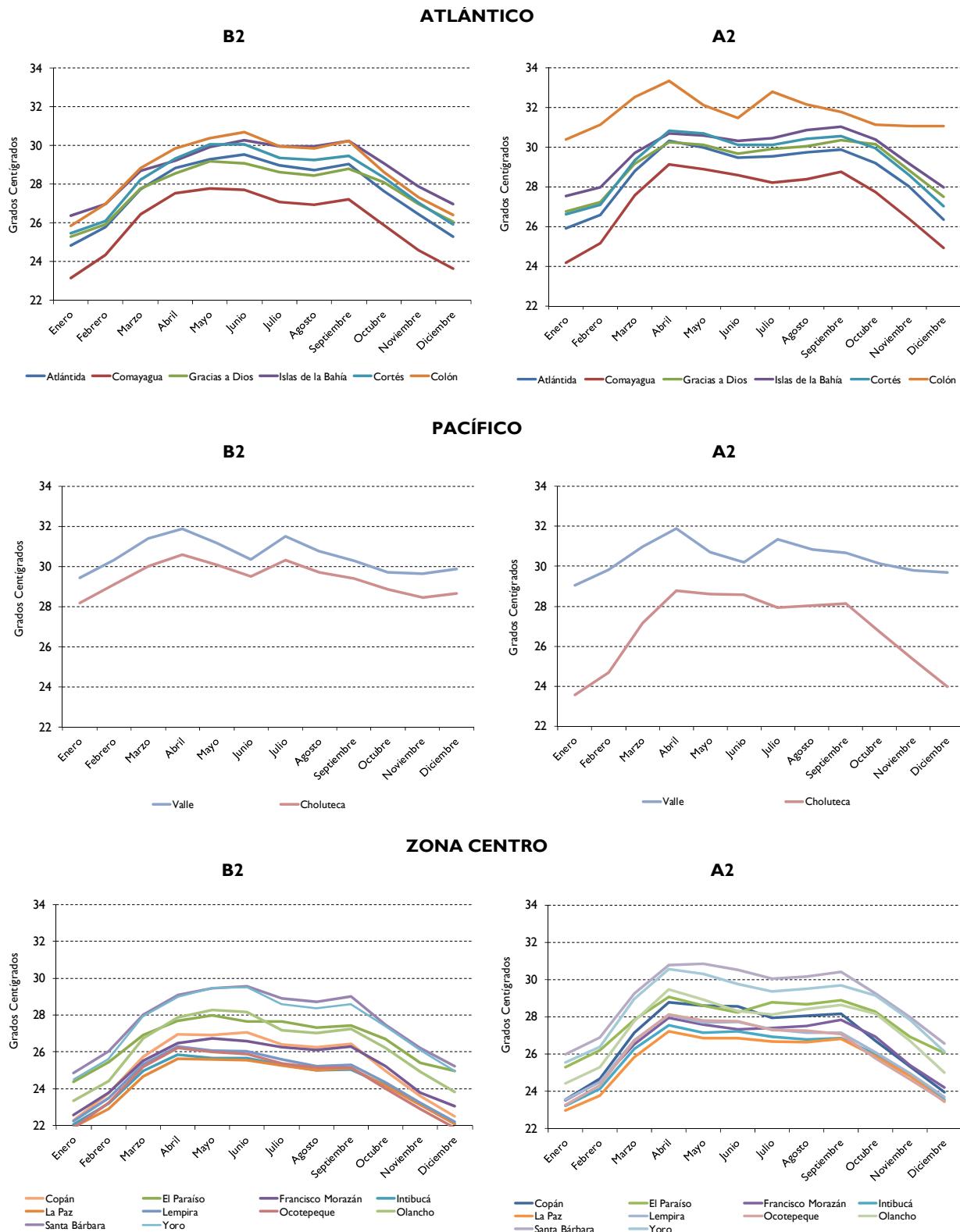
Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

Las proyecciones de temperatura media intraanual por regiones geoclimáticas en los escenarios B2 y A2 se presentan en el gráfico 26. Para la región Atlántico la temperatura promedio anual sería de 27,56 °C en el escenario B2 con una desviación estándar de 0,99 °C en 2100. El departamento con la mayor temperatura en esta región sería Islas de la Bahía, que podría llegar a 30,29 °C en junio, mientras que el departamento con el mayor incremento comparado con los datos históricos sería Comayagua con un aumento de 3,77 °C en junio. Bajo el escenario A2 en la misma región, se podría alcanzar una temperatura media anual de 29,00 °C en el 2100 con una desviación estándar de 0,89 °C. La mayor temperatura de la región, 31,45 °C, se registraría en el departamento de Cortés. El departamento que podría experimentar el mayor incremento de temperatura mensual sería Comayagua, aumentando en 5,24 °C en septiembre respecto al promedio histórico.

En la región Pacífico la temperatura promedio anual podría llegar a 29,97 °C bajo el escenario B2 en 2100, mientras que en el escenario A2 sería de 31,08 °C. El mayor incremento respecto al promedio histórico bajo el escenario B2 se podría registrar en Choluteca en septiembre con una diferencia de 3,89 °C. En el escenario A2 el mayor incremento también sería en septiembre, pero en el departamento Valle con 5,31 °C.

La Zona Centro podría tener una temperatura promedio anual de 25,62 °C bajo el escenario B2 a fines de siglo. En el escenario A2 sería de 26,99 °C. El departamento con mayor temperatura, considerando los datos intraanuales bajo B2 sería Santa Bárbara con 29,55 °C en junio. En A2 el departamento con mayor temperatura también sería Santa Bárbara con 30,83 °C en mayo. El departamento que podría sufrir los mayores incrementos de temperatura mensual en el escenario B2 sería El Paraíso, y en el escenario A2 sería Ocotepeque.

**GRÁFICO 26**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL POR REGION GEOCLIMÁTICA**  
**Y POR DEPARTAMENTO, ESCENARIOS B2 Y A2 A 2100**  
*(En grados centígrados)*



Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

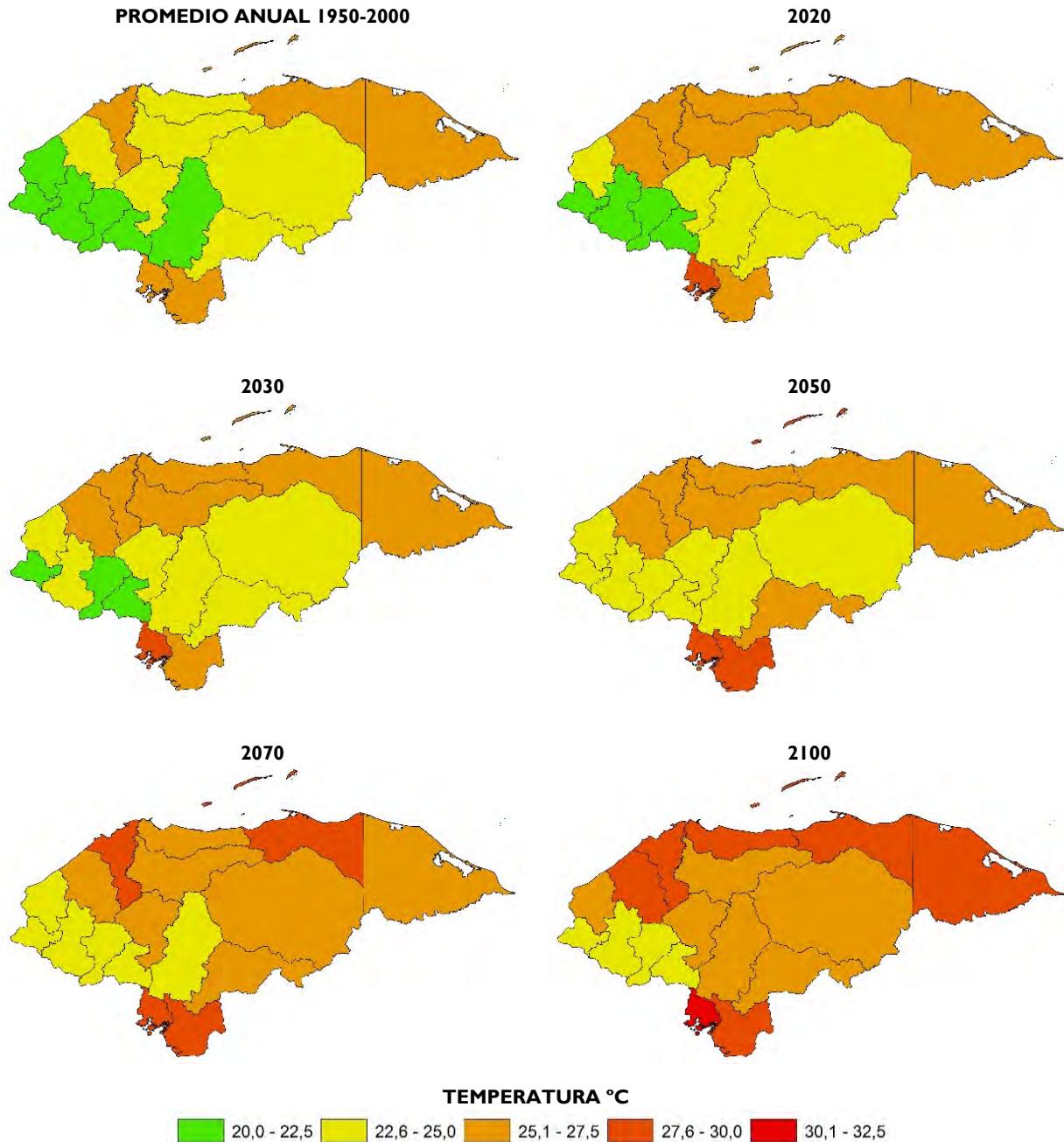
La temperatura media anual por departamento proyectada para fines de siglo indica que Valle sería el más caluroso, pudiendo alcanzar 30,53 °C en B2 y 31,74 °C en A2 (véase el cuadro 13). El departamento con mayor incremento de temperatura media anual en B2 sería Choluteca con 3,32 °C de diferencia respecto al histórico de 26,09 °C. En A2, Choluteca podría tener también el mayor incremento de temperatura media anual con una diferencia de 4,86 °C respecto al histórico. En los mapas 3 y 4 se presentan las temperaturas medias anuales por departamento y escenario climático, apreciándose que las zonas sur y norte son las que registrarían los mayores incrementos de temperatura.

**CUADRO 13**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MEDIA ANUAL POR DEPARTAMENTOS,**  
**HISTÓRICA Y ESCENARIOS B2 Y A2 A 2100**  
*(En grados centígrados)*

Departamento	Promedio 1950-2000	B2	A2
Atlántida	24,89	27,69	28,64
Choluteca	26,09	29,40	30,43
Colón	25,65	28,22	29,28
Comayagua	22,78	26,02	27,32
Copán	22,04	25,24	26,79
Cortés	25,65	28,75	29,90
El Paraíso	23,31	26,63	27,74
Francisco Morazán	21,90	25,20	26,39
Gracias a Dios	25,36	28,30	29,16
Intibucá	21,14	24,35	25,88
Islas de la Bahía	26,47	28,80	29,72
La Paz	20,98	24,25	25,65
Lempira	21,43	24,61	26,22
Ocotepeque	21,25	24,41	26,12
Olancho	23,26	26,27	27,44
Santa Bárbara	24,52	27,72	29,06
Valle	27,26	30,53	31,74
Yoro	24,46	27,50	28,60

Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

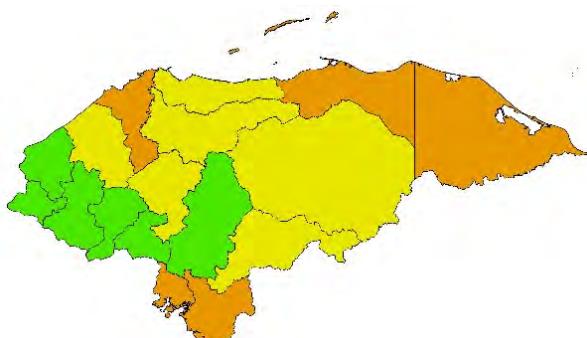
**MAPA 3**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MENSUAL MEDIA ANUAL POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 1950-2000, ESCENARIO B2 A 2100**  
*(En grados centígrados)*



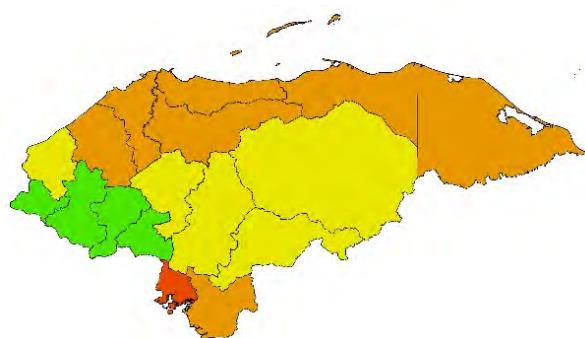
Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

**MAPA 4**  
**HONDURAS: TEMPERATURA MENSUAL MEDIA ANUAL POR DEPARTAMENTOS,**  
**PROMEDIO 1950-2000, ESCENARIO A2 A 2100**  
*(En grados centígrados)*

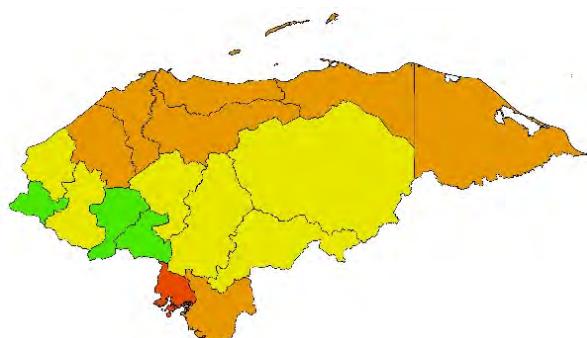
**PROMEDIO ANUAL 1950-2000**



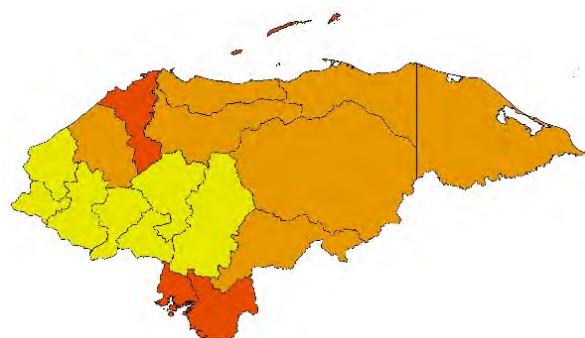
**2020**



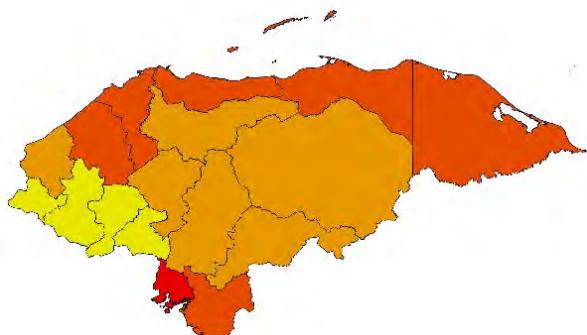
**2030**



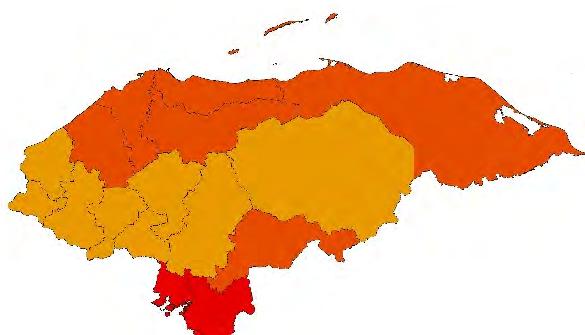
**2050**



**2070**



**2100**



**TEMPERATURA °C**



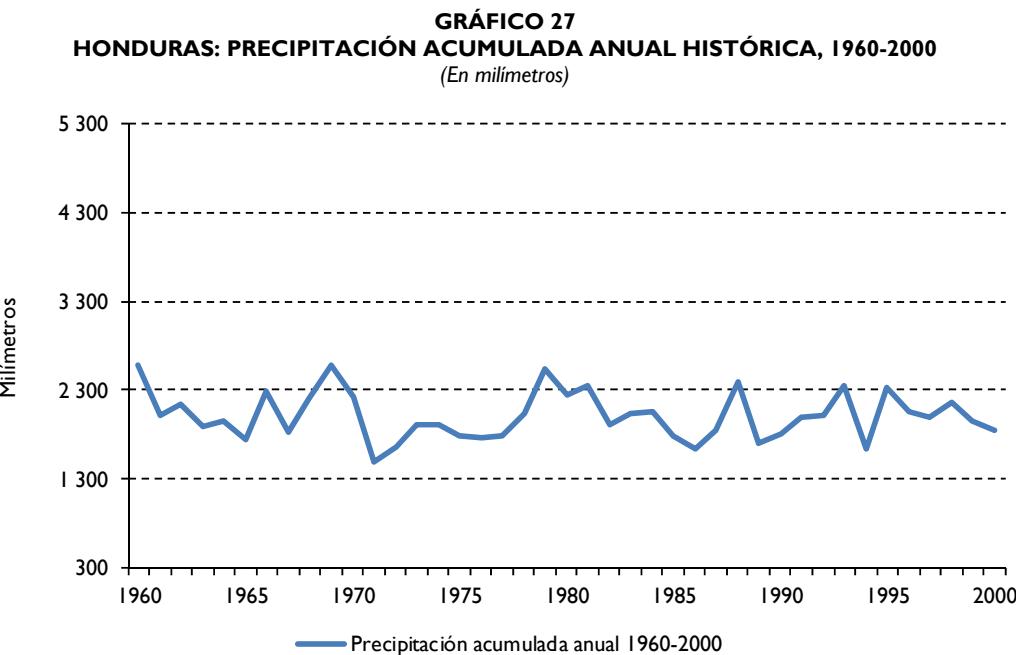
[Legend: 20,0 - 22,5 (green), 22,6 - 25,0 (yellow), 25,1 - 27,5 (orange), 27,6 - 30,0 (red), 30,1 - 32,5 (dark red)]

Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

## B. PRECIPITACIÓN

Los factores que influyen en los niveles y patrones de precipitación en las diversas regiones son altitud, latitud, corrientes atmosféricas, oceánicas globales y de meso escala, fuentes de humedad, estaciones del año y condiciones orográficas. Para el análisis de los patrones de precipitación en Honduras se utilizaron las mismas fuentes de información que las empleadas en temperatura. Los registros de precipitación anual acumulada reflejan un comportamiento cíclico en torno a un valor medio de 2.011 mm para el período 1960-2000, aunque no se puede discernir una tendencia clara (véase el gráfico 27). Los datos por

décadas reflejan una ligera disminución en la década de 1970 que se recupera en las décadas subsiguientes pero que no alcanza los niveles de la década de 1960 (véase el cuadro 14).



Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

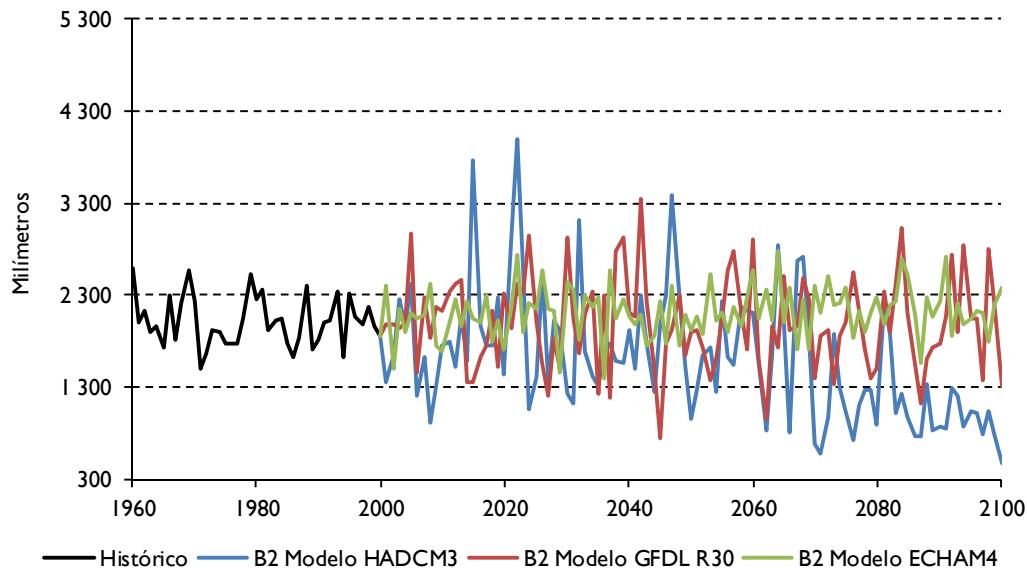
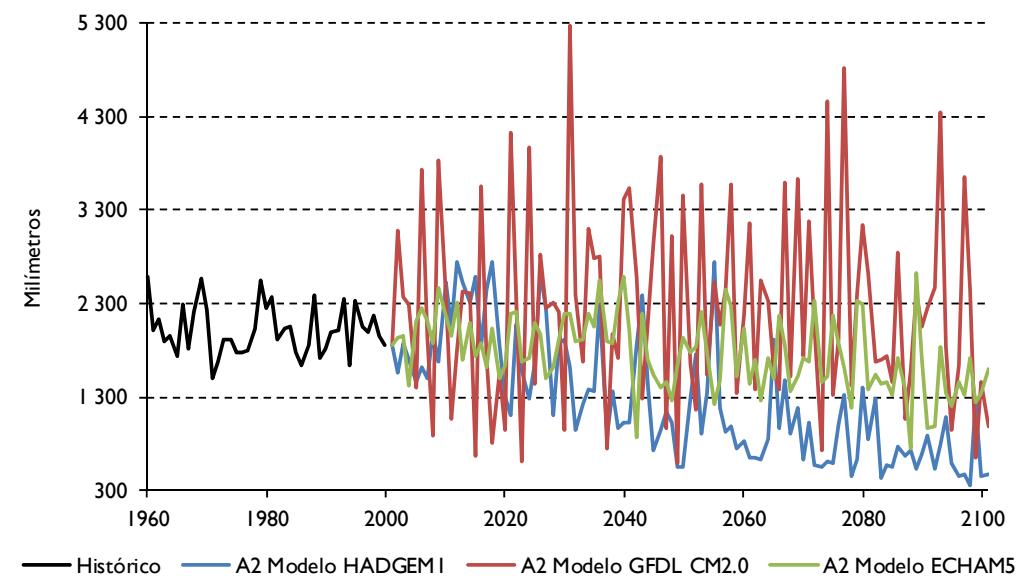
**CUADRO 14**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN ACUMULADA ANUAL, PROMEDIO POR DÉCADAS, 1960-2000**  
*(En milímetros)*

1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999
2 121	1 914	1 981	2 014

Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

En el gráfico 28 se presentan los escenarios de precipitación acumulada anual de acuerdo con los tres modelos de cada escenario, HADCM3, GFDL R30 y ECHAM4 para B2 y HADGEM1, ECHAM5 y GFDL CM2.0 para A2, de la base del CRU TS3.0, período 2001-2100 y del registro histórico 1960-2000. Los pronósticos de los modelos ECHAM4 y GFDL R30 en el escenario B2 son similares: mayor variabilidad de la precipitación alrededor de la media histórica. El modelo HADCM3 también arroja mayor variabilidad, pero con un cambio en la media, con una clara tendencia a la disminución. En el escenario A2 los tres modelos predicen resultados muy diferentes entre sí. El GFDL CM2.0 arroja una variación significativa en comparación con los otros dos modelos, y el HADGEM1 indica una tendencia del nivel de precipitación a la baja, igual que en B2.

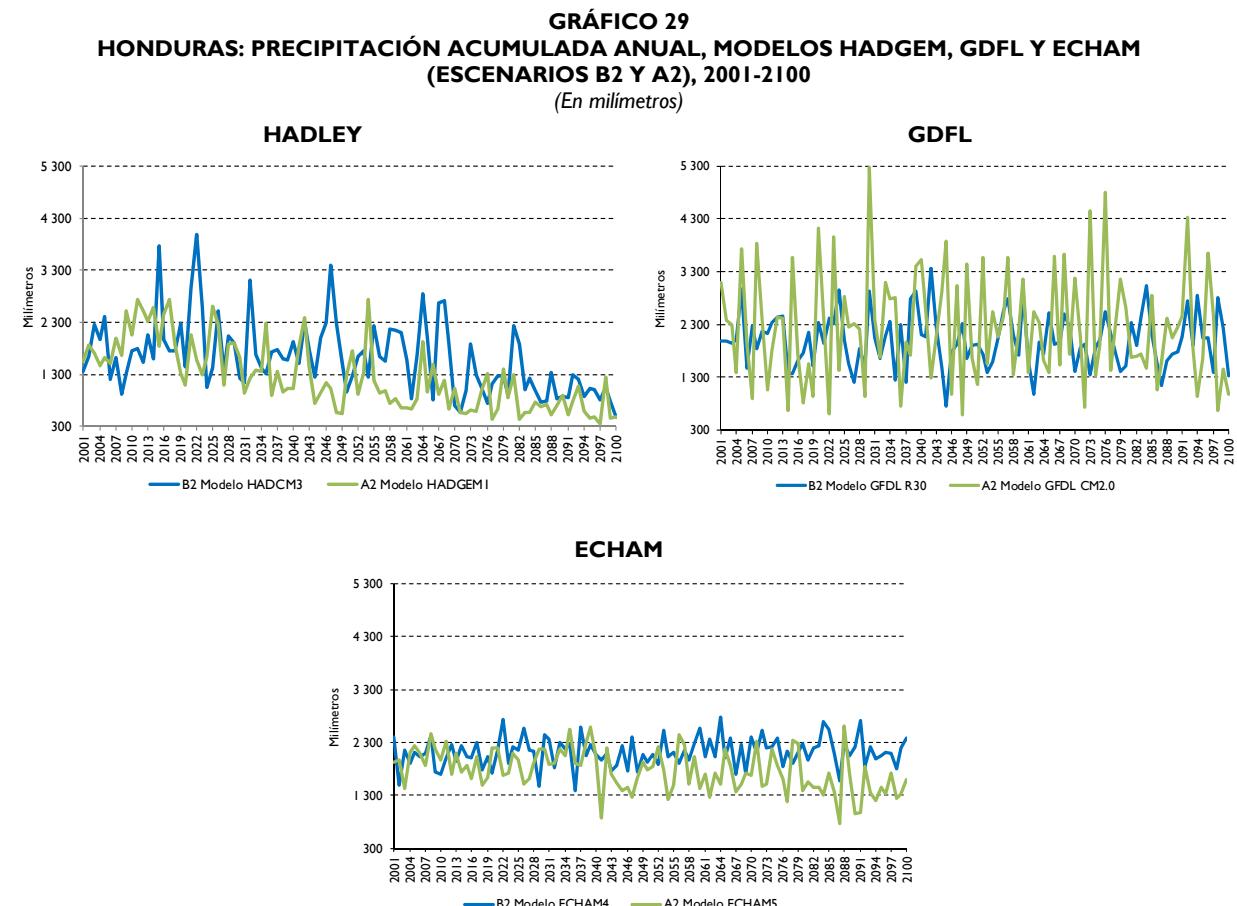
**GRÁFICO 28**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN ACUMULADA ANUAL, HISTÓRICA  
 Y ESCENARIOS B2 Y A2 (TRES MODELOS), 1960-2100**  
*(En milímetros)*

**B2****A2**

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La información de la precipitación acumulada anual en ambos escenarios A2 y B2 se comparó con los diferentes modelos en ambos escenarios (véase el gráfico 29). El modelo HADLEY pronostica una disminución que se acentúa a partir de la mitad del siglo, disminución mayor en A2 y con mayor variación en B2. El modelo GDFL pronostica una precipitación acumulada anual promedio de 1.995 mm para todo el período en B2, y de 2.238 mm en A2, es decir, sin diferencia significativa en la media, pero la desviación estándar en este último es considerablemente mayor (1.023 mm) que en B2

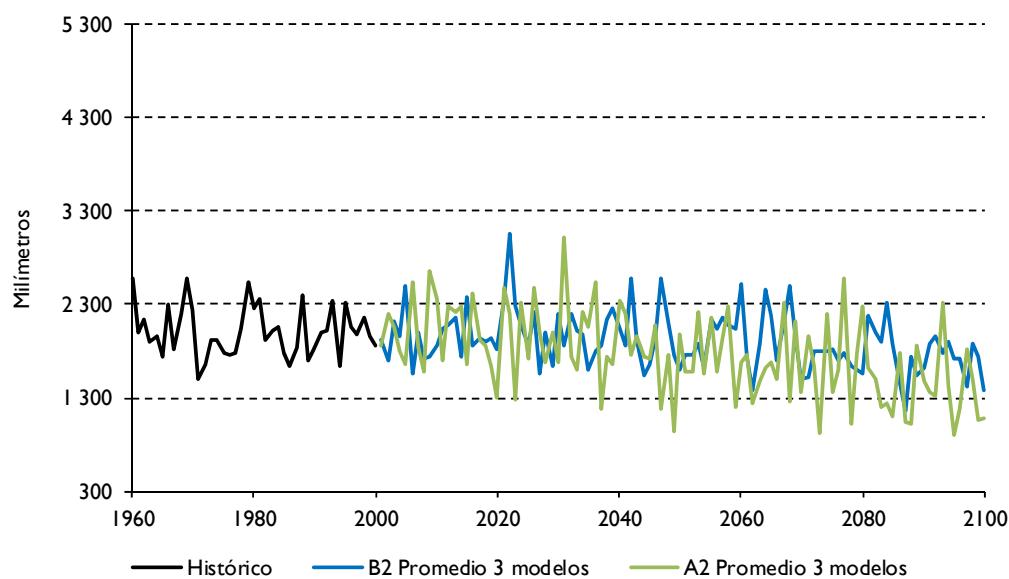
(497 mm). El modelo ECHAM genera menor variación y pronostica reducciones de precipitación en A2.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La precipitación acumulada anual de 1960 a 2100, considerando los promedios de los modelos HADLEY, GFDL y ECHAM en ambos escenarios, se muestra en el gráfico 30. Se observa que se podría esperar una disminución de la precipitación anual acumulada en ambos escenarios. En el escenario B2 la precipitación podría disminuir un 14,1% en la última década del siglo, mientras que en el escenario A2 se pronostica una disminución del 30,1% y mayor variación, lo que podría contribuir a eventos extremos mayores, como lluvias intensas y sequías.

**GRÁFICO 30**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN ACUMULADA ANUAL, ESCENARIOS B2 Y A2, PROMEDIO, 1960-2100**  
(En milímetros)



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Los datos históricos (1980-2000) de precipitación mensual indican que en Honduras hay dos períodos de precipitación: uno de precipitación alta o temporada de lluvia (de mayo a noviembre) y otro de precipitación baja o temporada seca (de diciembre a abril) (véase el cuadro 15). El patrón del primer período comienza en mayo y la precipitación aumenta en junio a un nivel de 272,12 mm, disminuye en julio y agosto, cuando se presenta la canícula, y vuelve a aumentar en septiembre, cuando ocurre la mayor precipitación de la temporada, 295,96 mm. La precipitación se mantiene alta en octubre y noviembre y no disminuye significativamente sino hasta diciembre, dando paso a los meses más secos, de febrero a abril.

**CUADRO 15**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA Y ESCENARIO B2**  
CON CORTES A 2020, 2030, 2050 Y 2100  
(En milímetros)

MES	Histórico 1980-2000	Media mensual B2				Tasa de crecimiento 2090-2100 con respecto al histórico
		2020	2030	2050	2100	
Enero	89,49	61,84	69,82	70,91	47,19	-47,26
Febrero	55,58	47,54	55,35	41,60	43,64	-21,49
Marzo	38,51	56,43	52,44	49,54	52,31	35,82
Abril	54,89	88,68	100,37	108,46	95,99	74,87
Mayo	158,62	328,09	320,20	338,43	273,96	72,71
Junio	272,12	375,95	370,44	371,63	282,77	3,91
Julio	244,91	260,67	260,11	277,83	248,04	1,28
Agosto	234,47	219,38	215,27	189,31	148,96	-36,47
Septiembre	295,96	214,28	204,16	186,38	193,12	-34,75
Octubre	254,06	190,10	194,99	173,98	146,90	-42,18
Noviembre	191,52	117,50	107,74	96,09	102,48	-46,49
Diciembre	116,34	83,54	86,20	75,03	78,97	-32,12

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

Los patrones de precipitación mensual prevista bajo el escenario B2 en diferentes cortes temporales se presentan en el cuadro 16 y el gráfico 31. Se observa que conforme pase el tiempo el patrón podría presentar un cambio importante: en septiembre ya no se presentaría un incremento después de la canícula y los meses más lluviosos serían mayo y junio. La precipitación podría ser menor también en el período agosto-diciembre en comparación con el período histórico. Para la última década del siglo se podría presentar un incremento de la precipitación del 75% y el 73% en abril y mayo, respectivamente, mientras que en diciembre podría ocurrir una disminución de hasta el 47%.

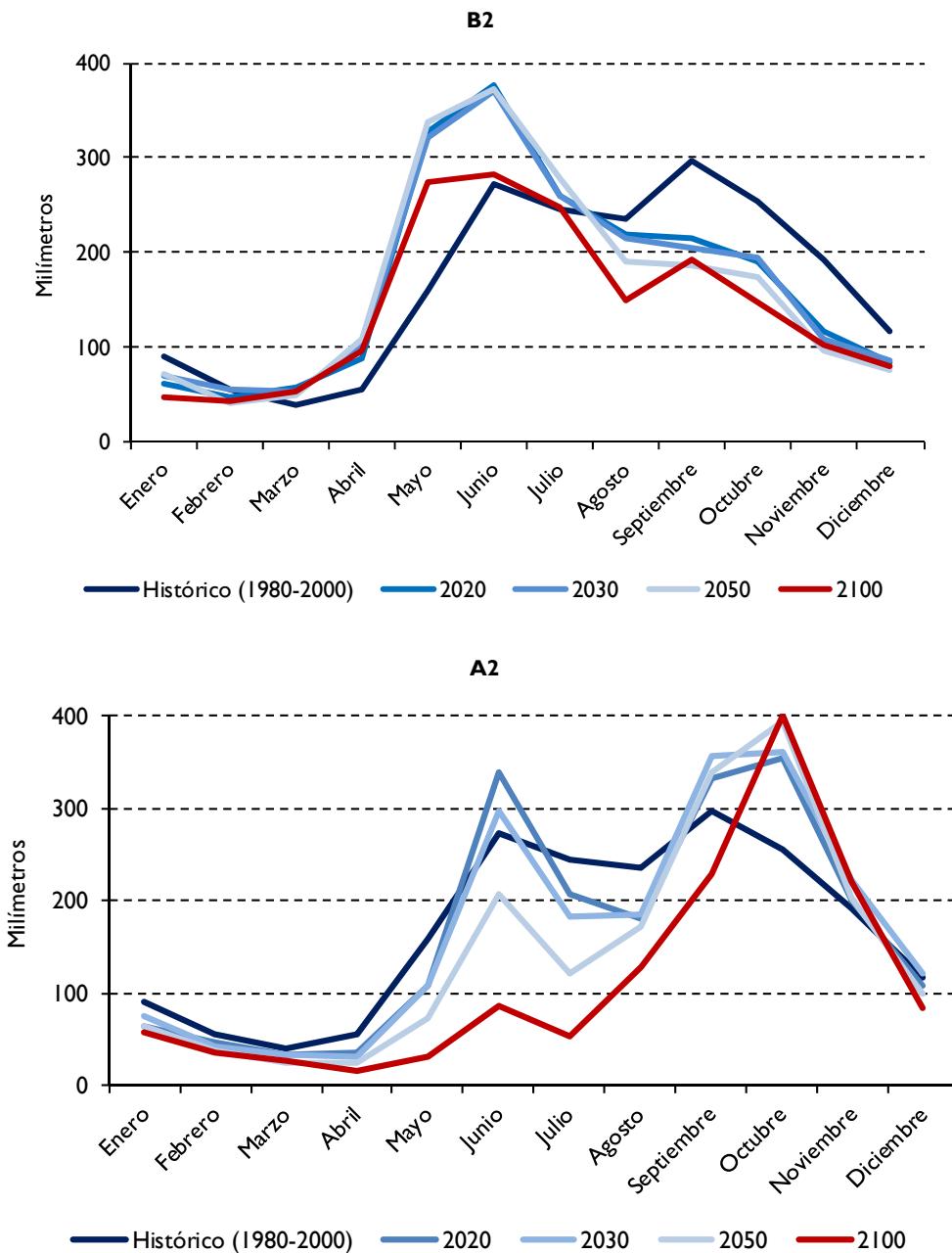
En A2 se mantendría en mayor medida el patrón de precipitación hasta mediados de siglo, posiblemente con una canícula más severa, y el mes de mayor lluvia sería octubre en lugar de septiembre. Después de 2050 ocurriría un cambio drástico en el patrón con reducciones de precipitación importantes. Hacia fines de siglo podría haber reducciones en la mayoría de los meses, desde un 22% en septiembre hasta un 80% en mayo. La precipitación podría aumentar en octubre y noviembre y se perdería la primera temporada de lluvias (véase el cuadro 16).

**CUADRO 16**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA Y ESCENARIO A2,**  
**CON CORTES A 2020, 2030, 2050 Y 2100**  
*(En milímetros)*

<b>Mes</b>	<b>Media mensual A2</b>					<b>Tasa de crecimiento 2090-2100 con respecto al histórico</b>
	<b>Histórico 1980-2000</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>	<b>2100</b>	
Enero	89,49	64,11	73,87	63,56	57,31	-35,96
Febrero	55,58	46,24	40,71	36,71	35,04	-36,96
Marzo	38,51	32,80	31,95	23,44	25,67	-33,33
Abril	54,89	35,65	31,05	23,82	16,17	-70,55
Mayo	158,62	107,64	106,63	72,49	31,53	-80,12
Junio	272,12	338,90	297,56	207,06	85,37	-68,63
Julio	244,91	206,72	182,02	121,48	51,98	-78,78
Agosto	234,47	179,47	183,87	171,83	127,82	-45,48
Septiembre	295,96	332,64	355,35	338,72	229,74	-22,38
Octubre	254,06	354,09	361,61	393,80	401,27	57,94
Noviembre	191,52	199,31	221,06	202,54	220,75	15,26
Diciembre	116,34	108,18	121,01	98,60	82,90	-28,74

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

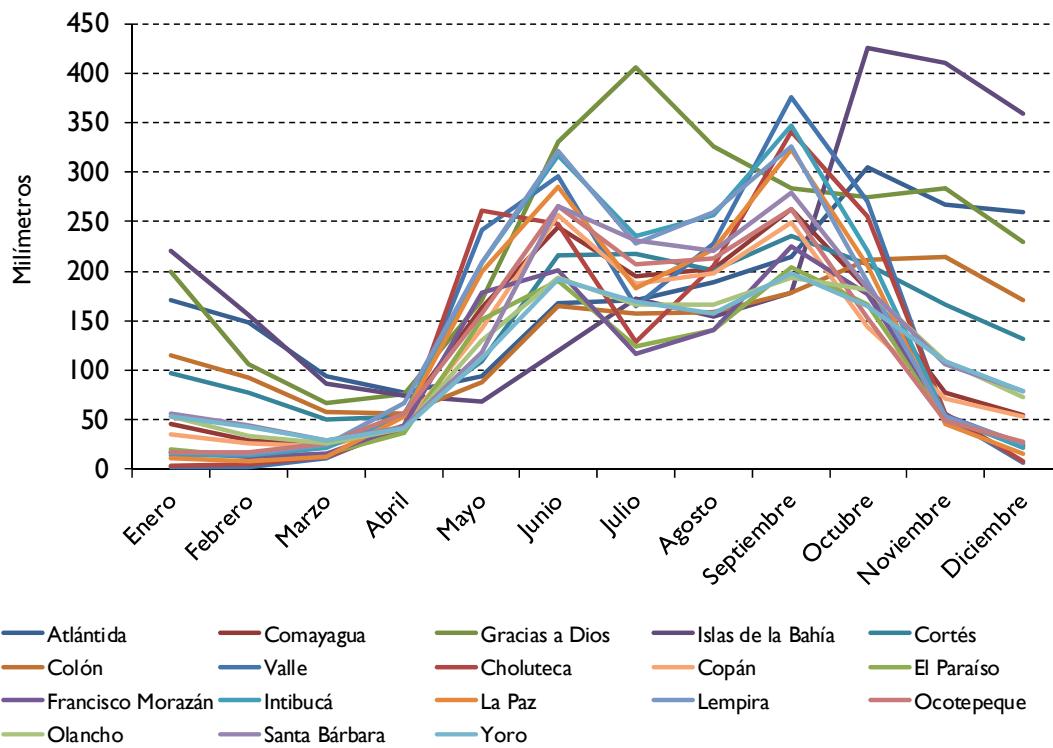
**GRÁFICO 31**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MENSUAL HISTÓRICA Y ESCENARIO B2 Y A2**  
**CON CORTES A 2020, 2030, 2050 Y 2100**  
*(En milímetros)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

El comportamiento de la precipitación mensual del período 1950-2000 es muy similar en la mayoría de los departamentos, es decir, sigue el mismo patrón nacional, donde los meses más lluviosos son junio y septiembre, y el período menos lluvioso es el de diciembre a marzo. La excepción son los departamentos Gracias a Dios e Islas de la Bahía, que muestran un comportamiento muy disímil al resto (véase el gráfico 32).

**GRÁFICO 32**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MENSUAL POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO 1950-2000**  
*(En milímetros)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

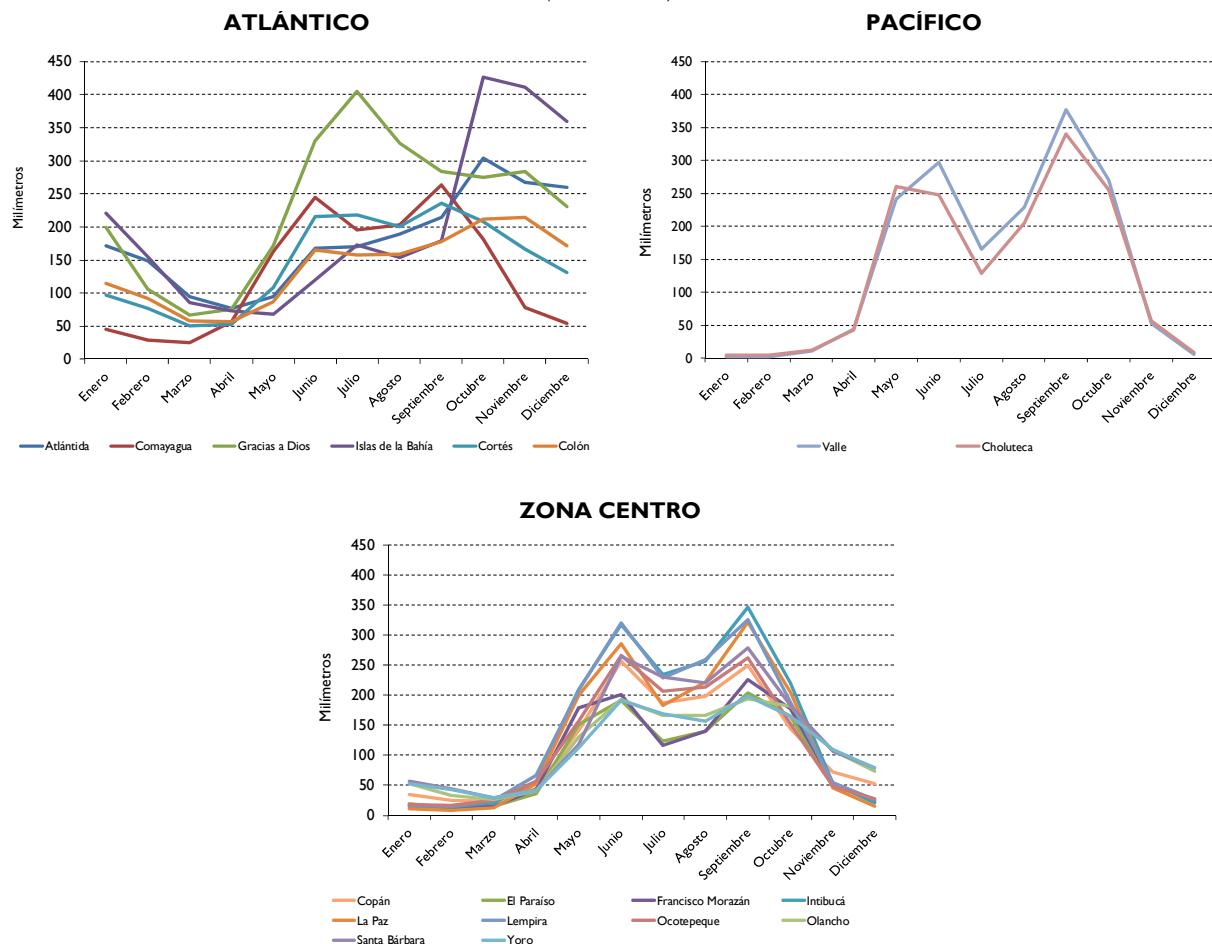
Por regiones geoclimáticas se observa que las zonas Pacífico y Centro presentan patrones de precipitación muy similares (véase el gráfico 33). Los departamentos de la región Atlántico tienen comportamientos menos homogéneos, en particular Gracias a Dios e Islas de la Bahía. En promedio, los mayores niveles de precipitación del país se presentan en la región Atlántico, y el menor en la Zona Centro.

Islas de la Bahía es el departamento con mayor precipitación mensual en la región Atlántico con 425 mm en octubre, mientras que en Gracias a Dios junio es el mes con mayor precipitación con 405 mm. El departamento con los menores niveles es Comayagua, particularmente en marzo con 25 mm.

En la región geoclimática del Pacífico la precipitación se comporta de forma muy similar en los dos departamentos. Septiembre es el mes con mayor precipitación con un promedio de 358 mm. Diciembre a marzo es el período con menor promedio con 6 mm.

El promedio de precipitación mensual en la región geoclimática Centro es de 122 mm. Intibucá es el departamento con mayor precipitación histórica mensual con 347 mm en septiembre y La Paz el de menor con 9 mm en febrero. El Paraíso es el departamento con el menor promedio de precipitación.

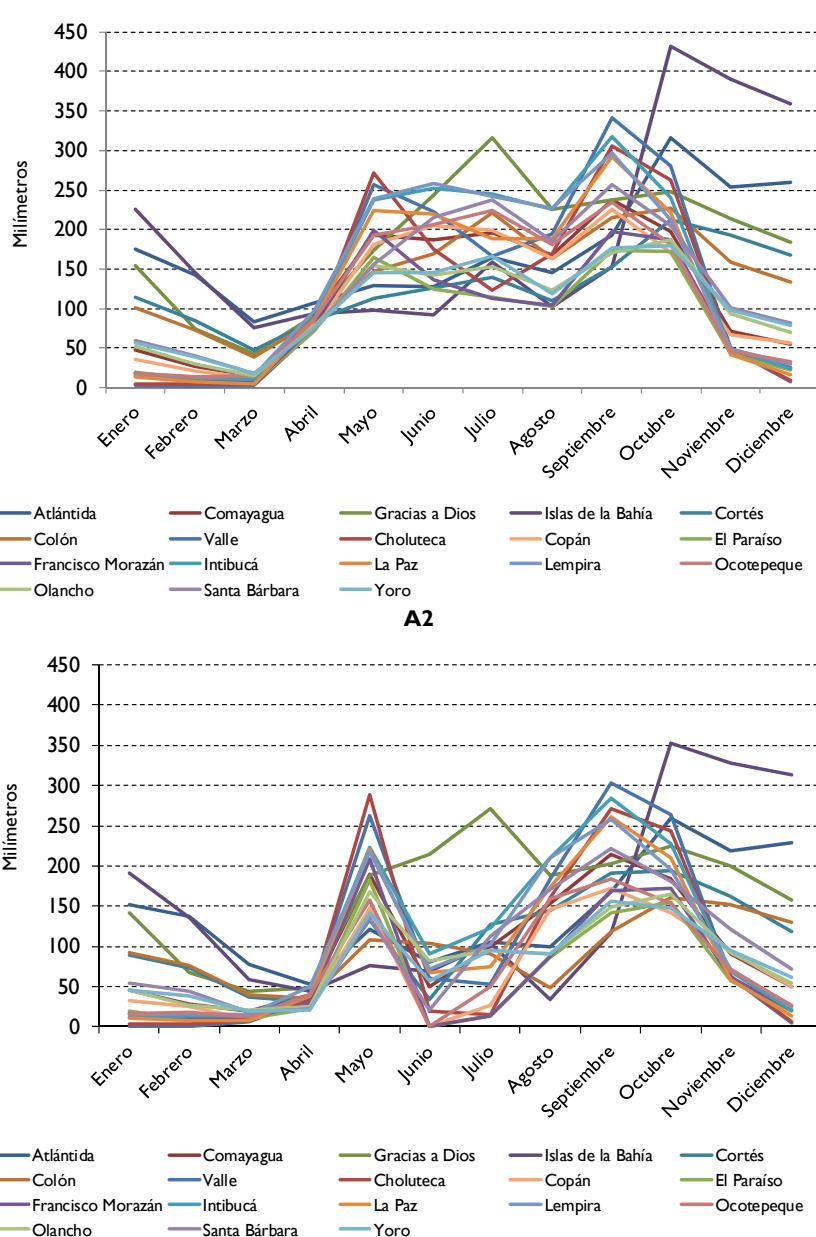
**GRÁFICO 33**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MENSUAL POR REGIÓN GEOCLIMÁTICA**  
**Y POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO 1950-2000**  
*(En milímetros)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

Las proyecciones de la precipitación mensual al 2100 son muy similares en ambos escenarios para los distintos departamentos (véase el gráfico 34), siendo Islas de la Bahía y Gracias a Dios los departamentos con comportamientos más disimiles. Bajo el escenario B2, los meses de diciembre a marzo son los que tendrían menor precipitación, la cual aumentaría de abril a octubre en un rango de entre 100 y 250 mm. En el escenario A2, en cambio, ocurre una clara disminución con picos anómalos en mayo. En este escenario, Isla de la Bahía sería el departamento con la mayor precipitación a fines de siglo, llegando a 352 mm en octubre, mientras que en Copán y El Paraíso podría no haber precipitación alguna en junio.

**GRÁFICO 34**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MENSUAL POR DEPARTAMENTO, ESCENARIOS B2 Y A2, A 2100**  
*(En grados centígrados)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

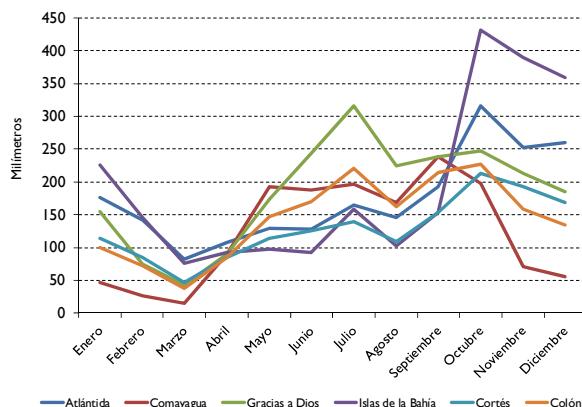
La región Atlántico podría presentar a fines de siglo una precipitación promedio mensual de 158 mm en B2 y de 127 mm en A2. Ambos escenarios resultarían con precipitaciones menores que la media histórica de 171 mm. En la región Pacífico la reducción a fines de siglo podría llegar a 127 mm y a 98 mm en B2 y A2, respectivamente, en comparación con el registro histórico de 136 mm. En la Zona Centro los niveles de precipitación mensual podrían ser de 117 mm y de 85 mm en B2 y A2, frente a la media histórica de 122 mm (véase el gráfico 35).

**GRÁFICO 35**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MENSUAL POR REGION GEOCLIMÁTICA Y  
 POR DEPARTAMENTO, ESCENARIOS B2 Y A2, A 2100**

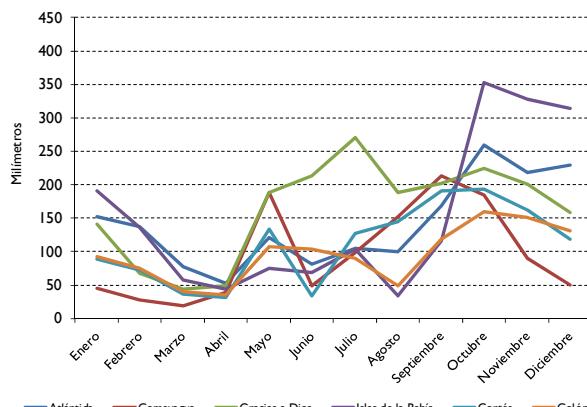
(En milímetros)

**ATLÁNTICO**

**B2**

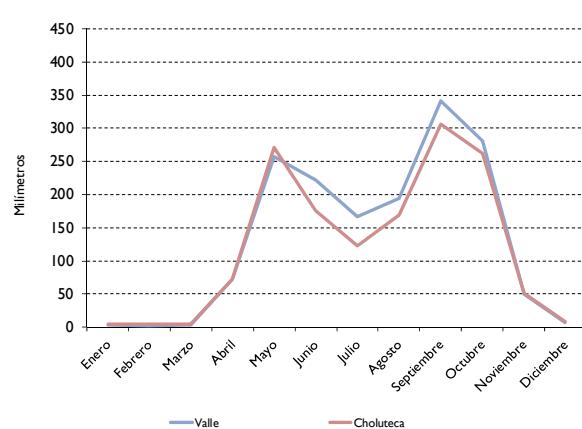


**A2**

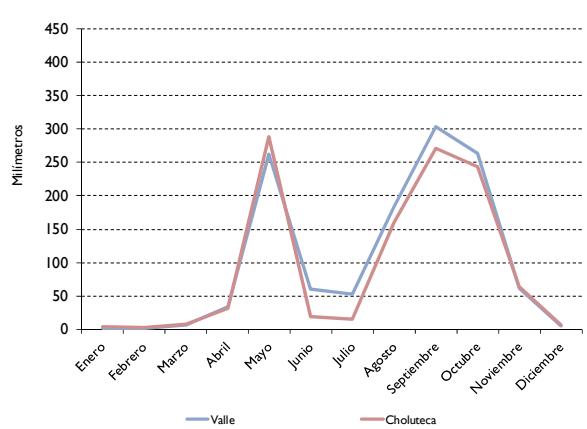


**PACÍFICO**

**B2**

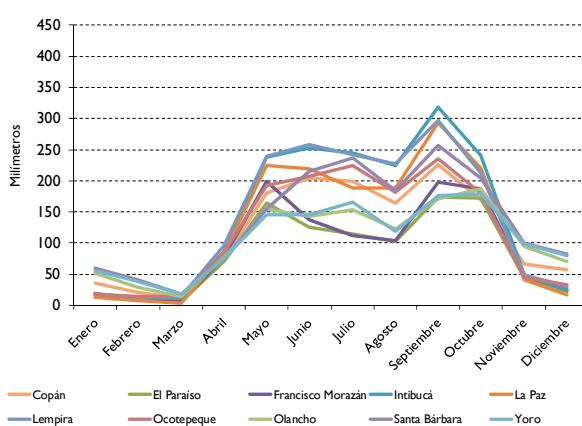


**A2**

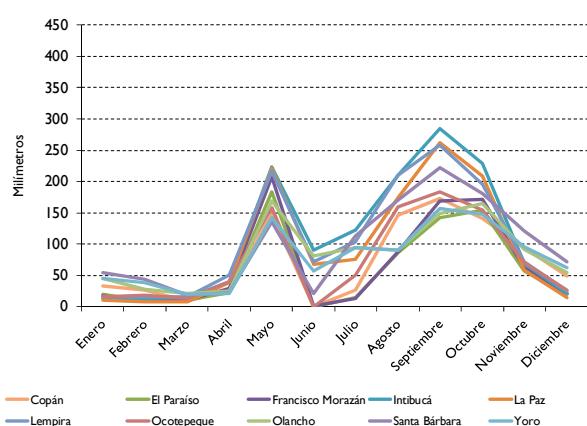


**ZONA CENTRO**

**B2**



**A2**



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

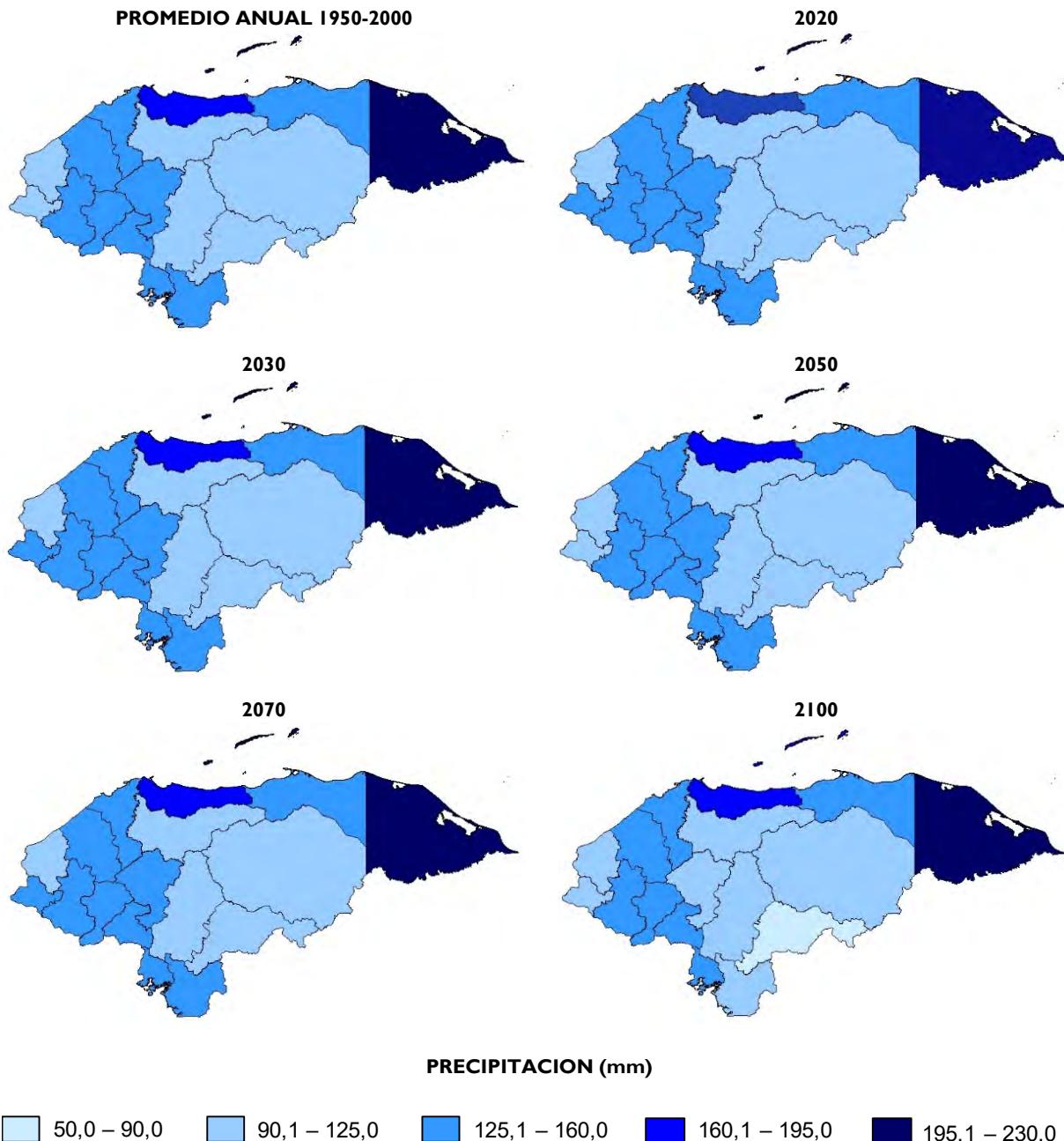
En el cuadro 17 se presentan los valores y el cambio porcentual de la precipitación por departamentos que se podrían alcanzar a fines de siglo en ambos escenarios. Se observa que todos los departamentos podrían experimentar reducciones de precipitación. En B2, la menor reducción de precipitación sería en Cortés con un 1,3%, mientras que la mayor sería en Valle, un 9,5%. En A2, en cambio, la mayor reducción ocurriría en Cortés con un 39,1%. La representación geográfica de los cambios en la precipitación media anual por departamentos a fines de siglo se presenta en los mapas 5 y 6, donde se observa que los menores niveles de lluvia ocurrirían en la región central del país.

**CUADRO 17**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL POR DEPARTAMENTOS,**  
**HISTÓRICA Y ESCENARIOS B2 Y A2 A 2100**  
*(En milímetros y porcentajes)*

Departamento	Promedio 1950-2000	B2	Cambio porcentual B2	A2	Cambio porcentual A2
Atlántida	179,76	174,78	-2,8%	141,78	-21,1%
Comayagua	130,48	120,92	-7,3%	92,99	-28,7%
Gracias a Dios	138,76	128,73	-7,2%	96,28	-30,6%
Isla de la Bahía	128,15	123,85	-3,4%	96,72	-24,5%
Cortés	119,06	117,49	-1,3%	72,51	-39,1%
Colón	146,58	144,10	-1,7%	111,21	-24,1%
Valle	94,49	85,55	-9,5%	59,82	-36,7%
Choluteca	100,58	93,59	-6,9%	66,78	-33,6%
Copán	201,52	197,73	-1,9%	162,47	-19,4%
El Paraíso	147,03	143,01	-2,7%	110,67	-24,7%
Francisco Morazán	202,03	193,67	-4,1%	151,76	-24,9%
Intibucá	130,32	125,04	-4,1%	95,43	-26,8%
La Paz	144,67	141,52	-2,2%	104,07	-28,1%
Lempira	121,13	119,18	-1,6%	73,99	-38,9%
Ocotepeque	113,96	105,76	-7,2%	84,37	-26,0%
Olancho	137,91	135,75	-1,6%	97,89	-29,0%
Santa Bárbara	141,33	133,37	-5,6%	102,92	-27,2%
Yoro	112,24	108,07	-3,7%	80,78	-28,0%

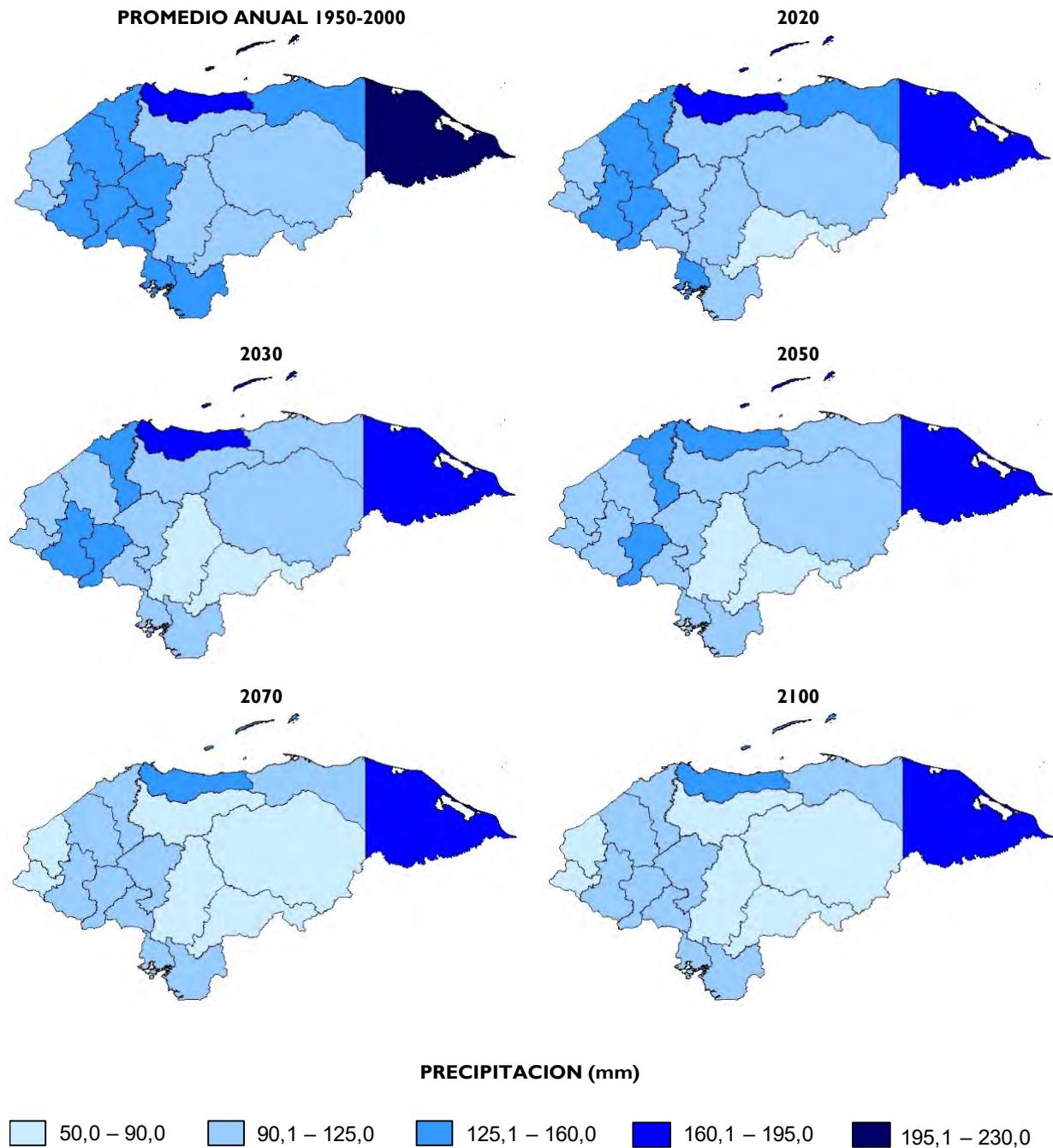
**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

**MAPA 5**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL, POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 1950-2000, ESCENARIO B2 A 2100**  
*(En milímetros)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

**MAPA 6**  
**HONDURAS: PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL POR DEPARTAMENTOS,**  
**PROMEDIO 1950-2000, ESCENARIO A2 A 2100**  
*(En milímetros)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012a).

## C. VARIABILIDAD CLIMATICA Y EVENTOS EXTREMOS

La frecuencia e intensidad de los eventos extremos destacan entre los impactos físicos más notables del cambio climático, aunque la relación entre ambas variables es compleja. Expertos internacionales admiten que, a diferencia de las temperaturas extremas, la atribución de la mayor frecuencia e intensidad

de los eventos hidrometeorológicos al cambio climático ha resultado difícil de establecer (CEPAL, CAC, COMISCA, CCAD, COSEFIN, SIECA, SICA, UKAID y DANIDA, 2015).

Diversos autores (Allen y otros, 2007; Bindoff y Stott, 2013; Hegerl y Zwiers, 2011; y Stott y otros 2010) han buscado explicar esta relación, con ayuda de modelos de simulación climatológica que analizan cambios en las medias espacio-temporales de estadísticas mensuales o estacionales de algunas variables climáticas a escala global, continental o regional. Los enfoques de estos estudios se pueden clasificar en: i) razonamiento físico simple; ii) 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; iii) cálculo del Riesgo Fraccional Atribuible (*Fraction Attributable Risk*, FAR) de un evento extremo (o de corto plazo). Estos estudios y otros han empezado a acumular evidencia de esta relación y a identificar casos de probable atribución parcial (Hulme, 2014). Una línea de análisis basada en las leyes de la termodinámica sugiere que un incremento de la temperatura de 1 °C aumentará 7% el promedio global de la humedad de la atmósfera, lo que puede ocasionar eventos de precipitación más intensa (Carey, 2011).

En el reporte del IPCC 2007 se informa que la frecuencia de eventos de lluvia intensa se ha incrementado debido al calentamiento del planeta y al aumento del vapor de agua en la atmósfera. Dichos fenómenos se traducen en cambios de promedios, variación, forma de distribución de la probabilidad de la precipitación o todos estos indicadores juntos. En particular, la variabilidad de la precipitación es considerada un indicador muy importante.

Centroamérica experimentó un incremento de 0,5 °C en la temperatura media en el período 1950-2000. Las proyecciones actuales indican que podría aumentar 1 °C o 2 °C para 2050 (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). En Honduras, de acuerdo con los datos históricos, la temperatura media anual aumentó 0,5 °C entre 1950 y 1960. En la siguiente década disminuyó pero luego comenzó a subir de nuevo hasta alcanzar 0,5 °C más respecto al 2000. Hacia el 2100 se prevé disminución de precipitación y aumento de temperatura. Es importante considerar que la variabilidad de las proyecciones para Honduras también es causada por los sistemas de viento y la topografía. En estas proyecciones, la tendencia podría ser un aumento de los eventos extremos (tormentas tropicales, huracanes e inundaciones).

La organización German Watch diseñó un índice para estimar el impacto económico y social de los eventos extremos, incluyendo tormentas, inundaciones, temperaturas extremas y olas de calor y frío. De acuerdo con este índice, Honduras resulta ser número uno en un ranking de 183 países en el período 1995-2014, es decir, Honduras ha sido el país más afectado por eventos extremos en las últimas dos décadas (Sönke y otros, 2015). El mismo indicador para el período 2004-2014 arrojó que en 2005 Honduras apareció en el lugar siete de los países más afectados en ese año y quinto en 2010 (Harmeling, 2011).

El índice generado por el Monitor de Vulnerabilidad Climática de DARA (2012) estima pérdidas y beneficios del cambio climático y de la economía del carbono desde el punto de vista económico ambiental y de la salud para 2010 y 2030. La evaluación de la economía del carbono incluye la situación económica, la salud y los impactos ambientales con especial atención en el consumo de combustibles y la liberación de varios tipos de contaminantes de efecto invernadero a la atmósfera por efecto de la combustión.

Respecto de Honduras, este monitor estima su vulnerabilidad climática en dos ámbitos: costos económicos y pérdidas humanas (véase el cuadro 18). Los costos económicos indican pérdidas nacionales totales equivalentes al 4,6 % del PIB en 2010. Para 2030 estas pérdidas podrían sumar el

9,0% del PIB. Los resultados proyectados en relación con el impacto de la intensidad de carbono como porcentajes del PIB fueron del 1,5% en 2010 y del 2,5% para el 2030. La estimación de la mortalidad por los efectos conjuntos del cambio climático y de la intensidad de carbono indica que en 2010 pudieron haber ocurrido 2.500 muertes y para el 2030 podrían morir 3.000 personas por las mismas causas. El impacto del cambio climático en personas afectadas se estimó en 150.000 para 2010. Para 2030 la proyección indica 250.000 personas. La medición de pérdidas de vidas humanas por impacto de la intensidad de carbono para el 2010 fue de 100.000 personas. Para 2030 se proyectan 150.000 personas.

**CUADRO 18**  
**HONDURAS: MONITOR DE VULNERABILIDAD CLIMÁTICA,**  
**NIVEL DE VULNERABILIDAD, 2010 Y 2030**  
*(En porcentaje y personas)*

<b>Mes</b>	<b>Impactos del cambio climático</b>	<b>Impactos de la intensidad del carbono</b>	<b>Impactos del cambio climático e intensidad del carbono</b>	<b>Impactos del cambio climático</b>	<b>Impactos de la intensidad del carbono</b>
	<b>Porcentaje del PIB</b>		<b>Mortalidad</b>		<b>Personas afectadas</b>
2010	4,6	1,5	2 500	150 000	100 000
2030	9,0	2,5	3 000	250 000	150 000

Fuente: DARA (2012).

Nota: Los impactos son promedios anuales.

El monitor de DARA también analiza el nivel de vulnerabilidad como resultado de los daños causados por el cambio climático. El indicador tiene cinco categorías que se determinan usando la desviación estándar, y que relacionan el impacto con el tamaño de la economía y de la población. La clasificación ordena los niveles de vulnerabilidad de mayor a menor con las siguientes calificaciones: aguda, severa, alta, moderada y baja. La vulnerabilidad de Honduras en 2010 resultó «severa». Para el 2030 se proyecta como «aguda», es decir, la mayor vulnerabilidad concebida en el índice. La vulnerabilidad por uso de carbono fue «moderada» en 2010, calificación que se proyecta igual para el 2030 (DARA, 2012).

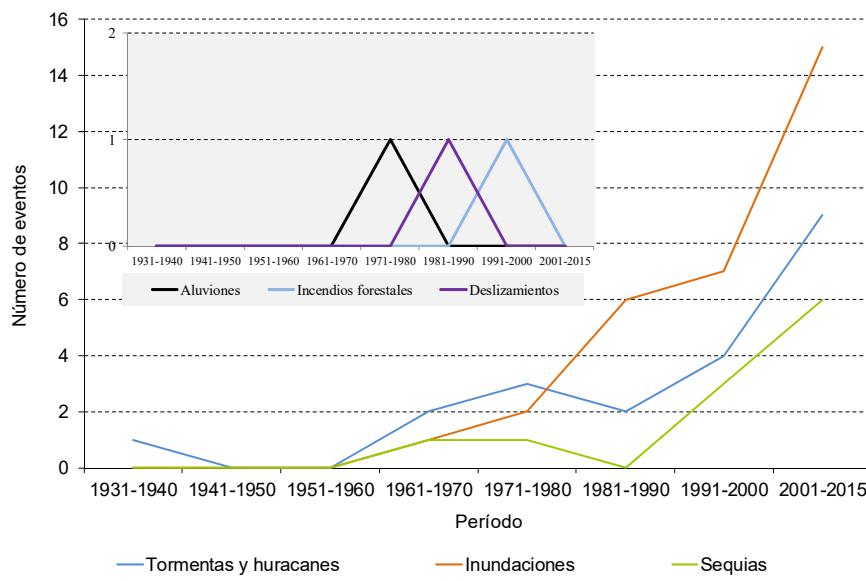
La Universidad de Notre Dame diseñó el índice global de adaptación ND-GAIN (por sus siglas en inglés), que estima los niveles de vulnerabilidad de los países al cambio climático y su preparación para hacerle frente. El objetivo del ND-GAIN es ayudar a las empresas y al sector público a priorizar las inversiones para dar respuestas más eficaces a los riesgos climáticos globales (ND-GAIN, 2016). El ND-GAIN Country Index publicó una clasificación anual con datos de 1995 hasta 2014 y que mide los parámetros de «vulnerabilidad» y «preparación». «Vulnerabilidad» se refiere a la exposición de los países al cambio climático, considerando los renglones alimentación, agua, salud, ecosistemas, hábitat humano e infraestructura. «Preparación» indica la capacidad de generar acciones de adaptación como respuesta a eventos climáticos y sus efectos. El enfoque recae en la capacidad de movilizar recursos financieros por los sectores económico, político y social. Los países que ocupan los primeros lugares del ranking son los menos vulnerables y más preparados.

Honduras ocupó el lugar 127 entre 180 países en el ranking del ND-GAIN en 2014. El índice muestra que el país presenta una vulnerabilidad alta y una preparación baja. Honduras se clasifica en el lugar 115 en vulnerabilidad, sobre todo en alimentación, salud y agua, y en preparación ocupa el lugar 145, lo que muestra una capacidad limitada de organizar acciones de adaptación especialmente por el sector social (ND-GAIN, 2016).

Los eventos extremos de las últimas décadas han mostrado una tendencia a la inestabilidad en todo el mundo. En el patrón climático de Honduras es muy importante la influencia de los océanos Atlántico y Pacífico y de las cordilleras. De esta manera la variación de la temperatura superficial de los océanos Pacífico y Atlántico en la zona tropical influye en las temporadas de lluvia y sequía en la región.

En el país ocurrieron 66 eventos extremos por fenómenos hidrometeorológicos entre los años 1931 y 2015 de acuerdo con información de *The International Disasters Database* (EMDAT). Los eventos más recurrentes son inundaciones y tormentas. Solo en la primera década del presente siglo ocurrieron 25 desastres, lo que representa un incremento del 257% con respecto a la década de 1970, cuando se registraron solo siete. Los registros de los períodos por década desde 1931 muestran un aumento del número de tormentas tropicales y huracanes en el país. En la década de 1960 se registraron cuatro eventos extremos y en la década de 1970 fueron siete. En la década de 1990 los eventos extremos que se registraron se incrementaron a 15 y de 2001 a 2015 aumentaron a 30 (véase el gráfico 36). Estas cifras indican que Honduras es uno de los países con mayor número de inundaciones en Centroamérica. Cabe mencionar que estas cifras no incluyen eventos de menor escala, que a menudo tienen impactos severos y efectos a mediano y largo plazos.

**GRÁFICO 36**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS EVENTOS EXTREMOS REGISTRADOS, 1931-2015**  
*(En número de eventos registrados por tipo de evento)*

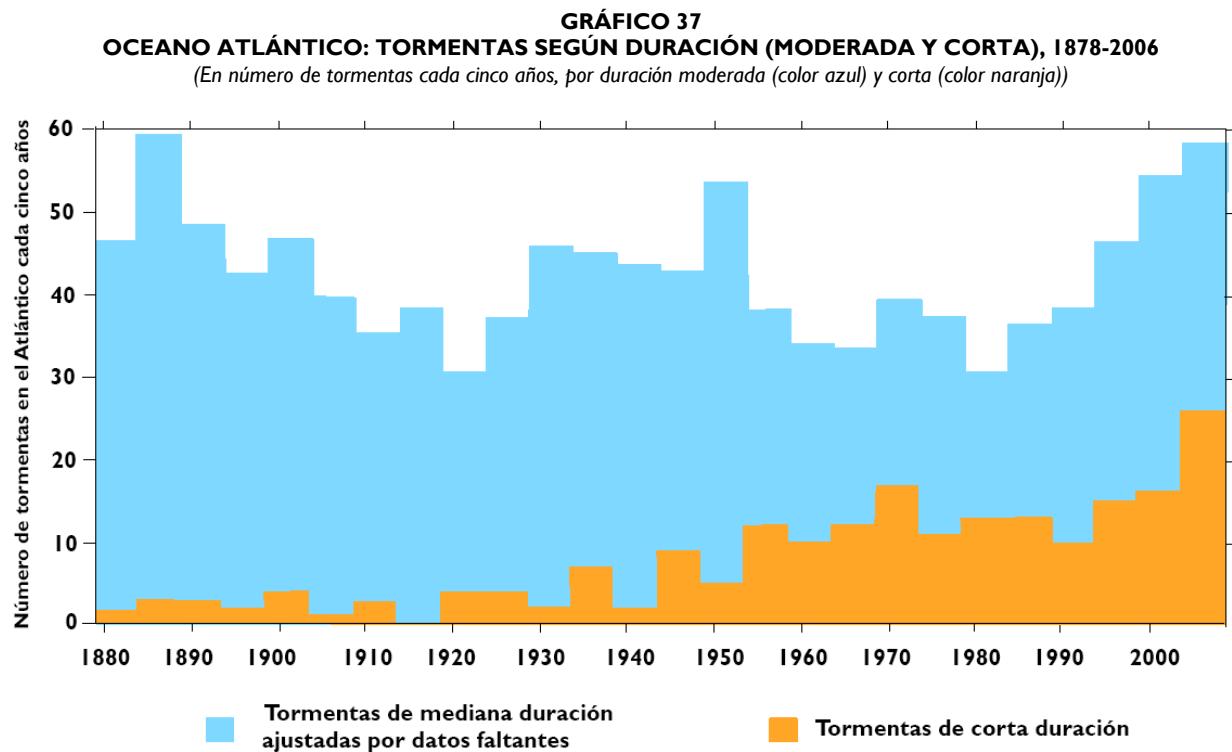


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de EM-DAT (CRED, 2017).

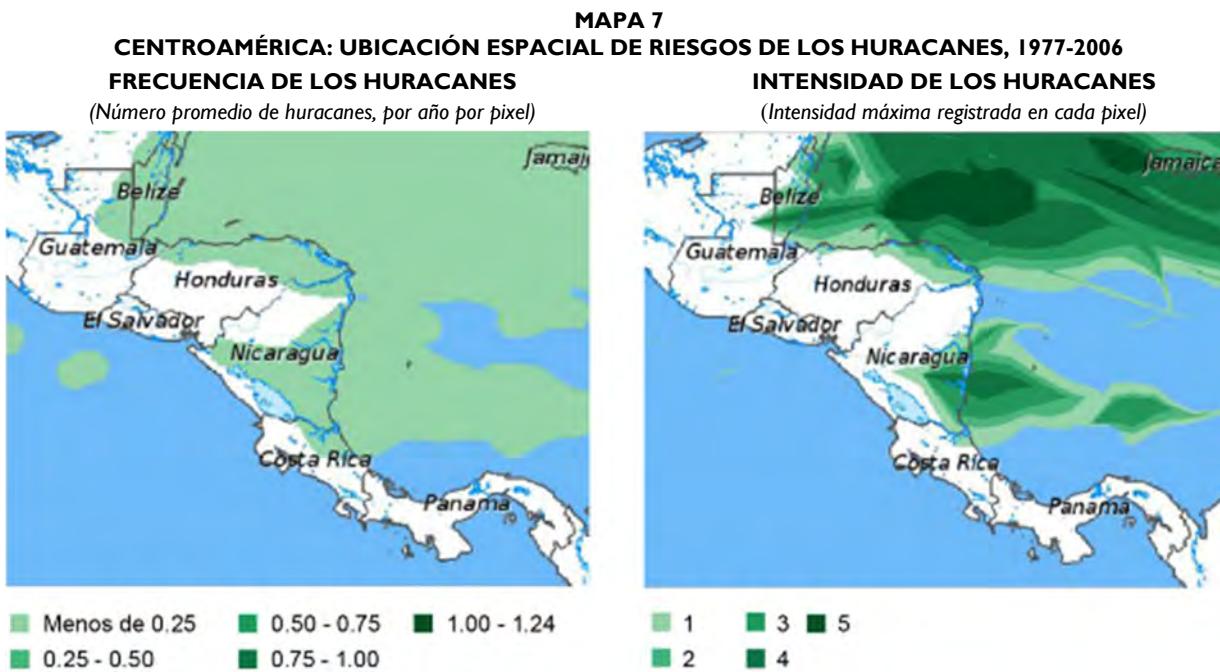
La frecuencia de las tormentas tropicales de corta duración en el Océano Atlántico ha aumentado desde la década de 1960 (véase el gráfico 37). Entre 1977 y 2006, los eventos ciclónicos tropicales afectaron la costa del Caribe. Estos eventos inducen «temporales» (serie de días con lluvias intensas o con acumulados altos), los cuales afectan áreas más extensas que los huracanes y provocan inundaciones y deslizamiento de tierras. Honduras es particularmente sensible a los riesgos por huracanes (véase el mapa 7), sobre todo en los departamentos Gracias a Dios y Colón en la región norte, donde los eventos se presentan con mayor frecuencia y mayor intensidad.

Los temporales no clasificados como huracanes que ocurren con frecuencia en la región geoclimática del Caribe afectan recurrentemente a Honduras. Éstos suceden en invierno por influencia

del aire frío de América del Norte. Honduras también es afectada por temporales del Pacífico en los meses de mayo a noviembre, con mayor frecuencia entre junio y septiembre-octubre (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).



Fuente: NOAA, 2010.



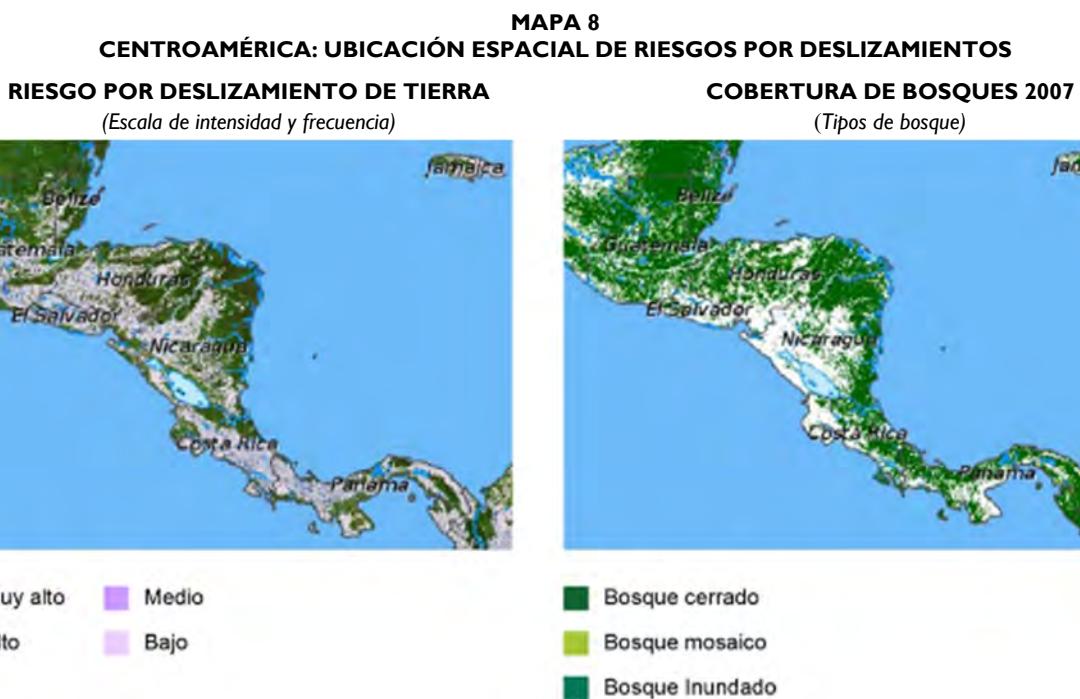
Fuente: PNUMA, PNUD, EIRD y Banco Mundial, 2010.

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.

Los deslizamientos de tierra a causa de la precipitación llaman más la atención cuando se analizan los datos históricos acumulados. Es importante puntualizar que existe una alta correlación entre la frecuencia de deslizamientos y el aumento de zonas deforestadas o en proceso de deforestación (CEPAL, CAC, COMISCA, CCAD, COSEFIN, SIECA, SICA, UKAID y DANIDA, 2015). Los departamentos de Honduras más expuestos a deslizamientos son los de la región central, en particular Copán, Santa Bárbara y Comayagua (véase el mapa 8).



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

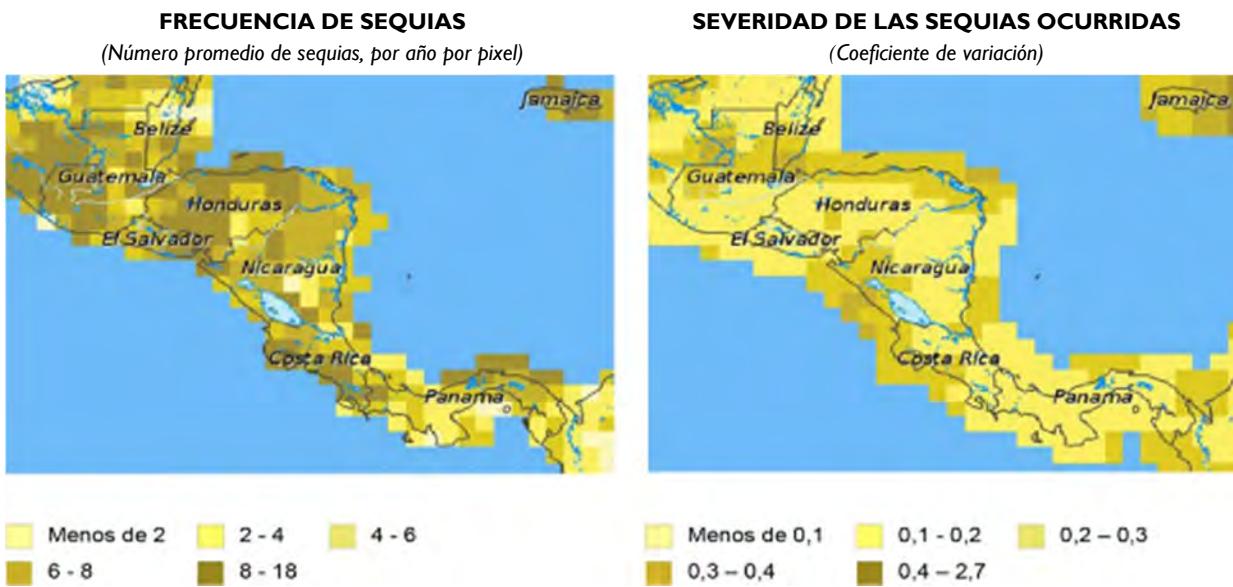
Nota: Desprendimiento de tierras por precipitación.

## D. ARIDEZ Y MESES SECOS

La aridez y la sequía pueden presentarse en una misma zona geográfica; la sequía es un evento extremo cuya característica es la falta anormal de lluvia en un determinado período en comparación con el rango de precipitación histórico, lo que perjudica los sistemas productivos, particularmente en el campo (Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación).

En Centroamérica existe una zona más árida que el resto, el «Corredor seco», que cruza casi toda la región, y que ha sido afectado por períodos de sequía prolongados. Una parte del territorio de Honduras está incluido en esta franja. Es importante considerar que la degradación ambiental está vinculada a temporadas de sequía. Entre 1974 y 2004, los departamentos de Honduras con mayor número de sequías en la región del Atlántico fueron Colón, Cortés y Atlántida; los departamentos de región Centro más afectados fueron Santa Bárbara, Comayagua, Francisco Morazán, Intibucá y La Paz, registrando entre 8 y 18 sequías por año. Las sequías más severas han ocurrido en los departamentos de Atlántida y Francisco Morazán (véase el mapa 9).

**MAPA 9**  
**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 seis 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.

Los escenarios de cambio climático sobre las trayectorias de precipitación sugieren una tendencia a la reducción para mediados del presente siglo. Los escenarios de posibles impactos del cambio climático en la precipitación son menos precisos que los de temperatura. Pero en términos generales, para mediados de siglo la precipitación disminuiría en Honduras un 13% en el escenario B2, y un 32% en el escenario A2 (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

La aridez es una condición climática relativamente estable que depende de la evaporación de la lluvia, del agua de ríos y lagos y de la transpiración de las plantas, procesos afectados por la temperatura, entre otros factores. Para delimitar las zonas climáticas áridas se utiliza el índice aridez con los criterios propuestos por Hassan y Dregne (1997) y los del Atlas Mundial de Desertificación (UNEP, 1997). Con este índice se puede especificar la relación insumo/pérdida de humedad, en la que el insumo es la precipitación, y la perdida es la evapotranspiración en un período determinado (CAZALAC Y PHI/UNESCO, 2005). La ecuación para calcular el índice es la siguiente:

$$IA_t = \frac{p_t}{ET_t}$$

donde IA es el índice de aridez en el período t,  $p_t$  representa la precipitación acumulada anual en el período t y  $ET_t$  representa la evapotranspiración del período t. La evapotranspiración se define como la perdida de humedad de una superficie por evaporación directa más la perdida de agua por transpiración de la vegetación (Thornthwaite, 1948; Penman, 1956; Papadakis, 1980; Perrier, 1984). Cuando la precipitación y la evapotranspiración son iguales, el valor del índice de aridez será igual a uno. Los resultados inferiores a uno reflejan que la evapotranspiración es mayor que la precipitación, indicando

mayor aridez. Las regiones más húmedas presentarán valores superiores a la unidad, reflejando condiciones en las que la precipitación es mayor que la evapotranspiración.

La estimación del índice de aridez por departamentos y regiones geoclimáticas de Honduras se presenta en el cuadro 19. El registro histórico indica que el país tiene un índice de aridez promedio de 1,42, lo cual indica que es una región húmeda. El departamento menos árido es Gracias a Dios (1,68); el más árido es El Paraíso (1,21). Ningún departamento de Honduras tiene un índice de aridez menor que la unidad. A nivel de región geoclimática, la más árida es la Zona Centro con una índice de 1,41. Las otras dos regiones tienen un índice igual (1,51).

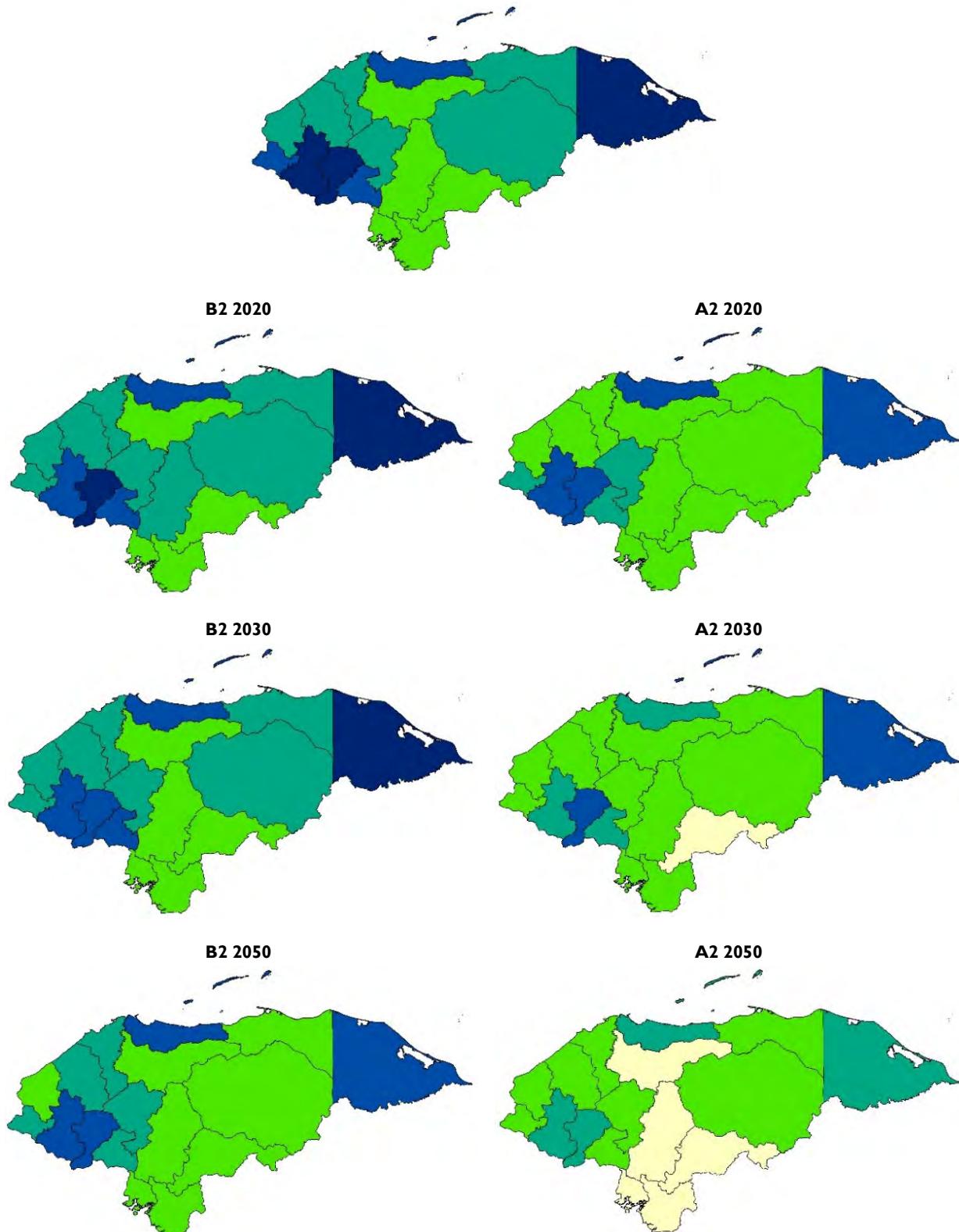
La evolución futura de estos valores fue estimada con la información de las variables de los escenarios de cambio climático. Bajo el escenario B2, el índice a escala nacional podría ser 1,26 para el 2100, lo que representa una reducción del 11,5%, mientras que en el escenario A2 sería de 1,11, una reducción del 22%. Estos resultados indican que la aridez se podría incrementar entre un 11% y un 22% en el país. La información por departamento muestra variaciones (véase el cuadro 19). El departamento que presentaría la menor disminución del índice de aridez para fines de siglo es El Paraíso con variaciones de 0,04 y 0,20 en B2 y A2, respectivamente; mientras que Lempira (bajo B2) e Intibucá (bajo A2) presentarán disminuciones de 0,30 y 0,46, respectivamente, es decir, serán los departamentos con mayor incremento en la aridez (véase el mapa 10).

**CUADRO 19**  
**HONDURAS: ÍNDICE DE ARIEZ POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 1950-2000, ESCENARIOS B2 Y A2 A 2100**  
*(En unidades del índice de aridez)*

<b>Región</b>	<b>Departamento</b>	<b>1950-2000</b>	<b>2100</b>		<b>Variación del período</b>	
			<b>B2</b>	<b>A2</b>	<b>B2</b>	<b>A2</b>
<b>Atlántico</b>						
	Atlántida	1,59	1,38	1,23	-0,21	-0,36
	Colón	1,33	1,23	1,07	-0,10	-0,26
	Cortés	1,37	1,26	1,10	-0,11	-0,27
	Gracias a Dios	1,68	1,44	1,28	-0,24	-0,40
	Islas de la Bahía	1,60	1,38	1,22	-0,22	-0,37
<b>Pacífico</b>						
	Choluteca	1,27	1,14	1,05	-0,13	-0,22
	Valle	1,27	1,14	1,05	-0,13	-0,22
<b>Zona Centro</b>						
	Comayagua	1,42	1,27	1,11	-0,15	-0,31
	Copán	1,40	1,21	1,05	-0,19	-0,35
	El Paraíso	1,21	1,17	1,01	-0,04	-0,20
	Francisco Morazán	1,29	1,20	1,04	-0,10	-0,25
	Intibucá	1,66	1,36	1,20	-0,30	-0,46
	La Paz	1,54	1,30	1,15	-0,24	-0,40
	Lempira	1,62	1,32	1,16	-0,30	-0,45
	Ocotepeque	1,46	1,22	1,06	-0,24	-0,39
	Olancho	1,31	1,23	1,07	-0,08	-0,24
	Santa Bárbara	1,38	1,24	1,08	-0,14	-0,30
	Yoro	1,25	1,20	1,05	-0,05	-0,21

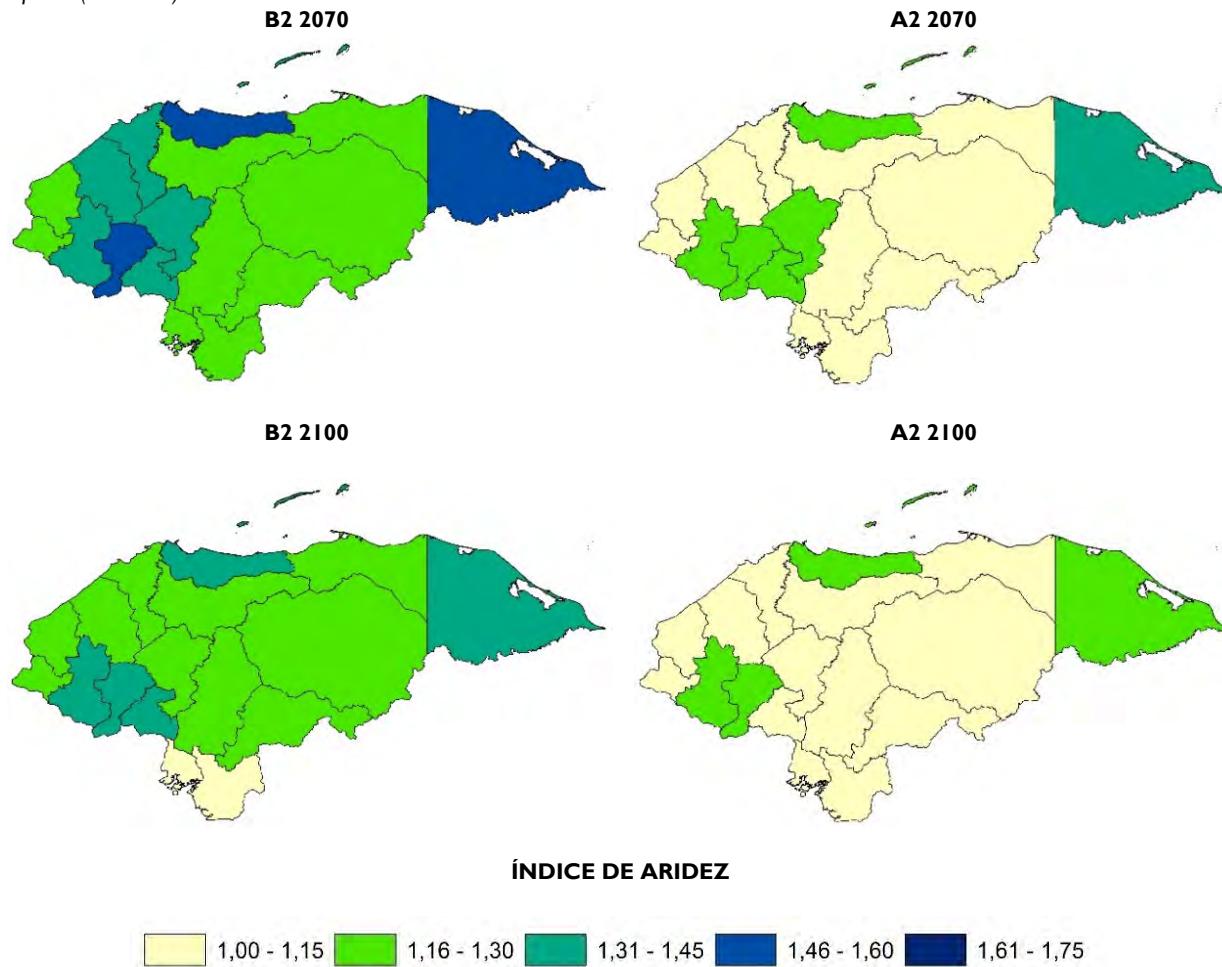
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012c).

**MAPA 10**  
**HONDURAS: ÍNDICE DE ARIDEZ POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO 1950-2000, ESCENARIOS B2 Y A2, CON CORTES A 2100**  
(Índice de aridez)  
**PROMEDIO 1950-2000**



Mapa 10 (continúa)

Mapa 10 (conclusión)

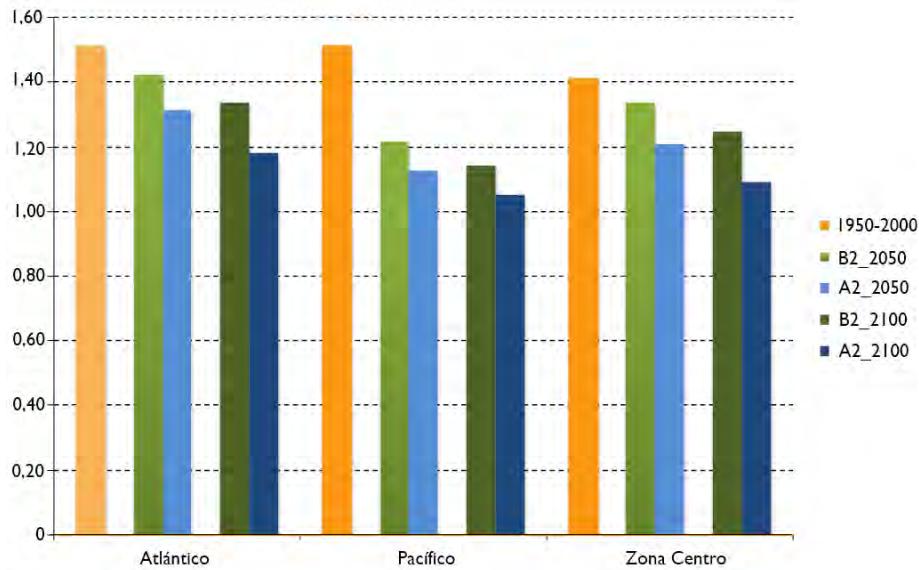


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012c).

La evolución del índice de aridez, considerando los escenarios de cambio climático por región geoclimática y con cortes a 2050 y 2100, se presenta en el gráfico 38. Se observa que los cambios serán mayores a fines de siglo, comparados con los de 2050. La región que podría experimentar mayor afectación por aridez sería la Zona Centro, que pasaría de 1,41 a 1,25 y 1,09 a fines de siglo en los escenarios B2 y A2, lo que representa disminuciones del 25,2% y el 31,1%. La menor disminución podría ocurrir en la región Atlántico con un 11,5% y un 21,9% en B2 y A2, respectivamente.

Una variable complementaria para analizar cómo los cambios en los patrones de precipitación y temperatura pueden afectar a Honduras es la de meses secos, aquellos en los que la precipitación es menor al 50% de la evapotranspiración en un área determinada (CAZALAC y PHI/UNESCO, 2005). Un mes es seco cuando la precipitación es insuficiente para recuperar al menos la mitad de la humedad perdida por evapotranspiración. La aridez arroja información sobre falta de humedad en una región geoclimática, y los meses secos arrojan datos sobre la falta de humedad durante un mes determinado.

**GRÁFICO 38**  
**HONDURAS: ÍNDICE DE ARIDEZ POR REGION GEOCLIMÁTICA,**  
**PROMEDIO 1950-2000, ESCENARIOS B2 Y A2, 2050 Y 2100**  
*(Índice de aridez)*

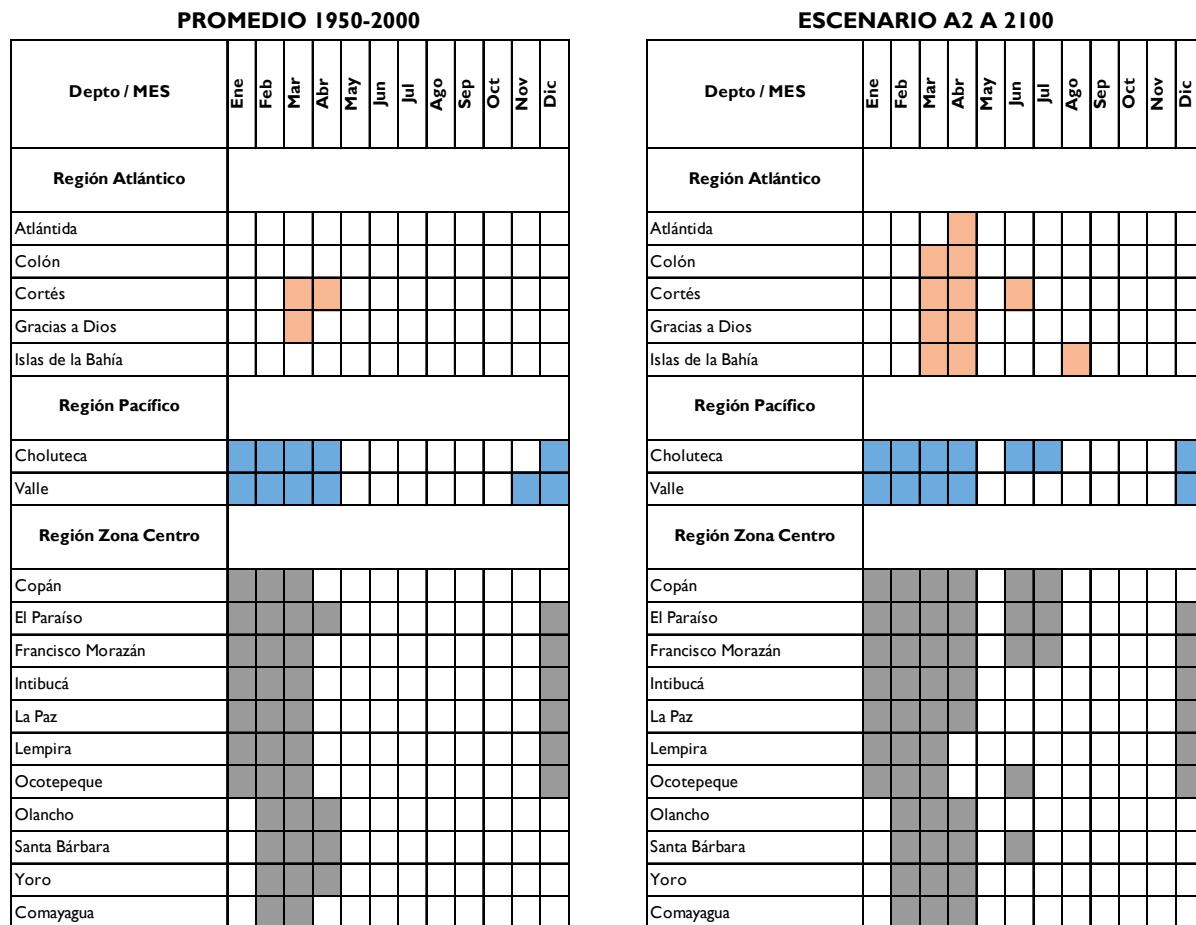


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012c).

En el gráfico 39 se presenta el promedio acumulado histórico de meses secos por departamento y región geoclimática de 1950 a 2000. Se observa que los meses en esta condición varían por regiones. En la región Atlántico, departamento Cortés, estos meses son marzo y abril; en Gracias a Dios es marzo; en el resto de la región no se registran meses secos. En la Región Pacífico, los meses secos del departamento Valle son de diciembre a abril, mientras que en Choluteca de noviembre a abril. En la Región Zona Centro, Copán tiene meses secos de enero a marzo; en El Paraíso de enero a abril; en Francisco Morazán, Intibucá, La Paz, Lempira y Ocotepeque los meses secos son de diciembre a marzo; en los departamentos Olancho, Santa Bárbara y Yoro los meses secos son de febrero a abril, y Comayagua febrero y marzo.

Los meses secos aumentarían no sólo en número sino en departamentos donde no se presentaba esta condición bajo el escenario A2 al 2100. En la Región Atlántico, los departamentos donde podría haber meses secos sin haberlos tenido en los registros históricos son: Atlántida, Colón e Islas de la Bahía; en Cortés habría un mes seco adicional. En la Región Pacífico, Choluteca, cuyos temporadas secas históricas ha sido de diciembre hasta abril, tendría meses secos en junio y julio. En la Región Zona Centro, donde todos los departamentos tienen meses secos, en 2100 los que más aumentarían son Copán y Francisco Morazán que tendrían tres meses secos más.

**GRÁFICO 39**  
**HONDURAS: DEPARTAMENTOS CON MES SECO POR REGIÓN GEOCLIMÁTICA,**  
**PROMEDIO 1950-2000 Y ESCENARIO A2, A 2100**  
*(En meses)*

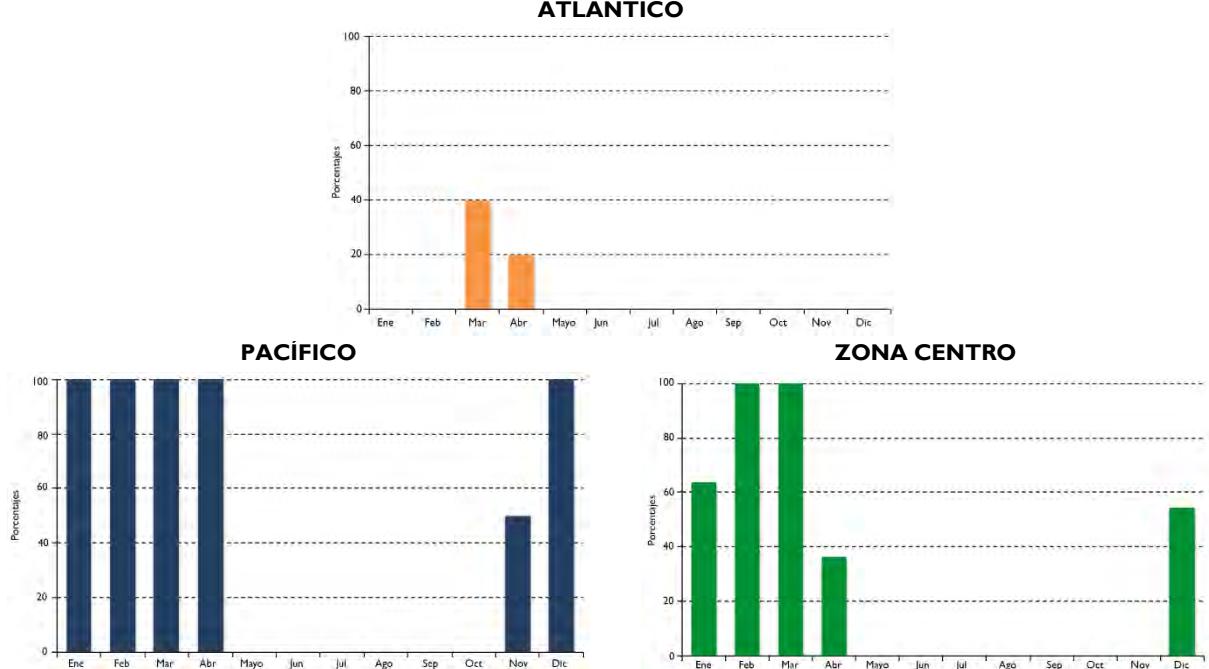


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012c).

El porcentaje de departamentos con meses secos en cada región geoclimática, considerando el promedio del período 1950-2000, se presenta en el gráfico 40. En la Zona Atlántico la proporción de departamentos en marzo es de un 40%, y en abril, de un 20%. En la región Pacífico, el promedio es del 100% desde diciembre hasta abril. En la Zona Centro el porcentaje es del 100% en febrero y marzo.

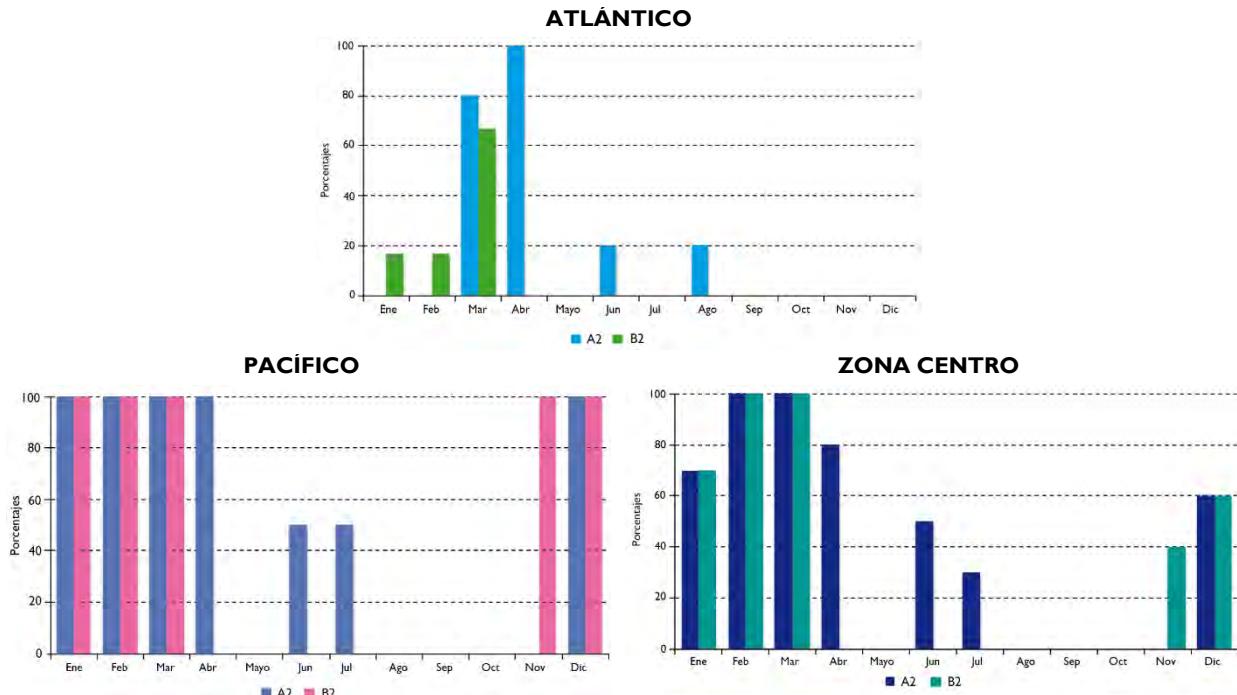
El gráfico 41 presenta la estimación de la proporción de departamentos con meses secos por región geoclimática al 2100, bajo los escenarios A2 y B2. En la Zona Atlántico podrían presentarse meses secos en enero y febrero en el 17% de los departamentos y en marzo en el 66% en el escenario B2. Bajo el escenario A2 la proporción de departamentos con meses secos se diferencian sustancialmente del escenario B2. En junio y agosto, 20% de los departamentos tendrían meses secos, en marzo un 80% y en abril el 100% en el escenario A2. En la región Pacífico, el 100% tendría meses secos de noviembre a marzo en el escenario B2, y la misma proporción de diciembre a abril en A2, es decir, habría un mes de desfase. Además, en A2 se adicionan junio y julio para el 50% de los departamentos en la región Pacífico. En la región Centro, bajo el escenario B2, podría ocurrir que en enero el 70% de los departamentos, y en febrero y marzo el 100% de ellos tendrían meses secos. Y bajo el escenario A2, las proporciones en la región centro podrían ser así: en junio un 50%, en julio un 30%, en enero un 70%, en febrero y marzo un 100% y en abril un 80%.

**GRÁFICO 40**  
**HONDURAS: DEPARTAMENTOS CON MES SECO POR REGIÓN GEOCLIMÁTICA,**  
**PROMEDIO 1950-2000**  
*(En porcentajes de departamentos)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012c).

**GRÁFICO 41**  
**HONDURAS: DEPARTAMENTOS CON MES SECO POR REGIONES GEOCLIMÁTICAS,**  
**ESCENARIOS B2 Y A2, A 2100**  
*(En porcentajes de departamentos)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012c).

A partir de la evidencia y perspectivas del aumento en la temperatura y cambios en el patrón de precipitación que interactúan con la exposición, fragilidad y resiliencia de las poblaciones urbanas y rurales, se presentan en el recuadro 1, recomendaciones para enfrentar los riesgos derivados del clima.

**RECUADRO I**  
**RECOMENDACIONES PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Es de suma importancia fortalecer las capacidades de adaptación y de gestión de riesgos a corto plazo debido a los impactos provocados por la variabilidad climática en los períodos interanuales e intraanuales. Las opciones para reducir los efectos de la variabilidad climática son:

- actuar en el corto plazo para disminuir las pérdidas y preparar al país para enfrentar los cambios severos acumulativos que podrían venir a mediano plazo;
- proteger los ecosistemas naturales y su biodiversidad: bosques, sistemas montañosos y fluviales, costas del Caribe, incluyendo corales y manglares, costas del Pacífico. Estos ecosistemas proporcionan servicios a la población y son fuentes de regulación del ciclo hídrico;
- restaurar y resguardar los ecosistemas más frágiles, lo cual debe hacerse aun sin cambio climático;
- analizar los impactos potenciales de la variabilidad climática en la agricultura, el consumo de agua, la salud y la hidroelectricidad. Una herramienta útil para ello es la información georreferenciada y desagregada por departamentos y regiones geoclimáticas, dividida temporalmente y por patrones intraanuales. 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 de profesionales en climatología e hidrología. La información climática es una herramienta útil para afinar los análisis de impactos potenciales en sectores, además de planear acciones de adaptación en zonas geográficas específicas, y
- fomentar la colaboración multidisciplinaria con expertos de la región y colegas extranjeros para adoptar métodos y modelos de análisis que permitan formular hipótesis y determinar la proporción del aumento de eventos extremos atribuible al cambio climático.

La evidencia de cambios en el clima y de los crecientes impactos de los eventos extremos prueba que estas acciones son urgentes. Esto incluye adecuación de las normas de construcción de infraestructura, protección de las cuencas hidrológicas y las barreras costeras naturales como manglares, y una mejor gestión del recurso hídrico que prevea cambios en la agricultura, la ganadería y la infraestructura social.

Estas acciones reducirían la vulnerabilidad y los costos asociados a los próximos eventos extremos y permitirían crear mayor resiliencia a los impactos cada vez peores que se prevén.

Los actores públicos y privados de Honduras necesitan asumir un enfoque de prevención, superando las respuestas de reacción.

Esto requiere tomar medidas para reducir el número de áreas vulnerables, fortalecer los sistemas de alerta y respuesta con la mejor información disponible y generar mayores capacidades de pronóstico a escalas nacional y local.

Las principales opciones de adaptación al cambio climático y su impacto en eventos extremos son:

- integrar programas de asentamientos humanos, infraestructura, equipamiento y vivienda segura con criterios de prevención y control de desastres en las estrategias de reducción de pobreza;
- promulgar leyes y crear 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 a la experiencia de los autoconstructores;
- elevar el nivel de seguridad ambiental de la infraestructura básica, incluyendo carreteras, puentes, instalaciones educativas y sanitarias y obras hidráulicas de prevención de inundaciones y sequías;
- implementar estrategias de uso de suelo y planes de ordenamiento territorial, determinando los usos urbano, agrícola, forestal y otros ecosistemas naturales, incluyendo áreas protegidas, basadas en estudios técnicos que consideren la vulnerabilidad climática;
- reforestar las áreas costeras, laderas y áreas proclives a deslizamientos como parte de los programas de uso sostenible 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 costera, las cuales son benéficas para la productividad pesquera y el ecoturismo;
- concienciar 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, y
- crear sistemas de monitoreo de fenómenos naturales y antropogénicos para emitir alertas tempranas.

**Fuente:** CEPAL, CAC, COMISCA, CCAD, COSEFIN, SIECA, UKAID y DANIDA, (2015).

A manera de recapitulación, los registros del clima indican que Honduras ya ha sufrido un alza de la temperatura promedio de aproximadamente 0,75 °C entre las décadas de 1960 y 1990. Los escenarios climáticos de la iniciativa ECC CA, basados en modelos recomendados por el IPCC, prevén aumentos en la temperatura y cambios en los patrones de precipitación. En el escenario A2, que supone una continuación de la tendencia actual de emisiones crecientes, la temperatura de Honduras aumentaría 1,2 °C en 2030, 2,1 °C en 2050 y hasta 4,5 °C en 2100 respecto del promedio 1960-2000. Por regiones, la zona centro occidental del país presentaría un incremento superior a 4,7 °C para 2100. Los departamentos de esta zona son Ocotepeque, Lempira, Intibucá y Copán. Los departamentos de la región del Pacífico, Choluteca y Valle, alcanzarían temperaturas superiores a 30 °C.

La trayectoria futura de los niveles de precipitación adolece de mucha incertidumbre. Respecto del promedio de precipitación nacional anual de 2.011 mm en el período 1960-2000, se prevé una disminución para el escenario A2 de 0,3% a 2030, de 13% a 2050 y de 32% a 2100. Los departamentos con mayor reducción de precipitación en los cortes 2030, 2050 y 2100 serían los del centro del país: Copán, El Paraíso, Francisco Morazán y Ocotepeque, con reducciones de entre 34% y 39% a 2100. Los departamentos de Atlántida y Gracias a Dios experimentarían una reducción menor. De acuerdo con los registros de precipitación mensual en Honduras durante el período 1950-2000, la temporada de

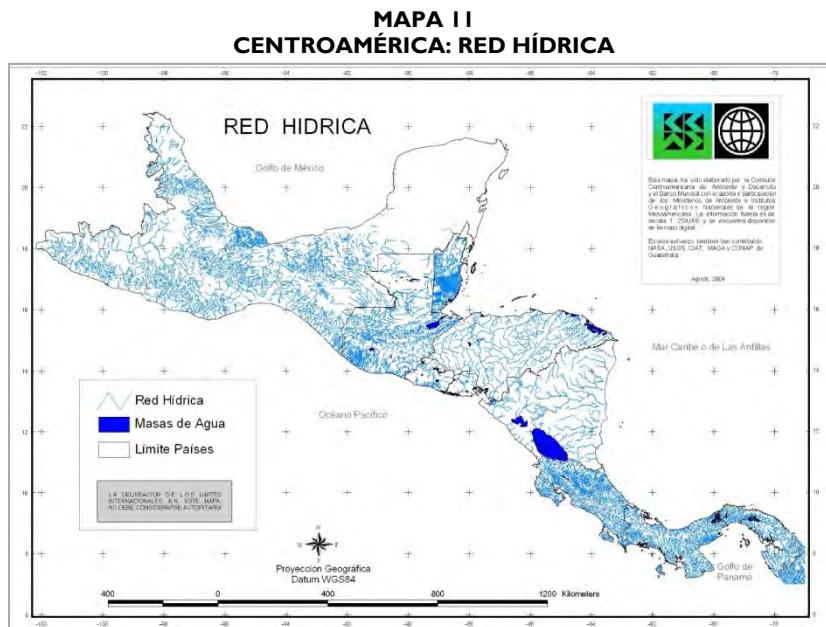
lluvias se ha presentado de mayo a noviembre, con canícula en agosto, en tanto que la temporada seca se ha presentado de diciembre a abril. Este patrón se mantendría hasta mediados de siglo bajo el escenario A2, pero ocurriría un cambio notable después de 2050, con un posible atraso de la primera temporada de lluvia y una reducción de hasta el 80% de la precipitación histórica en mayo a fines de siglo. No obstante, la precipitación en octubre y noviembre aumentaría notablemente. Los cambios en los patrones de precipitación tendrían importantes implicaciones en las siembras, crecimiento y recolección de la producción agropecuaria, en particular, de granos básicos de las unidades productoras de autoconsumo.

### 3. IMPACTOS POTENCIALES EN RECURSOS HÍDRICOS E HIDROELECTRICIDAD

**A**ctualmente se reconoce que una de las principales afectaciones de las actividades humanas y del cambio climático es la que se tiene sobre disponibilidad de los recursos hídricos (IPCC, 2007a; Bates y otros, 2008; Barthel y otros, 2008). Centroamérica es una de las regiones del planeta con mayor disponibilidad de recursos hídricos por su ubicación geográfica y en relación con la cantidad de población que habita la región. Ese capítulo expone los principales hallazgos de los impactos potenciales del cambio climático en los recursos hídricos y la generación hidroeléctrica en Honduras.

#### A. RECURSOS HÍDRICOS

En Centroamérica la disponibilidad de agua es de aproximadamente 23.000 m<sup>3</sup> anuales por habitante, casi el triple de la media mundial (Jiménez y Asano, 2008). Esto se debe a la posición latitudinal, la condición ístmica y las variaciones topográficas del territorio, características propicias a la ocurrencia de precipitaciones pluviales y a la existencia de abundantes ríos y lagos (véase el mapa 11).



Fuente: CCAD y Banco Mundial, 2010.

La disponibilidad de agua para Honduras es de 12.008 m<sup>3</sup> por habitante al año (véase el cuadro 20)<sup>12</sup>, casi el doble del promedio mundial. La cifra es elevada, pero más baja que la de los países vecinos (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). El cuadro 20 muestra el volumen de

<sup>12</sup> La estimación de la demanda de agua se basa en los datos del uso consuntivo por sector (municipal, industrial y agrícola) de 2005 preparados en el marco del *World Water Council*.

extracción de agua anual, así como la intensidad de uso y los principales sectores que la consumen. El índice de intensidad es de 1,04%, uno de los más bajos de la región. El sector agrícola es el principal demandante con el 81% del total, seguido por el municipal y el industrial con el 11% y el 8%, respectivamente.

**CUADRO 20**  
**HONDURAS: DISPONIBILIDAD, EXTRACCIÓN, INTENSIDAD DE USO**  
**DE AGUA Y USO DE AGUA POR SECTOR, 2005**  
(En varias unidades)

Disponibilidad		Extracción total	Índice de intensidad de uso	Uso de agua por sector (en porcentajes)		
Por habitante m <sup>3</sup> /año	Total en millones de m <sup>3</sup> /año	En millones de m <sup>3</sup> /año	Porcentaje	Agricultura	Municipal	Industrial
12 008	82 800	860	1,04	81	11	8

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La disponibilidad de agua está determinada por la precipitación pluvial, los cuerpos superficiales, las cuencas transfronterizas y los acuíferos. En Honduras, pese a tener abundantes precipitaciones, los registros del período 1980-2006 indican que la precipitación media anual ha disminuido. Entre los ríos más caudalosos y extensos está el río Coco, que desemboca en el mar Caribe. Los ríos más cortos y rápidos se encuentran en la vertiente del Pacífico, cuya cuenca mayor es la del río Lempa. Los lagos más grandes son Caratasca, Brus y Yojoa, este último dañado por agroquímicos (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). Muchos acuíferos de la vertiente Pacífico de Honduras presentan alta salinidad, la cual se ha incrementado notablemente desde 2005. Su uso futuro se ve amenazado por la posibilidad de elevación del nivel mar.

A pesar de los altos volúmenes de agua de Honduras, la población de muchas zonas sufre escasez. Esto se debe al desequilibrio estacional entre disponibilidad y demanda de agua, la contaminación y la creciente demanda para generación de energía, agua potable, actividades turísticas y riego.

El uso de agua municipal en Honduras se puede estimar por la capacidad de abasto. La cobertura nacional del servicio de agua municipal es del 83% de agua entubada y del 86% de agua mejorada. En cuanto a zonas de población, la cobertura para zonas urbanas es del 94% y la de zonas rurales es del 72%. El abasto de agua mejorada es del 95% en zonas urbanas y del 77% en zonas rurales (véase el cuadro 21). Estas cifras indican una cobertura de casi todo el territorio. El costo es de 0,27 dólares por m<sup>3</sup>, el cual es bajo en comparación con el resto de los países de la región. La dotación de agua por habitante en 2005 fue de 13,7 m<sup>3</sup> por habitante.

**CUADRO 21**  
**HONDURAS: COBERTURAS Y TARIFAS DEL SERVICIO DE AGUA MUNICIPAL, 2008**  
(En porcentajes y en dólares)

Población urbana		Población rural		Población total			Tarifa promedio agua potable (En dólares/m <sup>3</sup> )
Servicio de agua mejorada (en porcentajes)	Servicio de agua entubada (en porcentajes)	Servicio de agua mejorada (en porcentajes)	Servicio de agua entubada (en porcentajes)	Servicio de agua mejorada (en porcentajes)	Servicio de agua entubada (en porcentajes)		
95	94	77	72	86	83		0,27

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Nota: Servicio de agua entubada incluye conexión dentro de la casa o en el terreno. Servicio de agua mejorada incluye otros conceptos, como pozos o nacimientos protegidos.

La actividad agropecuaria es importante y estratégica para la economía hondureña; sus indicadores se muestran en el cuadro 22, donde se observa que el sector contribuye con el 12,65% del PIB de 2005. Solo el 3,7% del área agrícola de Honduras está tecnificada. La mayor parte de los cultivos son de temporal, los cuales requieren un uso intensivo de mano de obra que la agricultura de riego tecnificada. En total, la agricultura consume un volumen de 18.692 m<sup>3</sup> de agua por hectárea cultivada.

**CUADRO 22**  
**HONDURAS: INDICADORES AGROPECUARIOS Y DE RIEGO**  
*(En porcentajes y metros cúbicos por hectárea por año)*

Contribución del sector agropecuario al PIB nacional de 2015 <sup>a</sup> (en porcentajes)	Área de la agricultura bajo riego <sup>b</sup> (en porcentajes)	Consumo de agua de riego <sup>c</sup> m <sup>3</sup> /ha año
12,65	3,7	18 692

**Fuente:**

<sup>a</sup> CEPALSTAT (2017).

<sup>b</sup> Rojas y Echeverría (2003).

<sup>c</sup> Estimación FAO con datos de 1961-2000, citado en Rojas y Echeverría (2003).

Los impactos del cambio climático en los recursos hídricos se asocian a diversos factores, desde climatológicos, como menor disponibilidad de agua, incremento de la evaporación, entre otros, hasta sociales y estructurales, como problemas de suministro y saneamiento, sobreexplotación de acuíferos, entre otros. La cuantificación de estos impactos no es fácil por el alto grado de incertidumbre y por los costos económicos, sociales y ecológicos que implican. No obstante, es posible identificar ciertos niveles de riesgo si se comparan posibles escenarios de oferta y demanda de agua.

La metodología para evaluar los impactos del cambio climático en los recursos hídricos asume un escenario futuro de disponibilidad y demanda de agua sin cambio climático, y luego estima el impacto del cambio climático en las variables bajo los escenarios B2 y A2. Con este procedimiento se identificaron niveles de riesgo comparando posibles escenarios de oferta y demanda para estimar los costos potenciales de no actuar. La cantidad de agua disponible se mide con dos índices: disponibilidad de agua por habitante e intensidad de uso o de estrés hídrico (Jiménez y Asano, 2008). Ambos índices se basan en un cálculo simplificado de la disponibilidad de agua renovable.

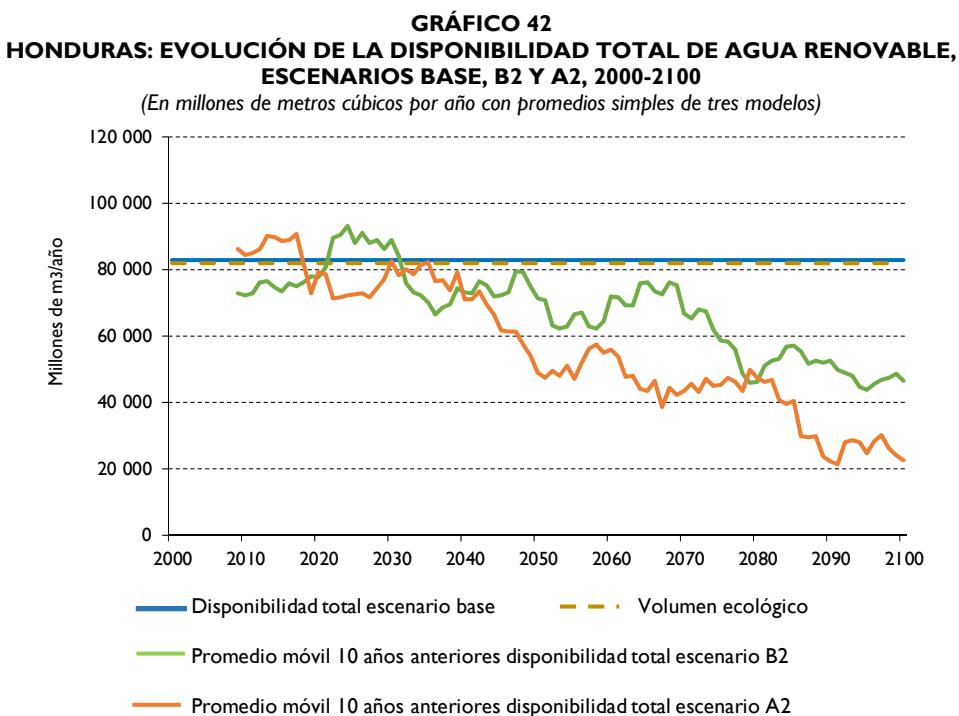
Los escenarios de demanda de agua se diseñaron a partir de la demanda consuntiva de agua en 2005, considerando la homogeneidad, calidad y disponibilidad de la información por sector en función del escenario macroeconómico base sin cambio climático:

- a) Agua municipal: crecimiento poblacional; la dotación por habitante actual se mantiene.
- b) Agrícola: crecimiento del PIB sectorial y del consumo de agua por unidad del PIB actual.
- c) Industria: solo se consideró el crecimiento del sector.

El precio es un factor importante en la demanda de agua pero no fue posible obtener suficientes datos para calcularlo. Debido a la poca uniformidad de políticas de precios, las tarifas varían según el tamaño de las comunidades y ciudades. Generalmente se aplican subsidios. En algunos casos las tarifas incluyen los servicios de saneamiento y disposición de aguas servidas, todo lo anterior sumado a una deficiente medición del consumo (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

La posible evolución de la disponibilidad total de agua renovable para el período 2000-2100 presenta una tendencia a la baja, independientemente del escenario que se considere. El gráfico 42 presenta los resultados con promedio móvil de los diez años anteriores para identificar más fácilmente

la tendencia en el escenario base de 2005 (representado en color azul). La tendencia en el escenario A2 tiene una pendiente negativa más pronunciada que la del escenario B2.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La cuantificación de la evolución de la disponibilidad total de agua renovable se presenta en el cuadro 23. La disponibilidad total de agua renovable tendría una disminución del 15% para el 2050, 21% en el 2070 y podría alcanzar el 45% en el 2100 en el escenario B2. En el caso del escenario A2, la disminución sería del 33% en 2050, del 41% en 2070 y del 69% en 2100, lo que implicaría una disponibilidad de agua de un tercio de la que actualmente se tiene.

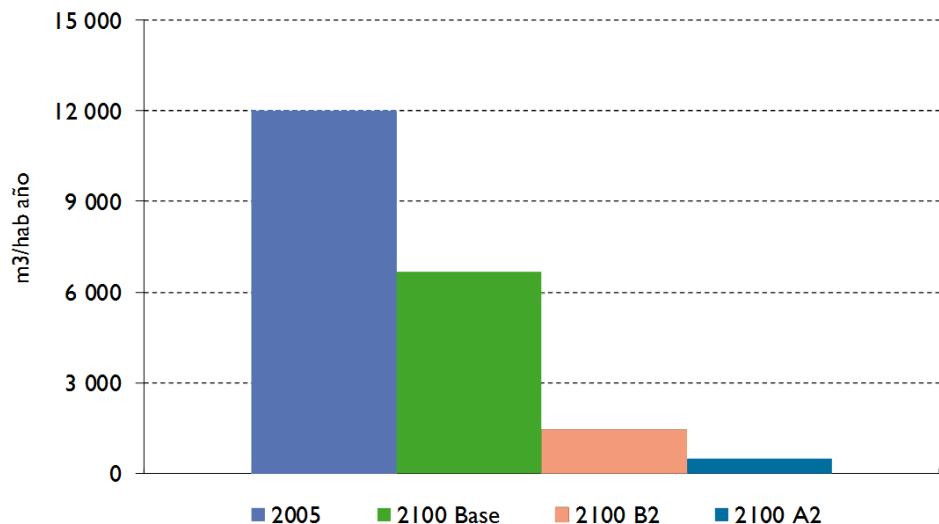
**CUADRO 23**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD TOTAL DE AGUA RENOVABLE  
 POR ESCENARIOS BASE, B2 Y A2, 2000 A 2100**  
*(En miles de millones de metros cúbicos por año y variación porcentual con respecto al promedio 2000-2004 de cada escenario)*

Escenario	2000	2020	2030	2050	2070	2100	Variación (porcentajes)				
							2020	2030	2050	2070	2100
Base	82,77	82,77	82,77	82,77	82,77	82,77	0	0	0	0	0
B2	84,11	77,69	89,03	71,40	66,80	46,51	-8	6	-15	-21	-45
A2	73,5	79,15	82,53	48,90	43,54	22,66	8	12	-33	-41	-69

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Estas tendencias se traducen en menor disponibilidad de agua por habitante para 2100 en ambos escenarios (véase el gráfico 43). En este caso también puede observarse que la disponibilidad por habitante disminuiría en 2100, independientemente de los escenarios considerados. Como se observa en el cuadro 24, el escenario base muestra que se tendrían 6.680 m<sup>3</sup> de agua por habitante al año para el 2100, la mitad de lo registrado en 2005. En el escenario B2 se tendría una disponibilidad de agua de 1.453 m<sup>3</sup> por habitante al año y en el escenario A2 de 482 m<sup>3</sup> por habitante al año en 2100. Este último escenario representaría una pérdida del 96% respecto al año 2005.

**GRÁFICO 43**  
**HONDURAS: DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HABITANTE MÍNIMA Y FINAL,**  
**ESCENARIOS BASE, B2 Y A2, 2005 Y 2100**  
*(Metros cúbicos por habitante al año)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**CUADRO 24**  
**HONDURAS: REDUCCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HABITANTE**  
**ESCENARIOS BASE, B2 Y A2, 2005 Y 2100**  
*(En metros cúbicos por habitante al año y porcentaje de reducción)*

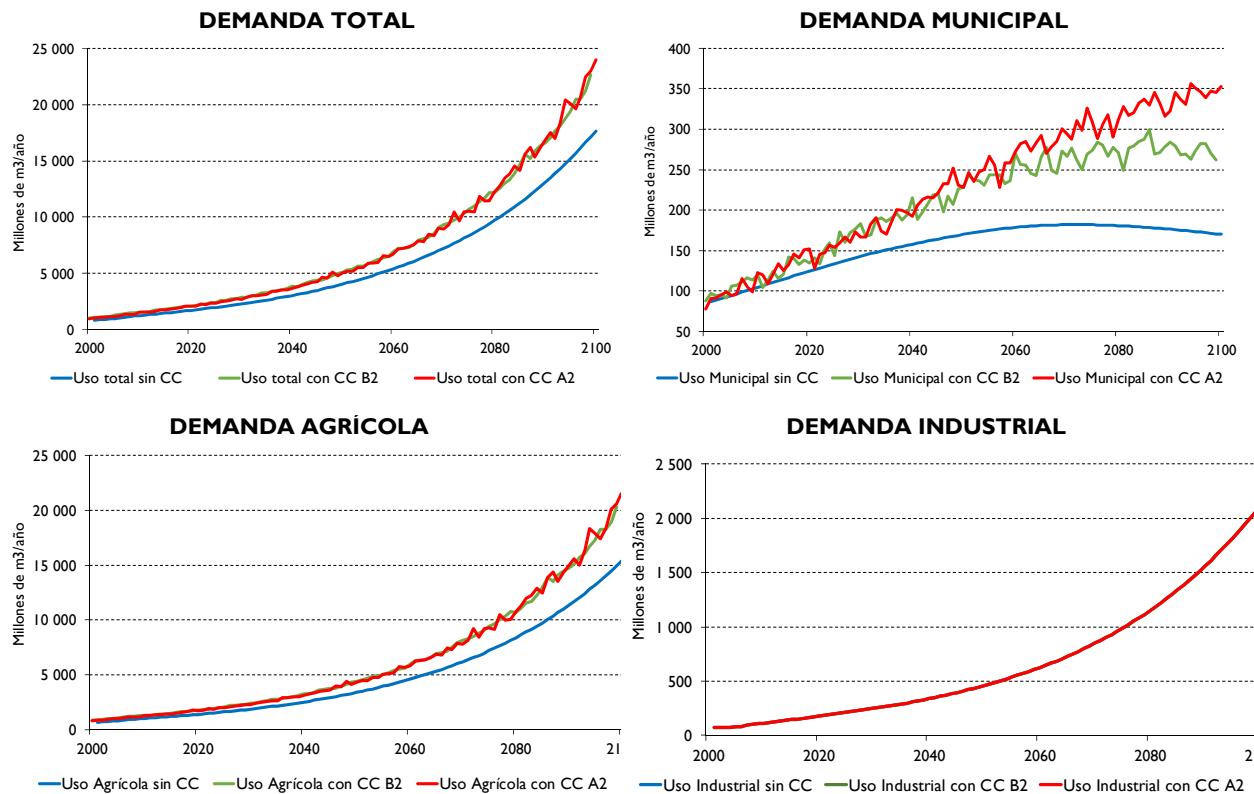
2005	Disponibilidad por habitante m³/hab/año			Reducción en disponibilidad En porcentajes		
	Escenario Base	Escenario B2	Escenario A2	Reducción de escenario base (en porcentajes)	Reducción escenario B2 (en porcentajes)	Reducción escenario A2 (en porcentajes)
Al final período	12 008	6 680	1 453	44	88	96

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Se realizaron estimaciones de la demanda total de agua y por los sectores municipal, agrícola e industrial. En el gráfico 44 se muestra la evolución de la demanda total y de los sectores mencionados para el período 2000-2100. En el caso de la demanda total se observa una clara tendencia a aumentar en el escenario base, pero el aumento sería mayor en los escenarios B2 y A2.

El sector municipal en el escenario base muestra una demanda creciente hasta 2050, cuando la demanda se estabilizaría, para disminuir en los años cercanos a 2100. En cambio, en los escenarios B2 y A2 la demanda sería creciente durante todo el período. El sector agrícola podría tener una tendencia creciente durante todo el período en el escenario base, pero claramente mayor en los escenarios B2 y A2. El caso del sector industrial puede presentar una tendencia creciente en el escenario base, para este sector no hay un análisis claro sobre cuál sería la ruta de impacto del cambio climático sobre la demanda.

**GRÁFICO 44**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA TOTAL, MUNICIPAL, AGRÍCOLA E INDUSTRIAL CON ESCENARIOS BASE, B2 Y A2, 2000-2100**  
*(En millones de metros cúbicos al año)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

En el cuadro 25 se muestra la cuantificación del incremento de la demanda total y de los sectores municipal, agrícola e industrial en términos porcentuales. En el caso de la demanda total se puede observar que en el escenario base se tendría un incremento del 332% para 2050 y del 1.785% para 2100. En el escenario A2 el incremento podría ser del 2.275% en 2100.

La demanda de agua del sector municipal podría tener un incremento del 95% para 2100 en el escenario base, del 197% en el escenario B2 y del 290% en el escenario A2. Este sector tendría los menores aumentos de demanda. Los resultados de la actividad agropecuaria con cambio climático muestran incrementos del 1,872% en el escenario base, del 2,269% en el escenario B2 y del 2,667% en el escenario A2. En el sector industrial el incremento sería del 2,850% para 2100 en el escenario base. El incremento de la demanda de agua de todos los sectores debe considerarse en la toma de decisiones, ya que los aumentos serán importantes aun sin cambio climático.

**CUADRO 25**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA TOTAL, MUNICIPAL, AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**  
**CON ESCENARIO BASE, B2 Y A2, 2000-2100**

(En millones de metros cúbicos al año y porcentajes de variación respecto a 2000)

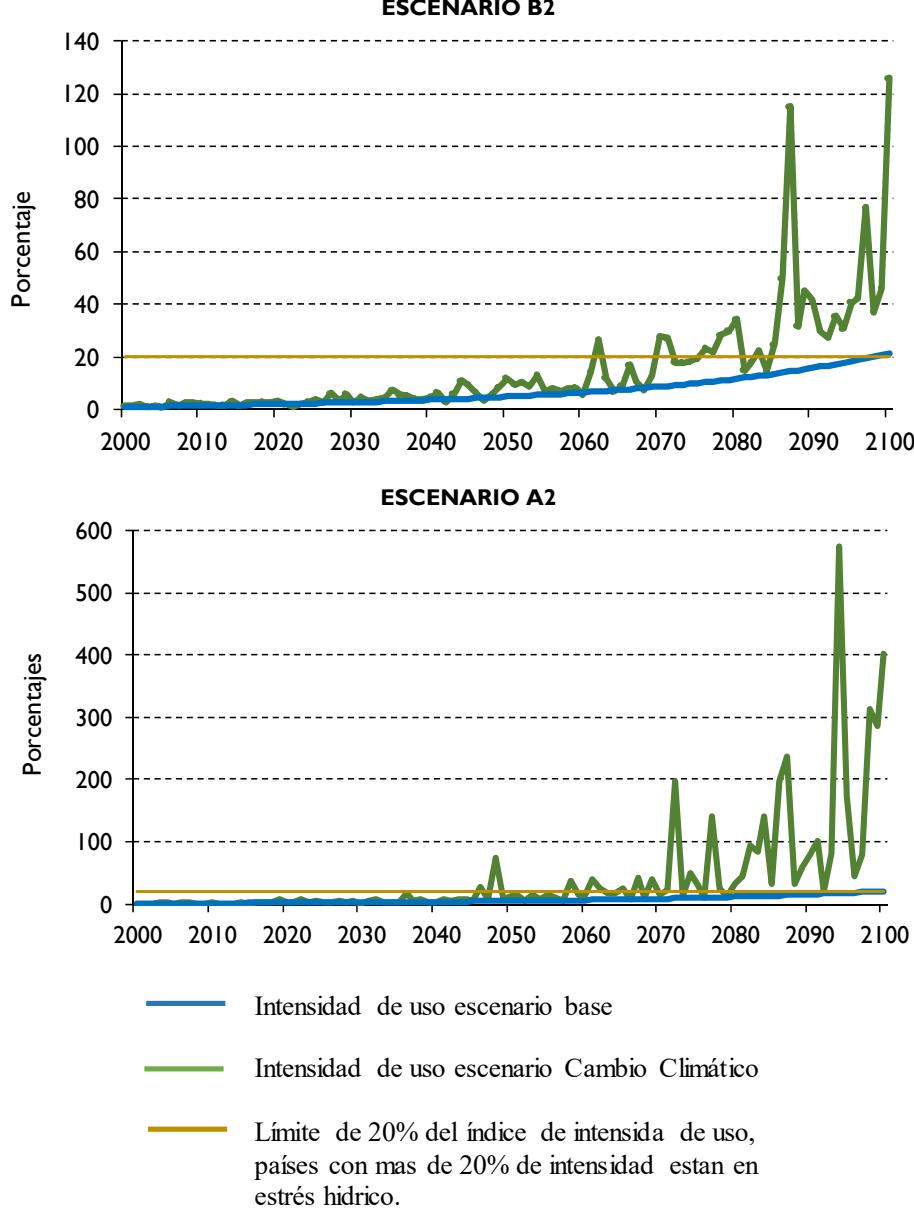
Escenario	Demanda total						Variación con respecto al año 2000 (En porcentajes)				
	2000	2020	2030	2050	2070	2100	2020	2030	2050	2070	2100
	Base	935,6	1 709,9	2 281,1	4 037,9	7 234,7	17 639,3	83	144	332	673
B2	1 015,2	2 065,5	2 753,6	5 007,6	9 094,6	22 672,8	103	171	393	796	2 133
A2	1 010,5	2 050,6	2 703,4	5 017,8	8 925,1	24 003,1	103	168	397	783	2 275
Demanda Municipal											
Escenario	Demanda Municipal						Variación con respecto al año 2000 (En porcentajes)				
	2000	2020	2030	2050	2070	2100	2020	2030	2050	2070	2100
	Base	87,3	124,6	142,9	170,1	182,0	170,0	43	64	95	108
B2	88,2	137,9	177,1	226,5	273,4	262,4	56	101	157	210	197
A2	90,3	151,9	166,7	227,7	293,8	352,2	68	85	152	225	290
Demanda Agrícola											
Escenario	Demanda Agrícola						Variación con respecto al año 2000 (En porcentajes)				
	2000	2020	2030	2050	2070	2100	2020	2030	2050	2070	2100
	Base	778,2	1 404,8	1 888,5	3 407,1	6 203,5	15 349,5	81	143	338	697
B2	856,4	1 746,8	2 326,1	4 320,4	7 972,0	20 290,6	104	172	405	831	2 269
A2	778,2	1 717,9	2 286,3	4 329,4	7 782,1	21 531,1	121	194	456	900	2 667
Demanda Industrial											
Escenario	Demanda Industrial						Variación con respecto al año 2000 (En porcentajes)				
	2000	2020	2030	2050	2070	2100	2020	2030	2050	2070	2100
	Base	71,9	180,4	249,7	460,7	849,2	2 119,8	151	248	541	1 082

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

El estimado de aumento de la demanda de agua debe acompañarse del análisis de la intensidad de uso del agua. El índice de intensidad de uso de agua es el porcentaje de agua total disponible que se demanda. El índice de intensidad de uso de agua, cuando es mayor al 20% del total de agua renovable disponible, indica situación crítica (WRI, 2009). El cálculo de este índice en los escenarios base, B2 y A2 al 2100 se realizó con las estimaciones de disponibilidad renovable total y de demanda total de agua.

El índice considera la cantidad de agua que escurre o se almacena en cuerpos superficiales o acuíferos y que puede ser fácilmente utilizada; no incluye el agua recibida de ríos transfronterizos o por desalinización de agua de mar. En el gráfico 45 se presenta la evolución estimada para 2100 en los escenarios B2 y A2. Al igual que en la demanda de agua, aquí se observa una tendencia creciente, pero con mayor variabilidad debido a que se trata de un índice. Es importante aclarar que en los escenarios de cambio climático el indicador aumenta considerablemente, lo cual puede deberse a los múltiples efectos que sucederían. El índice de intensidad de uso de agua sería de 21,31% para el 2100 en el escenario base. El incremento resulta mucho mayor en los escenarios A2 y B2. En B2 se tendría un valor del 402,51% y en A2 sería del 126,04% para el mismo año (véase el cuadro 26).

**GRÁFICO 45**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE INTENSIDAD DE USO DEL AGUA**  
**CON ESCENARIOS BASE B2 Y A2, 2000-2100**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**CUADRO 26**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE INTENSIDAD DE USO DEL AGUA**  
**CON ESCENARIOS BASE, B2 Y A2, 2000 A 2100**  
*(En porcentajes)*

Escenario	2000	2020	2030	2050	2070	2100
Base	1,13	2,07	2,76	4,88	8,74	21,31
B2	1,39	3,25	3,03	11,89	27,70	126,04
A2	1,31	1,77	1,58	12,50	14,45	402,51

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Los costos del cambio climático se estimaron calculando la diferencia de los costos por empleo de agua entre el escenario base y los escenarios con cambio climático. Se hicieron las siguientes consideraciones:

- a) el costo de recurrir a nuevas fuentes por el aumento de la demanda por cambio climático respecto a la demanda sin cambio climático, lo cual resulta en un volumen determinado a ser cubierto; el costo se obtiene de las tarifas de las nuevas fuentes, considerando que aumentarán en el tiempo. Dicho incremento refleja el costo de transportar el agua desde mayores distancias o usar agua de menor calidad;
- b) el déficit de uso, que es igual a disponibilidad menos el uso, se calcula como volumen en m<sup>3</sup>, multiplicado por la tarifa de cada uso, la cual se supone constante aquí;
- c) el costo de mermar el volumen ecológico disponible, que representa la pérdida de capital ambiental. Este cálculo está hecho considerando el volumen ecológico de referencia (volumen ecológico inicial) menos la capacidad de dotación con cambio climático (disponibilidad total renovable con cambio climático, menos el uso total con cambio climático), y
- d) el costo del cambio climático es calculado mediante la resta del costo del escenario con cambio climático del costo respectivo del escenario base sin cambio climático. Los cálculos se hicieron a precios constantes de 2000. Una oferta insuficiente para cubrir la demanda total de los usos consumtivos ocurre cuando el volumen de agua disponible proyectado para cualquiera de los escenarios resulta menor que la suma de las demandas de agua para todos los usos y para el mismo escenario, considerando siempre un volumen fijo para la demanda ecológica.

En el cuadro 27 se presentan las tarifas empleadas en el estudio, considerando una tasa anual de crecimiento del 9% independientemente de los usos.

**CUADRO 27**  
**HONDURAS: TARIFAS EMPLEADAS EN EL ESTUDIO**  
*(En dólares por metro cúbico de agua utilizado)*

<b>Uso municipal</b>	<b>Uso agrícola</b>	<b>Uso industrial</b>	<b>Uso Ecológico</b>
0,27	0,005	0,62	0,0003

Fuente: Datos de SIECA/DGTEI (2005).

Nota: (\*): Cuando no existe tarifa de agua por volumen se aplica un cargo fijo muy bajo según las hectáreas regadas o el servicio prestado.

A partir de lo esperado en el comportamiento de la demanda de agua y la intensidad del uso del agua, las estimaciones de los costos totales por abastecimiento del agua en los escenarios B2 y A2 se presentan en el cuadro 28. Para ello se consideran diferentes tasas de descuento<sup>13</sup> ante diferentes escenarios posibles. En el escenario B2, los costos serían de 6,38% del PIB a una tasa de descuento del 0,5% al 2100 y con una tasa de descuento del 4% serían de 1,68% del PIB. En el caso del A2 se observan

<sup>13</sup> Las tasas de descuento estiman el valor actual de los costos futuros. El valor de la tasa de descuento refleja el porcentaje en que una unidad de beneficios presentes es más valiosa que esa misma unidad en un momento futuro. Una tasa de descuento más elevada supone un mayor descuento del futuro, lo que muestra una mayor indiferencia hacia las generaciones futuras y un mayor apego al consumo actual (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

mayores costos; se tendrán costos de hasta el 9,14% del PIB con una tasa de descuento del 0,5%, y con una tasa de descuento del 4% se tendrían costos del 2,05% del PIB.

**CUADRO 28**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DE**  
**CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HIDRÍCOS, ESCENARIOS B2 Y A2, 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Escenario	Tasas de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
<b>B2</b>	<b>0,50%</b>	0,66	1,20	2,63	4,19	6,38
	<b>2%</b>	0,6	1,00	1,87	2,59	3,28
	<b>4%</b>	0,53	0,81	1,27	1,53	1,68
<b>A2</b>	<b>0,50%</b>	0,78	1,39	3,09	5,05	9,14
	<b>2%</b>	0,69	1,15	2,18	3,07	4,33
	<b>4%</b>	0,59	0,91	1,45	1,77	2,05

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

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

Para la gestión de los recursos hídricos se pueden considerar las siguientes recomendaciones:

- manejar el agua en la forma de ciclos cerrados, esto es: protección de fuentes, colección y distribución sin desperdicio ni fugas, consumo responsable, tratamiento, reutilización y reciclado del agua residual apropiado para su consumo y su reintegración al ambiente, no sólo como servicio de suministro y de saneamiento;
- 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;
- 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;
- desarrollar un plan maestro de gestión integral de recursos hídricos con un portafolio de proyectos financierables, promoviendo la integración regional en esta área vital para la población y las economías;
- 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;

- 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 escala doméstica 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;
- 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;
- integrar la planeación y el manejo del agua en cuencas hidrográficas, con la coordinación en todos los niveles de gobierno, para desarrollar programas de trabajo por regiones político-administrativas y asegurar su viabilidad;
- 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;
- establecer diseños y normas de infraestructura hídrica y planes de gestión flexibles ante posibles cambios estacionales como mayor variabilidad de la precipitación y de la disponibilidad del agua a escala espacial y temporal;
- considerar diversas escalas de presas, incluyendo las mini-hidráulicas 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;
- 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;
- 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, entre otros;
- 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; incentivos económica y fiscales, 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;
- 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;
- fomentar la transportación fluvial ordenada dentro de Honduras, y
- consolidar y fortalecer la institucionalidad nacional y regional del sector.

Fuente: CEPAL, CAC, COMISCA, CCAD, COSEFIN, SIECA, UKAID y DANIDA, (2015).

A manera de conclusión, la distribución de la disponibilidad de agua en Honduras es desigual por regiones con discrepancias en la variabilidad intra e interanual, pese a ser un país privilegiado por la amplia disponibilidad de agua, al igual que el resto de países centroamericanos. Dado el aumento de la población, la demanda de agua podría aumentar en 144% a 2030, en 332% a 2050 y hasta en 1,785% al final del siglo, solo en el escenario base sin cambio climático. La demanda de agua podría aumentar en 168%, 397% y 2,275% en los mismos cortes de tiempo en el escenario A2. La disponibilidad total del agua renovable en Honduras podría aumentar tomando como base 2000 en 16% a 2030, pero podría disminuir en 33% a 2050 y en 68% a 2100, esto, en el escenario A2. En este mismo escenario la disponibilidad de agua por habitante podría pasar de 12.008 metros cúbicos anuales por habitante a 482 metros cúbicos de agua por habitante al año, en el corte 2100.

La combinación de cambios en la demanda y en la disponibilidad de este vital recurso con cambio climático generaría una posible intensidad del uso de agua de 2% a 2030, de 13% a 2050 y de 403% a 2100, esto, si no se toman medidas de adaptación y ahorro. La intensidad del uso de agua sería muy superior al umbral internacionalmente aceptado de 20% a 2100, considerado como crítico en términos de estrés hídrico. La adecuada gestión de los recursos hídricos requiere manejar el agua en ciclos cerrados, y definir un volumen ecológico. Esto es, el nivel de agua que los ecosistemas requieren para mantener, reproducir y conservar la biodiversidad, los bienes y servicios que proveen y las reservas hídricas superficiales y subterráneas en el presente y en el futuro. La gestión también debería promover una mayor eficiencia del consumo, incluyendo al sector agropecuario, y desarrollar un plan maestro de gestión integral de recursos hídricos con un portafolio de proyectos financierables. La gestión debe orientarse también a completar la cobertura del acceso al agua potable de la población que vive en situación de pobreza e impulsar programas de saneamiento y salud pública en áreas rurales.

## B. HIDROELECTRICIDAD

Los efectos negativos del cambio climático en las actividades productivas de Centroamérica son importantes y cada vez mayores. Las afectaciones son consecuencia de cambios en los patrones de precipitación y de aumentos de la temperatura, los cuales inciden directamente en la disponibilidad de agua. Tal es el caso de la hidroelectricidad, que se ve afectada directamente por estos fenómenos.

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) realizó el estudio «Vulnerabilidad al Cambio Climático de los sistemas de producción Hidroeléctrica en Centroamérica y sus opciones de adaptación» (2013). El objetivo fue desarrollar e implementar una metodología para determinar la vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas de generación hidroeléctrica existentes<sup>14</sup>. Este apartado presenta los resultados del estudio para Honduras.

La cuenca El Cajón es la principal generadora de hidroelectricidad del país y está formada por diez subcuenca. En el mapa 12 se muestra su ubicación en la región Centro. En conjunto, El Cajón cuenta con las características esenciales para la producción de hidroelectricidad y es la única en Honduras para tal actividad.

---

<sup>14</sup> Los aspectos metodológicos referentes a modelos, supuestos, escenarios, modelo de simulación y valoración económica en OLADE, BID y AEA (2013).

## MAPA 12

### HONDURAS: LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DE APROVECHAMIENTO «EL CAJÓN»



**Fuente:** OLADE, BID y AEA (2013).

Es de gran importancia prever su comportamiento futuro en relación con los escenarios de temperatura y precipitación de la región por ser la única cuenca hidroeléctrica en el país. En el cuadro 29 se presentan las variaciones de precipitación y temperatura esperadas para 2100, las cuales se obtuvieron del promedio de los escenarios considerados por la OLADE (2013), los escenarios A2, B1 y A1B. En el caso de la temperatura se espera que aumente 0,8 °C para 2030, 1,5 °C para 2050 y 3,1 °C para 2090 en relación con el promedio del período 1980-1999. En cuanto a la precipitación, se espera una disminución del 2,1% para 2030, del 8,1% para 2050 y del 15,1% para 2090. La reducción de la aportación hídrica se acentuaría a partir del 2050 hasta alcanzar un 48,2% en 2090.

## **CUADRO 29**

### **HONDURAS: VALORES CLIMÁTICOS Y APORTACIONES EN EL APROVECHAMIENTO ANALIZADO EN FUNCION DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Variable	Valor actual (1980 a 1999)		Variación con respecto a la situación actual, según proyección*						Expresada en
	Valor	Unidad	2010	2030	2050	2070	2090		
Precipitación	1 222	mm/año	1,1	-2,1	-8,1	-9,0	-15,1	Porcentajes	
Temperatura	21,8	° C	0,2	0,8	1,5	2,3	3,1	Δt	
Aportación	419	mm/año	3,1	-11,3	-32,6	-41,1	-48,2	Porcentajes	

**Fuente:** OLADE, BID y AEA (2013) \* Variación media correspondiente al promedio obtenido para los tres escenarios considerados, A2, B1 y A1B.

Las estimaciones de las variables climáticas presentan un alto nivel de incertidumbre por las diferentes proyecciones consideradas, las cuales varían considerablemente en función de los modelos climáticos utilizados. Las diferencias de resultados entre los modelos aumentan conforme las proyecciones se alejan en el tiempo (OLADE, BID y AEA, 2013) como se observa en la desviación típica de las variables del cuadro 30. En términos de valores medios de los modelos se espera que la precipitación sea de 1.196 mm para 2030, 1.123 mm para 2050 y 1.038 mm para 2090.

En el caso de la temperatura se prevén aumentos constantes. Actualmente se tiene un promedio de 22,04 °C y se espera que se eleve a 23,28 °C para 2050, llegando a 24,87 °C en 2090. Los incrementos de temperatura se traducen en una disminución de la precipitación en mm anuales, que actualmente es de 432 mm y que para 2090 bajaría a la mitad, alrededor de 217 mm.

**CUADRO 30**  
**HONDURAS: INCERTIDUMBRE DERIVADA DE LA UTILIZACION DE DIFERENTES MODELOS DE CAMBIO CLIMÁTICO CON RESPECTO A LAS VARIABLES ASOCIADAS AL APROVECHAMIENTO «EL CAJÓN»**

Variable	Unidad	Situación de referencia (1980 a 1999)	Proyección					
			Información suministrada	2010	2030	2050	2070	2090
Precipitación	mm	1 222	Valor medio	1 236	1 196	1 123	1 113	1 038
			Desviación típica	67	65	95	135	232
Temperatura	° C	21,81	Valor medio	22,04	22,60	23,28	24,08	24,87
			Desviación típica	0,17	0,24	0,25	0,46	0,8
Aportación	mm	419	Valor medio	432	372	282	247	217
			Desviación típica	57	55	63	86	127

Fuente: OLADE, BID y AEA (2013).

A partir del promedio de los escenarios descritos se obtuvieron proyecciones para la potencia firme y la producción hidroeléctrica de la planta de El Cajón. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 31. Se emplearon tres escenarios de cambio climático: B1, A2 y AIB. Las mayores reducciones ocurrirían en el escenario A2. En el escenario B1, la planta El Cajón tendría una producción de 1.159 Gwh en 2030, la cual podría disminuir a 877 Gwh en 2090. En el escenario A2 se observa una producción de 1.024 Gwh para 2030, la cual disminuiría a 368 Gwh en 2090, una reducción del 64%. Este comportamiento de reducción de la producción también ocurriría en la potencia firme, la cual está sujeta a los niveles de sedimentación, los cuales podrían aumentar y así contribuir a una mayor reducción.

**CUADRO 31**  
**HONDURAS: POTENCIA FIRME Y PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA ANUAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA «EL CAJÓN», 1990 Y ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2010-2090**

Período de observación	Escenario	Potencia Firme (MW)		Producción Anual (GWh)		Var. Pot. Firme por sedimentación (Δ MW)	Var. Prod. anual por sedimentación (Δ GWh)
		Valor	Desv. típica	Valor	Desv. típica		
1990	--	273	--	1 312	--	1,4	0,5
2010	A2	228	44	1 226	159	1,4	0,7
	B1	250	18	1 317	127	0,6	0,1
	AIB	250	31	1 389	116	-0,2	0,8
2030	A2	200	49	1 024	209	0,1	1,5
	B1	214	27	1 159	133	0,1	1,8
	AIB	223	44	1 185	80	1,8	2,5
2050	A2	160	53	803	206	-1,3	2,2
	B1	166	42	931	201	0,2	0,7
	AIB	149	48	815	139	0,3	1,4
2070	A2	142	60	630	232	0,4	0,3
	B1	166	50	839	206	-0,4	1
	AIB	140	45	700	273	-1,2	0,8
2090	A2	80	42	368	181	-0,1	0,8
	B1	178	72	877	404	-0,4	0,6
	AIB	138	71	652	333	0,2	0,5

Fuente: OLADE, BID y AEA (2013).

La disminución de la producción de la hidroeléctrica se debe fundamentalmente a la disminución de los caudales de la cuenca. En el cuadro 32 se muestra el número de caudales considerados avenidas y caudales circulantes. En general, para 2090 se espera que las aportaciones medias disminuirían en un 50% respecto a los valores actuales. Los caudales considerados avenida disminuirían en un 48% para 2090, mientras que los caudales circulantes se mantendrían.

**CUADRO 32**  
**HONDURAS: CAUDALES QUE SUPERAN EL 5% DE LOS DIAS (AVENIDA) Y CAUDALES INFERIORES A LOS CIRCULANTES EL 95% DE LOS DIAS (SEQUIAS) EN LAS PROYECCIONES TEMPORALES**

Proyección	Actual	2010	2030	2050	2070	2090
Aportaciones medias	109,98	99,61	114,82	98,29	92,57	57,67
Caudal con $Q \geq Q5\%$	424,76	350,93	368,78	390,86	377,92	249,04
Caudal con $Q \leq Q95\%$	4,47	7,64	6,56	6,48	5,89	4,96
Nº de días con caudales altos ( $Q \geq Q5\%$ )	20,5	16,4	23,0	15,9	20,4	8,1
Nº de días con caudales bajos ( $Q \leq Q95\%$ )	20,8	12,9	15,0	18,2	16,0	25,6

Fuente: OLADE, BID y AEA (2013).

La reforestación de la cuenca puede contribuir a contrarrestar la disminución de la disponibilidad de agua y el avance de la sedimentación. En el cuadro 33 se muestran los efectos estimados de la reforestación. Es de destacar que las variaciones de la producción se mantienen a la baja, pero éstas serían todavía menores en un escenario sin actividades de reforestación. Las estimaciones de incorporar una nueva turbina a la hidroeléctrica implicaría una disminución de las reducciones de producción y de potencia firme previstas, además de que las variaciones esperadas también disminuirían (véase el cuadro 34).

**CUADRO 33**  
**HONDURAS: EFECTOS DERIVADOS DE REFORESTAR PARTE DE LA CUENCA DEL APROVECHAMIENTO «EL CAJÓN»**

Períodos de análisis y escenario considerado	1990	Escenario A2		
		2010	2030	2050
Potencia firme (MW)	273	228	198	157
Potencia firme reforestando (MW)	277	239	212	173
Variación de potencia firme (MW)	+ 4	+ 11	+ 14	+ 16
Producción hidroeléctrica (GW.h/año)	I 312	I 226	I 027	803
Producción hidroeléctrica reforestando (GW.h/año)	I 327	I 250	I 048	830
Variación de la producción hidroeléctrica (GW.h/año)	+ 15	+ 24	+ 21	+ 27

Fuente: OLADE, BID y AEA (2013).

**CUADRO 34**  
**HONDURAS: EFECTOS DERIVADOS DE INCORPORAR UNA NUEVA TURBINA (DE 4 A 5) EN EL APROVECHAMIENTO «EL CAJÓN»**

Períodos de análisis y escenario considerado	1990	Escenario A2		
		2010	2030	2050
Potencia firme (MW)	273	228	200	160
Potencia firme reequipado (MW)	318	240	201	161
Variación de potencia firme (MW)	+ 45	+ 12	+ 1	+ 1
Producción hidroeléctrica (GW.h/año)	I 312	I 226	I 024	803
Producción hidroeléctrica reequipado (GW.h/año)	I 316	I 231	I 030	806
Variación de la producción hidroeléctrica (GW.h/año)	+ 4	+ 5	+ 6	+ 3

Fuente: OLADE, BID y AEA (2013).

Los resultados de valoración económica de la cuenca El Cajón se presentan en el cuadro 35, considerando la realización y no realización de medidas de adaptación, diferentes escenarios y diferentes tasas de descuento. Los sobrecostos, considerando todos los escenarios y las tasas de descuento, podrían estar entre los 77 millones de dólares y los 827 millones de dólares, lo que representa valores que van del 10% al 110% del valor de la central.

**CUADRO 35**  
**HONDURAS: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO DEL APROVECHAMIENTO**  
**«EL CAJÓN» CON Y SIN MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**

Tasas de descuento Escenarios	0,12				0,04				0,02				0,005			
	REF	HID	REN	INT2	REF	HID	REN	INT2	REF	HID	REN	INT2	REF	HID	REN	INT2
<b>SIN medidas de adaptación</b>																
CP flujo sobrecostos (en millones de dólares)	77	81	79	81	353	314	330	354	566	482	516	561	827	688	744	816
CP flujo sobrecostos/inversiones (en porcentajes)	10	11	10	11	47	42	44	47	75	64	69	75	110	92	99	109
CAE incremento costo medio (dólares/MWh)	7,7	8,1	7,9	8,1	14,7	13,1	13,8	14,7	17,1	14,6	15,6	16,9	18,9	15,7	17,0	18,6
VP emisiones incrementales (en millones de dólares)	8,9	7,8	8,5	8,7	34,5	28,5	30,7	36,7	53,9	44,3	47,5	58,5	77,8	63,7	68,1	85,6
<b>CON medidas de adaptación</b>																
VP beneficios por adaptación 1 (en millones de dólares)	16,2	17,0	16,6	17	41,8	37,1	39,1	41,8	58,2	49,7	53,1	57,7	77,3	64,3	69,5	76,3
VP emisiones ahorradas por adaptación 1 (en millones de dólares)	1,9	1,6	1,8	1,8	4,1	3,4	3,6	4,3	5,5	4,6	4,9	6,0	7,3	6,0	6,4	8,0
VP beneficios por adaptación 2 (en millones de dólares)	3,0	3,2	3,1	3,2	6,9	6,1	6,5	6,9	9,2	7,8	8,4	9,1	11,7	9,8	10,6	11,6
VP emisiones ahorradas por adaptación 2 (en millones de dólares)	0,4	0,3	0,3	0,3	0,7	0,6	0,6	0,7	0,9	0,7	0,8	1,0	1,1	0,9	1,0	1,2

Fuente: OLADE, BID y AEA (2013).

Las medidas de adaptación sugeridas y evaluadas (OLADE, 2013) son:

- a) Reforestación: suponiendo que el costo de reforestar el 3% de la superficie de la cuenca aportante sería 52 millones de dólares, se observa que la viabilidad económica estaría condicionada por la tasa de descuento utilizada en el estudio (para tasas del 12% y el 4% no resultaría viable, aun internalizando los ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub>).
- b) Incorporación de una turbina adicional de 75 MW: tomando como referencia una inversión de 100 millones de dólares por el costo de la turbina y las adaptaciones a la central subterránea existente-, se estima que la medida sería económicamente conveniente, aun internalizando los ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub>.

Internalizando los costos de las emisiones incrementales de GEI, en función de las diferentes estrategias de sustitución de la pérdida de producción hidroeléctrica provocada por el cambio climático, se estima que los sobrecostos, valorizados a 20 dólares/ton de CO<sub>2</sub>, aumentarían cerca del 10%.

El porcentaje de generación hidroeléctrica en la matriz de generación actual de Honduras es del 36%, pero el potencial hidroeléctrico aun no explotado es muy importante. En este sentido, los resultados muestran que la opción de desarrollar el escenario de expansión de la generación que promueve el desarrollo hidroeléctrico sin restricciones de tamaño para las centrales (HID) parece ser la más conveniente y robusta.

**RECUADRO 3**  
**RECOMENDACIONES PARA LA ADAPTACIÓN DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA**

- Priorizar la generación de energía por llenado de embalse más que por lluvias cuando el flujo que ingresa a los embalses es menor que el flujo turbinado, cuando el flujo es mayor la generación de energía se maximiza. Durante el vaciado se generaría más energía no siendo superior a la generación anual;
- considerar planes de sustitución o recuperación de embalses, así como de bosques y su manejo integral. Ya que debido a la sedimentación de los embalses se reduciría su capacidad total de almacenamiento que a su vez disminuiría el total de energía eléctrica generada;
- ampliar la red estaciones meteorológicas. La información es primordial en la toma de decisiones ante cambios en las variables. Por lo cual suficientes estaciones de servicio meteorológico ayudarán en este proceso de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las pocas estaciones en cuencas no permiten valorar la variación en lluvias a distintas altitudes; asimismo si se considera la evaporación en el cálculo de pérdidas se permitirá una mejor evaluación en la generación de energía;
- analizar la variación anual y estimar escenarios que pronostiquen los cambios para dos décadas, distinguiendo entre años secos y húmedos. Esto es para evaluar el cambio climático;
- otros factores como el uso del suelo y el crecimiento poblacional, así como su mitigación y capacidad de respuesta, se incluirán en el modelo. En el análisis de adaptación al cambio climático deben considerarse los proyectos futuros de embalses tanto para la operación de rutina como de emergencia ante exceso o deficiencia de caudales;
- mejorar la eficiencia del manejo del agua de tal manera que permita hacer frente a los períodos de emergencia. Esta eficiencia podría mejorar mediante programas de reforestación y cuidado de bosques;
- incluir el parámetro de evaporación en la operación de la generación de energía que permita estimar pérdidas;
- aumentar el almacenamiento de agua que puede hacer frente a períodos de escasez, y
- extender este análisis a cuencas, en particular a las estratégicas, siendo de importancia específica las que poseen menor flujo o se encuentran al filo del agua en sus operaciones.

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

En conclusión, en los escenarios de cambios potenciales de temperatura, precipitación anual y patrones intraanuales se prevén mayores riesgos e incertidumbre para la hidroelectricidad. El efecto combinado del alza de la temperatura y los cambios de la precipitación afecta la evapotranspiración en las cuencas, su caudal y la evaporación en los embalses hidroeléctricos. Como se indicó, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) realizó el estudio «Vulnerabilidad al Cambio Climático de los sistemas de producción Hidroeléctrica en Centroamérica y sus opciones de adaptación» (OLADE, BID y AEA, 2013). El objetivo fue desarrollar e implementar una metodología para determinar la vulnerabilidad de los sistemas de generación hidroeléctrica ante el cambio climático mediante estudios de caso. De acuerdo con el estudio de la planta, el caudal y la generación eléctrica en El Cajón de Honduras disminuirían en 22% a 2030, 39% a 2050 y 72% a 2090 respecto de la generación promedio de 1990, dadas las proyecciones de temperatura y precipitación bajo el escenario A2.

En cuanto a la adaptación de la actividad de generación hidroeléctrica resulta recomendable ajustar el diseño técnico de nuevas represas a las previsiones climáticas, y respecto de la generación eléctrica en general, diversificar la mezcla de fuentes renovables en la matriz de energética y generar planes de sustitución o recuperación de embalses, así como de manejo integral de cuencas y paisajes, incluyendo los bosques. Esto permitiría hacer frente a períodos de emergencia y mejorar la eficiencia en el manejo del agua. Es importante considerar los paisajes de las cuencas en los análisis y desarrollar estrategias con las poblaciones locales, siendo de importancia específica las represas con menor flujo o que operan con volúmenes reducidos de agua.

## 4. IMPACTOS POTENCIALES EN AGRICULTURA: GRANOS BÁSICOS Y CAFÉ, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y ASEGURAMIENTO

**L**a agricultura ha sido amplia y frecuentemente abordada en los estudios de cambio climático debido a que el clima y sus variaciones son determinantes en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Los trastornos potenciales del ciclo hidrológico afectarían la precipitación y la evapotranspiración, modificando las condiciones de humedad y aridez del suelo, así como la frecuencia y duración de las sequías, y la severidad de las precipitaciones que provocan inundaciones. Una mayor aridez propiciaría una mayor frecuencia de los incendios forestales, pérdidas considerables de producción de granos básicos y desfases de ejecución de prácticas agrícolas como la siembra, el control de plagas y la cosecha.

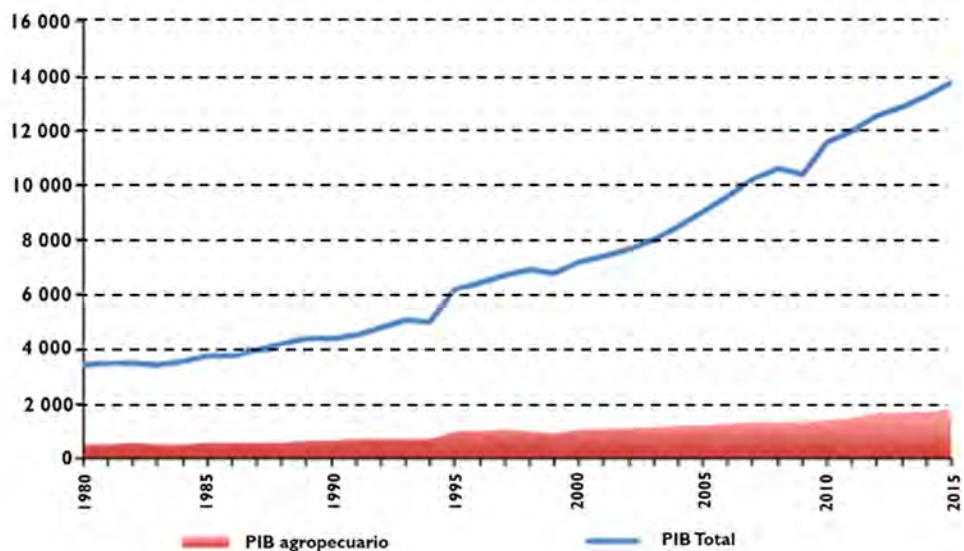
En este capítulo se presentan los principales resultados de los estudios de cambio climático y agricultura realizados por la iniciativa la ECC CA para Honduras. Los estudios se centran en la producción de granos básicos y el café que tiene peso económico estratégico en el sector. El análisis de los granos básicos está relacionado directamente con la seguridad alimentaria y nutricional de la población en condición de pobreza y exclusión social de los países, dado que la principal consecuencia de las afectaciones climáticas a la agricultura es la disminución de la disponibilidad de alimentos.

### A. PANORAMA DEL SECTOR AGRÍCOLA

La economía de Honduras tuvo un crecimiento moderado en las últimas tres décadas. El PIB total y el PIB agropecuario reportaron una tendencia creciente durante el período 1980-2015, como se muestran en el gráfico 46. La tasa media de variación del PIB total fue del 4%. El sector agropecuario representa alrededor del 13% del PIB total y durante el período tuvo una tasa de variación promedio del 3,7%. En términos relativos, el sector agropecuario ha disminuido su aportación al PIB total sin dejar de ser un sector clave de la economía del país.

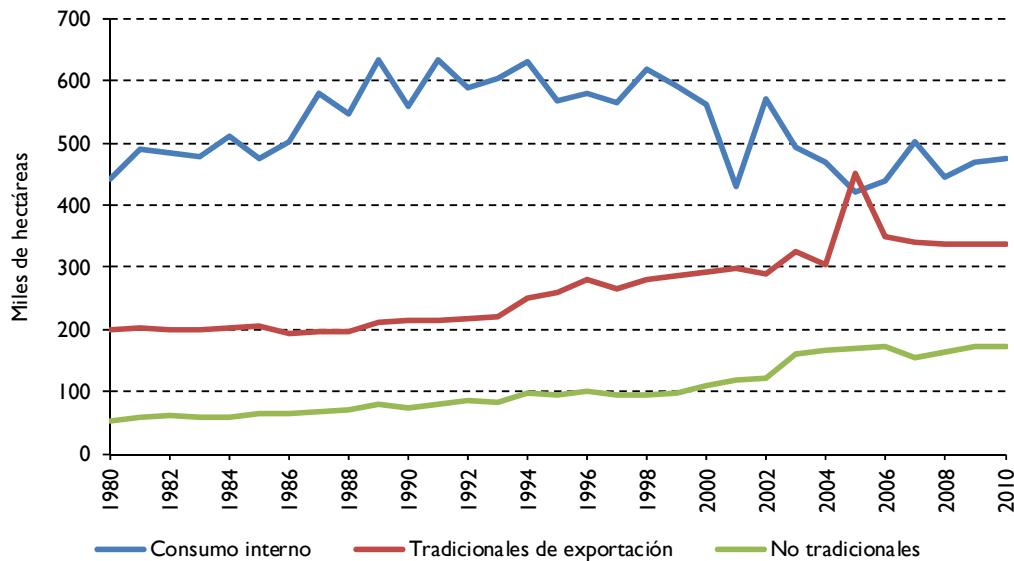
Un aspecto importante del sector agropecuario de Honduras es la evolución de la superficie cosechada y el destino de sus productos. Más de la mitad de las hectáreas cultivadas se destinan a la producción de cultivos para consumo interno. El total de la superficie agrícola tuvo un considerable incremento del 46% entre 1980 y 2010. En el gráfico 47 representa la evolución de la superficie para consumo interno, de exportación y productos no tradicionales. La superficie destinada a la exportación aumentó un 219% y la de productos no tradicionales un 70%. Esta tendencia es un reflejo del efecto en el sector agropecuario de las políticas orientadas a la promoción de exportaciones e incrementos en la productividad, lo que ha profundizado la dependencia por la demanda externa. De otra parte, la superficie destinada a producción para consumo interno ha reportado una tendencia decreciente en el presente siglo, aunque participa con el 55% en el total de la superficie agrícola.

**GRÁFICO 46**  
**HONDURAS: PRODUCTO INTERNO BRUTO TOTAL Y AGROPECUARIO**  
**A PRECIOS CONSTANTES DE MERCADO, 1980-2015**  
*(En millones de dólares de 2000)*



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

**GRÁFICO 47**  
**HONDURAS: SUPERFICIE DE CULTIVOS DE CONSUMO INTERNO, TRADICIONALES**  
**DE EXPORTACIÓN Y NO TRADICIONALES, 1980-2010**  
*(En miles de hectáreas)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA (2014).

**RECUADRO 4**  
**POLÍTICAS NACIONALES AGROPECUARIAS DE HONDURAS**

La Estrategia del Sector Público Agroalimentario 2011-2014 y el Plan de Implementación son coordinados por la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) con el objetivo de reducir la pobreza y la pobreza extrema rurales en 10%. Los objetivos operativos son el desarrollo del Censo Nacional Agropecuario, el fortalecimiento institucional del sector público, la integración y fortalecimiento del sector privado mediante la integración vertical de cadenas productivas y la integración horizontal para facilitar la complementariedad. También se propone mejorar los procesos de comercialización y la competitividad interna y externa, fortalecer las capacidades de los productores para aumentar la producción, mejorar la productividad con nuevas técnicas, mejorar la sanidad e inocuidad agroalimentaria con respecto a estándares internacionales y fortalecer la investigación y aplicación de tecnología agropecuaria.

Respecto de los granos básicos, la estrategia busca las siguientes metas: facilitar un incremento del 15% en la producción en 2014 y del 10% en la reserva estratégica de maíz y frijol (SAG, 2010). Para lograr estas metas, la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria de la SAG ha realizado acciones en pro de los granos básicos como la instalación de cuatro plantas productoras de semillas manejadas por productores artesanales y distribución de bonos de solidaridad productiva a 160.000 productores al año 2014 para facilitar su acceso a insumos. Esta política prevé que al menos el 30% de los productores beneficiados sean mujeres, que la producción de semilla certificada de granos básicos genere nuevos empleos y que los productores sean capacitados en tecnología de cultivos adaptados a la sequía (SAG, 2010).

En cuanto a la política comercial, Honduras usa un sistema de bandas de precios con aranceles variables *ad valorem* para la importación de sorgo, maíz y derivados. Asimismo, ofrece «convenios de absorción» que reducen los aranceles de determinados granos básicos a importadores que adquieran determinada cantidad de producción nacional. El mecanismo funciona a partir de un precio de referencia del maíz y el sorgo nacionales, negociado entre productores y procesadores. Una vez que la oferta nacional de estos granos se agota, se abren cupos contingentes para importarlos con un arancel preferente.

Fuente: CEPAL y CAC/SICA, (2013).

La producción de granos básicos (maíz, arroz y frijol) tiene una importante participación en el sector agrícola de Honduras, así como una notable aportación a la alimentación de su población por la gran cantidad de pequeños productores que destinan su cosecha para autoconsumo. A continuación se presentan los análisis de la evolución de la producción, de los rendimientos y la distribución geográfica de los cultivos de granos básicos y el café y los impactos que el cambio climático puede tener en ellos.

Para la estimación de los impactos del cambio climático en la producción de granos básicos se obtuvieron los registros de producción y rendimientos en las siete regiones de Honduras en la década de 2000<sup>15</sup>. Se realizó una climatología ajustada con los promedios de temperatura y precipitación mensual de la misma década de la base del CRU TS3.1. La metodología utilizada fue la de funciones

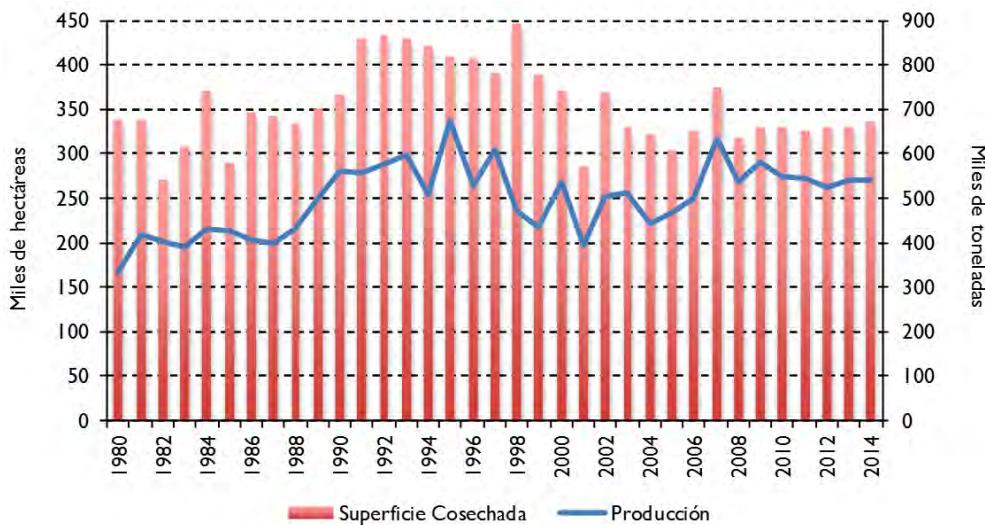
<sup>15</sup> La división regional se basa en la actividad agrícola de los departamentos, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística (INE). Región Sur: Choluteca, Valle, Francisco Morazán, El Paraíso y La Paz. Centro Occidental: Comayagua, Intibucá, La Paz y Lempira. Norte: Cortés, Santa Bárbara, Yoro y Atlántida. Litoral Atlántico: Yoro, Atlántida, Colón y Gracias a Dios. Nor Oriental: Olancho. Centro Oriental: El Paraíso, Francisco Morazán y Comayagua. Occidental: Copán, Ocotepeque, Lempira y Santa Bárbara.

de producción<sup>16</sup>, con las que se estimaron los efectos de la temperatura y la precipitación en los rendimientos. Con estas funciones se estimaron los impactos potenciales del cambio climático en los escenarios B2 y A2. Una explicación detallada de la metodología, las bases de datos y los ajustes de las estimaciones se puede consultar en «Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica» (CEPAL, CAC/SICA, 2013).

## B. MAÍZ

El maíz es el principal cultivo de Honduras, y ocupa más del 33% de la superficie agrícola. En el gráfico 48 se muestra la evolución de la superficie cosechada y la producción de este grano en el período 1980-2014. La superficie cosechada aumentó en el período, cuyo promedio fue 354.000 hectáreas, pero durante la década de 1990 alcanzó las 413.000 hectáreas en promedio. La producción también mostró una tendencia creciente, llegando a más de 542.000 toneladas en 2014.

**GRÁFICO 48**  
**HONDURAS: SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE MAÍZ, 1980-2014**  
*(En miles de hectáreas y en miles de toneladas)*

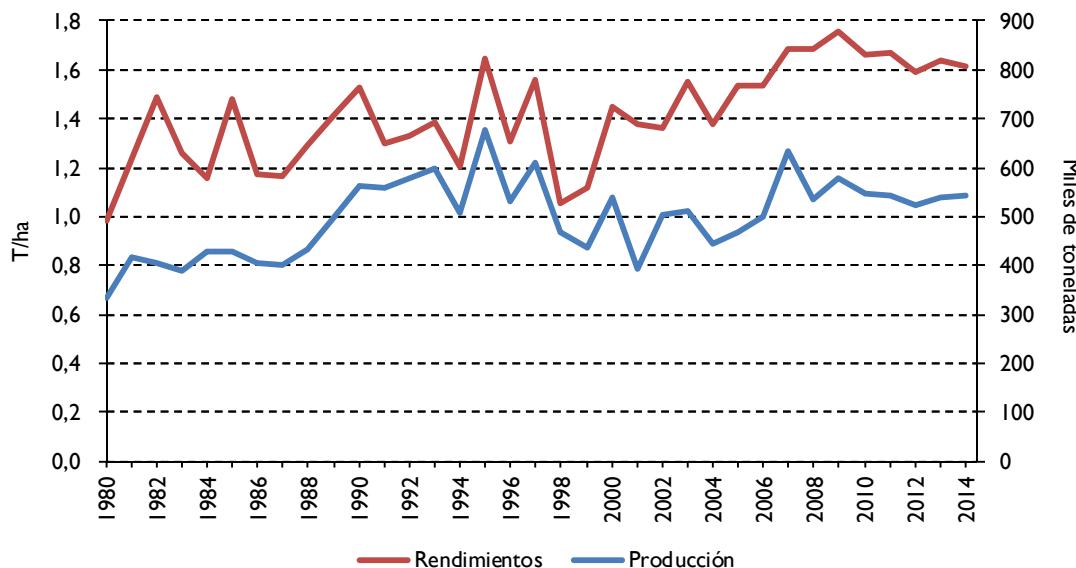


Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

Las variaciones de superficie cosechada y producción afectan directamente al rendimiento del maíz. En el período de análisis se observa una tendencia creciente de los rendimientos (véase el gráfico 49), pasando de un promedio de 1,3 t/ha en la década de 1980 a 1,6 t/ha en 2014, rendimiento bajo en comparación con otros países. El bajo nivel de rendimiento refleja que la mayor parte de la producción de maíz es de temporal. Este aspecto es importante debido a que la agricultura de temporal está más expuesta a los cambios climáticos. Honduras podría aumentar el rendimiento del maíz con una mayor tecnificación de la producción.

<sup>16</sup> El enfoque de funciones de producción se basa en la relación entre el nivel de producción o rendimiento y los factores que lo determinan, principalmente insumos, precios, tecnología y medio ambiente (Segerson y Dixon, 1999). Fleischer, Lichtman y Mendelsohn (2007) distinguen las variables endógenas, exógenas y de capacidad productiva. Las variables endógenas son trabajo, capital, fertilizantes y otros insumos. Las exógenas comprenden variables climáticas, geográficas y condiciones del suelo, entre otras. La capacidad productiva de los agricultores incluye variables de capital humano. En el análisis de funciones de producción, la relación entre los rendimientos y las variables climáticas tiene una forma cuadrática, es decir, los efectos de la temperatura y la precipitación sobre la producción no son lineales.

**GRÁFICO 49**  
**HONDURAS: RENDIMIENTOS Y PRODUCCIÓN DE MAÍZ, 1980-2014**  
*(En toneladas por hectárea y en miles de toneladas)*



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

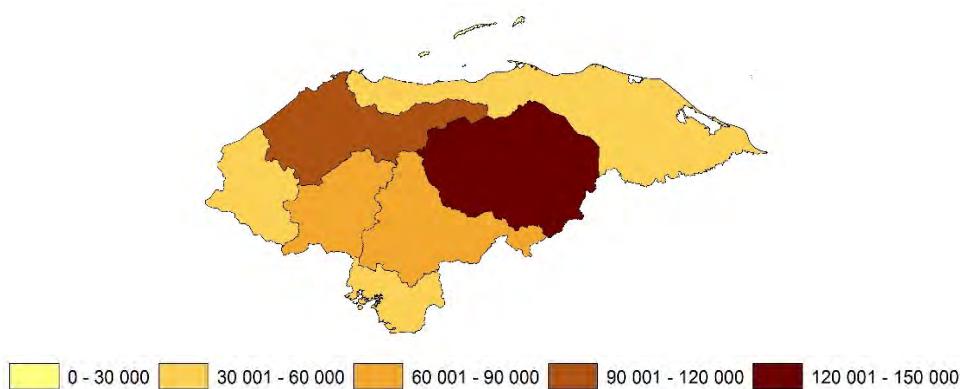
En cuanto a la distribución geográfica de la producción de maíz, las regiones Nor Oriental y Norte concentran gran parte, mientras que las regiones Sur y Litoral Atlántico tienen una pequeña participación (véase el mapa 13). La producción anual promedio del país fue de 521.000 toneladas en el período 2001-2009 (véase el cuadro 36). La región Nor Oriental contribuyó con casi 150.000 toneladas anuales, equivalentes al 28,7% de la producción nacional. Las regiones Centro Occidental y Centro Oriental tuvieron una contribución cercana al 15%, cada una.

**CUADRO 36**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN DE MAÍZ POR REGION, PROMEDIO ANUAL, 2001-2009**  
*(En toneladas y en porcentajes)*

Departamento	Producción 2001-2009	Participación (en porcentajes)
Sur	30 249	5,80
Centro Occidental	74 911	14,38
Norte	92 117	17,68
Litoral Atlántico	36 593	7,02
Nor Oriental	149 835	28,75
Centro Oriental	81 653	15,67
Occidental	55 746	10,70
<b>TOTAL</b>	<b>521 104</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA (2013).

**MAPA 13**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN DE MAÍZ POR REGION, PROMEDIO ANUAL 2001-2009**  
(En toneladas)



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

Los impactos potenciales del cambio climático sobre los rendimientos de maíz en los escenarios B2 y A2 se calcularon con los coeficientes de las funciones de producción históricas estimadas<sup>17</sup>, permitiendo que los promedios mensuales de temperatura y lluvia acumulada variaran de acuerdo con los escenarios, mientras que los valores del resto de las variables se mantuvieron constantes en los promedios del período 2001-2009. Es importante señalar que no se consideraron cambios en los modos de producción, en la extensión de la superficie sembrada, ni acciones de adaptación.

Las cifras de rendimientos de maíz por región en el período 2001-2009 y de las proyecciones de los escenarios de cambio climático a 2100 se muestran en el cuadro 37. La región con mayores rendimientos podría verse más afectada en los próximos años; la región Nor Oriental presenta un rendimiento promedio de 2,03 t/ha en el período y podría disminuir un 37% en el escenario B2 y podría disminuir hasta un 61% en 2100 en el escenario A2. A fines de siglo, los rendimientos nacionales podrían disminuir 24% en B2 y 42% en A2. Las regiones con las menores disminuciones serían la Occidental y el Litoral Atlántico.

**CUADRO 37**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE MAÍZ POR REGION, PROMEDIO ANUAL 2001-2009, ESCENARIOS B2 Y A2**  
**CON CORTES A 2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
(t/ha para 2001-2009 y porcentajes para los escenarios B2 y A2)

Departamento	2001-2009	B2					A2				
		2020	2030	2050	2070	2100	2020	2030	2050	2070	2100
Sur	0,83	-7,2	-13,3	-16,9	-24,1	-33,7	-13,3	-12,1	-25,3	-38,6	-54,2
Centro Occidental	1,28	-3,1	-9,4	-11,7	-14,8	-21,1	-12,5	-10,9	-21,9	-31,3	-44,5
Norte	1,67	-4,8	-10,2	-13,2	-17,4	-24,6	-10,8	-11,4	-21,6	-31,4	-42,5
Litoral Atlántico	1,81	-5,0	-8,8	-12,2	-16,0	-21,6	-5,5	-7,2	-13,3	-22,1	-32,6
Nor Oriental	2,03	-6,9	-14,3	-19,7	-25,6	-36,5	-11,3	-13,8	-26,6	-42,9	-60,6
Centro Oriental	1,41	-5,0	-9,2	-11,4	-14,2	-19,9	-12,1	-10,6	-19,2	-27,0	-36,2
Occidental	1,38	-1,5	-5,8	-7,3	-8,7	-13,0	-10,9	-10,9	-18,1	-23,9	-33,3

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

<sup>17</sup> Las ecuaciones se estimaron a nivel departamento para toda Centroamérica, con un modelo de datos panel para estimar los rendimientos de cada grano básico, en función de variables económicas (PIB, PIB agrícola, precios de los granos), variables de localización geográfica (latitud, longitud y altitud), variables de capital humano (tasa de alfabetización y de población), variables de tipo de suelo y de datos climáticos (temperatura y precipitación). CEPAL, CAC/SICA (2013).

En el gráfico 50 se muestra la evolución de los rendimientos por región a 2100 en ambos escenarios. Se observa que la disminución de rendimientos sería mayor a partir de 2050, mucho más en A2. En este último escenario se observa una mayor dispersión de los resultados.



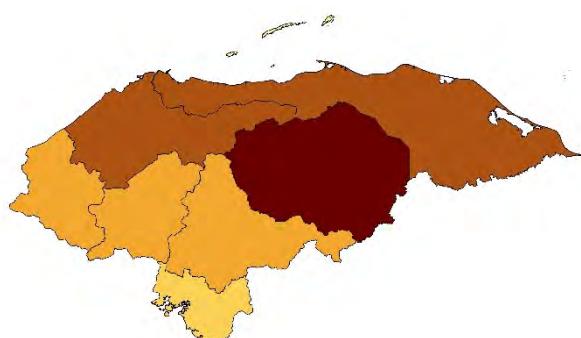
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

La distribución geográfica de la disminución de rendimientos de maíz por regiones en ambos escenarios y diversos cortes de tiempo se presenta en el gráfico 50 y los mapas 14 y 15. Las regiones con mayores rendimientos para todos los cortes serían el Litoral Atlántico y Nor Oriental; en el escenario B2, el rendimiento en seis de las siete regiones estaría entre 1 t/ha y 1,5 t/ha. Por otra parte, en 2050 los rendimientos serían menores a 1 t/ha en las regiones Sur y Centro Occidental, en el

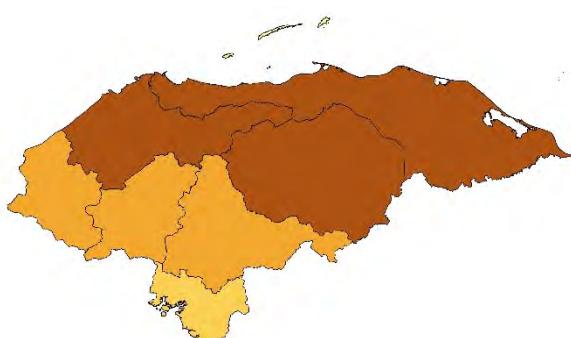
escenario A2, mismo que prevé efectos climáticos más adversos. Hacia 2100 se tendrían rendimientos menores a una tonelada por hectárea en casi todo el país, con excepción de la región Litoral Atlántico.

**MAPA 14**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE MAÍZ POR REGION, PROMEDIO ANUAL 2001-2009,**  
**ESCENARIOS B2 A 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*

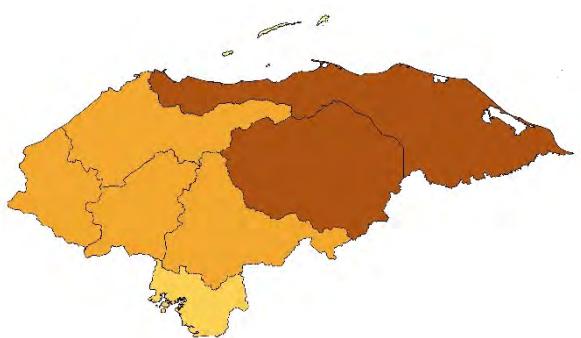
PROMEDIO ANUAL 2001-2009



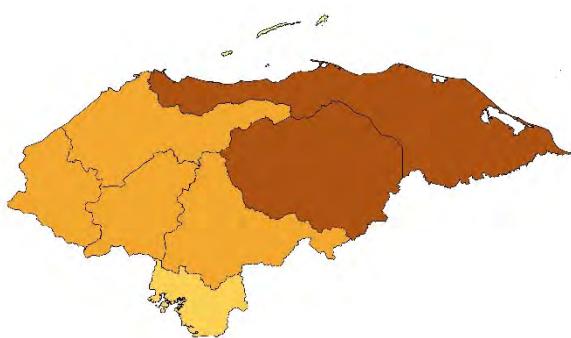
2020



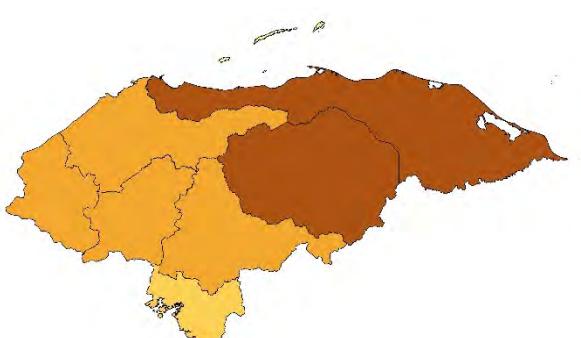
2030



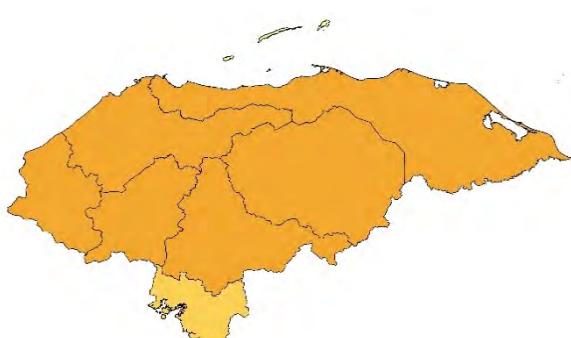
2050



2070



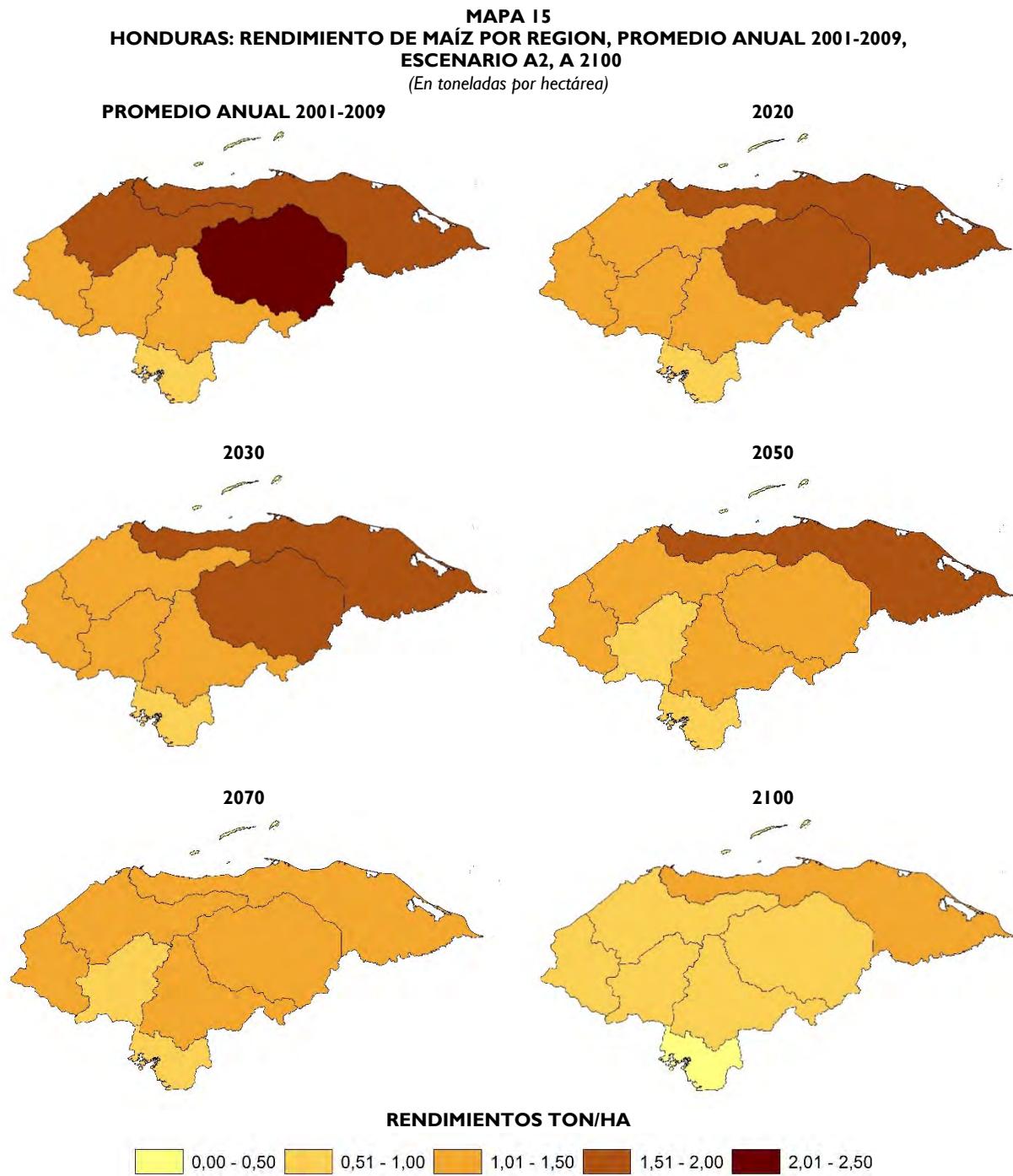
2100



**RENDIMIENTOS TON/HA**



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

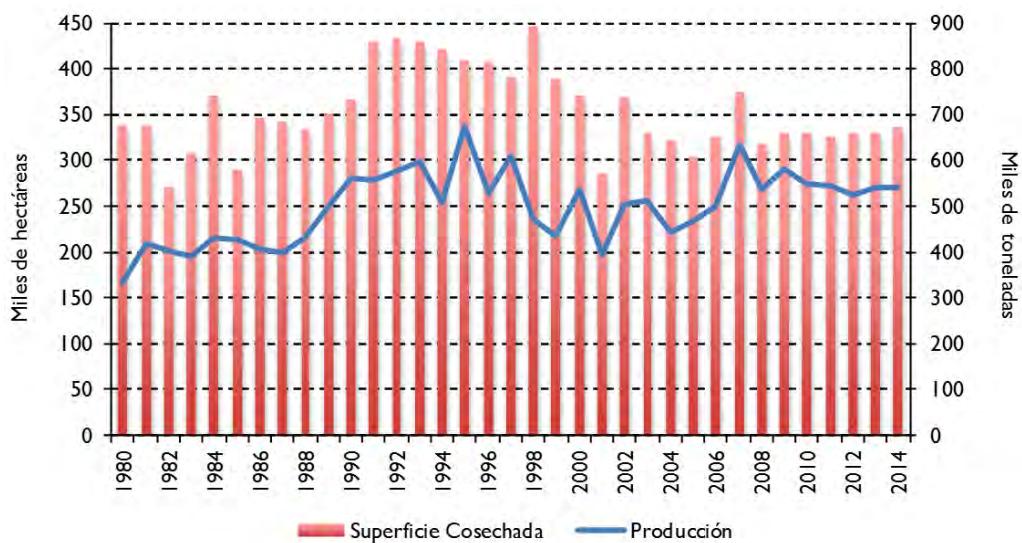


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

## C. FRIJOL

La superficie cosechada de frijol fue superior a las 100.000 hectáreas en 2014 (véase el gráfico 51). A diferencia del maíz, la superficie cosechada y la producción de frijol variaron considerablemente en el período 1980-2014, lo cual se asocia a las características de producción de esta leguminosa. El volumen mínimo de producción, 23,2 mil toneladas, se registró en 1988, y el volumen máximo en 2014 la producción fue de 106.000 toneladas, después de diez años de baja producción.

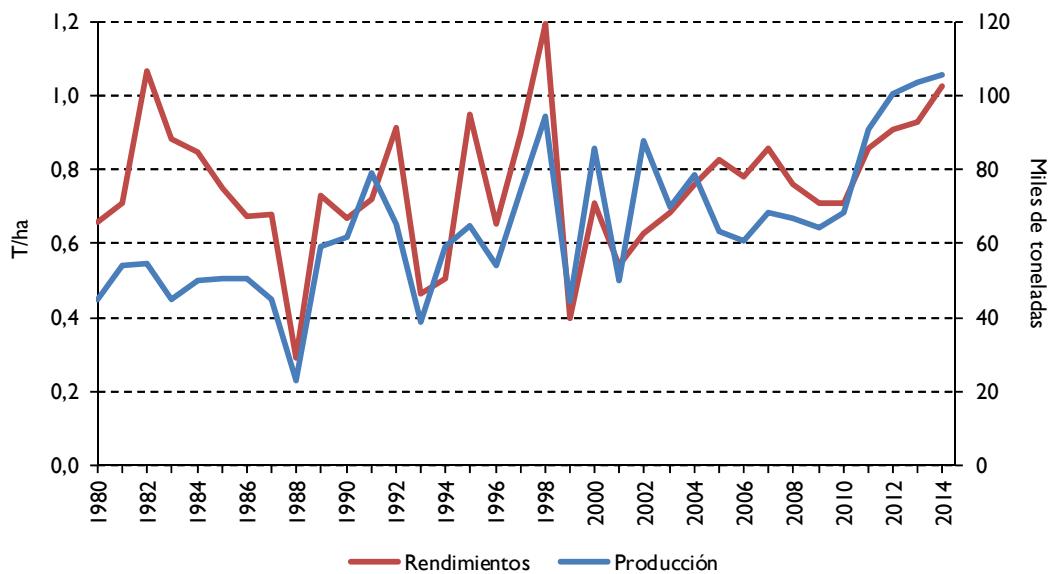
**GRÁFICO 51**  
**HONDURAS: SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE FRIJOL, 1980-2014**  
*(En miles de hectáreas y miles de toneladas)*



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

El rendimiento del frijol también ha presentado gran variación, como se observa en el gráfico 52. En el período 1980-2014 el promedio fue de 0,8 toneladas por hectárea, un nivel bajo que, al igual que el rendimiento del maíz, refleja una producción de temporal no tecnificada, con posibilidades de aumentar considerablemente en los próximos años.

**GRÁFICO 52**  
**HONDURAS: RENDIMIENTOS Y PRODUCCIÓN DE FRIJOL, 1980-2014**  
*(En toneladas por hectárea y miles de toneladas)*



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

Al igual que el maíz, el frijol se produce en casi todas las regiones del país, pero se concentra en la región Nor Oriental (departamento de Olancho) con un volumen anual promedio de 32,7 mil toneladas, el 35,23% de la producción nacional. En el cuadro 38 se muestra la producción por regiones,

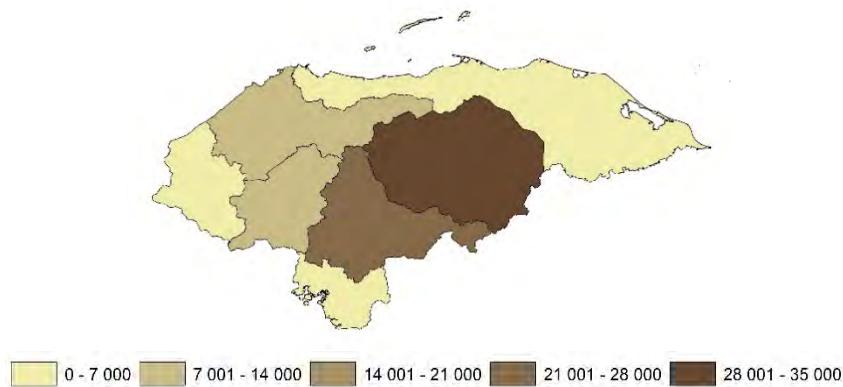
donde se observa que la producción de las regiones Nor Oriental y Centro Oriental suman poco más del 60% de la producción total. Por el contrario, las regiones Sur y Litoral Atlántico tuvieron los niveles más bajos. La distribución de la producción por regiones se presenta en el cuadro 38 y el mapa 16.

**CUADRO 38**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN DE FRIJOL POR REGIÓN, PROMEDIO ANUAL, 2001-2009**  
*(En toneladas y porcentajes)*

Departamento	Producción 2001-2009	Participación (en porcentajes)
Sur	30 249	5,80
Centro Occidental	74 911	14,38
Norte	92 117	17,68
Litoral Atlántico	36 593	7,02
Nor Oriental	149 835	28,75
Centro Oriental	81 653	15,67
Occidental	55 746	10,70
<b>TOTAL</b>	<b>521 104</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

**MAPA 16**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN DE FRIJOL POR REGION, PROMEDIO ANUAL 2001-2009**  
*(En toneladas)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

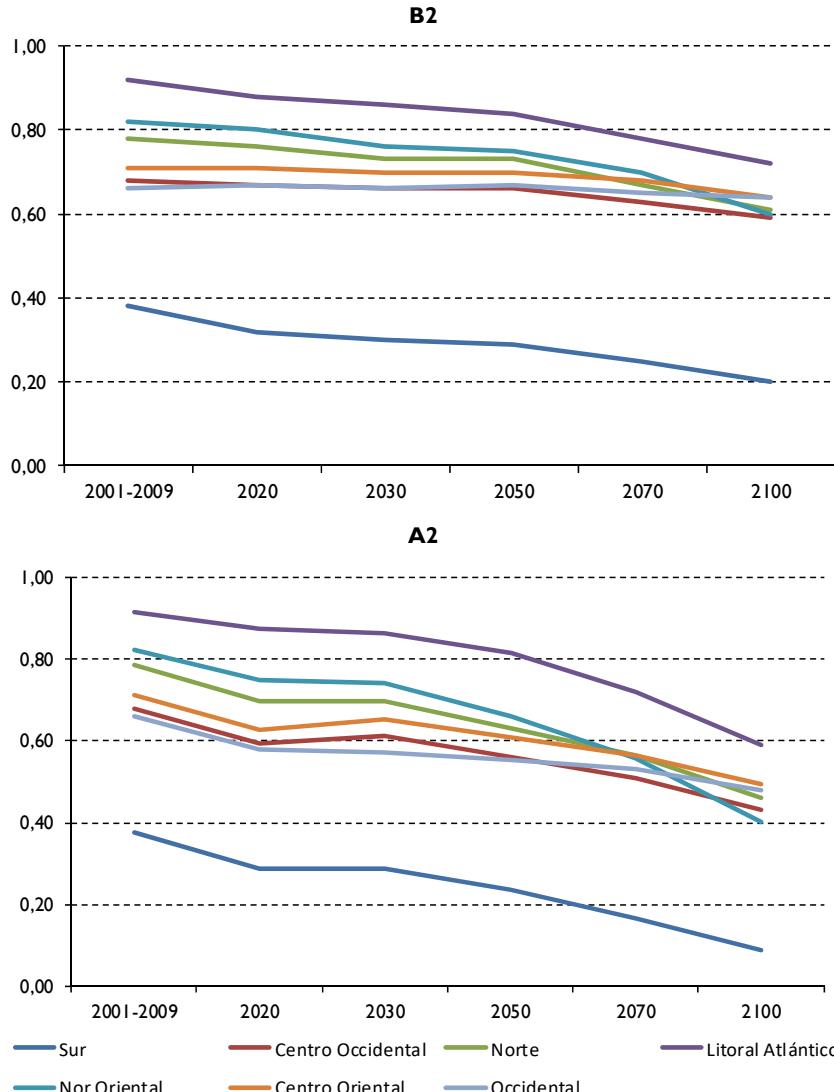
Las estimaciones del rendimiento del frijol muestran que las regiones con mayores porcentajes de reducción serían Sur con un 77% y Nor Oriental con un 51% a fines de siglo bajo el escenario A2 (véase el cuadro 39). Para entonces, el rendimiento nacional promedio sería de 0,71 t/ha. En el escenario B2 la reducción sería del 20%, mientras que en el escenario A2 podría ser del 42%. El Litoral Atlántico es la región con los mayores rendimientos por hectárea del frijol y podría tener grandes reducciones, mayores en el escenario A2 que en B2 a partir de 2050 como se observa en el gráfico 53 y el cuadro 39. La región Sur presentan una reducción dramática, con rendimientos inferiores a 0,1 t/ha en el escenario A2, lo cual volvería poco redituable la actividad. El cambio climático podría, pues, provocar importantes reducciones en los rendimientos de todas las regiones, en particular en la de mayor producción (Nor Oriental). En el mapa 17 se representa el comportamiento del rendimiento de frijol por regiones; se observa disminución en todas ellas para fines de siglo en ambos escenarios. En el escenario A2 los rendimientos estarían entre 0,2 t/ha y 0,5 t/ha en cinco de las siete regiones.

**CUADRO 39**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE FRIJOL POR REGIONES, PROMEDIO ANUAL 2001-2009,  
 ESCENARIOS B2 Y A2, CON CORTES A 2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
*(t/ha para 2001-2009 y porcentaje para escenarios B2 y A2)*

Departamento	2001-2009	B2					A2				
		2020	2030	2050	2070	2100	2020	2030	2050	2070	2100
Sur	0,38	-14,7	-21,3	-23,3	-33,2	-47,3	-23,4	-23,5	-37,5	-55,4	-76,8
Centro Occidental	0,68	-1,2	-3,1	-3,1	-7,8	-13,3	-12,3	-9,9	-17,5	-24,7	-36,4
Norte	0,78	-3,0	-6,6	-7,2	-14,3	-22,3	-10,9	-11,3	-19,7	-28,0	-41,4
Litoral Atlántico	0,92	-4,1	-6,6	-8,0	-14,4	-21,7	-4,6	-6,0	-11,0	-21,5	-35,5
Nor Oriental	0,82	-2,7	-8,2	-8,9	-14,9	-26,8	-9,0	-10,0	-19,8	-32,3	-51,1
Centro Oriental	0,71	-0,2	-2,2	-1,8	-4,6	-10,8	-11,9	-8,2	-14,7	-20,8	-30,8
Occidental	0,66	1,7	-0,2	1,1	-1,3	-2,8	-12,7	-13,5	-16,4	-19,8	-27,7

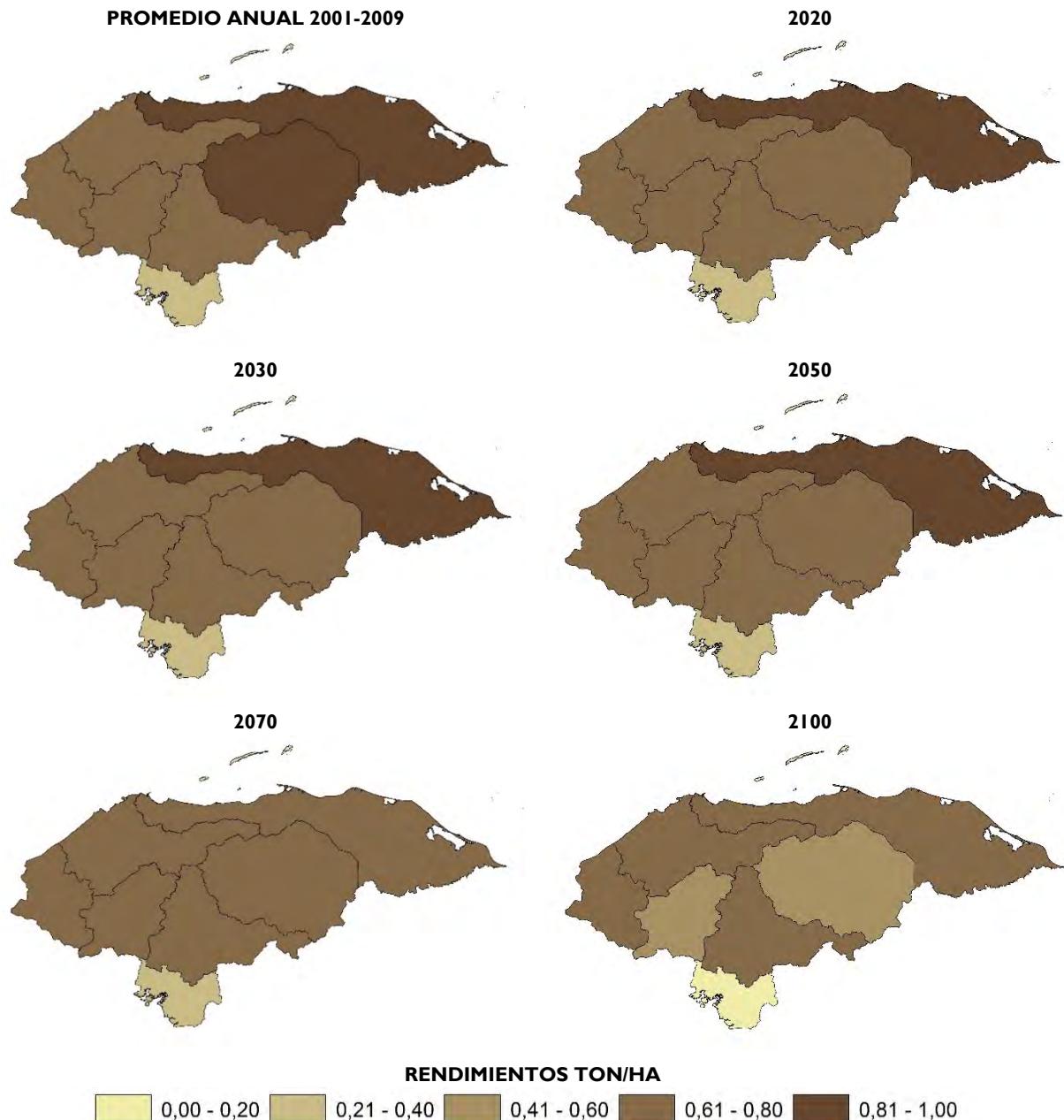
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

**GRÁFICO 53**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO DE FRIJOL POR REGIONES, PROMEDIO ANUAL 2001-2009,  
 ESCENARIOS B2 Y A2 CON CORTES A 2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

**MAPA 17**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE FRIJOL POR REGION,**  
**PROMEDIO ANUAL 2001-2009, ESCENARIO B2 A 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

**MAPA 18**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE FRIJOL POR REGION, PROMEDIO ANUAL 2001-2009,**  
**ESCUENARIO A2 A 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*

PROMEDIO ANUAL 2001-2009



2020



2030



2050



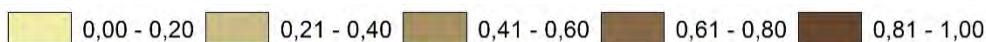
2070



2100



#### RENDIMIENTOS TON/HA

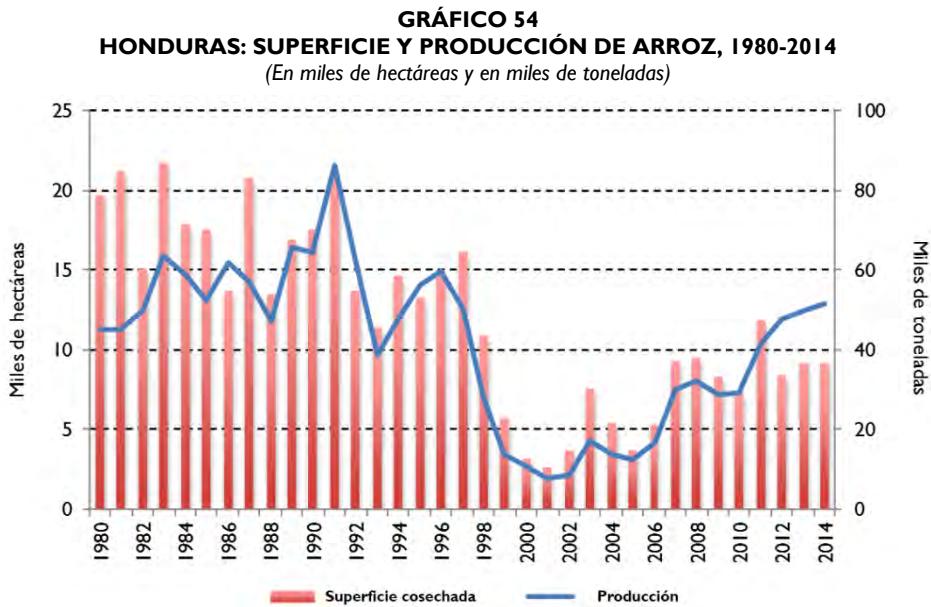


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

## D. ARROZ

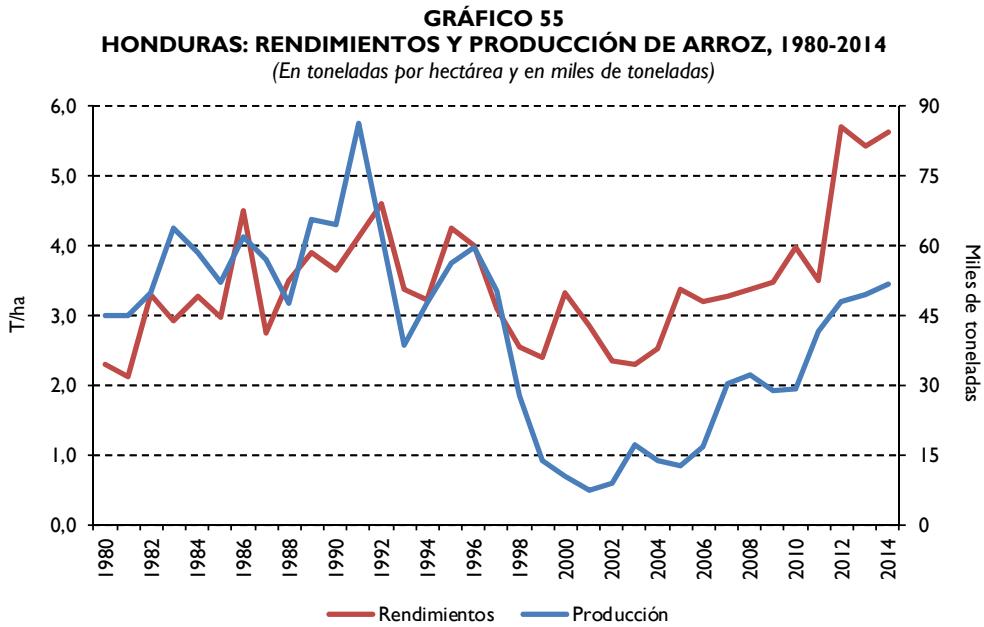
A diferencia del maíz y el frijol, la producción y la superficie sembrada de arroz en Honduras han mostrado una tendencia a la baja desde fines de la década de 1990 (véase el gráfico 54). Durante la década de 1980 y la mayor parte de la década de 1990, la superficie cosechada fue superior a 15.000 hectáreas. A partir de 1998 ha disminuido considerablemente hasta alcanzar apenas

9.000 hectáreas en 2014. Así también la producción, que antes de 1998 fue superior a 60.000 toneladas, y en 2014 alcanzó solo 52.000 toneladas.



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

La evolución del rendimiento y el volumen de producción de arroz en el país se muestran en el gráfico 55. A diferencia del frijol, los rendimientos de arroz han sido más estables. En el período 1980–2014, el promedio fue 3,5 t/ha, el cual es bajo y refleja una producción no tecnificada.



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

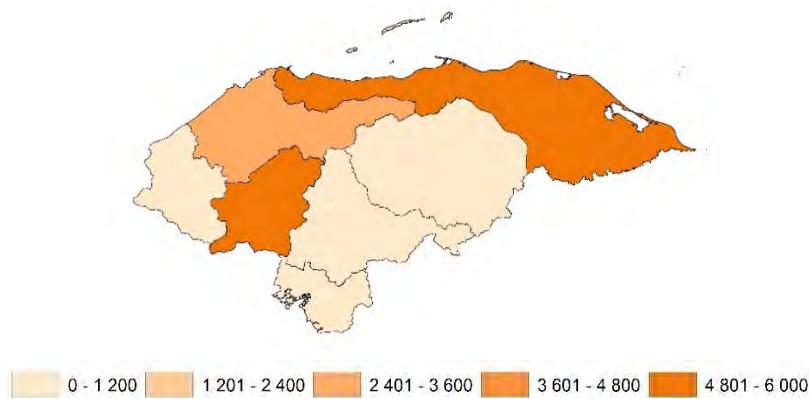
La producción de arroz anual nacional es de 15,3 mil toneladas en promedio y se concentra en las regiones Litoral Atlántico y Centro Occidental con 36,14% y 32,35%, respectivamente, cerca del 70% entre ambas (véase el cuadro 40). En las regiones Nor Oriental, Centro Oriental y Occidental no supera el 5%, mientras que en la región Sur es prácticamente inexistente (véase el mapa 19).

**CUADRO 40**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN DE ARROZ POR REGIÓN, PROMEDIO ANUAL 2001-2009**  
*(En toneladas y en porcentajes)*

Departamento	Producción 2001-2009	Participación (en porcentajes)
Sur	1	0,01
Centro Occidental	4 967	32,35
Norte	3 511	22,87
Litoral Atlántico	5 548	36,14
Nor Oriental	744	4,85
Centro Oriental	149	0,97
Occidental	433	2,82
<b>TOTAL</b>	<b>15 353</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

**MAPA 19**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN DE ARROZ POR REGIÓN,**  
**PROMEDIO ANUAL 2001-2009**  
*(En toneladas)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

En las regiones Centro Occidental y Norte ha habido rendimientos superiores a las 3 t/ha, pero en los escenarios de cambio climático podrían disminuir de forma significativa a fines de siglo. El rendimiento actual de la región Centro Occidental, 3,37 t/ha, podría disminuir 30% en B2 y 51% en A2 (véase el cuadro 41). En las regiones Sur, Norte y Nor Oriental los rendimientos podrían disminuir en más de 50% para fines de siglo en A2.

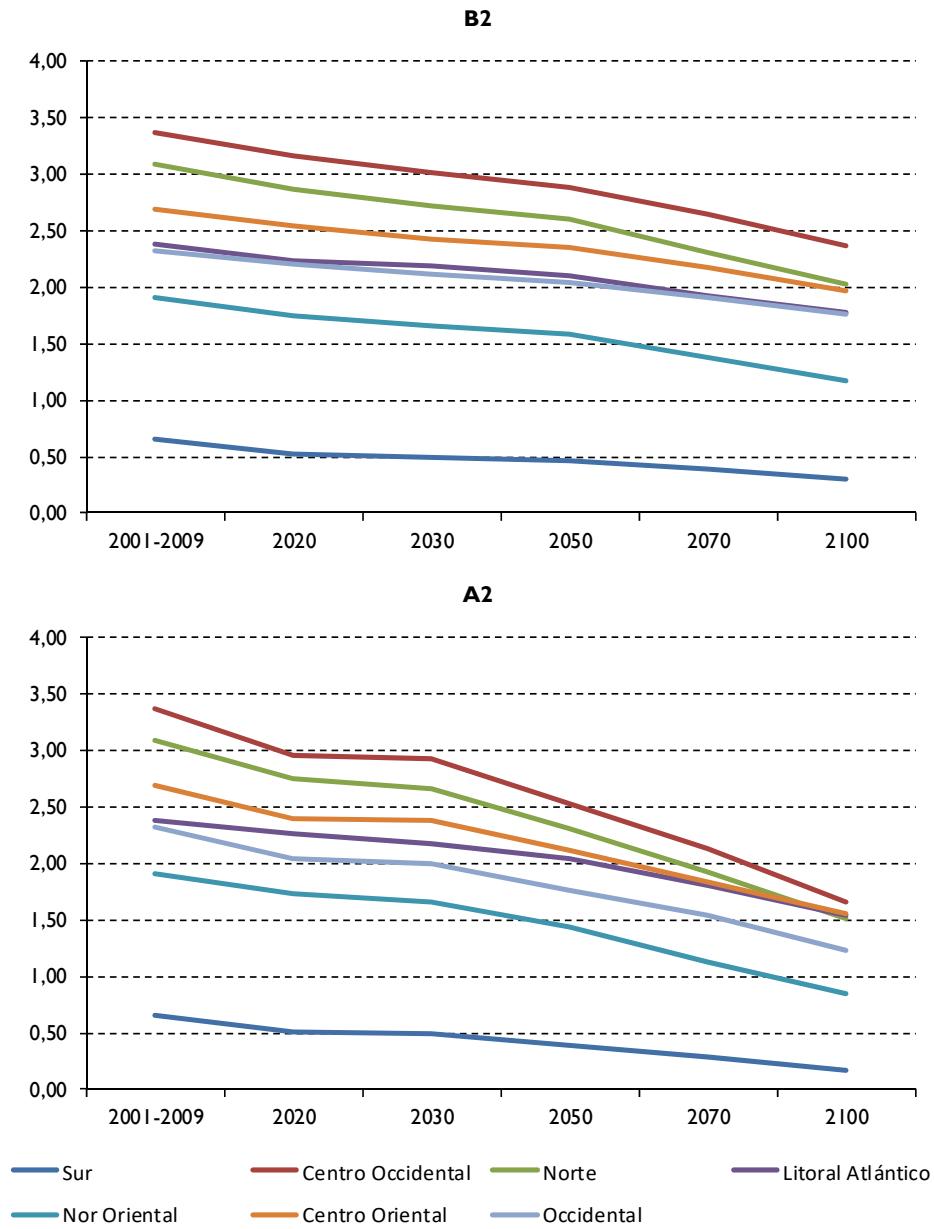
**CUADRO 41**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE ARROZ POR REGIÓN, PROMEDIO ANUAL 2001-2009,**  
**ESCENARIOS B2 Y A2, CON CORTES A 2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
*(t/ha para 2001-2009 y porcentaje para escenarios B2 y A2)*

Departamento	2001-2009	B2					A2				
		2020	2030	2050	2070	2100	2020	2030	2050	2070	2100
Sur	0,65	-19,0	-23,8	-28,9	-41,3	-53,5	-22,6	-25,1	-39,8	-56,7	-73,9
Centro Occidental	3,37	-6,2	-10,7	-14,3	-21,6	-29,6	-12,4	-13,0	-24,9	-36,9	-50,9
Norte	3,09	-7,2	-11,7	-15,7	-25,2	-34,1	-10,9	-13,8	-25,3	-37,5	-51,2
Litoral Atlántico	2,37	-6,0	-8,1	-11,5	-18,8	-25,4	-5,0	-8,3	-14,0	-24,1	-35,2
Nor Oriental	1,90	-7,9	-12,5	-17,0	-27,8	-38,7	-9,1	-13,1	-24,5	-40,7	-55,5
Centro Oriental	2,69	-5,6	-9,7	-12,7	-18,9	-26,7	-11,1	-11,3	-21,4	-31,8	-42,0
Occidental	2,32	-5,0	-9,0	-12,1	-17,8	-23,9	-11,8	-14,1	-24,0	-33,7	-46,7

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

El rendimiento nacional promedio de arroz en el período 2001-2009 fue 2,34 t/ha. En el escenario B2 podría disminuir un 32%, mientras que en A2 disminuiría hasta en un 50% a fines de siglo. En el gráfico 56 se muestra la proyección de los rendimientos por regiones en los escenarios B2 y A2 para 2100. Al igual que los rendimientos de los otros dos granos básicos, los de arroz se reducirían más a partir de 2050, que es cuando los efectos del cambio climático podrían ser mayores, sobre todo en el escenario A2.

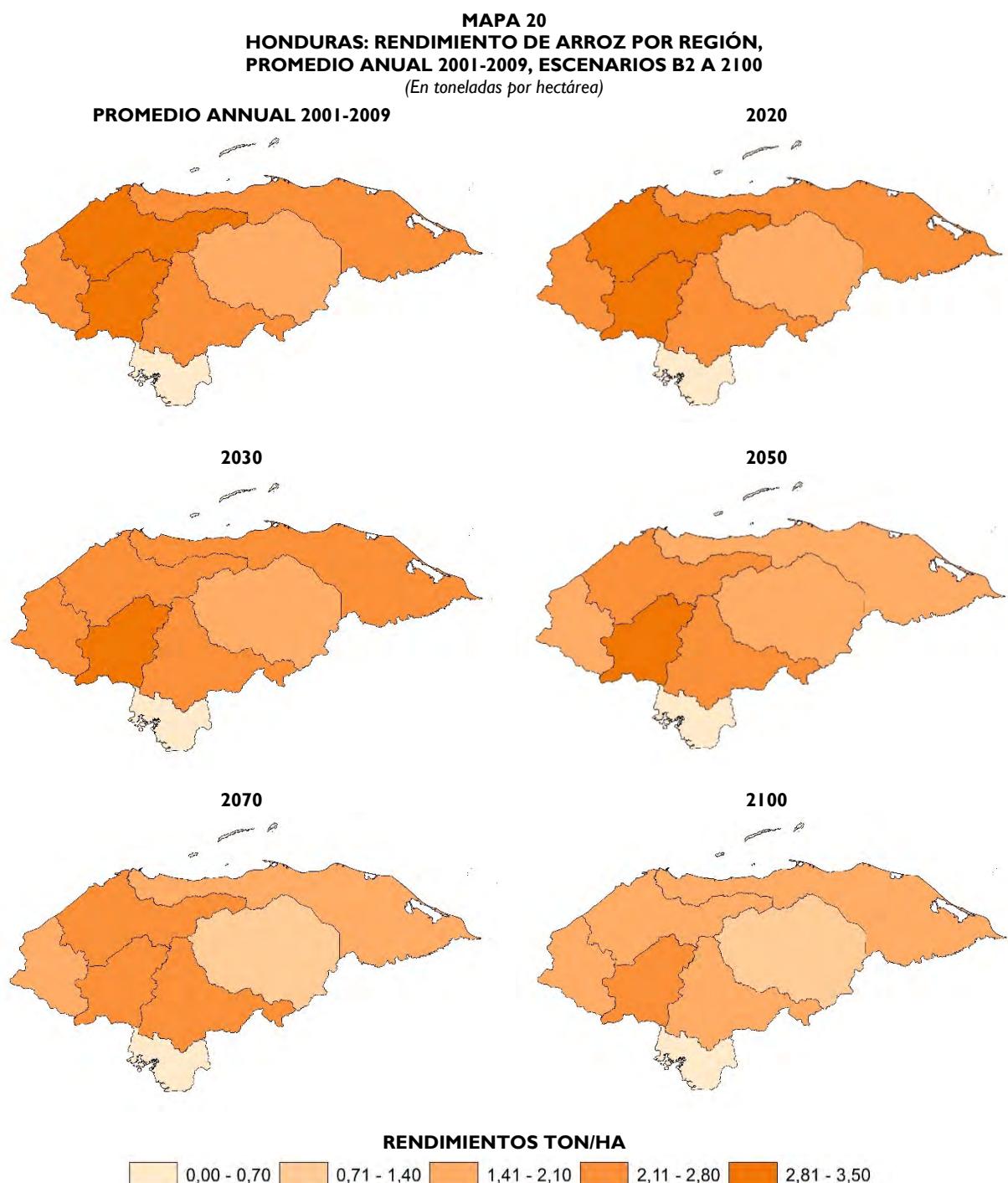
**GRÁFICO 56**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO DE ARROZ POR REGION, PROMEDIO ANUAL 2001-2009,  
 ESCENARIOS B2 Y A2 CON CORTES A 2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

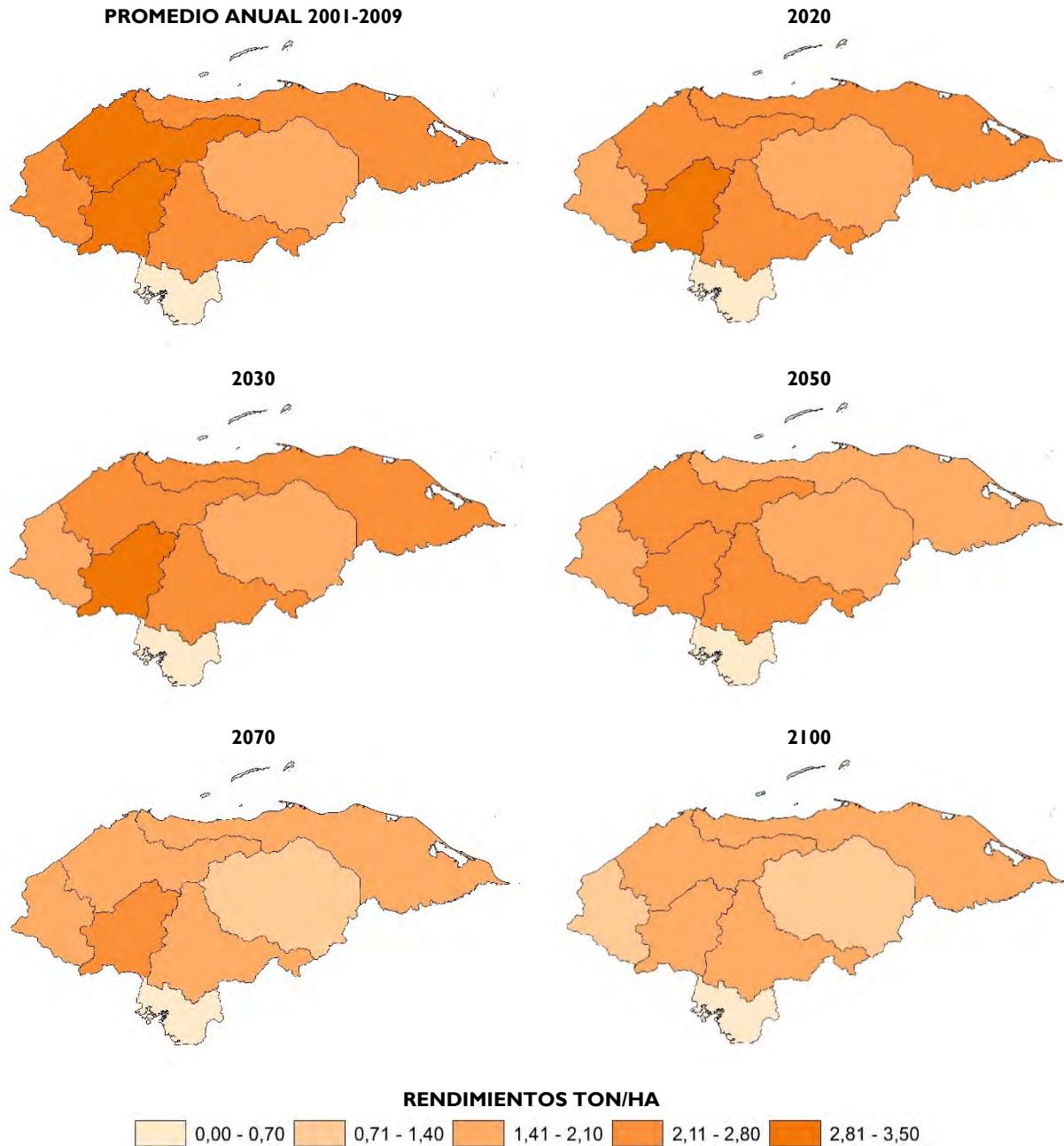
Las regiones Norte y Occidente son las principales productoras y las que tienen los mayores rendimientos de arroz en Honduras, cerca de tres toneladas por hectárea. En los mapas 20 y 21 se presentan las trayectorias probables de rendimiento por departamento en ambos escenarios. En todas

las regiones, con excepción de la región Sur, los rendimientos disminuirían poco y se mantendrían por arriba de 1,4 t/ha hasta 2050, en ambos escenarios. Los rendimientos serían inferiores a 2,8 t/ha en todas las regiones desde el 2070 en el escenario B2 y desde el 2050 en el escenario A2. Los rendimientos en todas las regiones serían inferiores a 2,1 t/ha en el 2100 en el escenario A2.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

**MAPA 21**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE ARROZ POR REGIÓN,**  
**PROMEDIO ANUAL 2001-2009, ESCENARIOS A2 A 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013).

**RECUADRO 5**  
**RECOMENDACIONES PARA LA AGRICULTURA Y LOS GRANOS**  
**BÁSICOS FREnte AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Honduras enfrenta muchos retos de seguridad alimentaria y nutricional ante el cambio climático, como transitar a una agricultura más sostenible e incluyente para asegurar la alimentación. Algunas acciones para asegurar los granos básicos son:

- ampliar las redes de productores, aumentar los servicios de innovación y difundir opciones de adaptación sostenible. Cambiar las prácticas de cultivo, certificar los fertilizantes, la humedad y la retención del suelo. Almacenamiento y uso eficiente del agua, tiempos de siembra y manejo postcosecha;
- proteger y fomentar el desarrollo e intercambio de variedades criollas de granos básicos mediante esfuerzos conjuntos de productores e instituciones de tecnología agrícola para contar con variedades resistentes al cambio climático y proteger la agrobiodiversidad de la región;
- reducir la producción agrícola en zonas no aptas por su tipo de suelo, orografía y cambios de clima, y aumentarla en zonas más aptas con 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. Desarrollo de conocimientos técnicos y prácticos sobre modos de producción sostenible ambiental y económicamente. Adquisición de créditos y seguros con mejores condiciones y mayor poder de negociación de los productores;
- capacitar a un mayor número de agricultores en modos de producción que aumenten la sostenibilidad y la productividad frente a la variabilidad climática. Aprovechar las experiencias de aprendizaje «campesino a campesino» y formas de generación de conocimiento horizontal y de colaboración entre productores, técnicos e investigadores;
- fortalecer los conocimientos y las prácticas de los agricultores en modos de producción sostenible y rentable. Incluir la protección del suelo, el reciclaje de «desechos», la utilización de semillas resistentes a la variabilidad climática, la combinación de cultivos para diversificar riesgos y que garanticen la cosecha y los ingresos de los pequeños y medianos productores;
- avanzar en la seguridad alimentaria nacional y regional mediante el fomento a la producción en diferentes áreas geográficas. Protección a los productores y facilitar el comercio intrarregional, incluyendo los mecanismos de sanidad regional, agropecuaria, inocuidad de alimentos, innovación tecnológica y eficiencia energética;
- integrar a las universidades y otros centros de investigación públicos y privados para que desarrollen investigaciones aplicables en gestión de riesgos, seguros y microseguros agropecuarios;

- aumentar el acceso a servicios de educación y salud. Ampliar las fuentes de energía renovables como la solar, la eólica, la hidroeléctrica de menor escala y de «desechos» 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 sobre probables fenómenos adversos mediante la utilización de telefonía móvil, mensajes radiofónicos, redes sociales, entre otros;
- blindar la infraestructura pública con medidas que aminoren los riesgos de desastres desde la etapa de perfil y pre-factibilidad 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 zonas de riesgos en micro y pequeñas unidades rurales para la reducción de riesgos o, en caso necesario, reubicarlas en 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 la seguridad alimentaria y nutricional;
- incrementar el mercado de los seguros y microseguros agropecuarios para aumentar la seguridad económica y alimentaria en el medio rural, reducir pérdidas en bienes agrícolas y hato ganadero y reducir el costo de las primas;
- desarrollar seguros agrícolas e instrumentos de cobertura de riesgos del sector y ampliar los fondos de contingencia y de reducción de riesgos;
- involucrar a las organizaciones de productores en la gestión de riesgos y en el diseño de los instrumentos de aseguramiento a fin de que respondan a sus necesidades;
- ampliar la inclusión financiera de los hogares rurales productores 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 la banca de desarrollo e instituciones públicas para ofrecer capacitación y educación financiera a los productores, promotores y extensionistas agropecuarios, incluyendo la capacitación en seguros y microseguros agropecuarios;
- incentivar la participación de los pequeños y medianos agricultores en esquemas asociativos a fin de formar cooperativas, asociaciones mutualistas 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 insumos contaminantes;
- diversificar y fortalecer las fuentes de ingreso de las familias productoras con una perspectiva de sostenibilidad, incluyendo pago por servicios ambientales del 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 nacionales 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 de los productores a recomendaciones sobre 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 del Corredor Seco Centroamericano, así como la adopción de estrategias de adaptación que pongan a los países en condiciones de enfrentar los impactos de estos fenómenos en la seguridad alimentaria y nutricional de la población de menores ingresos en las zonas urbana y rural;
- crear un sistema regional de información climática, agropecuaria y financiera que sea público, confiable y oportuno sobre la base de los sistemas nacionales fortalecidos, 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 por los productores y sus organizaciones;
- incorporar el cambio climático en las políticas y los presupuestos nacionales para el sector;
- 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, y
- 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, CAC, COMISCA, CCAD, COSEFIN, SIECA, UKAID y DANIDA, (2015).

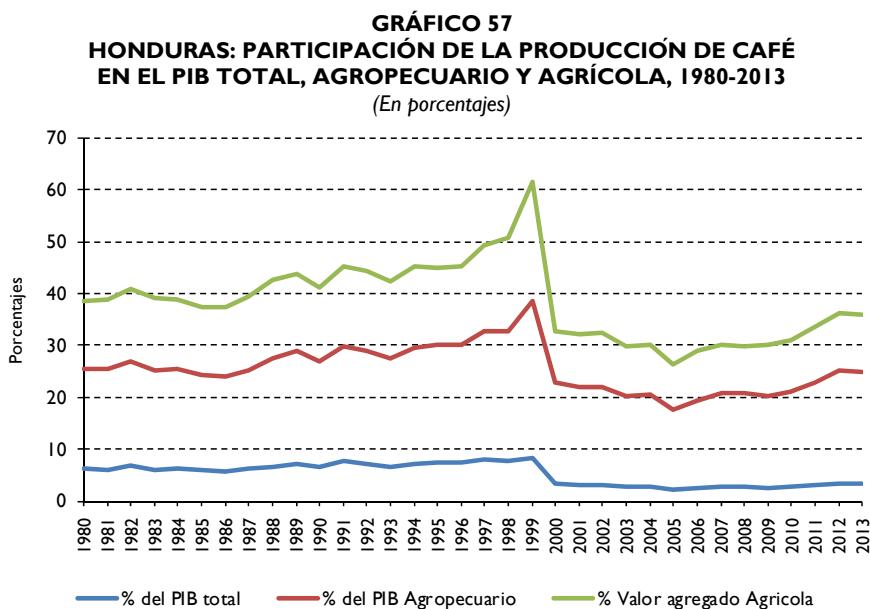
## E. CAFÉ

El café es uno de los principales productos agrícolas de exportación de Centroamérica y da empleo a aproximadamente 1,8 millones de personas anualmente. La producción de Centroamérica, es de baja escala<sup>18</sup> con sistemas de cultivo bajo sombra, los cuales generan beneficios adicionales como la diversificación de productos e ingresos, la preservación de suelos y la retención de humedad, la provisión de hábitats para polinizadores y otras formas de vida benéfica, la reducción de extremos en climas locales

<sup>18</sup> Alrededor del 91% de los productores producen menos de 100 quintales de café oro, ocupan el 67% de la superficie sembrada y producen el 50% del total nacional. Los productores medianos producen entre 100 y 500 quintales de café oro, ocupan el 24% de la superficie sembrada y aportan el 33% de la producción. Los grandes productores producen más de 500 quintales de café oro cada uno, ocupan el 9% de la superficie y producen el 17% del total nacional (IHCAFE, 2001).

y un mejor manejo de las cuencas (CEPAL y CAC/SICA, 2014). El cultivo del café es muy vulnerable a los efectos del cambio climático.

La participación promedio de la producción de café en el PIB total de Honduras fue del 6,5% en el período 1980-2000 alcanzando el 8,5% en 1999 y la participación fue de 5% en el período 1980-2013. A partir de ese año comenzó a disminuir hasta llegar al 3% en los últimos registros. Respecto al PIB agrícola, la producción de café representó el 38% en el período, llegando a aportar el 61,6% en 1999 (véase el gráfico 57).



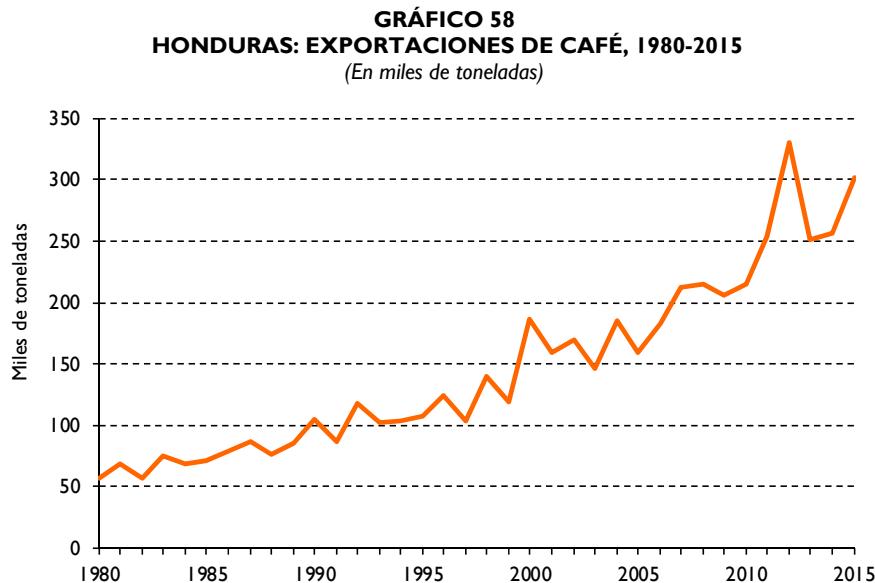
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

Las exportaciones de café de Honduras crecieron en forma constante en el período 1980-2015. El país exportó más de 302.000 toneladas de café en el 2012 (véase el gráfico 58), aproximadamente el 17% del valor de las exportaciones totales del país (CEPAL y CAC/SICA, 2014).

Alrededor de 81% de los pequeños productores de café de Honduras vende el producto en uva o en pergamino húmedo por falta de instalaciones de secado y almacenamiento. Los productores asociados en cooperativas producen bajo sus licencias y absorben los costos relacionados con su funcionamiento. Sin embargo, esto no los responsabiliza de otros costos, como las inversiones en logística cuando el grano en uva tiene que ser transportado en 24 horas para mantener su calidad (CBI, 2012). El destino de las exportaciones se muestra en el gráfico 59, se observa que la mitad de la producción va al mercado europeo, principalmente a Alemania (31%).

El cafeto está expuesto a diversas enfermedades, cuya reproducción depende de las condiciones climáticas, del sistema de producción y de las medidas para facilitar la resiliencia de la planta. 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. Cuando la enfermedad es severa ocasiona la caída de las hojas de la planta, la maduración irregular de la cosecha y la reducción de la producción (CICAFE, 2011). Entre 1979 y 1982, la roya se difundió a Honduras, y en 1995-1996 hubo una epidemia, la cual pudo deberse a una combinación de factores como exceso de confianza, falta de conocimiento de los productores, descuido de las fincas por limitación económica, escasa renovación de plantas susceptibles con variedades más resistentes y cambio climático (Avelino

y otros, 1999). Centroamérica, México y Colombia sufrieron otra plaga de roya que afectó significativamente la producción y los ingresos de los productores en los años 2012-2013. La OIC calculó la incidencia de esta plaga en un 25% de los cafetales de Honduras. El costo económico para la región se calculó en 500 millones de dólares, de los cuales el 20% fue para Honduras, (OIC, 2013), el país más afectado en términos económicos y en merma de producción, no así en hectáreas sembradas.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

**RECUADRO 6**  
**POLITICA NACIONAL DE CAFÉ**

En 1970 se creó el Instituto Hondureño del Café (IHCAFÉ) como organismo gubernamental. En 2000, IHCAFÉ fue privatizado y convertido en organismo sin fines de lucro que ejecuta la política cafetalera nacional (Decreto No. 213-2000). Este instituto es el responsable de ejecutar las políticas y medidas de políticas aprobadas por el Consejo Nacional del Café para promocionar y comercializar el café hondureño a escala internacional. Además, proporciona servicios de asistencia y capacitación, inteligencia de mercados, desarrollo empresarial, análisis de calidad, suelo, foliar y aguas, investigación y desarrollo y gestión de fondos externos.

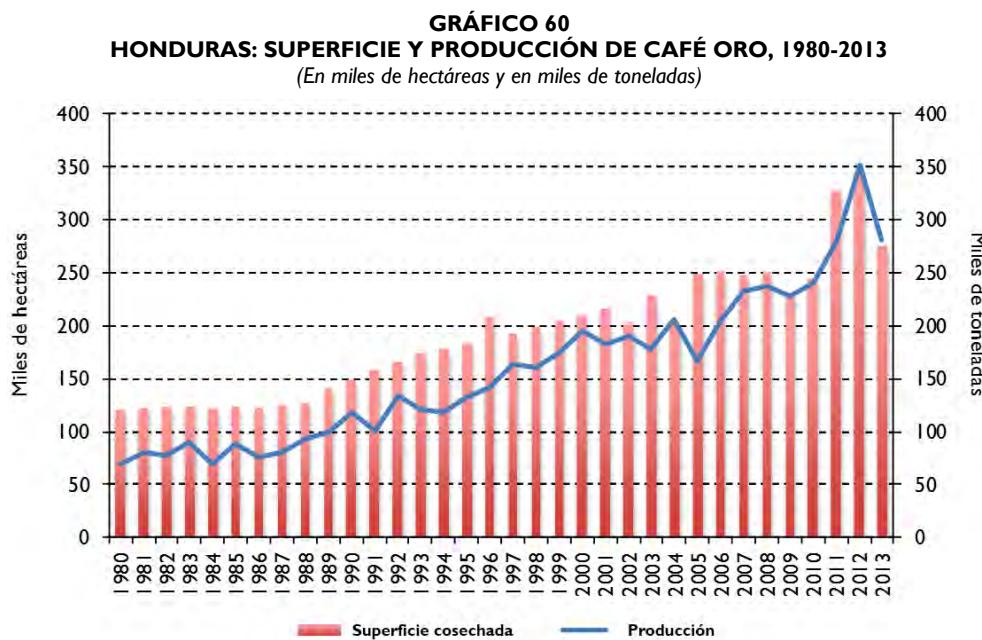
El IHCAFÉ cuenta con una Junta Directiva conformada por los Secretarios de Agricultura y Ganadería y de Industria y Comercio, cuatro representantes de la Asociación Hondureña de Productores de Café (AHPROCAFE), dos de la Asociación Nacional de Caficultores (ANACAFEH), uno de las Cooperativas Cafetaleras afiliadas a la Unión de Cooperativas de Servicios Agropecuarios (UNIOCOOP), uno de las Cooperativas Cafetaleras de Honduras, uno de la Asociación de Exportadores de Café de Honduras (ADECAFEH) y uno de la Asociación de Tostadores de Café de Honduras (TOSCAFEH). El Gerente General y el Secretario son nombrados por la Junta Directiva. El IHCAFÉ promovió la denominación de origen Café Marcala, obtenida en 2005, el sello de Indicación Geográfica de Cafés del Occidente Hondureño (HWC), el cual es la primera Indicación Geográfica Protegida (IGP) y Marca Colectiva (MC) reconocida y registrada por el Instituto Hondureño de la Propiedad (IP).

El Gobierno de Honduras designó a la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MiAmbiente+) como ente responsable ante el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como Punto Focal Político. Es así que se crea el Programa Nacional de Cambio Climático como Punto Focal Técnico Nacional en el tema, iniciando sus funciones en 1997. MiAmbiente+ creó formalmente su Dirección Nacional de Cambio Climático en 2010 para coordinar acciones orientadas a formular y ejecutar las políticas nacionales para la mitigación de los GEI, así como la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, y promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos con el CMNUCC y el Protocolo de Kioto. El país elaboró su Estrategia Nacional de Cambio Climático de Honduras (ENCC) en 2010 con el apoyo de su Comité Nacional. La ENCC se orienta a la adecuación del marco actual de políticas públicas para enfrentar los retos del cambio climático. Esta estrategia tiene 17 objetivos estratégicos, 15 de los cuales son pertinentes para la adaptación y 2 para la mitigación.

La Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) creó la Unidad de Riesgos bajo la responsabilidad de la Secretaría Técnica del Comité de Seguro Agrícola (CSA). Es una oficina especializada en la integración y análisis de la información sobre riesgos agropecuarios y el diseño de modelos con pruebas piloto y herramientas estadísticas para la determinación de las mejores estrategias de reducción de riesgos del sector.

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

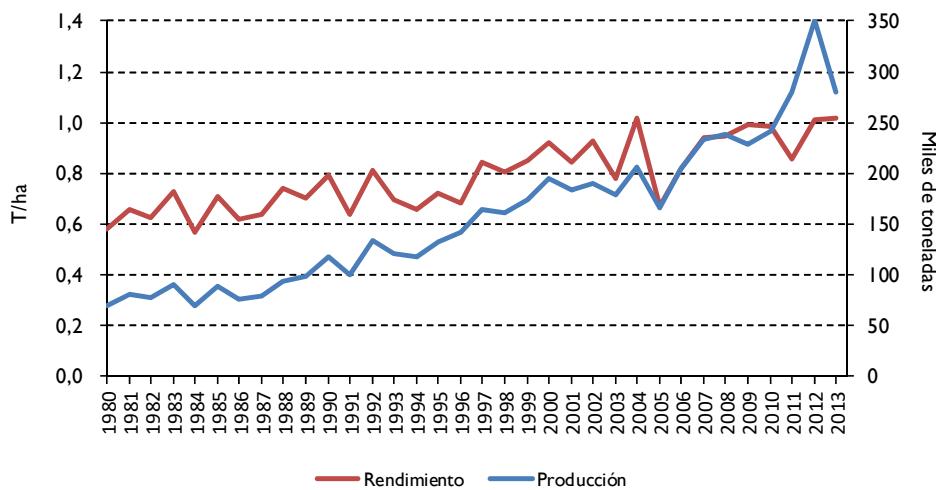
La producción de café y la superficie cosechada crecieron considerablemente en el período 1980-2013 (véase el gráfico 60). La superficie cosechada fue de 120,9 mil hectáreas en 1980, y superó las 340.000 hectáreas en 2012, las cuales se redujeron a 276.000 en 2013 por efecto de la roya. La producción también tuvo un incremento continuo a una tasa promedio anual del 4,3%, que representa un 302% en todo el período. La producción fue de 280.000 toneladas en 2013.



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

En el gráfico 61 se muestra el comportamiento del rendimiento y la producción de café en Honduras. El rendimiento promedio es de 0,79 toneladas por hectárea. En 2013 fue superior a una tonelada por hectárea.

**GRÁFICO 61**  
**HONDURAS: RENDIMIENTOS Y PRODUCCIÓN DE CAFÉ, 1980-2013**  
*(Toneladas por hectárea y miles de toneladas)*



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

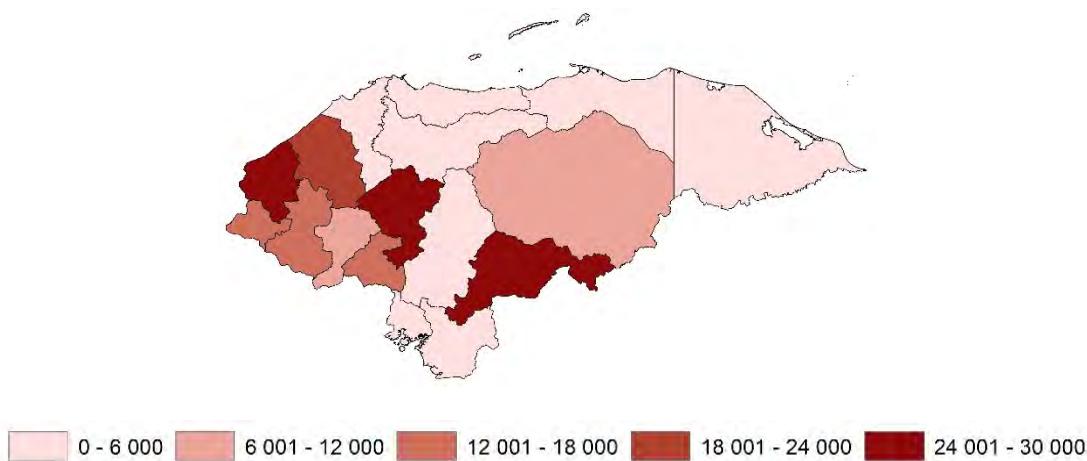
Las estadísticas de producción de café proporcionan datos a nivel de departamento, los cuales se presentan en el cuadro 42. El mayor productor es El Paraíso con un total de 26.000 toneladas, seguido por Comayagua y Copán con 25.000 toneladas cada uno, todos de la región noroeste; entre los tres departamentos aportan más del 45% de la producción nacional. Los departamentos con menor producción son Colón, Atlántida y Choluteca. Tres departamentos no lo producen (véase el mapa 22).

**CUADRO 42**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO ANUAL, 2001-2009**  
*(En toneladas y en porcentajes)*

Departamento	Producción	Participación (en porcentajes)
Atlántida	159	0,09
Choluteca	198	0,12
Colon	90	0,05
Comayagua	25 067	14,57
Copan	25 817	15,00
Cortes	3 249	1,89
El Paraíso	26 147	15,20
Francisco Morazán	3 769	2,19
Gracias a Dios	0	0,00
Intibucá	7 404	4,30
Islas de la Bahía	0	0,00
La Paz	12 859	7,47
Lempira	17 867	10,38
Ocotepeque	13 086	7,61
Olancho	8 255	4,80
Santa Bárbara	23 311	13,55
Valle	0	0,00
Yoro	4 778	2,78
<b>TOTAL</b>	<b>172 056</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

**MAPA 22**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO ANUAL 2001-2009**  
*(En toneladas)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

La estimación de los impactos del cambio climático sobre los rendimientos de café se realizó con un modelo de función de producción cuyas variables son el precio de café, la tasa de alfabetismo, los tipos de suelo, la altitud, la longitud y la precipitación mensuales. Se diseñó un modelo de datos panel para todos los departamentos de Centroamérica<sup>19</sup>.

Los resultados de las estimaciones en los escenarios de cambio climático considerados para fines de siglo y con cortes de tiempo se presentan en el cuadro 43. Los departamentos con mayor producción y rendimiento se verían afectados en los próximos años. El departamento de Ocotepeque, que tiene actualmente un rendimiento de 1,30 toneladas por hectárea, podría disminuir 19% en B2 y hasta 29% en A2 para 2100.

**CUADRO 43**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO ANUAL 2001-2009,  
 ESCENARIOS B2 Y A2 CON CORTES A 2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
*(t/ha para 2001-2009 y porcentaje para escenarios B2 y A2)*

Departamento	2001-2009	B2				A2					
		2020	2030	2050	2070	2100	2020	2030	2050		
Atlántida	0,38	-1,9	-5,6	-8,6	-16,7	-26,7	3,6	-3,0	-2,3	-13,4	-23,1
Choluteca	0,20	-11,8	-14,7	-23,4	-33,7	-51,8	4,2	-17,6	-23,5	-40,3	-58,1
Colón	0,59	-3,9	-10,6	-12,7	-21,3	-31,4	-0,7	-6,4	-8,9	-21,8	-32,0
Comayagua	0,93	-2,7	-7,6	-10,0	-14,8	-25,5	0,8	-5,0	-7,4	-14,6	-27,8
Copán	1,06	-5,7	-2,6	-7,8	-10,6	-17,3	12,7	-4,4	-6,9	-11,9	-22,4
Corts	0,49	-2,9	-11,2	-12,1	-20,6	-34,4	-1,3	-6,0	-8,5	-20,0	-36,6
El Paraíso	0,58	-3,7	-9,9	-14,9	-20,7	-34,9	2,9	-5,4	-8,8	-20,8	-34,3
Francisco Morazán	0,57	-1,6	-6,7	-9,6	-13,4	-24,1	-1,1	-2,0	-4,7	-13,8	-25,7
Gracias a Dios	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Intibucá	0,97	-5,0	-6,6	-10,9	-15,1	-24,5	2,4	-7,5	-10,9	-19,3	-33,4
Islas de la Bahía	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La Paz	0,77	-3,8	-6,5	-9,9	-13,4	-22,4	1,4	-5,0	-8,1	-16,2	-28,7
Lempira	1,00	-5,1	6,1	-10,4	-14,5	-23,9	2,8	-6,8	-10,0	-19,1	-34,3
Ocotepeque	1,30	-4,6	-4,3	-8,5	-12,0	-18,9	4,0	-4,8	-8,2	-15,5	-29,2
Olancho	0,35	-5,7	-14,3	-20,7	-32,2	-48,9	1,6	-8,4	-11,6	-25,8	-41,8
Santa Bárbara	0,62	-3,3	-8,2	-10,3	-16,3	-28,7	1,5	-5,4	-7,1	-17,1	-34,1
Valle	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yoro	0,40	-3,4	-9,0	-12,1	-19,6	-32,3	-0,1	-4,3	-6,6	-15,4	-29,9

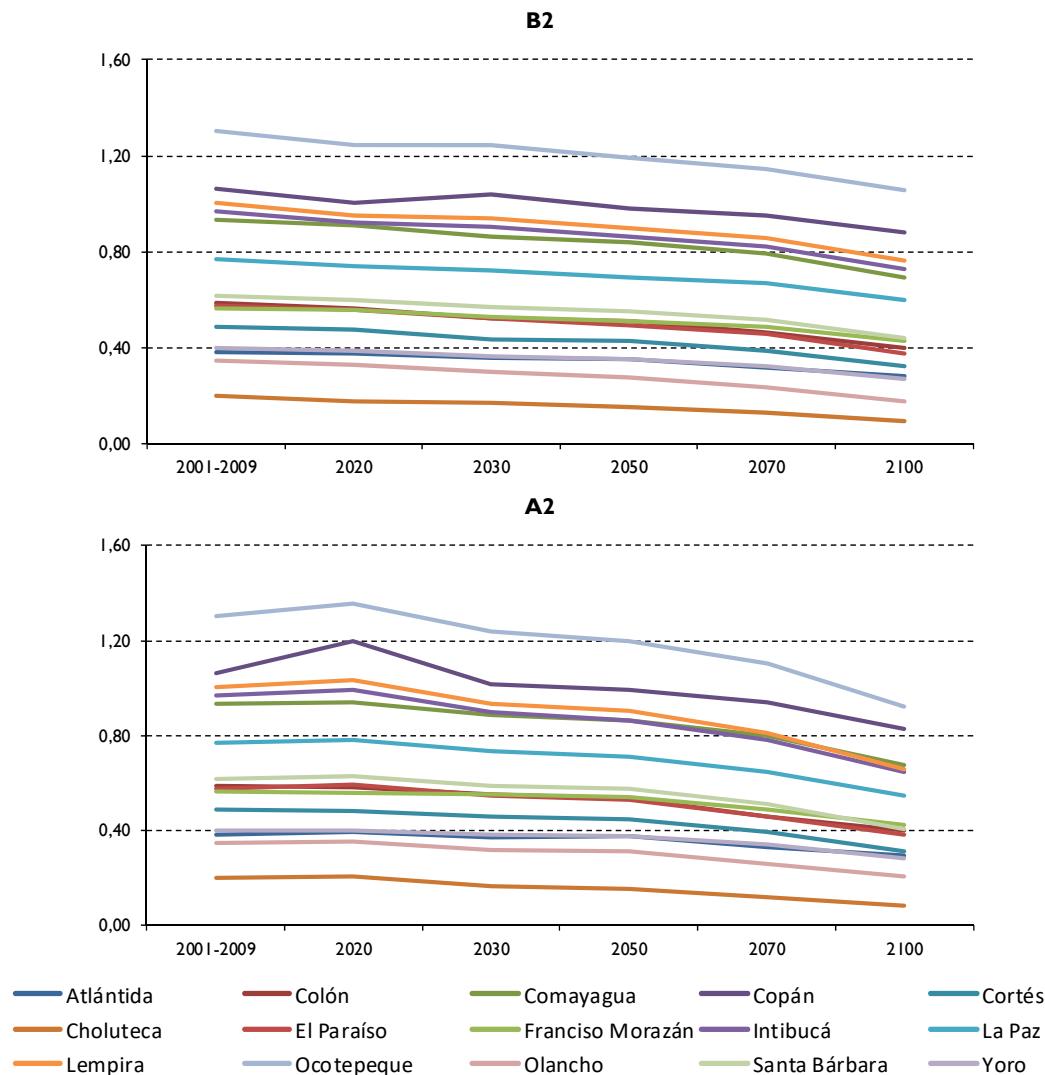
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

El rendimiento del café de Honduras en el período 2001-2009 fue de 0,72 t/ha. Para fines de siglo podría disminuir un 30% en B2 y un 33% en A2. De acuerdo con los resultados, la reducción de rendimientos será continua durante todo el período en el escenario B2 hasta el 2100, sin cambios importantes en la tendencia (véase el gráfico 62). En el escenario A2 habría aumentos en algunos departamentos hacia 2020 y las reducciones se acelerarían a partir de 2050.

Los rendimientos del café en ambos escenarios de cambio climático en los distintos cortes de tiempo se presentan en los mapas 23 y 24. Como se puede observar, la producción se concentra en la región occidental del país, lo cual se debe a las condiciones climáticas y de altura adecuadas para su producción. Ocotepeque tiene rendimientos superiores a 1,2 t/ha. Copán, Lempira, Intibucá y Comayagua se encuentran entre 0,9 t/ha y 1,2 t/ha. Santa Bárbara y La Paz tienen entre 0,6 t/ha y 0,9 t/ha. El resto tiene rendimientos inferiores a 0,6 t/ha.

<sup>19</sup> La descripción de las variables y los resultados de los modelos se pueden consultar en CEPAL y CAC/SICA, (2014).

**GRÁFICO 62**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO, PROMEDIO ANUAL 2001-2009,**  
**ESCENARIOS B2 Y A2 CON CORTES A 2020, 2030, 2050, 2070 Y 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

Los rendimientos de café disminuirían poco en el escenario B2 en 2020 en comparación con los actuales. Se espera que los rendimientos sean inferiores a 0,9 t/ha para 2050, con excepción de Copán y Ocotépeque. Para 2100, 13 departamentos tendrían rendimientos inferiores a 0,6 t/ha, mientras que Ocotépeque permanecería por arriba de 0,9 t/ha y Copán, Lempira, Comayagua e Intibucá tendrían entre 0,6 t/ha y 0,9 t/ha. En el escenario A2, las condiciones de 2020 aún serían favorables para el cultivo; los mayores efectos se verían a partir de 2050 pero en 2100 los departamentos tendrían el mismo rango de rendimientos que en el escenario B2, como se representa en el cuadro 43.

**MAPA 23**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO,**  
**PROMEDIO ANUAL 2001-2009, ESCENARIOS B2 A 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*

**PROMEDIO ANUAL 2001-2009**

**2020**

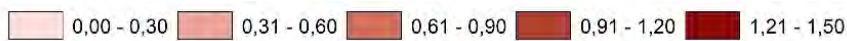
**2030**

**2050**

**2070**

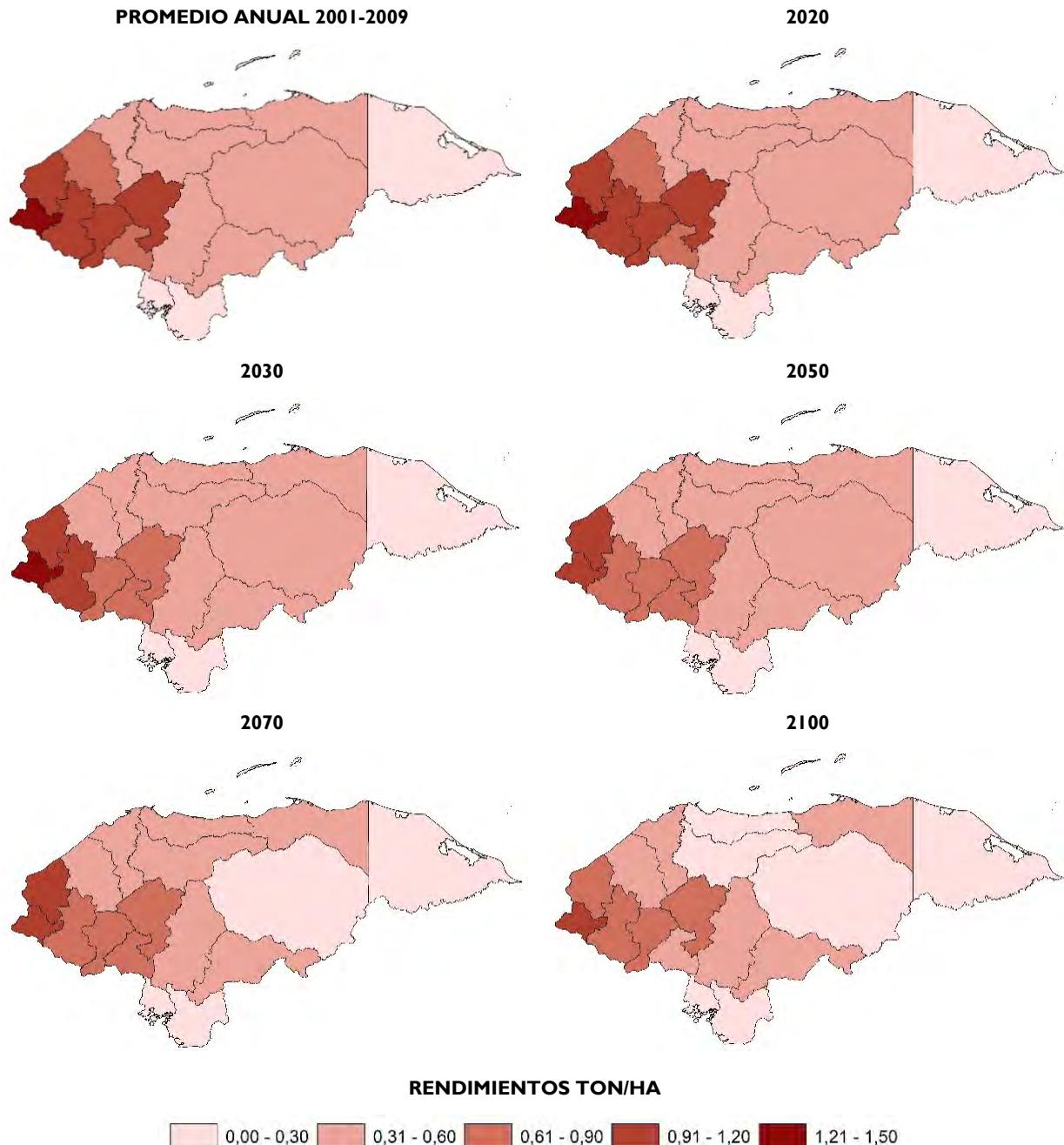
**2100**

**RENDIMIENTOS TON/HA**



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

**MAPA 24**  
**HONDURAS: RENDIMIENTO DE CAFÉ POR DEPARTAMENTO,  
PROMEDIO ANUAL 2001-2009, ESCENARIOS A2 A 2100**  
*(En toneladas por hectárea)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014).

En el cuadro 44 se resumen los potenciales porcentajes de reducción de los rendimientos de los granos básicos y el café en los escenarios de cambio climático a 2100. Se observa que en B2 el rendimiento del maíz podría presentar las mayores disminuciones (32,48%), mientras que bajo A2 el rendimiento del arroz puede disminuir hasta el 49,9%. Las reducciones de rendimientos de todos los productos serían mayores a partir del 2050, pero las menores serían las del frijol en escenario B2 y las del café en A2.

**CUADRO 44**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE GRANOS BÁSICOS Y CAFÉ**  
**EN ESCENARIOS B2 Y A2, PROMEDIO 2001-2009 Y CORTES A 2100**  
(En toneladas por hectárea y en porcentajes)

Ítem	Promedio de rendimientos 2001-2009	2020	2030	2050	2070	2100
	(t/Ha)	(En porcentajes)				
<b>Escenario B2</b>						
Maíz	1,49	-4,76	-9,91	-12,93	-16,73	-23,69
Frijol	0,70	-3,35	-6,68	-7,10	-12,70	-20,39
Arroz	2,30	-7,90	-11,92	-15,68	-23,98	-32,48
Café	0,72	-4,32	-8,25	-12,12	-18,33	-29,72
<b>Escenario A2</b>						
Maíz	1,49	-10,89	-11,03	-20,51	-30,23	-42,28
Frijol	0,70	-11,77	-11,40	-19,00	-28,29	-42,04
Arroz	2,30	-11,60	-13,80	-24,37	-36,67	-49,92
Café	0,72	2,32	-6,12	-8,90	-19,00	-32,76

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2013) y CEPAL, CAC/SICA (2014).

## F. SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL

La posible reducción de rendimientos de los cultivos básicos por el cambio climático tiene una estrecha relación con la seguridad alimentaria. La disponibilidad de alimentos es muy importante para toda Centroamérica, y Honduras no es la excepción. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2008), la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) plena se alcanza cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico en todo momento a cantidades suficientes de alimentos inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y saludable en forma continua y sostenible.

La prevalencia de la subnutrición estimada por la FAO es un indicador de la SAN basado en información de encuestas de hogares con datos macro de producción y comercio, además de balances alimentarios elaborados por la misma FAO<sup>20</sup>. En el cuadro 45 se muestra la prevalencia de la subnutrición en Honduras por períodos desde 1990 hasta 2016, situación que se mide en términos de probabilidades de que una persona de una población determinada no consuma las calorías necesarias para sus requerimientos de energía. En 1990 esta probabilidad era del 23%, lo que indicaba que la situación descrita era padecida por una persona de cada cinco. Este porcentaje ha tendido a la baja con los años. La probabilidad del 12% registrada en 2016 refleja grandes avances en la mejoría de la situación alimentaria del país.

<sup>20</sup> En el documento “El Estado de la Inseguridad alimentaria en el mundo 2013” se aclara que este indicador se refiere al acceso a alimentos y es una medida de la posible prevalencia de carencia de alimentos para toda la población de un país en un año, no para diferentes grupos de población (FAO, FIDA y PMA, 2013).

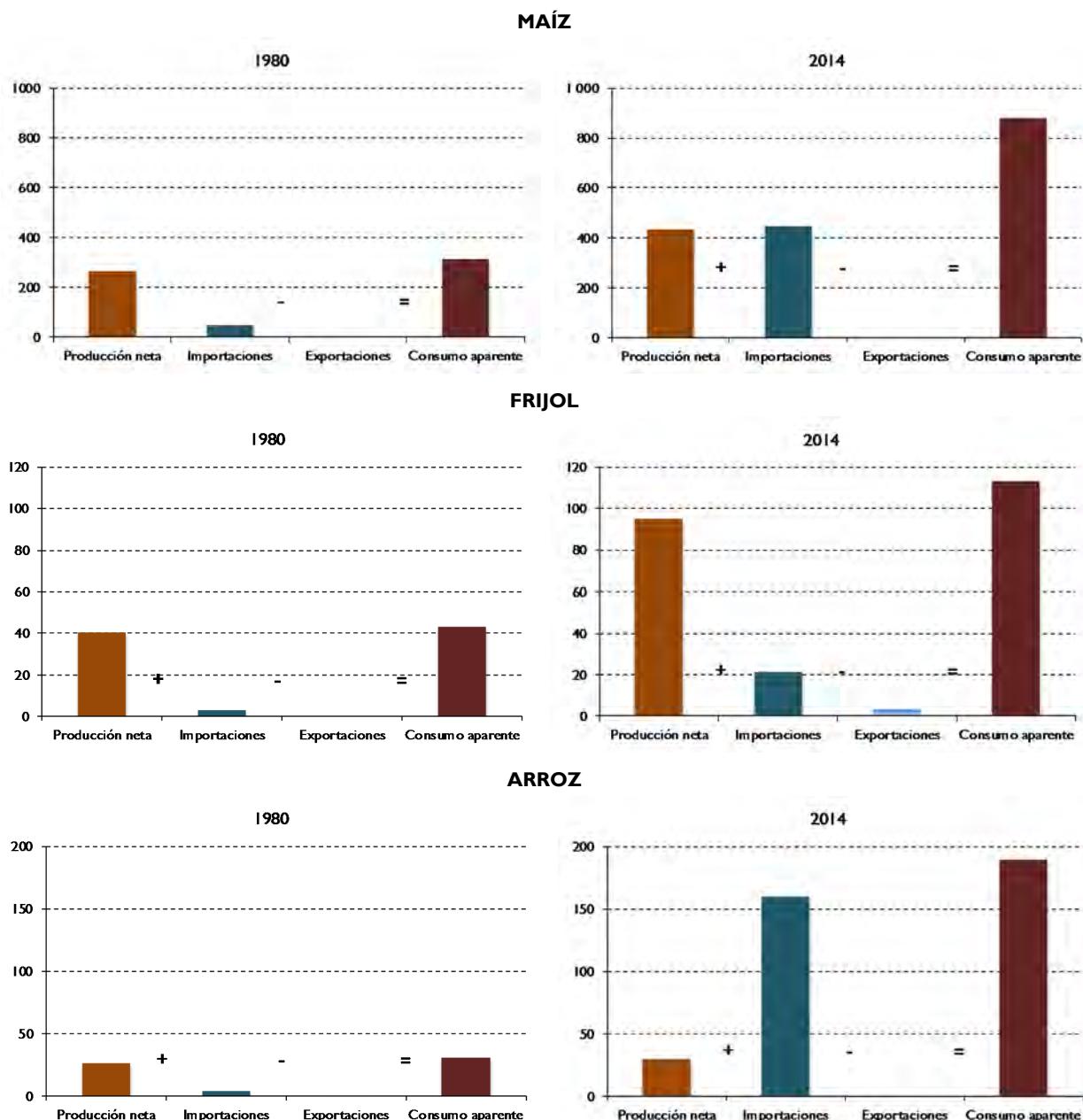
**CUADRO 45**  
**HONDURAS: PREVALENCIA DE LA SUBNUTRICIÓN, 1990-2016**  
(En porcentajes)

Ítem	1990-19922	1995-1997	2000-2002	2005-2007	2010-2012	2013-2015	2014-2016
Subnutrición	23,0	19,8	18,5	16,4	14,6	12,3	12,2

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CAC/SICA, 2013.

Nota: Probabilidad de que un individuo consuma una cantidad insuficiente de calorías para satisfacer sus necesidades de energía, es decir, proporción de la población en riesgo de insuficiencia calórica.

**GRÁFICO 63**  
**HONDURAS: PRODUCCIÓN NETA, IMPORTACIONES, EXPORTACIONES Y CONSUMO APARENTE DE GRANOS BÁSICOS, 1980 Y 2014**  
(En miles de toneladas)



Fuente: SIAGRO-CEPALSTAT, (2016).

Nota: En 2014 el 77% de las importaciones de maíz correspondieron a maíz amarillo.

Una variable adicional de la SAN de un país es la dependencia del exterior para solventar el consumo interno de productos alimenticios básicos, como es el caso de los granos básicos. Con información de la producción neta, las importaciones, las exportaciones y el consumo aparente de los granos básicos en 1980 y 2014, se puede analizar la dependencia alimentaria de Honduras (véase el gráfico 63). Se observa que el consumo aparente de los tres granos básicos aumentó de forma significativa entre 1980 y 2014. El maíz aumentó un 179%, el frijol un 162% y el arroz un 522%. Sin embargo, la producción interna no crece al mismo ritmo que el consumo, lo que genera un incremento de las importaciones.

En 1980, el 85% del maíz consumido en el país era proveído por la producción interna. Este porcentaje disminuyó al 49% en 2014, lo que indica el grado de dependencia de la importación de este grano. En el caso del frijol se tiene un comportamiento totalmente distinto, pues la producción nacional de 2014 el 84% del consumo interno corresponde a la producción. El caso del arroz es más grave que el del maíz, ya que la producción interna de 2014 cubre solo el 16% de la demanda; la demanda de este grano ha aumentado alrededor de seis veces desde 1980.

La inflación de precios de los alimentos se debe a la mayor dependencia de las importaciones y a la tendencia alcista de los precios internacionales, factor parcialmente relacionado con reducciones de oferta por malas condiciones climáticas que han afectado la producción de los países exportadores. Honduras ha presentado una inflación mayor en alimentos que la inflación general, lo que crea presiones adicionales al acceso a alimentos, aunado a los altos índices de pobreza (64,5% de la población se encontraba en pobreza en 2013 (CEPALSTAT)) y desigualdad del país (su índice de Gini fue de 0,56 (CEPALSTAT)).

Los granos básicos son la principal fuente de energía de los habitantes centroamericanos por su aporte de proteínas de origen vegetal. El consumo de arroz o maíz combinados con frijol es parte de la tradición de la región. En el cuadro 46 se presenta el aporte de los granos básicos a los requerimientos de energía, proteína y grasa de la población hondureña en los años 2000 y 2013. Se observa que el maíz es el grano que aporta más energía, proteína y grasa. En el 2000 este aporte fue del 32%, el 33% y el 13%, respectivamente; para el 2013 disminuyó mínimamente. En total, los tres granos aportan el 37% de la energía, el 45% de la proteína y el 13% de las grasas de la dieta de los hondureños, lo cual indica una alta dependencia nutricional de estos productos.

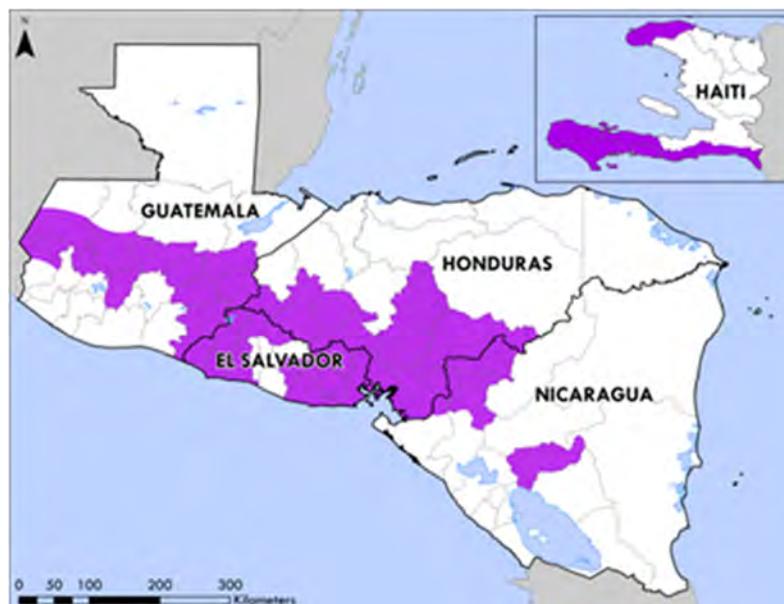
**CUADRO 46**  
**HONDURAS: PROPORCIÓN PROMEDIO QUE APORTAN LOS GRANOS BÁSICOS AL SUMINISTRO DE ENERGÍA, PROTEÍNA Y GRASAS, 2000 Y 2013**  
*(En porcentajes)*

Ítem	Maíz	Frijol	Arroz	TOTAL
<b>2000</b>				
Energía	31,5	3,6	4,5	39,6
Proteína	32,6	9,3	3,6	45,5
Grasas	13,3	0,6	0,3	14,2
<b>2013</b>				
Energía	27,8	4,2	5,1	37,1
Proteína	29,4	11,2	4,1	44,7
Grasas	12,0	0,7	0,3	13,0

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL y CAC/SICA, (2014)

La región centroamericana enfrentó en 2014 una larga sequía que afectó la producción de granos básicos. Las mayores afectaciones ocurrieron en la región occidental de Honduras (FEWS NET, 2014; UN News Centre, 2014). Los departamentos más afectados fueron El Paraíso, Choluteca, Francisco Morazán, Valle, La Paz, Intibucá, Lempira, Ocotepeque, Copán y Comayagua, que son también los más expuestos a la inseguridad alimentaria aguda (véase el mapa 25). Una segunda sequía en 2015, está asociada con el fenómeno de El Niño, redujo drásticamente los rendimientos de frijol y de maíz en la temporada mayo a agosto. Como resultado de la pérdida del 60% del cultivo de maíz y el 80% del cultivo de frijol hubo desabasto en las zonas más afectadas y para los pequeños productores de la región. Esta situación tuvo a 192.000 personas en situación de inseguridad alimentaria grave, que requieren ayuda de emergencia (FAO, 2015; Lutheran Relief Web, 2015).

**MAPA 25  
GUATEMALA, EL SALVADOR, HONDURAS, NICARAGUA Y HAITÍ: ÁREAS DE PRINCIPAL  
PREOCUPACIÓN EN MATERIA DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA AGUDA**



Fuente: FEWS NET, 2015

Nota: Aunque este informe comprende únicamente Centroamérica, FEWS NET estimó que, sin ayuda de emergencia, alrededor de 1,5 millones de personas en Haití y dos millones de personas en Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua estarían en crisis para marzo de 2016.

**RECUADRO 7  
RECOMENDACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

La propuesta inicial de renovación y adaptación del sector cafetalero frente al cambio climático como insumo para una discusión más amplia en la región, abarca un conjunto de acciones referentes al trabajo con los pequeños productores. Estas acciones incluyen 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 e incentivos económicos y fiscales. Inversión en infraestructura rural, fortalecimiento del sistema de certificación y de negociaciones comerciales y acceso al financiamiento. A continuación se presentan las líneas de acción:

- fomentar el diálogo y la organización de los pequeños cafetaleros para facilitar acciones que fortalezcan el intercambio de conocimientos. Crear accesos a los 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, su capacidad adaptativa y sostenibilidad. Incorporar análisis sobre adaptación al cambio climático y oportunidades asociadas a la transición a economías bajas en emisiones, propiciando la calidad del fruto. Mayor producción de variedades de café para ser colocadas en nichos de mercados con mejores precios;
- ampliar la colección y precisión de datos climáticos en las fincas de pequeños cafetaleros. Favorecer su intercambio y uso en 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 en una perspectiva de sostenibilidad y adaptación al cambio climático, considerando que la diversificación de la producción y de las fuentes de ingreso ya son parte de la gestión tradicional de reducción de riesgos de muchos pequeños productores;
- evidenciar y divulgar los múltiples beneficios de crear sistemas productivos sostenibles. Diversificar cálculos que tomen en cuenta la producción total compensatoria de diversas especies en una finca. 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, evaluar los incentivos económicos y fiscales vigentes en el sector. Explorar con las autoridades hacendarias opciones 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 otras fuentes 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. Diseñar proyectos de financiamiento externo, coordinando esfuerzos con los actores responsables para reducir la deforestación, proteger la biodiversidad y gestionar los recursos hídricos.

Fuente: CEPAL, CAC, COMISCA, CCAD, COSEFIN, SIECA, UKAID y DANIDA, (2015).

Recapitulando, la actividad agropecuaria ha sido uno de los sectores mayormente afectados por el cambio climático debido a que el clima y sus variaciones son determinantes para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos. El alza de la temperatura y los trastornos potenciales del ciclo hidrológico modificarán la disponibilidad de agua, las condiciones de aridez y la frecuencia y duración de las sequías. Estas condiciones son propicias para una mayor frecuencia de incendios forestales, pérdidas de producción de granos y desfasajes de ejecución de prácticas agrícolas como la siembra, el control de plagas y la cosecha.

De acuerdo con las estimaciones del impacto del cambio climático en la producción de granos básicos a escala nacional, los rendimientos del maíz en Honduras podrían disminuir en 11% a 2030, 21% a 2050 y 42% a 2100 en el escenario A2. Los rendimientos nacionales promedio de frijol podrían disminuir en 11% a 2030, 19% a 2050 y 42% a 2100 en el mismo escenario. Los rendimientos nacionales promedio de arroz podrían disminuir en 14% a 2030, 24% a 2050 y 50% a 2100 en el escenario A2. Por su parte, el café contribuyó con el 17% del valor de las exportaciones totales de bienes hondureños en 2012 y es fuente importante de ingresos para muchas familias rurales. Según el análisis de la ECC CA, los rendimientos del café podrían reducirse en 6% a 2030, 9% a 2050 y 33% a 2100 bajo el escenario A2. Es importante anotar que el escenario en mención mantiene estables los sistemas de producción y no estima los beneficios de medidas de adaptación.

## G. ASEGURAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO

Los eventos naturales extremos causados por el cambio climático son cada vez más frecuentes y afectan directamente al sector agropecuario, generando desequilibrios sociales, lo que exige adoptar medidas para mitigar y prevenir riesgos. En tal contexto, el aseguramiento agropecuario tiene gran relevancia. La caracterización del riesgo supone evaluar las amenazas en interacción con la vulnerabilidad, la cual es resultado de los procesos económicos y sociales de los países y regiones. Los seguros y microseguros agropecuarios individuales y/o colectivos son instrumentos de la prevención de riesgos en el sector (CEPAL y CAC/SICA, 2015).

Los eventos hidrometeorológicos provocan grandes daños a la sociedad, las unidades productivas y la infraestructura, y los gobiernos deben gastar enormes sumas en reconstrucción. Los microseguros agropecuarios son instrumentos financieros que garantizan recursos financieros a los pequeños y medianos productores. De esta manera, estos instrumentos, podrían sustituir algunos gastos directos que realizan los gobiernos dedicados a la reconstrucción por medidas que ayuden a prevenir los riesgos de desastres, incluyendo subsidios a las primas de los microseguros agropecuarios.

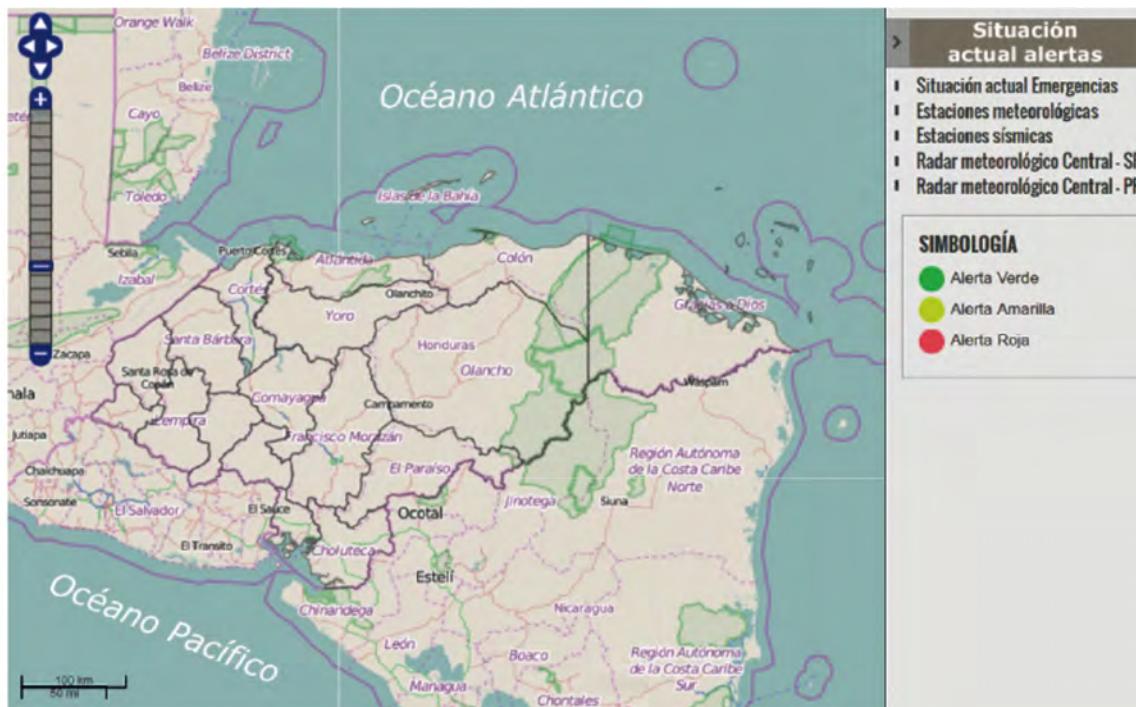
Para evaluar riesgos de eventos hidrometeorológicos es necesario contar con un sistema de alertas y contingencias. La Comisión Permanente de Contingencias (COPECO) de Honduras cuenta con uno, el cual puede ser consultado en tiempo real, e incluye la siguiente información:

- a) Situación actual: alertas
- b) Situación actual: emergencias
- c) Estaciones meteorológicas
- d) Estaciones sísmicas
- e) Radar meteorológico central: intensidad de lluvia en superficie, y
- f) Radar meteorológico central: indicador de posición

En el mapa 26 se muestran la situación de las alertas que se tenían en Honduras hasta 2015. En la zona occidente se indica alerta verde, que significa previsión de ocurrencia de un fenómeno peligroso, por lo que se recomienda estar pendientes de su evolución. En caso de que la intensidad escape, la alerta pasa a color amarillo o color rojo, lo que indica que el evento ya está afectando la zona. La identificación de zonas de posible peligro es importante porque ayuda a la gente a tomar medidas oportunas.

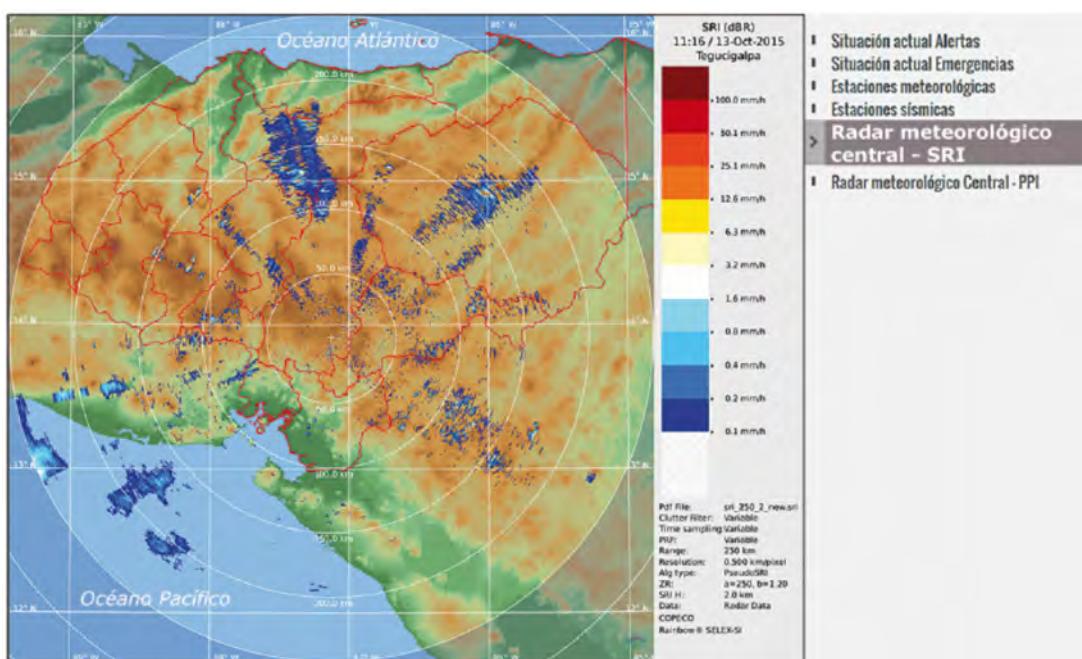
El monitoreo del clima también es importante porque puede anticipar huracanes. En el mapa 27 se muestra la imagen proyectada por el radar meteorológico del país con los distintos niveles de intensidad de lluvia.

**MAPA 26**  
**HONDURAS: SITUACIÓN DE ALERTAS**



Fuente: <http://copeco.gob.hn/3>.

**MAPA 27**  
**HONDURAS: RADAR METEOROLÓGICO CENTRAL-INTENSIDAD DE LLUVIA**



Fuente: <http://copeco.gob.hn/3>.

En el cuadro 47 se muestra el número de desastres naturales ocurridos, el número de afectados y la cuantificación de los daños materiales en Honduras desde 1915 a 2014. En total se tienen registrados 80 desastres naturales, de los cuales las inundaciones y tormentas suman 52. Las tormentas provocan el mayor número de muertes causadas por deslaves. En lo que respecta a total de afectados y daños materiales, las tormentas son las más catastróficas con cerca de tres millones de afectados y 4,6 mil millones de dólares en daños en el período.

**CUADRO 47**  
**HONDURAS: NÚMERO DE DESASTRES NATURALES OCURRIDOS, MUERTES OCASIONADAS,  
 AFECTADOS TOTALES Y DAÑOS TOTALES, 1915-2014**

Tipo de desastre	Frecuencia	Número de muertes	Afectados totales	Daños totales (en miles de dólares)
Deslave	1	2 800	0	0
Deslizamiento	1	10	0	0
Epidemia	9	138	96 049	0
Incendio forestal	1	0	0	0
Inundación	31	929	1 290 832	393 700
Sequía	11	0	1 917 180	17 000
Terremoto	5	9	52 519	100 000
Tormenta	21	24 621	2 981 901	4 673 179
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>28 507</b>	<b>6 338 481</b>	<b>5 183 879</b>

Fuente: CEPAL y CAC/SICA, (2015).

La contabilidad de las pérdidas ocasionadas por desastres naturales permite tener un panorama de la vulnerabilidad del país ante los efectos del cambio climático. Sobre todo, en escenarios como los aquí considerados, el B2 y A2, cuyos supuestos son efectos crecientemente adversos en las próximas décadas. Honduras es el país que se vería más afectado en la región centroamericana. Es así que las políticas para el sector agropecuario deben considerar diferentes estrategias endógenas y exógenas, de mercado y de políticas públicas orientadas a la reducción de los riesgos. Los seguros forman parte de tales estrategias.

El monto de las primas de seguros agropecuarios en Honduras descendió de 1.253.845 dólares en 2006 a 852.325 dólares en 2010. La suma mayor fue de 1.400.560 dólares en 2007. Las sumas aseguradas pasaron de aproximadamente 17 millones de dólares en 2006 a aproximadamente 26 millones de dólares en 2007, y tuvieron una caída a partir de 2008 hasta aproximadamente 14 millones de dólares en 2010 (CEPAL y CAC/SICA, 2015).

El fortalecimiento del mercado de los seguros agrícolas se puede llevar a cabo por medio de las siguientes acciones (CEPAL y CAC/SICA, 2015):

- fortalecimiento institucional. Mejorar la capacidad del gobierno en gestión de riesgos y seguros agropecuarios;
- robustecimiento de la información climática. Mejorar las plataformas de información para hacer más preciso el diseño de los seguros agropecuarios;
- educación técnica en seguros agropecuarios dirigida a los productores, con la participación del sector académico y de entidades locales, y
- creación de un índice de seguros adecuado. Concordar la experiencia de los agricultores con la información meteorológica y financiera sobre el sector. También será importante aumentar el volumen de pólizas de seguros agropecuarios para viabilizar la participación de las reaseguradoras.

La penetración de los seguros y los microseguros agropecuarios en Honduras sigue siendo insuficiente pese a los esfuerzos realizados mediante diversos proyectos. La estructura institucional de apoyo al seguro agropecuario, creada por el gobierno, prácticamente no ha operado, por lo que se recomienda reactivar el Comité de Seguros Agrícolas y su Unidad de Riesgo con la finalidad de promover el uso de los seguros y microseguros agropecuarios en sus diferentes modalidades que son:

- a) Seguro de inversión con ajuste a cosecha. Se asegura la inversión efectuada por el productor desde el cultivo hasta la cosecha. Se recomienda su aplicación en granos básicos, hortalizas, melón y sandía.
- b) Seguro de plantaciones. Se asegura el valor de la plantación de fincas de cultivos perennes como plátano, palma africana y cítricos.

#### **RECUADRO 8**

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

La gestión de riesgos exige que se analice la institucionalidad pública de los seguros y el desarrollo del negocio de aseguramiento.

*Institucionalidad pública de seguros:*

- instituir la gestión de seguros agropecuarios, incluyendo los índices climáticos, en las leyes, normativas y reglamentos de los órganos reguladores la gestión de seguros agropecuarios;
- crear o mejorar los órganos públicos encargados de proveer seguros agropecuarios tradicionales e indexados al clima o a rendimientos;
- destinar recursos de los seguros para la reducción de vulnerabilidades con el objetivo de reducir costos. En países con altos niveles de pobreza los gobiernos deberán adquirir los seguros y distribuir sus beneficios en caso de contingencias;
- garantizar la sostenibilidad financiera de las aseguradoras públicas por medio del subsidio de algunos gastos. Los costos pueden ser cubiertos por fondos de contingencia de carácter nacional e internacional;
- enfocar los subsidios parciales y totales en los pequeños productores;
- vigilar la sostenibilidad del sector asegurador a fin de que el usuario final tenga seguridad del servicio a largo de plazo. Considerar en todo momento el riesgo asumido por las aseguradoras;
- considerar la asociación de empresas aseguradoras con la finalidad de reducir costos de información y administrativos, entre otros;
- proteger al usuario de seguros, y
- compartir los resultados de las estrategias de aseguramiento con organismos internacionales.

*Desarrollo del negocio de aseguramiento:*

- integrar el conocimiento de las preferencias y experiencias de los asegurados para determinar la factibilidad de los seguros y proponer mejores alternativas;
- fortalecer la confianza de los productores mediante capacitación en la gestión de seguros;
- estimular la creación de aseguradoras públicas enfocadas a pequeños y medianos productores que no resulten atractivos para aseguradoras privadas, y
- considerar especialmente el tamaño del área a asegurar, buscando el equilibrio entre productor y empresa aseguradora.

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

En resumen, algunas acciones para asegurar la adaptación de la producción de granos básicos a los retos del cambio climático en Honduras incluyen: ampliar las redes de productores, aumentar los servicios de innovación, difundir opciones de adaptación sostenible, cambiar las prácticas de cultivo, certificar los fertilizantes apropiados, controlar la humedad y la retención del suelo, incrementar la infraestructura para almacenamiento y manejar más eficientemente los recursos hídricos, los tiempos de siembra y la post cosecha. Igualmente se recomienda recuperar y rehabilitar tierras degradadas, promover su manejo sostenible con tecnologías apropiadas, especialmente en las áreas secas, impulsar prácticas sostenibles de producción diversificada, incluyendo la agroforestería y los sistemas agrosilvopecuarios y fortalecer los conocimientos y las prácticas agrícolas en sistemas sostenibles y rentables de producción. Es importante incluir en las acciones de reducción de pérdidas y deshechos de los productos la protección del suelo, el reciclaje de «desechos», el desarrollo y la utilización de variedades y modos de producción resistentes a la variabilidad climática y la combinación de cultivos para diversificar riesgos. En el sector cafetalero se recomienda la renovación y adaptación del sector. Esto incluye el uso de datos climáticos, la diversificación de la producción y de los ingresos, planes de emergencia contra la roya, el desarrollo de propuestas integrales de servicios productivos y sociales, de incentivos económicos y fiscales, así como mayor inversión en infraestructura rural, fortalecer el sistema de certificación y de negociaciones comerciales y mayor acceso a financiamiento. Entre las estrategias se podrían promover nuevos mecanismos de desarrollo y de divulgación de conocimientos e innovaciones, el fomento de la organización de productores y su mayor vinculación en redes con investigadores y técnicos de las instituciones públicas y la utilización de tecnologías de comunicación e información como telefonía móvil, mensajes radiofónicos y redes sociales.

Se deben considerar diversas estrategias para las fincas productivas, incluyendo políticas públicas orientadas a la reducción de los riesgos, principalmente de origen climático. Los seguros forman parte de tales estrategias. En Honduras, el monto total de las primas de seguros agropecuarios descendió de 1.253.845 dólares en 2006 a 852.325 dólares en 2010. Las sumas aseguradas pasaron de aproximadamente 17 millones de dólares en 2006 a aproximadamente 14 millones de dólares en 2010 (CEPAL y CAC/SICA, 2015). El uso de los seguros y microseguros agropecuarios sigue siendo insuficiente, pese a los esfuerzos realizados mediante diversos proyectos. Para que Honduras desarrolle el negocio del aseguramiento es necesario integrar el conocimiento de las preferencias y experiencias de los asegurados a fin de determinar la factibilidad de los seguros y ofrecer alternativas adecuadas, incentivar la confianza de los productores mediante su capacitación en la gestión de seguros, estimular la creación de una aseguradora pública enfocada a pequeños y medianos productores que por su nivel de ingreso pueden no ser atractivos para aseguradoras privadas y considerar especialmente el tamaño del área a asegurar, buscando el equilibrio entre productor y asegurador.

## 5. IMPACTOS POTENCIALES EN ECOSISTEMAS

**L**os países centroamericanos contienen el 7% de la biodiversidad del planeta pero sus ecosistemas se están deteriorando por el patrón de desarrollo insostenible y serán aún más afectados por el cambio climático. La población de la región, relativamente joven y con diversidad cultural, étnica, lingüística y de estilos de vida, es un tesoro que requiere mayor reconocimiento e inversión para revalorar y desarrollar sus capacidades de respuesta (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

Además de las amenazas de la deforestación, la contaminación del agua y el suelo y la sobreexplotación de especies silvestres, el cambio climático representa un gran riesgo para la biodiversidad al modificar patrones de precipitación, aumentar la temperatura y provocar eventos extremos más destructivos y frecuentes. La iniciativa de la ECC CA ha desarrollado dos enfoques para analizar los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad: el índice potencial de biodiversidad y las Zonas de Vida de Holdridge, ambas que serán desarrolladas en el presente capítulo (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011) y CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012d).

### A. ÍNDICE POTENCIAL DE BIODIVERSIDAD

En 2005, el 41% de Centroamérica estaba dedicada al uso agropecuario, 43% estaba cubierto por bosques, 12% cubierta por sabanas, arbustales y pastizales naturales, 0,5% correspondía a uso urbano y 3,6% a otros usos, y contenía 7% de la biodiversidad del planeta (CEPA, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011; INBio, 2004). Por su ubicación geográfica, en la que el sol ecuatorial hace proliferar la vida en medio de abundantes nutrientes, la región cuenta con una gran extensión de bosques tropicales, que son los más ricos en biodiversidad y biomasa.

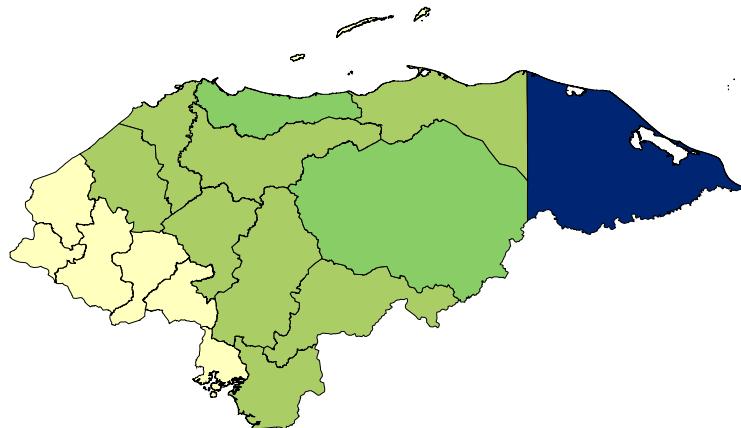
Pero la región está sometida también a fuertes presiones que inciden en la pérdida de biodiversidad. Las mayores presiones son la deforestación, la contaminación de agua y suelo y la sobreexplotación de especies silvestres, presiones relacionadas con actividades económicas. Por ejemplo, la deforestación y la degradación del suelo están asociadas a la extensión de la agricultura, la explotación de madera, la construcción de caminos, los asentamientos humanos, la ganadería, la explotación de leña y el turismo. El cambio climático es una presión adicional que incide en los patrones de temperatura y precipitación y en el aumento de eventos extremos.

Debido a la dificultad de medir la biodiversidad, en este estudio se optó por utilizar el Índice de Biodiversidad Potencial (IBP), el cual no mide la biodiversidad en sí, sino que indica la mayor probabilidad de encontrar más biodiversidad. Las variables del IBP son superficie total, superficie con ecosistemas diferentes a los urbanos y agropecuarios, latitud, curvas de nivel, temperatura, precipitación y disponibilidad de agua. Un mayor número de curvas de nivel en un territorio determinado indica la posibilidad de mayor número de ecosistemas. A temperaturas más altas, mayor actividad biológica, como lo muestra la mayor biodiversidad y concentración en selvas a lo largo del Ecuador, entonces una mayor probabilidad de encontrar más especies.

La construcción del índice se realizó con información georreferenciada del Sistema de Información Geográfica Ambiental Mesoamericano. Para las variables curvas de nivel, latitud y superficie total se usó información de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD y Banco Mundial, 2010); para las variable de precipitación histórica promedio y temperatura histórica promedio se utilizó información del modelo HADCM3/HADGEM1; para el uso de suelo, superficie con ecosistemas no alterados de 2005 (excluyendo superficies agrícola, urbana y pastizales) se tomó la información en los escenarios de cambio de uso de tierra. Para formular el IBP las variables se normalizaron y se agregaron. Cabe señalar que el índice es relativo a una región; en este caso comprende toda la región de Centroamérica, entonces los valores de Honduras podrían modificarse si se construyera un índice específico para el país. Los valores no representan magnitudes exactas y se deben interpretar como valores de referencia y de orden de los departamentos dónde se podría encontrar más biodiversidad.

El resultado del IBP para el 2005 se presenta en el mapa 28. Los departamentos con un IBP mayor son Gracias a Dios, Atlántida, Colón y Olancho, todos de la región noreste.

**MAPA 28**  
**HONDURAS: ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL, 2005**



#### Índice de Biodiversidad Potencial



Fuente: Elaboración propia con información de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011.

Para calcular los impactos del cambio climático se realizó una estimación de sección cruzada con datos del IBP a nivel de departamento para toda Centroamérica en función de variables climáticas. Se asume una función de daño con forma de U invertida, lo cual indica que los incrementos de temperatura y precipitación pueden tener efectos positivos en la biodiversidad pero en cierto punto se tornarían adversos a ella; el coeficiente de uso de suelo tiene impacto positivo, pues si se mantiene constante la proporción de ecosistemas no alterados, el índice potencial sin cambio climático no debería cambiar.

Es importante señalar que la mayoría de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad son negativos y tienden a intensificar las tendencias actuales de destrucción de los ecosistemas (IPCC, 2007a). Debe aclararse también que los estimados de las respuestas de la biodiversidad al cambio climático presentan un alto grado de incertidumbre y son imposibles de

predecir con precisión actualmente (Hannah y otros, 2002). Estas estimaciones son indicativas de posibles resultados.

Los pronósticos al 2100 se basan en tres escenarios: escenario base, que mantiene constantes la tendencia actual del cambio de uso de tierra (CUT) y las variables climáticas. El escenario base sirve como referencia de los escenarios de cambio climático B2 y A2, los cuales consideran cambios en las variables climáticas.

Los resultados de los pronósticos del IBP para Honduras se presentan en el cuadro 48. Se puede observar que se prevé una disminución constante de la biodiversidad como consecuencia de la actividad humana: 9,63% para 2030 y 13,95% para 2100 en el escenario base. En el escenario B2 se tendría una reducción de 17,42% en el IBP para 2030 y de 38,19% para 2100, lo que representaría la pérdida de más de un tercio de la biodiversidad del país. En el escenario A2 habría una disminución del IBP equivalente a más del doble de lo previsto en el escenario B2 con una pérdida de 28,48% para 2030 y de 70,63% para 2100.

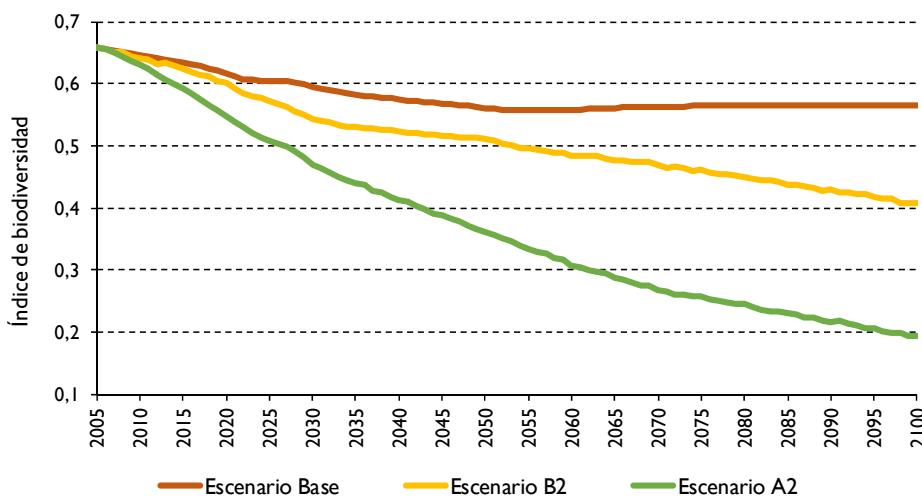
**CUADRO 48**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL,**  
**ESCENARIOS BASE, B2 Y A2, 2005 A 2100**  
*(En porcentajes de reducción)*

	2020	2030	2050	2070	2100
<b>Base</b>	6,22	9,63	14,65	14,33	13,95
<b>Escenario B2</b>	8,58	17,42	22,40	28,55	38,19
<b>Escenario A2</b>	16,53	28,48	44,95	59,42	70,63

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Estas estimaciones se representan en el gráfico 64, donde se aprecia la tendencia a la baja de la biodiversidad en los tres escenarios, tendencia más pronunciada en los escenarios de cambio climático, principalmente en escenario A2, donde la disminución es exponencial.

**GRÁFICO 64**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL,**  
**ESCENARIOS BASE, B2 Y A2, 2005 A 2100**  
*(En unidades decimales del índice de 0 a 1)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Los valores y las posibles reducciones del IBP por departamentos a fines de siglo bajo los diversos escenarios se presentan en el cuadro 49 y en los mapas 29, 30 y 31. La región oriental es la que presenta un mayor índice de biodiversidad, superior a 0,7, mientras que la región occidental tiene los niveles más bajos. En el escenario B2 la región este del país seguiría presentando el mayor índice de biodiversidad pero disminuiría a 0,6, mientras que en el escenario A2 los valores serían menores a 0,35. La mayoría del resto del país presentaría valores bajos del IBP, los más bajos serían los departamentos del occidente.

La mayor reducción del IBP bajo el escenario B2 ocurriría en el departamento de Choluteca (61,0%), mientras que el departamento menos afectado bajo el mismo escenario sería Islas de la Bahía (9,9%). Bajo el escenario A2 podría haber reducciones muy elevadas en los departamentos de Choluteca, Copán, Valle, Francisco Morazán y Comayagua.

**CUADRO 49**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL,  
 ESCENARIO BASE, B2 Y A2, POR DEPARTAMENTO, 2100**  
*(En unidades del Índice y variaciones porcentuales)*

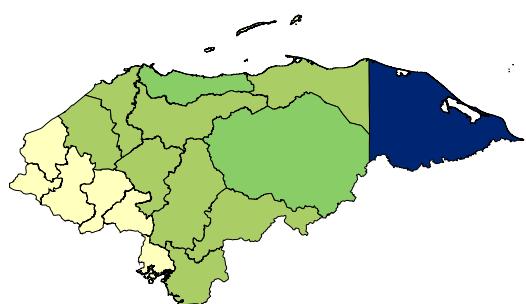
Departamento	Índice Potencial de Biodiversidad 2005	Escenarios a 2100		
		Base (variación porcentual)	B2 (variación porcentual)	A2 (variación porcentual)
Atlántida	0,51	-14,89	-31,53	-51,17
Choluteca	0,38	-19,08	-61,00	-98,77
Colón	0,36	-3,16	-19,34	-46,04
Comayagua	0,32	-18,39	-52,32	-87,12
Copán	0,13	-19,07	-43,56	-98,60
Cortés	0,24	-7,26	-38,83	-80,81
El Paraíso	0,22	-18,51	-48,03	-78,62
Francisco Morazán	0,25	-23,56	-54,81	-88,16
Gracias a Dios	0,82	-18,56	-32,12	-43,78
Intibucá	0,06	-10,13	-33,08	-74,83
Islas de la Bahía	0,02	0,00	-9,94	-30,71
La Paz	0,05	-12,87	-43,69	-80,63
Lempira	0,18	-13,83	-28,94	-63,84
Ocotepeque	0,10	-14,74	-34,99	-80,33
Olancho	0,42	-14,09	-42,90	-67,36
Santa Bárbara	0,23	-16,61	-41,77	-80,43
Valle	0,10	-9,97	-52,72	-94,84
Yoro	0,23	-19,26	-45,26	-73,66

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

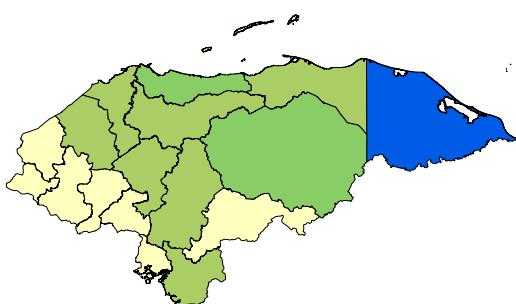
**MAPA 29**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL,**  
**2005 Y ESCENARIO BASE CON CORTES A 2100**

(En escala de cinco niveles con azul oscuro representando un mayor IBP)

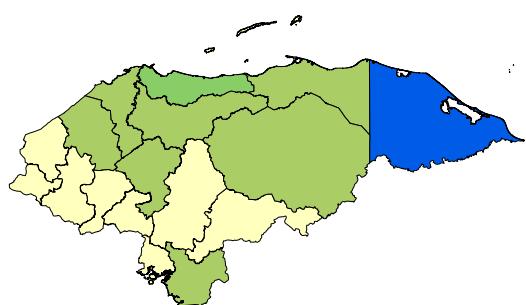
2005



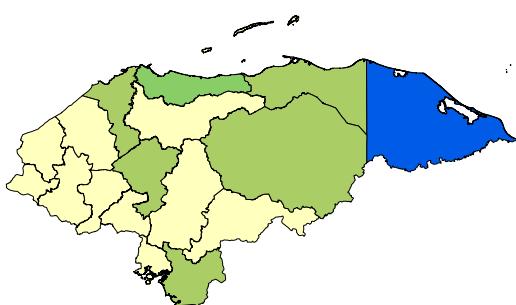
2020



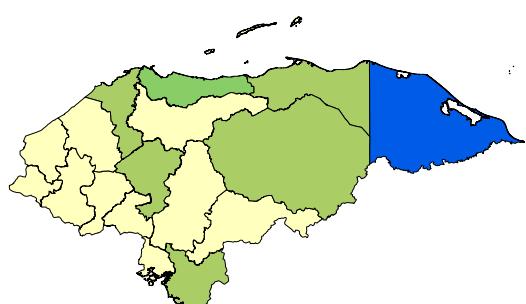
2030



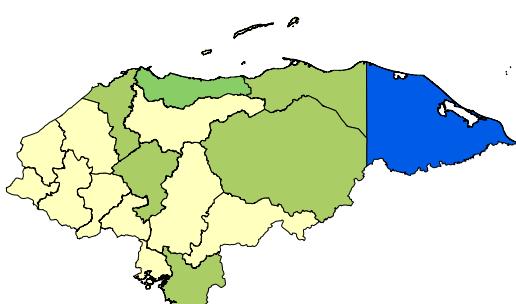
2050



2070



2100



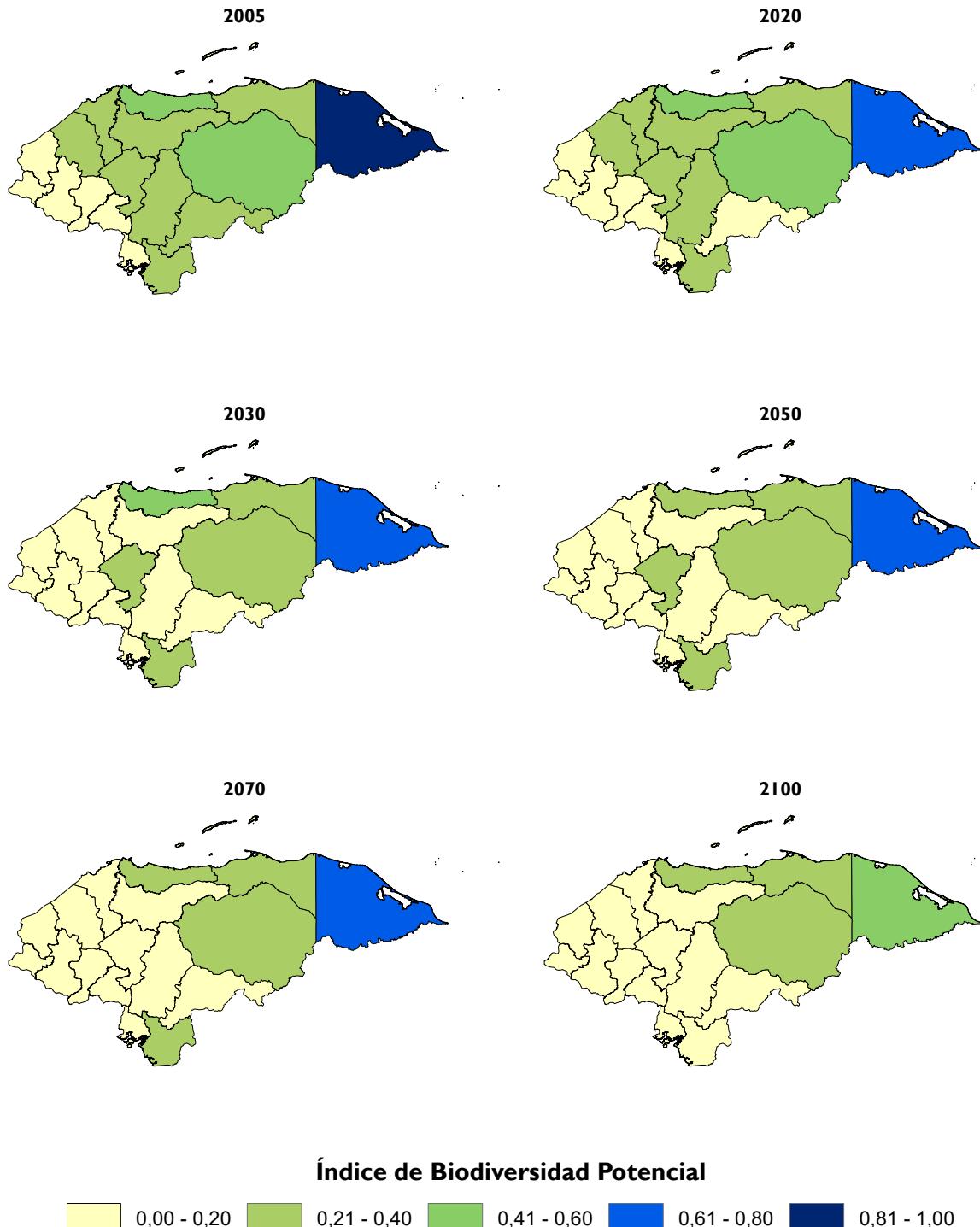
**Índice de Biodiversidad Potencial**



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**MAPA 30**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL,**  
**2005 Y ESCENARIO B2 CON CORTES A 2100**

(En escala de cinco niveles con azul oscuro representando un mayor IBP)

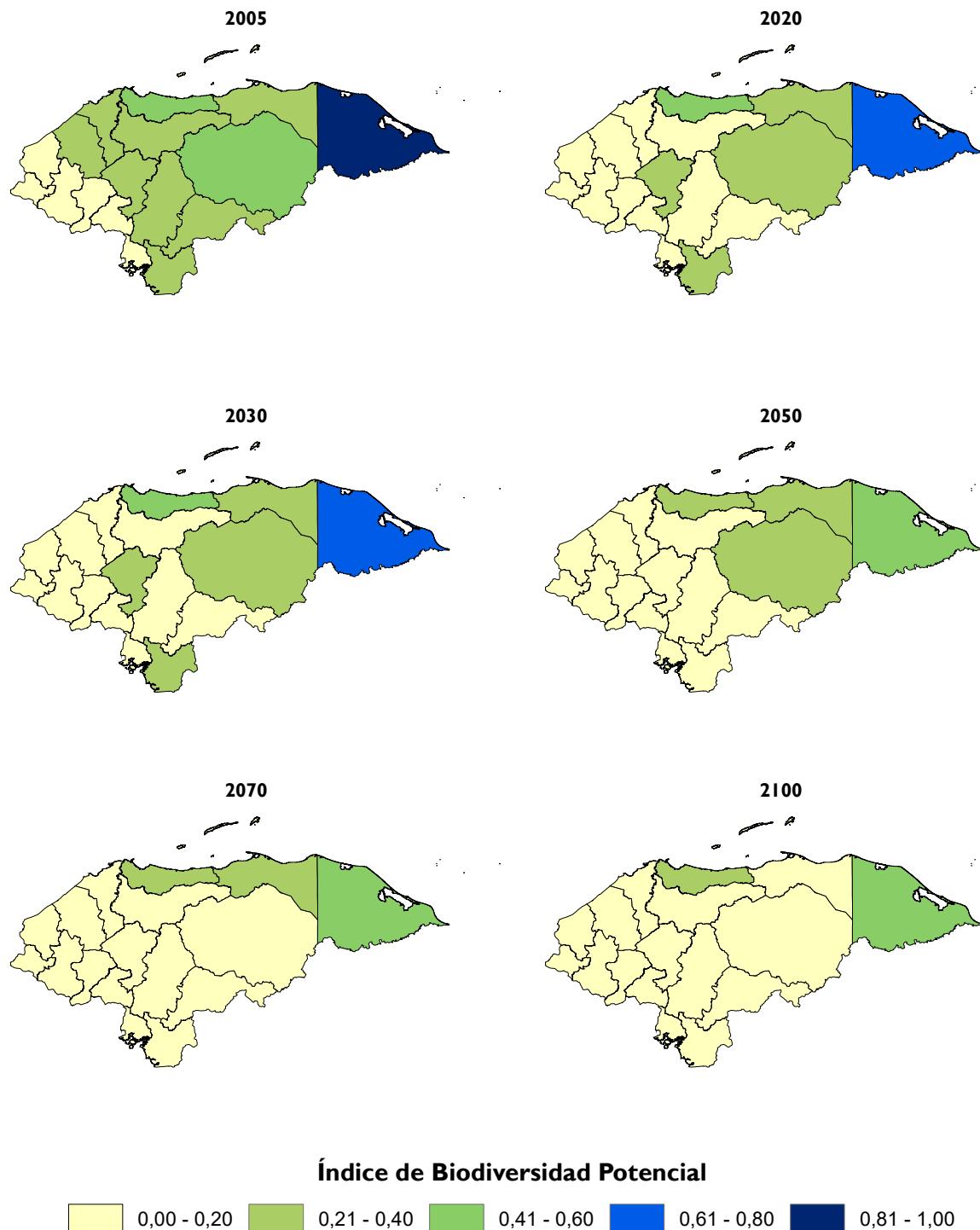


**Índice de Biodiversidad Potencial**

[Color Box]	0,00 - 0,20	[Color Box]	0,21 - 0,40	[Color Box]	0,41 - 0,60	[Color Box]	0,61 - 0,80	[Color Box]	0,81 - 1,00
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**MAPA 31**  
**HONDURAS: EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD POTENCIAL,**  
**2005 Y ESCENARIO A2 CON CORTES A 2100**  
*(En escala de cinco niveles con azul oscuro representando un mayor IBP)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Para la valoración económica de la biodiversidad se realizaron dos análisis; primero, una valoración directa usando valores de mercado de los bienes y servicios que provee la biodiversidad; segundo, una valoración indirecta con el uso de una función de producción agrícola.

La valoración directa consistió en asignar valores de mercado a los bienes y servicios que pueden asociarse directamente con la biodiversidad:

- a) Agricultura: enfocada en prácticas amigables con la biodiversidad, como la producción orgánica.
- b) Silvicultura: enfocada en manejo sostenible, como la madera certificada.
- c) Productos no maderables: uso comercial de especies silvestres, como plantas y flores ornamentales, frutos, hierbas, especies, hongos, miel, corcho, resinas, paja, ratán, bambú y una diversidad de productos de plantas y animales de uso medicinal, cosmético, culinario, cultural y otros.
- d) Bioprospección: investigación y exploración selectiva de la diversidad biológica para identificar recursos genéticos y bioquímicos actual o potencialmente valiosos desde el punto de vista comercial, lo que es considerado un valor de opción de la biodiversidad (Loa y otros, 1996).
- e) Ecoturismo: esparcimiento responsable que conserve áreas naturales y mejore el bienestar de la población local.
- f) Pago por Servicios Ambientales (PSA) y esquemas por manejos compensatorios de ecosistemas: atribución de valor a los servicios ambientales y fijación de precios y sistemas de retribución para prácticas sostenibles.

Los valores de mercado encontrados se asocian directamente al IBP, y las pérdidas económicas del cambio climático estarían en función de la disminución del IBP estimado.

Los valores de mercado encontrados para Honduras se presentan en el cuadro 50. El valor estimado de los servicios de la biodiversidad aportaría 10,34 millones de dólares anuales. El mayor aporte viene de la producción agrícola orgánica, seguida por la producción no maderable y el ecoturismo. Estos sectores son importantes para la economía de Honduras y se verían afectados directamente por las pérdidas directas en la biodiversidad.

**CUADRO 50**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN DE VALORES DIRECTOS REGISTRADOS**  
**DE LOS SERVICIOS DE LA BIODIVERSIDAD**  
*(En millones de dólares a precios de 2000)*

Ecoturismo	Animales vivos	Productos animales	Producción forestal certificada (sostenible)	Producción agrícola orgánica	Producción no maderable	Total
1,42	0,03	0,14	0,09	6,18	2,48	10,34

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La valoración indirecta de la biodiversidad se realizó con una función de producción agrícola, incluyendo las variables del IBP para considerar la contribución a la producción de la dispersión de semillas, la polinización, la regulación de plagas y la reducción de sus impactos negativos, entre otros. Una función de producción que incluya la biodiversidad como factor productivo permitirá estimar la contribución marginal de ésta a la producción y así estimar el precio sombra de los servicios ecosistémicos.

Sobre esta base se estimaron los costos asociados al impacto sobre el IBP según los cambios pronosticados en temperatura y precipitación a 2100 a Valor Presente Neto (VPN) con diferentes tasas de descuento. Los resultados de los costos como porcentajes del PIB se resumen en el cuadro 51, donde se puede observar que los costos agrícolas indirectos, comparados con los directos, son mayores, por lo que es necesario considerarlos de manera conjunta. Considerando una tasa de descuento del 8% se podrían incurrir en costos del 0,29% y del 0,46% del PIB en los escenarios B2 y A2, respectivamente, para el período 2008-2100. Pero si se considera una tasa de descuento del 0,5% se tendrían costos equivalentes al 11,41% del PIB en el escenario B2 y del 19,25% en A2 en el mismo período.

CUADRO 51

**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO  
(ESCENARIOS B2 Y A2) EN LA BIODIVERSIDAD A 2100, COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)

<b>Tasa de descuento</b>	<b>Costos directos</b>		<b>Costos indirectos</b>		<b>Costos totales</b>	
	Escenario B2	Escenario A2	Escenario B2	Escenario A2	Escenario B2	Escenario A2
0,5%	0,49	1,43	10,93	17,82	11,41	19,25
2%	0,21	0,64	4,09	6,55	4,30	7,19
4%	0,09	0,27	1,32	2,06	1,41	2,33
8%	0,03	0,08	0,26	0,38	0,29	0,46

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

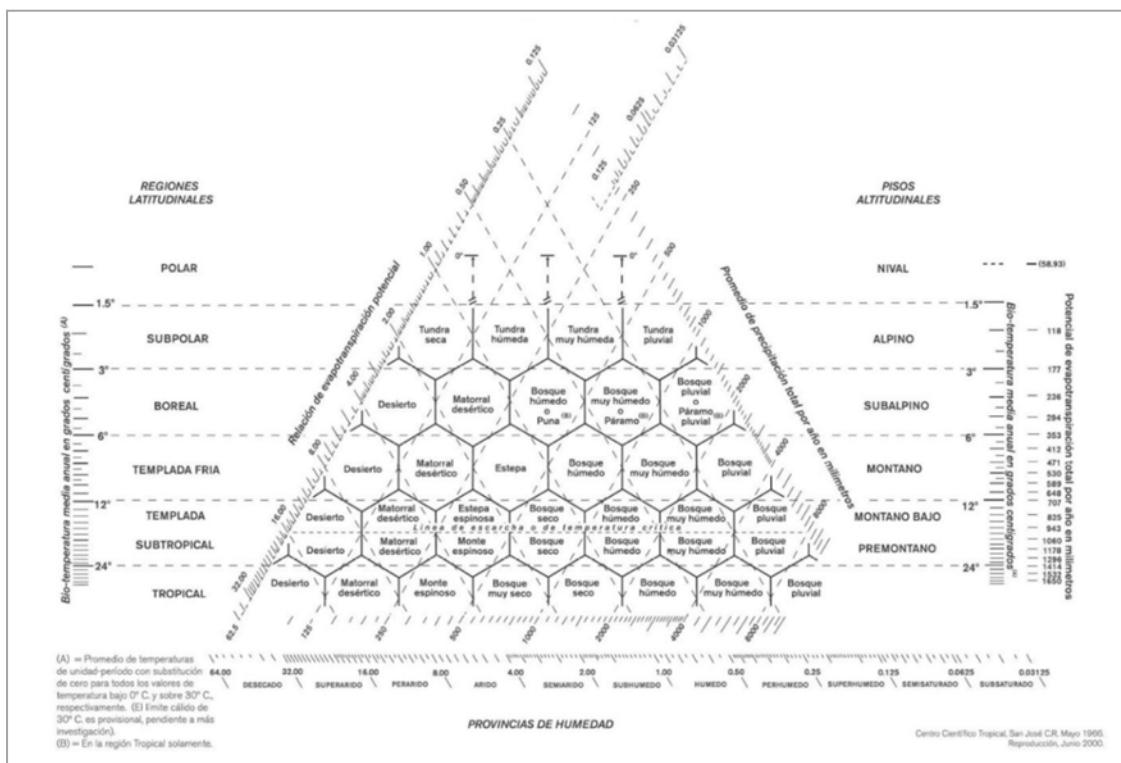
## B. ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

El estudio de los impactos del cambio climático en los ecosistemas se realizó con la representación de los ecosistemas de la región con el método Zonas de Vida de Holdridge (ZVH). Las ZVH (Holdridge y otros 1971) describen las condiciones climáticas del funcionamiento de los ecosistemas. Una ZVH es un conjunto 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 (véase la figura 8). Tales asociaciones definen un ámbito de condiciones ambientales que, junto con los seres vivientes, forman un conjunto único de fisonomía vegetal y actividad animal. Se pueden identificar muchas combinaciones, pero las asociaciones se agrupan en cuatro clases básicas: climáticas, edáficas, atmosféricas e hídricas. La clasificación ZVH proporciona una base lógica para la definición de los ecosistemas locales en un marco comparable.

De acuerdo con esta clasificación, la vida de las plantas es sensible a parámetros ambientales como temperatura, precipitación y clima. En general, los bosques y las tierras forestales del mundo han cambiado a lo largo de los milenios con los cambios del clima y la geología. Los bosques se clasifican en varios grupos, entre ellos los de zonas templadas y los de zonas tropicales. No todos los bosques tropicales se localizan en los trópicos; algunos se localizan en climas más fríos, aunque todos se ubican en el ecuador, donde temperatura y luz se mantienen más o menos constantes a lo largo del año. Los bosques pluviales tropicales se localizan en zonas donde la lluvia se distribuye uniformemente durante el año; en las zonas con niveles de precipitación variable y una estación seca pronunciada crecen los bosques húmedos tropicales, mientras que en las zonas menos húmedas crecen los bosques secos y las sabanas.

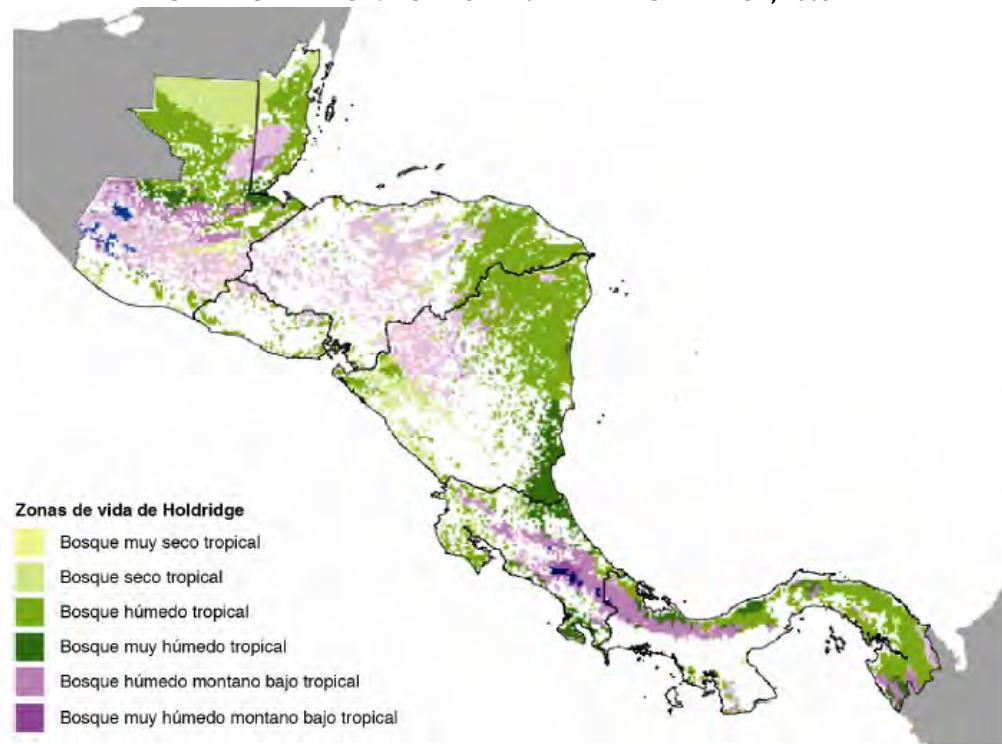
Los países de Centroamérica comparten zonas de vida muy similares. En el mapa 32 se puede observar que en la región predomina el bosque tropical y que en Honduras se tiene una mayor extensión de bosque húmedo montano bajo en toda la región central y bosque húmedo tropical en el noreste.

**FIGURA 8**  
**ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE**



Fuente: Holdridge y otros (2000).

**MAPA 32**  
**CENTROAMÉRICA: ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE, 2005**



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

Para las estimaciones de las superficies de Z VH se agruparon los usos de tierra en tres categorías: cobertura natural (bosques, pastizales naturales, manglares, humedales y páramos), uso agropecuario (pastos cultivados y cultivos en general) y suelos desnudos (suelo desnudo, zonas con escasa vegetación y zonas urbanas). Las demandas de uso de tierra se calcularon a partir de los mapas de cobertura disponibles (CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012d).

De la superficie con cobertura natural de Honduras, el 43,1% es bosque húmedo tropical y el 41,51% es bosque húmedo montano bajo tropical, lo que representa el 84% (véase el cuadro 52). Las menores superficies de Z VH son las del bosque muy húmedo montano tropical y el bosque muy húmedo montano bajo tropical con 2,1 mil y 15,5 mil hectáreas, respectivamente.

**CUADRO 52**  
**HONDURAS: SUPERFICIE DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE**  
*(En miles de hectáreas)*

Zonas de vida	Miles de Ha	Porcentaje del total
Bosque seco tropical	290,6	5,96
Bosque seco montano bajo tropical	442,5	9,07
Bosque húmedo tropical	2 102,8	43,10
Bosque húmedo montano bajo tropical	2 025,6	41,52
Bosque muy húmedo montano bajo tropical	15,5	0,32
Bosque muy húmedo montano tropical	2,1	0,04
Total	4 879,1	100,00

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

Los cambios del clima pueden provocar el desplazamiento de las zonas de vida. La capacidad adaptativa de los ecosistemas también está asociada a la capacidad de migración de las especies, y esta última depende de la configuración del paisaje. En este sentido, «la fragmentación del paisaje puede reducir la capacidad de migración, modificando las tasas de dispersión de semillas o reduciendo los hábitats adecuados para una colonización exitosa» (Locatelli e Imbach, 2010). Para especificar las condiciones de clima del año base se utilizaron los datos de WorldClim (Hijmans y otros, 2005) correspondientes al promedio de los valores de precipitación y temperatura mensual del período 1950-2000.

Una vez calculadas las superficies de Z VH, para identificar el impacto del cambio climático en las zonas de vida se realizó una simulación en el escenario base con CUT, que estima la evolución de las zonas de vida en el período 2005-2100. Despues se estimaron los escenarios con cambio climático. En los escenarios de demandas futuras se aplicó un promedio de tres de los cuatro escenarios futuros de CUT de GEO4, que cubren hasta 2050 (PNUMA, 2007). Posteriormente se hizo una extrapolación de 2050 a 2100 con el modelo *International Futures* (IFs, por sus siglas en inglés) (Hughes, 2008). En la segunda etapa se realizó la distribución geográfica de las demandas en función de factores explicativos de localización de los usos de suelo. Para realizar este modelaje georeferenciado se aplicó el modelo CLUE-S (Verburg y otros, 2002).

En el cuadro 53 se muestra el resultado obtenido para la superficie de las Z VH en los escenarios base y de cambio climático, todos con CUT. Es importante considerar que: 1) el escenario base indica una disminución de la superficie de cobertura natural asociada a incrementos de uso agropecuario y suelos desnudos; 2) los resultados de cambio climático del escenario base son una transición de unas Z VH a otras, más que una pérdida. El escenario de CUT podría generar una disminución de 2.362 miles de hectáreas de cobertura natural, una disminución del 48%, cantidad considerable de tierras

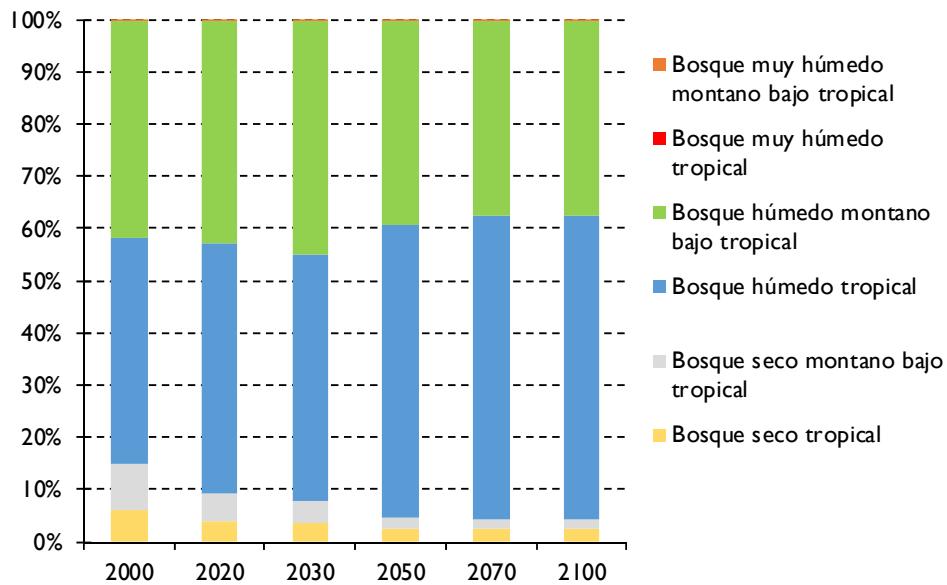
convertidas. En el 2000, la mayor proporción de cobertura natural era el bosque húmedo tropical (43%) y el de menor proporción el bosque seco tropical (6%). Para el 2100 bajo el escenario base, la participación del bosque húmedo tropical aumenta al 58% y la de bosque seco tropical disminuye al 3% (véase el gráfico 65).

**CUADRO 53**  
**HONDURAS: SUPERFICIE DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE, BASE 2005**  
**Y CON CAMBIO DE USO DE TIERRA Y ESCENARIOS A 2100**  
(En miles de hectáreas)

Zona de vida	2005	Con CUT	Con CUT y B2	Con CUT y A2
Bosque muy seco tropical	-	-	-	33,5
Bosque muy seco montano bajo tropical	-	-	-	-
Bosque seco tropical	290,6	63,0	36,7	1 377,5
Bosque seco montano bajo tropical	442,5	46,4	132,6	-
Bosque húmedo tropical	2 102,8	1 458,4	2 123,4	851,3
Bosque húmedo montano bajo tropical	2 025,6	935,2	245,8	116,0
Bosque húmedo montano tropical	-	-	-	-
Bosque muy húmedo tropical	-	-	-	-
Bosque muy húmedo montano bajo tropical	15,5	7,1	0,03	-
Bosque muy húmedo montano tropical	2,1	2,1	104,1	-
Bosque pluvial tropical	-	-	-	-
Bosque pluvial montano bajo tropical	-	-	-	-
Total	4 879,2	2 512,1	2 510,0	2 510,8

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

**GRÁFICO 65**  
**HONDURAS: PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE POR ZONA DE VIDA DE HOLDRIDGE,**  
**ESCENARIO BASE DE CUT CON CORTES A 2100**  
(En porcentajes)



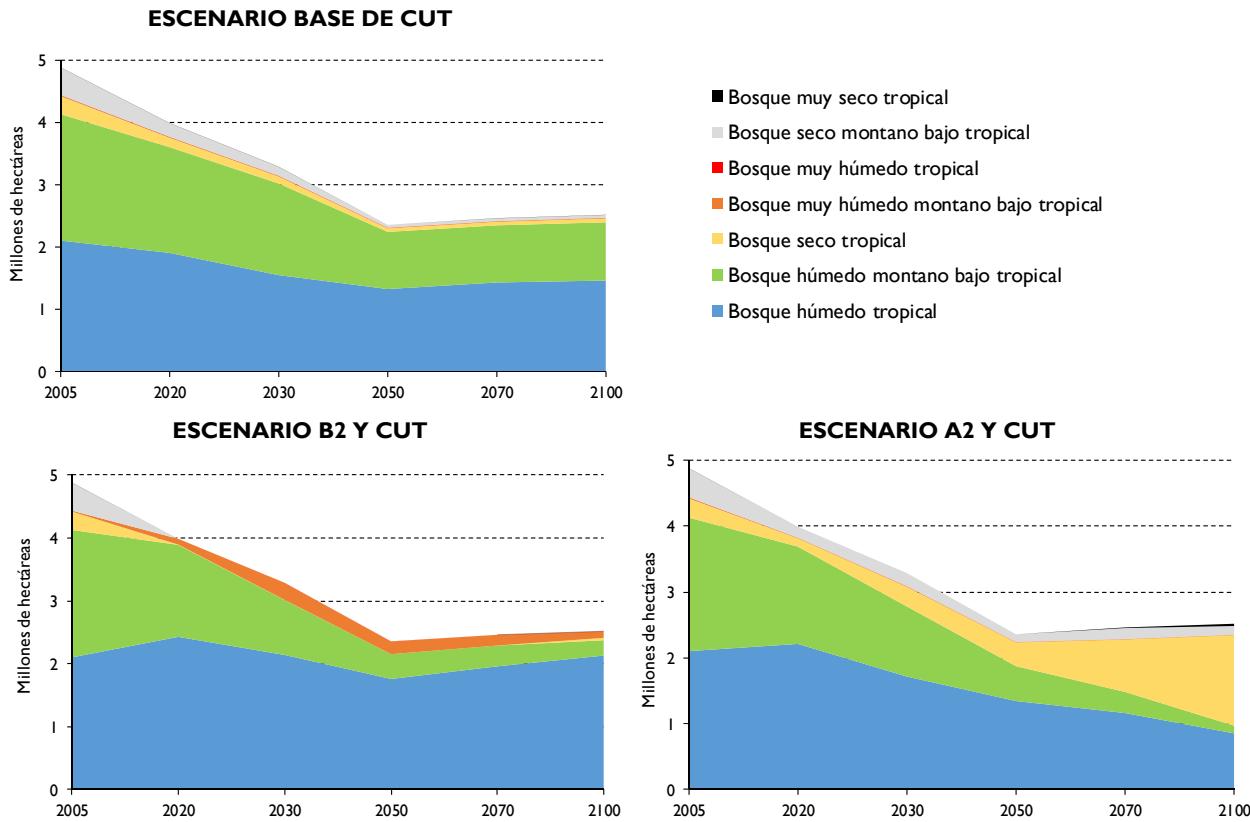
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

En los escenarios de cambio climático se podría presentar una transición de zonas de bosques húmedos ricos en biodiversidad a zonas de bosques secos con menor biodiversidad. En el escenario B2 se mantendría la superficie de bosque húmedo montano y tropical, que son los más extensos del

país, mientras que en el escenario A2 habría una disminución considerable de los bosques húmedos y un aumento de los bosques secos tropicales, inclusive podría aparecer una nueva zona de vida, el bosque muy seco tropical.

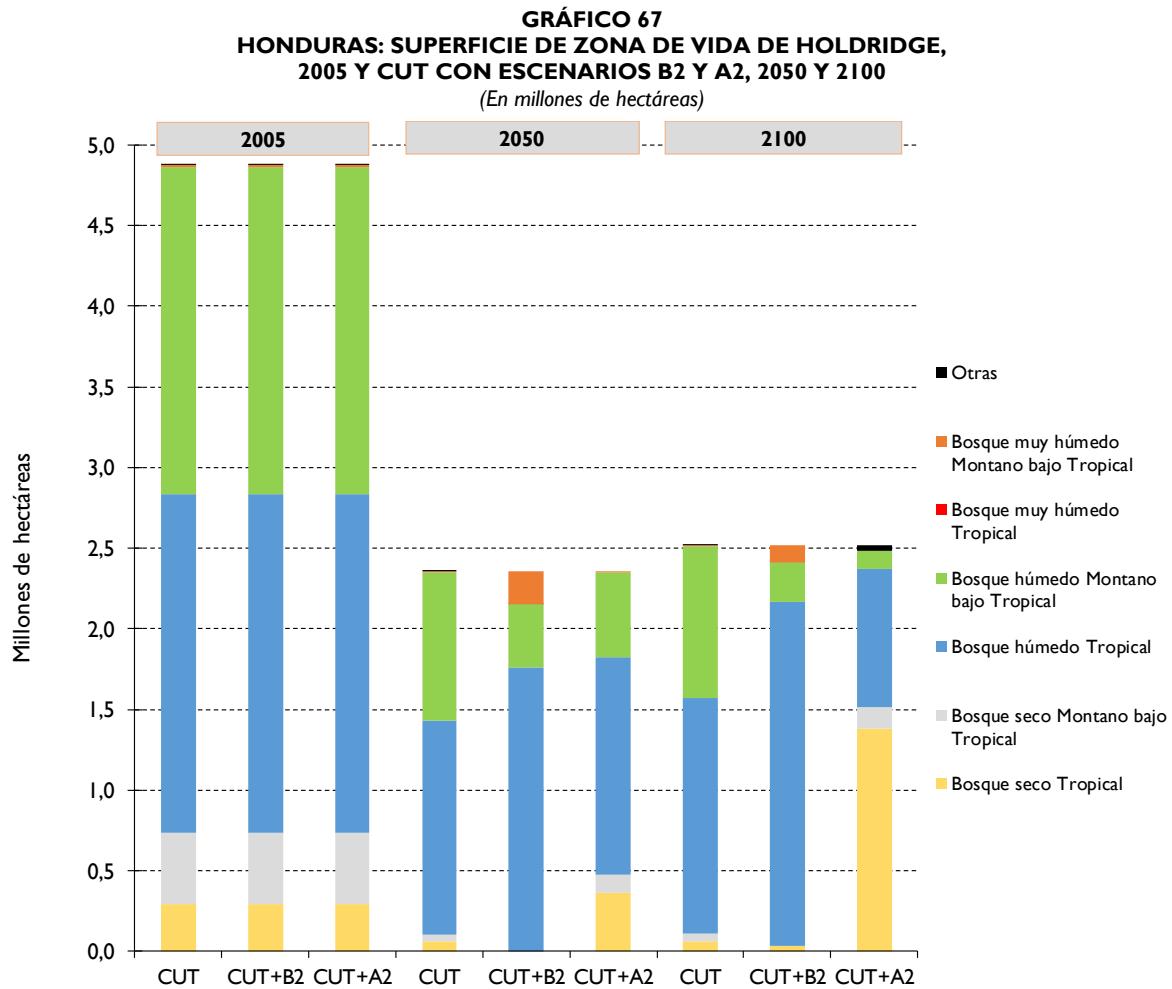
La evolución de los escenarios descritos también se presenta en el gráfico 66, donde pueden notarse con mayor precisión los períodos clave de cambio de las zonas de vida de Holdridge en los escenarios de cambio climático. En el escenario base sin cambio climático, la superficie de zonas de vida disminuiría a consecuencia de la actividad humana, pero se conservaría la superficie de bosques húmedos, la cual aumentaría en proporción a la de bosques secos, que se reduciría. Es importante destacar que de 2005 a 2050 podría haber una clara pendiente negativa de la superficie, la cual se estabilizaría a partir del 2050 y hasta podría aumentar para 2100. Es notable en el escenario A2 la aparición de una nueva ZVH que es el bosque muy seco tropical hacia el corte 2100.

**GRÁFICO 66**  
**HONDURAS: SUPERFICIE DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE**  
**ESCENARIOS BASE DE CUT, B2 Y CUT, Y A2 Y CUT 2005 A 2100**  
*(En millones de hectáreas)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

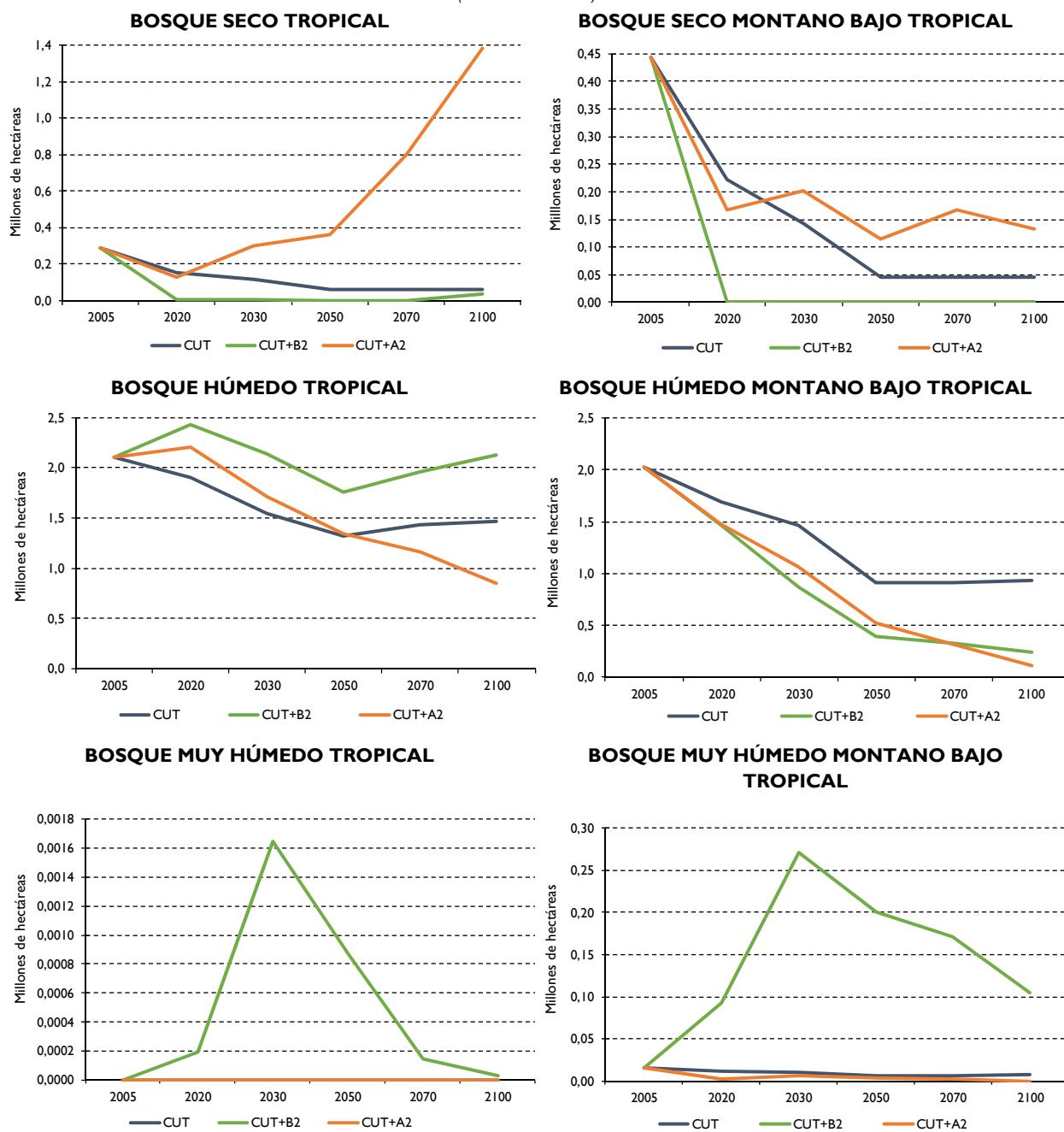
Destaca la disminución proporcional del bosque húmedo montano bajo tropical y del bosque seco tropical y el aumento del bosque húmedo tropical y del bosque muy húmedo montano bajo tropical en el escenario B2 respecto al escenario base en 2050 y 2100 (véase el gráfico 67). Por otro lado, disminuiría la superficie de los bosques húmedos tropicales y de los bosques húmedos montanos bajo tropical y aumentaría la superficie de los bosques secos montano bajo tropical y el seco tropical en el escenario A2 con respecto al escenario base en 2050 y 2100. La superficie de bosque seco tropical podría llegar a 1,3 millones de hectáreas al 2100 en el escenario A2, que representan el 56%.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

Los cambios previsibles de las principales zonas de vida en los tres escenarios se presentan en el gráfico 68: aumento de bosque seco en A2, más pronunciado a partir de 2050; el bosque seco montano empezaría a desaparecer a partir de 2020 en B2; el bosque húmedo tropical disminuiría durante todo el período en A2; en B2 permanecería disminuyendo hasta el 2050, para recuperarse posteriormente; el bosque húmedo montano bajo disminuiría durante todo el período en ambos escenarios; el bosque muy húmedo tropical se mantendría aumentando hasta 2050 y después disminuiría de forma considerable en B2. El bosque muy húmedo montano bajo tropical presentaría el mismo comportamiento.

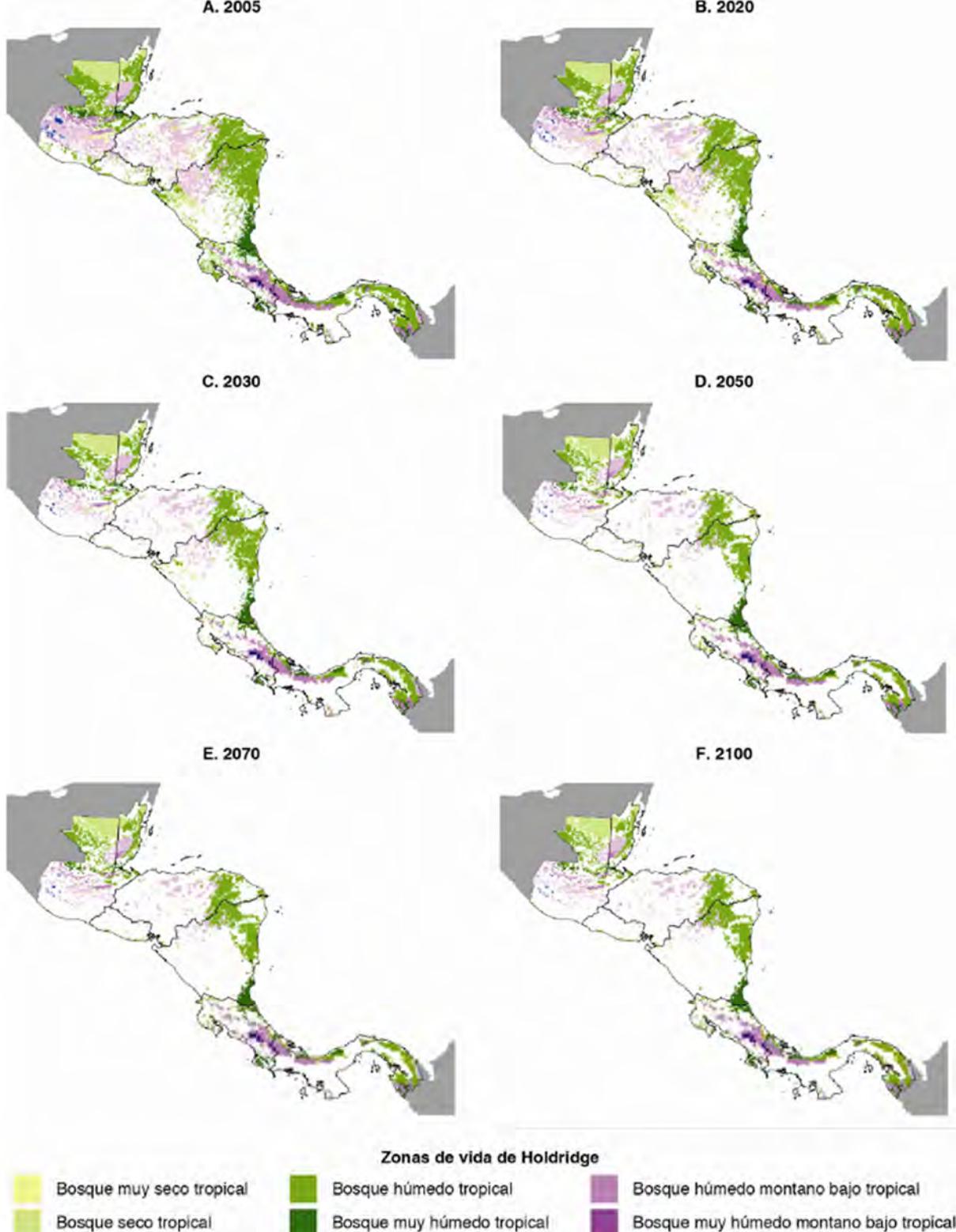
**GRÁFICO 68**  
**HONDURAS: SUPERFICIE DE ZONAS DE VIDA DE HOLDRIIDGE, ESCENARIOS BASE**  
**DE CUT, B2 Y CUT, Y A2 Y CUT, CON CORTES A 2100**  
*(En millones de ha)*



Fuente: Elaboración propia con datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

En el mapa 33 se muestra la evolución prevista de las zonas de vida del país en los diferentes cortes de tiempo de A2 hasta 2100. Es importante destacar que se espera una disminución considerable de las zonas de vida de todo el país, en particular en las regiones sur y occidente. Las zonas menos afectadas serían las del este, región colindante con el Mar Caribe y el Océano Atlántico.

**MAPA 33**  
**CENTROAMÉRICA: ZONAS DE VIDA DE HOLDRIIDGE CON CAMBIO DE USO DE TIERRA  
 Y ESCENARIO A2, CON CORTES A 2100**



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

Para realizar la valoración económica de las ZVH se utilizó la metodología de transferencia de beneficios, la cual implica identificar los valores promedio por hectárea por tipo de ecosistema y hacer una asociación directa con cada hectárea estimada. La valoración se realizó mediante los siguientes pasos:

- a) identificación de los servicios ecosistémicos de bosques tropicales. El bosque tropical es el ecosistema que provee mayor cantidad de servicios: agua, alimentos, madera, combustible, fibras, nuevos productos, regulación de la biodiversidad, ciclo de nutrientes, calidad de aire y clima, salud humana, detoxificación, regulación de riesgos naturales, servicios culturales y amenidades;
- b) búsqueda, homogeneización y sistematización de estudios de valoración económica de servicios ecosistémicos de bosques tropicales en todo el mundo. Se localizaron 80 estudios de diversos países con 275 observaciones útiles para este estudio, se homologaron los resultados a valores por hectárea por año en dólares de 2000 y se clasificaron de acuerdo con las seis ZVH de Centroamérica y sus tipos de servicios ecosistémicos.
- c) Se realizó un meta-análisis con las observaciones para cada ZVH. El meta-análisis es un análisis estadístico de diversos resultados empíricos de investigaciones sobre un tema determinado, se identifican sus resultados comunes y diferencias y se obtiene una visión de conjunto (Glass y otros, 1981 y Stanley, 2001). El meta-análisis permite obtener inferencias más amplias que los estudios individuales (Borenstein, y otros, 2009; Sáez y otros, 2001; Schwartz, 1994).

Se asociaron los valores encontrados con la cantidad de hectáreas de cada ZVH.

El resultado obtenido es el valor económico estimado de un servicio promedio por hectárea, bajo el supuesto de que cada hectárea provee un servicio ecosistémico. Este ejercicio se realizó estimando el valor promedio por hectárea de un servicio ecosistémico «genérico» para el que se consideran todos los estudios de cada zona de vida. La estimación inicial del valor promedio de las zonas de vida del año 2005 (en dólares del 2000 por hectárea por año) es presentada en el cuadro 54.

**CUADRO 54**  
**BOSQUES TROPICALES: VALOR PROMEDIO DE LOS SERVICIOS**  
**ECOSISTÉMICOS DE LAS ZONAS DE VIDA**  
*(En dólares de 2000 por hectárea y por año)*

Zonas de vida	Valor promedio
Bosque muy seco tropical	96,05
Bosque seco tropical	97,59
Bosque húmedo tropical	109,82
Bosque húmedo montano bajo tropical	133,56
Bosque muy húmedo tropical	213,34
Bosque muy húmedo montano bajo tropical	151,61

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

El valor promedio de los bosques tropicales muy húmedos sería de 213,34 dólares por hectárea, mientras que el de los bosques tropicales muy secos sería de 96,05 dólares. Los valores estimados varían entre un poco menos de 100 dólares por hectárea por año para bosques secos y muy secos tropicales; aproximadamente 110 dólares por hectárea por año para el bosque húmedo tropical; de 130 dólares a 150 dólares para el bosque húmedo montano bajo tropical y muy húmedo montano bajo tropical, y poco más de 210 dólares para el bosque muy húmedo tropical.

Si además de dividir los estudios por ZVH se analizan los cuatro tipos de servicios ecosistémicos (provisión, regulación, soporte y cultural), se pueden calcular valores para cada servicio,

asumiendo que cada hectárea puede proveer los cuatro tipos al mismo tiempo sin degradar su ecosistema. Las estimaciones del valor promedio de cada servicio por hectárea y el total se presentan en el cuadro 55. Los valores estimados para bosque muy seco tropical oscilan entre 40,45 dólares y 138,97 dólares por hectárea, con menor valoración para servicios culturales y más valoración para servicios de regulación. De nuevo, al sumar los valores de los cuatro tipos de servicios, los bosques secos tienen menos valor económico en comparación con los bosques muy húmedos.

**CUADRO 55**  
**BOSQUES TROPICALES: VALOR PROMEDIO DE CUATRO TIPOS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SU TOTAL DE LAS ZONAS DE VIDA**  
*(En dólares de 2000, por hectárea y por año)*

Zonas de vida	Provisión	Regulación	Soporte	Cultural	Total
Bosque muy seco tropical	114,50	79,34	107,05	33,05	333,94
Bosque seco tropical	83,51	138,97	92,66	40,45	355,60
Bosque húmedo tropical	111,56	123,70	93,59	106,28	435,13
Bosque húmedo montano bajo tropical	62,11	54,52	223,55	230,93	571,11
Bosque muy húmedo tropical	84,00	225,95	75,66	696,07	1 081,66
Bosque muy húmedo montano bajo tropical	97,67	139,49	1 064,32	120,14	1 421,63

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

Con los valores del cuadro 54 y las superficies de cada una de las ZVH de Honduras se estimó el valor para 2005 y para las variaciones de las superficies de los escenarios base, B2 y A2. El valor estimado de los servicios ecosistémicos de las ZVH en 2005 fue de aproximadamente 2.197 millones de dólares, siendo el bosque húmedo montano bajo el que obtuvo mayor valor (véase el cuadro 56).

**CUADRO 56**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL VALOR DE LAS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIGDE, 2005**  
*(En millones de dólares de 2000)*

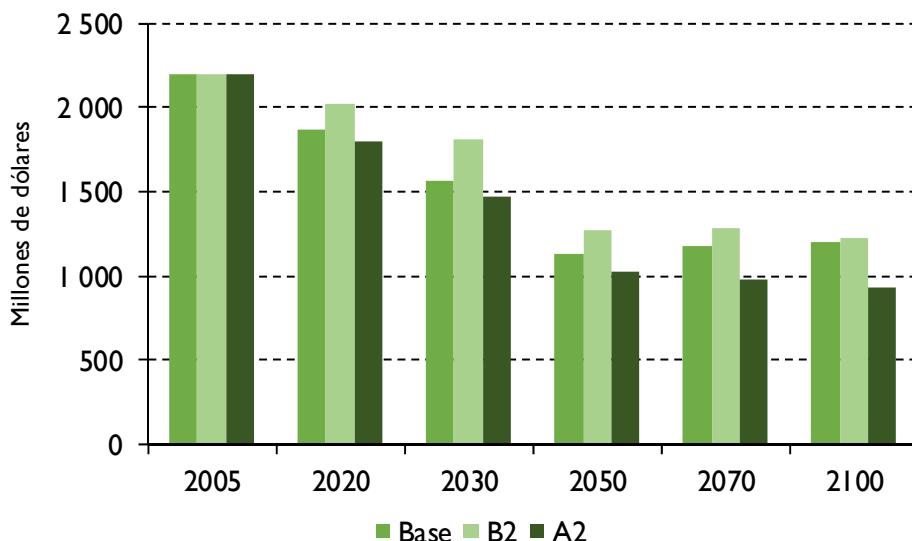
Zona de vida	
Bosque muy húmedo tropical	0,00
Bosque muy húmedo montano bajo tropical	22,06
Bosque húmedo tropical	914,98
Bosque húmedo montano bajo tropical	1 156,83
Bosque seco tropical	103,34
Bosque muy seco tropical	0,00
Total	2 197,22

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

En el gráfico 69 se presentan las estimaciones de valor de las ZVH en los escenarios base, B2 y A2, observándose que éstas disminuyen en los tres; sin embargo, el valor es mayor en B2 y menor en A2 en todo el período. Las pérdidas son mayores en los primeros años hasta 2050, y después se estabilizan.

Se estima una reducción de la superficie de las ZVH en el escenario CUT y con ello una reducción de su valor también a 1.066 millones de dólares en 2050 y a 994 millones de dólares en 2100. Las diferencias de valor de las ZVH respecto a 2005 y por escenarios de cambio climático se presentan en el cuadro 57. En el escenario B2 la pérdida de valor sería en el bosque húmedo montano bajo tropical. Mientras que en el escenario A2 también habría una gran pérdida en el mismo bosque seguido del bosque húmedo tropical, en este escenario el valor del bosque seco tropical aumentaría. A 2030 el total de las ZVH perderían 17% en B2 y 33% en A2 y a final del siglo la perdida sería de 44% y 58% respectivamente.

**GRÁFICO 69**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL VALOR DE ZONAS DE VIDA**  
**DE HOLDREIGDE, 2005 Y ESCENARIOS CON CORTES A 2100**  
*(En millones de dólares a precios de 2000)*



**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

**CUADRO 57**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DE LAS DIFERENCIAS EN VALOR DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**  
**POR ZONAS DE VIDA RESPECTO A 2005 EN ESCENARIOS B2 Y A2 A 2100**  
*(En millones de dólares y porcentajes)*

Zonas de vida	2020	2030	2050	2070	2100
<b>B2</b>					
Bosque muy húmedo tropical	0,20	1,78	0,95	0,16	0,03
Bosque muy húmedo montano bajo tropical	109,61	363,06	263,21	220,89	126,01
Bosque húmedo tropical	141,13	16,46	-148,93	-62,18	11,97
Bosque húmedo montano bajo tropical	-321,52	-658,81	-931,68	-968,19	-1 016,74
Bosque seco tropical	-101,24	-102,34	-103,34	-103,05	-90,29
Bosque muy seco tropical	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	-172,02	-381,64	-920,74	-912,52	-969,05
Porcentaje de pérdida respecto al 2005	-7,83%	-17,37%	-41,90%	-41,53%	-44,10%
<b>A2</b>					
Bosque muy húmedo tropical	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bosque muy húmedo montano bajo tropical	-19,12	-13,13	-16,02	-19,13	-22,06
Bosque húmedo tropical	32,32	-168,16	-329,49	-409,18	-543,31
Bosque húmedo montano bajo tropical	-356,19	-549,67	-855,24	-973,05	-1 090,60
Bosque seco tropical	-55,99	3,10	25,99	180,38	387,47
Bosque muy seco tropical	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	-398,97	-727,86	-1 174,76	-1 220,98	-1 268,50
Porcentaje de pérdida respecto al 2005	-18,16%	-33,13%	-53,47%	-55,57%	-57,73%

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2012d).

**RECUADRO 9**  
**RECOMENDACIONES PARA LA ADAPTACIÓN DE**  
**ECOSISTEMAS BOSCOSOS AL CAMBIO CLIMÁTICO**

La adaptación humana al cambio climático depende de la adaptabilidad de los ecosistemas. La eficiencia y la sustentabilidad de la actividad económica deberán ser evaluadas en los diversos servicios de regulación ambiental, y se justifica intervenir en ellos por fuera del mercado en caso de ser necesario. La precaución es esencial debido a la irreversibilidad de los procesos de degradación de los recursos naturales.

Se recomienda ampliar la definición de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y de los corredores biológicos para minimizar la pérdida de recursos naturales. Aunado a lo anterior se propone fomentar la agricultura y el aprovechamiento forestal sostenibles al igual que el rescate de cultivos locales resistentes al cambio climático.

Las medidas de conservación de los bosques deben incluir la participación de las comunidades locales en la recuperación y preservación de los ecosistemas. Al mismo tiempo que recuperar conocimientos tradicionales de preservación y adaptación a nuevas tecnologías. Adicionalmente debe considerarse el mejoramiento de la gestión de los bosques, el control de actividades como tala y deforestación y eventos como incendios forestales. La protección de los ecosistemas es también esencial para el ecoturismo.

La gestión adecuada del agua con relación a la preservación de los bosques y sus ecosistemas es fundamental, especialmente en descontaminación, reciclaje y uso eficiente del líquido para consumo doméstico.

Son necesarias acciones conjuntas con el sector agrícola para recuperar y restaurar zonas de baja productividad, así como la reforestación de zonas dañadas y evitar la extensión de zonas agrícolas más allá de sus límites razonables. La valoración económica agrícola debe incluir la polinización y la humedad y su protección y conservación.

Es imprescindible contar con un plan de ordenamiento territorial que vincule a las poblaciones con actividades económicas y al mismo tiempo provea infraestructura natural que sirva como protección ante eventos hidrometeorológicos naturales. Tal es el caso de las plantaciones que protegen contra tormentas y huracanes, entre otros.

Es necesario destinar financiamiento a programas de conservación de bosques por parte de pequeños tenedores de tierra, reconociendo sus beneficios para los recursos hidrológicos y la fijación de carbono. El Fondo Mesoamericano para el Pago por Servicios Ambientales es una iniciativa importante de conservación regional.

Los programas de fomento a la conservación voluntaria y su vinculación con metas de conservación ecológica y de reducción de emisiones deben incorporar objetivos de bienestar poblacional.

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

A manera de reflexión final para este capítulo, se identificó que los departamentos hondureños con mayor valor en biodiversidad, son los situados en el oriente del país, incluyendo Gracias a Dios, Atlántida y Olancho, con base en el IBP con datos de 2005. El IBP nacional bajaría aproximadamente 6% en 2020, 10% en 2030, 15% en 2050 y 14% en 2100 con base en el escenario de CUT tendencial (sin cambio climático). Con el cambio climático, el IBP disminuiría 17% en 2020, 28% en 2030, 45% en 2050 y hasta 71% en 2100 en el escenario A2. El valor de mercado anual estimado y de aporte a la economía de Honduras para los servicios de la biodiversidad podría girar en torno a 10,34 millones de dólares de 2008. En función de la limitada información disponible, el sector económico con mayores beneficios

de la biodiversidad es el de la producción agrícola orgánica, seguido por el de la producción forestal no maderable y el ecoturismo.

Según el análisis con base en las ZVH, la superficie de cobertura natural disminuiría aproximadamente de 4,9 millones de hectáreas a 3,3 millones de hectáreas en 2030, a 2,4 millones de hectáreas en 2050 y se estabilizaría en 2,5 millones de hectáreas hacia el final de siglo, esto, en un escenario con CUT sin cambio climático. Se ha estimado que las condiciones climáticas serían más aptas para el bosque seco tropical, cuya cobertura aumentaría del 6% de la superficie forestal en 2005 al 9% en 2030, al 15% en 2050 y al 56% en 2100, bajo un escenario con CUT y cambio climático (A2). El resto de las zonas de vida boscosas clasificadas como húmedo tropical sufriría reducciones significativas, incluyendo el bosque húmedo tropical y el bosque húmedo montano bajo tropical. En este escenario se desarrollarían condiciones para una zona de vida no presente en Honduras, el bosque muy seco tropical.

La adaptación de los ecosistemas boscosos al cambio climático requiere que los servicios de regulación ambiental de Honduras evalúen la eficiencia y sustentabilidad de las actividades económicas que los afectan negativamente e incentiven la reducción de dichos efectos. Otra medida para facilitar la adaptación sería incrementar la superficie y las medidas de protección de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y de los corredores biológicos. Las medidas de conservación de los bosques y de sus beneficios económicos y sociales deberían incluir la participación de las comunidades locales y la incorporación de sus conocimientos tradicionales de preservación de la naturaleza y capacidad de adaptación de tecnología. Se recomienda coordinar con el sector agrícola acciones de recuperación y restauración de zonas de baja productividad, así como la reforestación de zonas dañadas y controlar la extensión de la frontera agrícola. Se deben intensificar los esfuerzos de valoración económica de los ecosistemas como la polinización, la retención de la humedad, la modulación de temperaturas locales y las barreras naturales que proveen protección ante eventos hidrometeorológicos, entre otros beneficios. Es imprescindible contar con un plan de ordenamiento territorial que vincule a las poblaciones con actividades económicas congruentes con las capacidades de los ecosistemas.

## 6. IMPACTOS POTENCIALES EN ENFERMEDADES SENSIBLES AL CLIMA

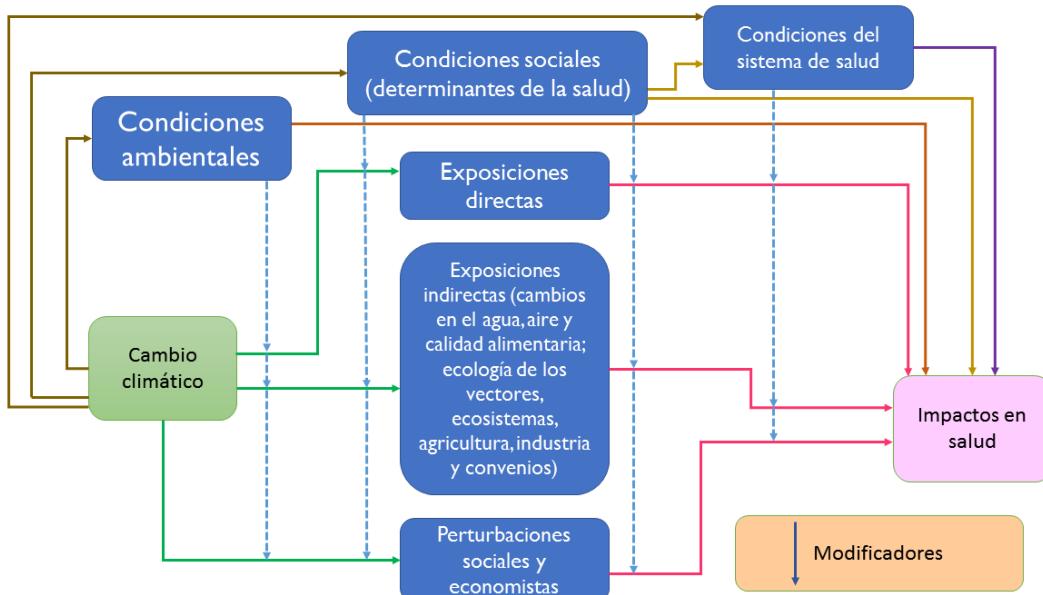
En 2012 se instituyó la iniciativa Salud y Cambio Climático para generar mayor información sobre el impacto potencial del cambio climático en las enfermedades sensibles al clima. Los participantes fueron los Ministerios de Salud, el Consejo de Ministros de Salud (COMISCA) de los países de Centroamérica y la República Dominicana con su Secretaría Ejecutiva y en colaboración con la CEPAL, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de Salud de Panamá (ICGES), el Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET) y el Instituto Nacional de Salud Pública de México (INSP). Este componente tuvo por objetivo desarrollar capacidades y proporcionar análisis y propuestas relevantes a los tomadores de decisiones sobre los riesgos inmediatos y de largo plazo de la variabilidad y el cambio climático en la incidencia de enfermedades sensibles al clima.

En esa iniciativa se incluyó un primer análisis del estado del arte sobre el tema en la región, examinando las investigaciones disponibles, sus resultados y las metodologías desarrolladas. El incremento de la temperatura y de los eventos hidrometeorológicos extremos como inundaciones, sequías y huracanes tienen una importante incidencia en la salud pública y sus efectos se pueden potencializar por condiciones sociales adversas como el nivel de pobreza. De esta manera, el cambio climático influye en una mayor proliferación o en cambios en los patrones de incidencia de enfermedades sensibles al clima como diarreas, procesos respiratorios agudos, dengue, malaria, Chagas, leishmaniasis y las emergentes como zika y chikungunya.

Los eventos hidrometeorológicos frecuentes como inundaciones, sequías y huracanes tienen una importante incidencia en la salud pública, y sus efectos se pueden potencializar por condiciones sociales como la pobreza. En la figura 9 se muestran las vías por las que el cambio climático puede afectar la salud humana, en particular las condiciones ambientales y sociales, las cuales son determinantes para la salud. Los efectos directos del clima sobre la salud humana se generan cuando se presentan valores extremos de una o más variables, como temperatura, precipitación o sequías extremas, que impactan directamente en el organismo humano, provocando alteraciones fisiopatológicas. Los efectos indirectos se generan por la exposición humana a cambios en la calidad del agua, calidad del aire, alimentación y ecología de los vectores, entre otros cambios que perturban el entorno y terminan afectando la salud.

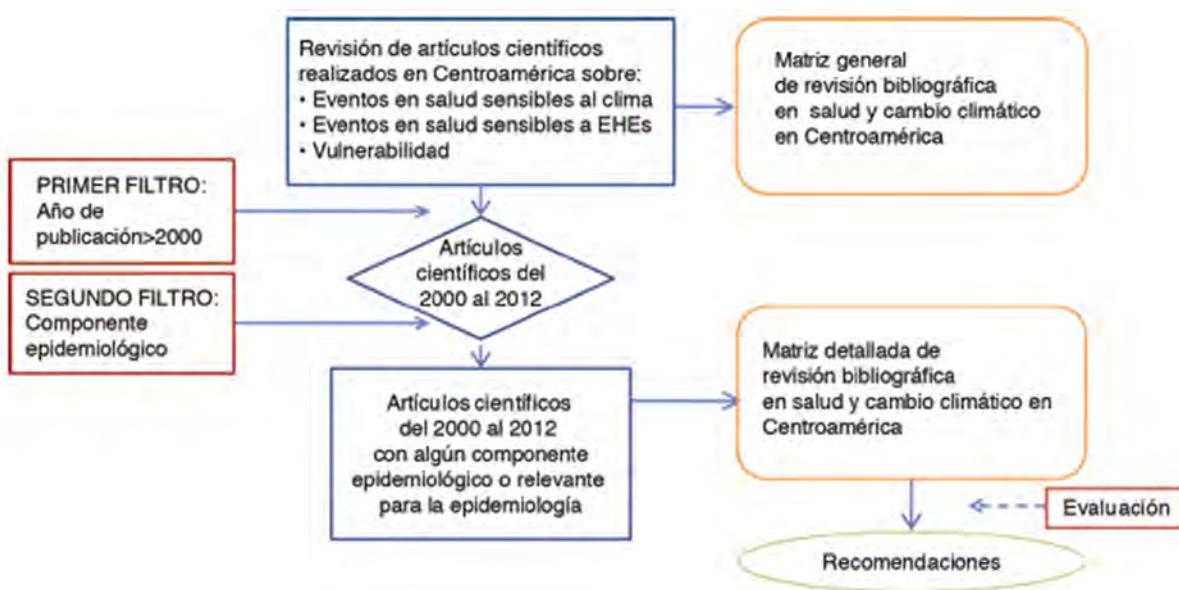
El procedimiento seguido para evaluar el estado del arte en este tema se presenta en la figura 10: i) revisión sistemática de la literatura indexada y no indexada en bases de datos electrónicas, utilizando las fuentes MEDLINE, COCHRANE y LILACS, las bases de datos de *Pubmed*, *Academic Search Premier* de EBSCOhost Web y Scielo y el buscador Google académico; ii) análisis de la literatura sobre enfermedades sensibles al clima basada en estudios epidemiológicos con matrices, identificando las instituciones y grupos de investigación que generan recomendaciones a partir de sus propios hallazgos. El período de análisis seleccionado fue 1960-2012, y iii) análisis de la vulnerabilidad del sector salud.

**FIGURA 9**  
**VÍAS POR LAS QUE EL CAMBIO CLIMÁTICO AFECTA LA SALUD HUMANA**



Fuente: IPCC, 2007b.

**FIGURA 10**  
**ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN DE ARTÍCULOS INDEXADOS**



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

Se realizó también una búsqueda de información no indexada en las Comunicaciones Nacionales ante el Convenio Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), acuerdos, actas de congresos, folletos, libros y presentaciones disponibles sobre el tema.

Los documentos sobre Centroamérica son 235, de los cuales 36 (15,3%) son sobre Honduras, la mayoría de ellos artículos de investigación, una comunicación nacional y dos reportes (véase el cuadro 58).

**CUADRO 58**  
**CENTROAMÉRICA Y HONDURAS: TIPO DE DOCUMENTO**  
*(Valor y porcentajes del total)*

Región	Artículos de investigación	Artículos de revisión	Artículos de divulgación	Comunicaciones nacionales	Reportes	Otros
Honduras	36 (15,3%)	-	-	1 (12,5%)	2 (7,4%)	-
Centroamérica	235	4	4	8	27	16

Fuente: Elaboración propia con información de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, COMISCA, UKAID y DANIDA, 2012.

En el cuadro 59 se presenta el número de artículos y documentos por enfermedad para Centroamérica y Honduras. La enfermedad sobre la que se dispone de más información es el dengue (57 documentos), de los cuales 6 (5,5%) son sobre Honduras. Le siguen Malaria y Chagas.

**CUADRO 59**  
**CENTROAMÉRICA Y HONDURAS: ARTÍCULOS Y DOCUMENTOS POR ENFERMEDAD**  
*(Valor y porcentajes del total)*

Región	Impacto en Salud								
	Chagas	Dengue	EDA	IRA	Leishmaniasis	Leptospirosis	Malaria	Salud mental	Otros
Honduras	3 (5,5%)	6 (10,5%)	-	-	2 (9,5%)	1 (20%)	6 (23,1%)	2 (50%)	8 (13,6%)
Centroamérica	54	57	12	3	19	5	26	4	59

Fuente: Elaboración propia con información de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, COMISCA, UKAID y DANIDA, 2012.

Es reconocido que los eventos hidrometeorológicos extremos han afectado y siguen afectando la salud humana en Centroamérica. Entre 1930 y 2008 se registraron 248 eventos extremos. Los más frecuentes son huracanes, tormentas tropicales, ciclones, sequías, inundaciones, deslizamientos y aluviones. Se estima que su número podría aumentar entre el 5% y el 10% durante el siglo, y Honduras será uno de los países con mayores impactos (CEPAL/UKAID/CCAD/SICA, 2010).

En el cuadro 60 se presentan los eventos hidrometeorológicos con mayor impacto en Honduras, de 1998 a 2011. El huracán Mitch (1998) ha sido el más destructivo con más de 5.000 muertos y 617.000 damnificados. En 2010, la tormenta tropical Agatha ocasionó 17 muertes y 420.000 damnificados, y el huracán Michelle (2001) más de 20.000 damnificados. Estos eventos tuvieron impactos directos en la salud. Por ejemplo, después del huracán Mitch, en Istoca se detectó una gran contaminación de suelos por plaguicidas; las concentraciones de clorpirifos y paratión fueron de 30 a 100 veces mayores que las permitidas (Balluz y otros, 2001). La mayoría de las intervenciones en Honduras como en Centroamérica tras el paso del Huracán Mitch se han orientado a la vigilancia de brotes en el corto plazo y a la reducción de riesgos por amenazas específicas.

**CUADRO 60**  
**HONDURAS: EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS CON MAYOR IMPACTO, 1998-2011**

Año	Evento	Muertes	Damnificados	Fuente
1998	Huracán Mitch	5 657	617 831	(Turcios I, 2005)
2000	Huracán Keith	9		(Turcios I, 2005)
2001	Huracán Michelle	6	>20 000	(Turcios I, 2005)
2004	Inundaciones	-	30	(OPS, 2005)
2010	Tormenta Tropical Agatha	17	420 000	(Telesurtv, 2010)
2010	Tormenta Tropical Matthew	4	3 662	(Eliza, 2010)
2011	Huracán Rina	29	2 341	(SWISSINFO, 2011)

Fuente: Elaboración propia con información de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, COMISCA, UKAID y DANIDA, 2012.

**RECUADRO 10****SALUD Y CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y LA REPÚBLICA DOMINICANA: RESPONDiendo AL RIESGO CLIMÁTICO EN LA SALUD HUMANA**

El proyecto Impacto Socioeconómico del Cambio Climático y Opciones Políticas en Centroamérica de la ECC CA tiene como objetivo analizar y proponer políticas de salud ante el cambio climático en los países de la región. El proyecto ha sido emprendido por los Ministerios de Salud de Centroamérica y la República Dominicana, el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana y la Comisión Técnica de Vigilancia en Salud y Sistemas de Información (COMISCA/COTEVISI) con el apoyo técnico de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Instituto Nacional de Salud Pública de México (INSP), el Instituto de Meteorología de la República de Cuba (INSMET), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El BID es la agencia ejecutora de la actual fase. La gestión técnica del proyecto recae en un grupo de asesoría técnica coordinado por el punto focal de cambio climático de la Sede subregional de la CEPAL en México.

Los objetivos específicos del proyecto se enfocan en generar análisis técnicos relevantes y fortalecer capacidades de diseño, ejecución y evaluación de políticas de respuesta de cada país a los riesgos de la variabilidad y el cambio climáticos, incluyendo las siguientes medidas:

- desarrollo de sistemas de alerta temprana;
- diseño de escenarios de largo plazo sobre cambios potenciales en incidencia de enfermedades sensibles al clima;
- desarrollo de aplicaciones tecnológicas de clima y salud relacionadas con enfermedades transmitidas por vectores y de métodos para medir su efectividad, y
- propuestas de medidas de gestión de riesgo y de adaptación.

Las actividades propuestas para cumplir estos objetivos se realizarán en tres etapas:

- a) primera: capacitación en el análisis y generación de conocimientos sobre las tendencias históricas y actuales de vulnerabilidad y exposición a las enfermedades priorizadas relacionadas con riesgos climáticos; diseño de un programa de análisis y generación de conocimiento de acuerdo con los siguientes pasos: identificación de eventos de salud relevantes sensibles al clima; preparación de las bases de datos de series históricas; capacitación en el manejo de dichas bases de datos; evaluación de la relación de la incidencia de enfermedades con indicadores de clima; caracterización de la exposición y de las poblaciones y regiones vulnerables; recomendaciones de líneas de acción en políticas públicas.
- b) segunda: Diseño de un modelo predictivo de la incidencia de las enfermedades priorizadas en cada país y de informes con pronósticos de probable incidencia de dichas enfermedades a corto plazo.
- c) tercera: Modelación de escenarios con cambio climático para las enfermedades priorizadas para orientar medidas de desarrollo y preventivas del sector.

**Fuente:** Ministerios de Salud de Centroamérica y la República Dominicana, COMISCA/COTEVISI, OPS, INSP, INSMET, CEPAL y BID, (2016).

En Honduras se han realizado talleres con un equipo nacional interinstitucional, recientemente enfocados a estimar la influencia de las variaciones del clima en las infecciones respiratorias agudas (IRAs), especialmente en el caso del virus sincitial respiratorio humano (VSRH) y de la influenza en

Tegucigalpa. Las variaciones del clima se midieron con un índice climático mensual de diez indicadores. Para las enfermedades de VSHR e influenza se utilizó el número atenciones médicas y el reporte de circulación mensual de los virus en el período 2010-2015. Los hallazgos iniciales de este estudio sugieren que la variabilidad y el cambio climático inciden en el desarrollo de los virus de la influenza y del VSRH, por lo que la prevalencia de IRAs podría aumentar.

#### **RECUADRO II**

#### **TALLER ESTUDIO DE CASO EN TEGUCIGALPA, HONDURAS. INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS CAUSADAS POR INFLUENZA Y VIRUS SINCITAL RESPIRATORIO HUMANO**

Los efectos del clima y su variabilidad sobre la salud humana han generado numerosos estudios sobre la asociación entre cambio climático y enfermedades sensibles al clima. La diseminación de los virus respiratorios, principales agentes de las infecciones respiratorias agudas (IRAs), demanda alrededor de 50 millones de atenciones médicas cada año en Centroamérica.

Los estudios sobre la circulación viral y estacionalidad de las IRAs, especialmente el virus sincital respiratorio humano (VSRH) y los virus de influenza son escasos o inexistentes en Honduras (Secretaría de Estado en los Despachos de Salud de Honduras, 2010; Osores Plenge F, 2009). En el marco del proyecto Impacto Socioeconómico del Cambio Climático y Opciones de Políticas en Centroamérica de la ECCCA, se realizó un taller en Tegucigalpa para capacitar personal en las metodologías para determinar la influencia de las variaciones del clima en las IRAs. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- a) transmitir conocimientos actualizados en métodos y procedimientos para los estudios de las relaciones entre el clima y la salud humana;
- b) desarrollar capacidades de identificación y evaluación de los impactos potenciales de la variabilidad climática en la salud humana en Centroamérica mediante ejercicios prácticos.

La metodología discutida se centró en la utilización de índices para entender el comportamiento de las variaciones estacionales y la influencia de la variabilidad climática en la circulación de los virus y el comportamiento de los vectores. Para explicar la relación clima-enfermedad se usó una combinación de los Modelos Autorregresivos Generalizados con Heteroscedasticidad Condicional (GARCH) y variables exógenas, que permitieron simular el comportamiento futuro de las enfermedades a partir de condiciones climáticas proyectadas (Ortiz y otros, 20012).

En Honduras se han realizado otros talleres con un equipo interinstitucional, enfocados a estimar la influencia de las variaciones del clima en las IRAs, especialmente del virus sincital respiratorio humano (VSRH) y de la influenza. Las variaciones del clima se midieron con un índice climático mensual de diez indicadores. Se utilizó el número atenciones médicas y el reporte de circulación mensual de los virus en el período 2010-2015. Los hallazgos iniciales sugieren que la variabilidad y el cambio climático favorecen el desarrollo de estos transmisores, por lo que el riesgo de IRAs podría aumentar.

Los próximos pasos del análisis abordarán las implicaciones de los cambios en temperatura, precipitación y estructuras demográficas en distintos escenarios, generará pronósticos de riesgos de salud e incorporarán modelos de nicho ecológico para analizar los cambios de distribución de las especies o vectores que transmiten enfermedades. Es recomendable integrar variables como pobreza, inequidad, desigualdad, falta de acceso efectivo a los servicios de salud, capacidad de respuesta institucional y degradación ambiental. Del mismo modo, es importante fortalecer los sistemas de recolección y análisis de datos epidemiológicos. Se requieren series de datos retrospectivos de 30 años por lo menos. Será necesario continuar trabajando con el grupo de análisis interdisciplinario e interinstitucional.

Fuente: CEPAL y BID (2016).

## A. ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS

Las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) dependen en buena medida del curso cíclico de virus, bacterias y parásitos en determinadas épocas y lugares. Estudios de estos agentes indican que en la incidencia de EDAs son más comunes las bacterias *Escherichia coli*, *Campylobacter* y *Clostridium difficile* y los parásitos *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Trichuris trichura* y *Ascaris lumbricoides* o virus del tipo rotavirus y enterovirus (Gutiérrez y otros, 2005).

En América Latina mueren alrededor de 77.000 niños menores de cinco años por EDAs anualmente, enfermedades causadas principalmente por agua y alimentos contaminados y falta de higiene. Del 60% al 80% de las enfermedades transmisibles de Centroamérica se relacionan con el consumo de agua. Está documentado que la mortalidad infantil desciende conforme aumenta el acceso al agua potable (OPS, 2007).

Según la OMS, en Honduras las EDAs son la tercera causa de decesos hospitalarios de menores de un año; entre los años 2005 y 2006 se atendieron 3.292 niños con EDAs, de los cuales 1.168 tuvieron infección por rotavirus. La OPS documentó que entre 2000 y 2004 se registraron 222.000 consultas médicas, 4.390 hospitalizaciones y 192 fallecimientos hospitalarios de menores de cinco años. La mayoría de los niños infectados por rotavirus fueron varones menores de dos años residentes de áreas urbanas, la mayoría de ellos infectados en los meses de febrero y marzo (Castellanos y otros, 2008).

La mayor cantidad de casos de infección por EDAs en menores de cinco años se presenta en la costa del Atlántico en dos temporadas: de enero a abril, atribuido al rotavirus y la temporada seca, y otro de junio a agosto en temporada lluviosa, atribuido a bacterias (Solórzano y otros, 2006; Castellanos y otros, 2008).

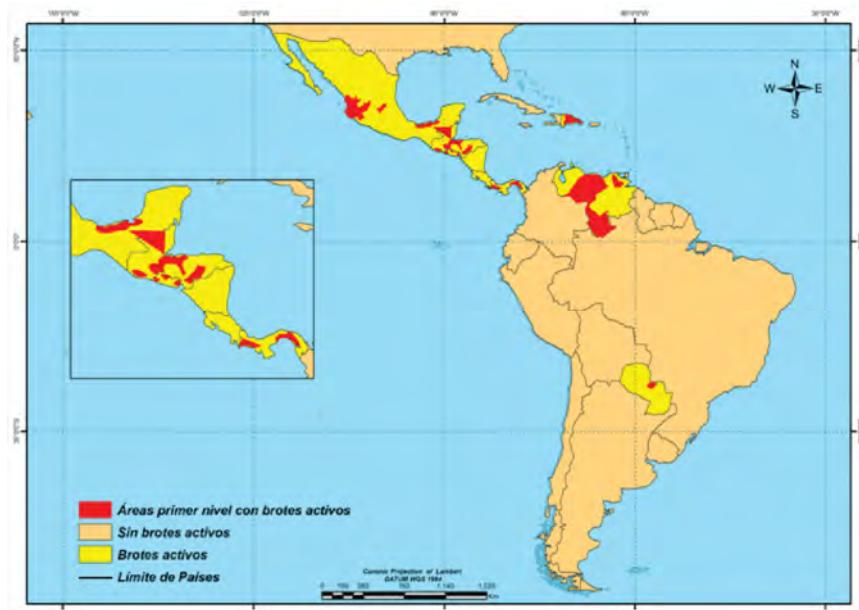
## B. DENGUE

El dengue ha tenido un incremento en los últimos 20 años en toda América, contribuyendo con el 10% de los casos reportados de Centroamérica y el Caribe. De acuerdo con información de la OPS y los Ministerios de Salud, se elaboró el mapa 34, que presenta la situación endémica del dengue durante una semana epidemiológica en 2009. Se observa que hubo brotes activos en todos los departamentos de Honduras; los departamentos de Olancho, El Paraíso, Atlántida, Yoro, Cortés y Comayagua fueron catalogados como áreas de brote activo de primer nivel.

Durante el período 1991-2010, los casos anuales de dengue clásico en Honduras aumentaron en forma lineal, con brotes epidémicos en 1991 (3.045 casos), 1995 (18.152 casos), 1998 (21.359 casos) en 2002 (32.269 casos), 2007 (29.328 casos) y 2010 (66.814 casos) (Ávila y otros, 2010; OPS, 2011). Los casos de dengue hemorrágico (DH) aumentaron como brotes epidémicos en 2000 (314 casos), 2002 (863 casos), 2007 (1.692 casos), 2010 (2.600 casos). Honduras fue el país centroamericano con mayor número de casos en 2010 (Ávila y otros, 2010; OPS, 2011).

En la información sobre dengue clásico en Honduras en el período 1991-2010 se observa un aumento de los casos al comienzo de la semana epidemiológica número 20 (coincidiendo con el inicio de la época de lluvias) y una baja incidencia en la época seca. Sin embargo, en 2010 se registró una ocurrencia mayor que lo normal con 66 814 casos, que representó una tasa de incidencia de 86,15 casos por cada 10 000 habitantes. Probablemente este incremento esté asociado al fenómeno ENOS y el cambio climático global (Ávila y otros, 2010).

**MAPA 34**  
**AMERICA LATINA Y EL CARIBE: BROTES ACTIVOS DE DENGUE, 2009**  
(Por ubicación geográfica. Semana epidemiológica 45, 2009)



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

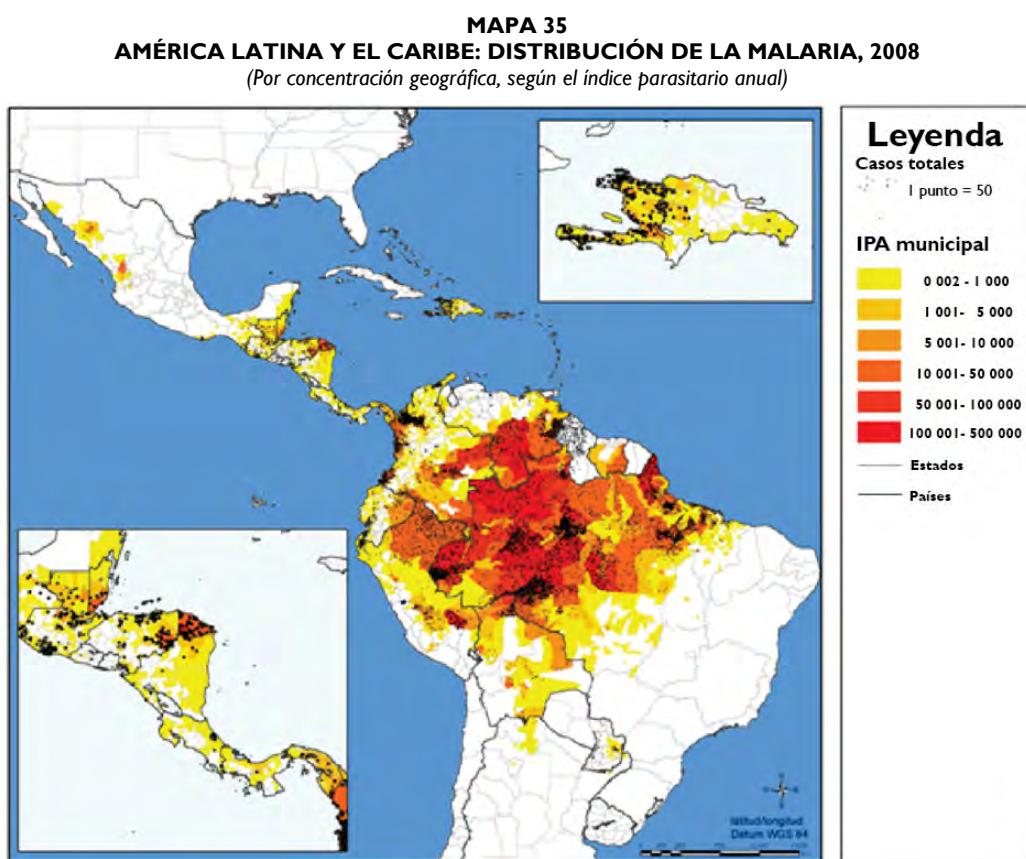
Nota: Primer nivel administrativo subnacional.

## C. MALARIA

Centroamérica presenta varios tipos de microclimas que favorecen el desarrollo y resistencia del mosquito transmisor de la malaria. Honduras es uno de los países con más casos, más de tres cuartas partes de los casos confirmados en Centroamérica en 2006 (COMISCA, 2009). El país es una de las principales zonas endémicas de la enfermedad en Centroamérica (véase el mapa 35), particularmente la región norte con una elevada prevalencia en los departamentos Gracias a Dios y Olancho.

El 87% del territorio de Honduras, donde se concentra el 63% de la población, es considerado endémico para la malaria. En el período 2007-2010, 15 de los 18 departamentos reportaron casos; el 87% de los casos reportados en 2008 correspondió a seis departamentos de las regiones norte y noreste. En 2010, Honduras ocupó el primer lugar en incidencia de malaria en Centroamérica con 9.474 casos. La mayoría de los casos se presentan en zonas rurales; el grupo de edad más afectado es el de 15 a 49 años (OPS, 2011).

El departamento con la mayor cantidad de casos es Gracias a Dios, aunque no se registran muertes por malaria ahí desde 2005, con excepción de 2008, cuando se contabilizaron dos. En 2011 se registraron 9.474 casos con una tasa de incidencia de 12,21 casos por cada 10.000 habitantes. Los principales vectores de malaria son *Anopheles darlingi*, *Anopheles albimanus*, *Anopheles pseudopunctipennis* y *Anopheles vestitipennis*.



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

Nota: Índice Parasitario Anual (IPA). Segundo Nivel Sub-Nacional.

## D. ENFERMEDAD DE CHAGAS

La enfermedad de Chagas es considerada una de las diez patologías infecciosas desatendidas más peligrosas en toda Centroamérica. Es transmitida principalmente por los vectores *Triatoma dimidiata* y *Rhodnius prolixus* (véase el mapa 36).

El vector *Rhodnius prolixus* se ha detectado en once departamentos de Honduras, principalmente en la zona Centro; el vector *Triatoma dimidiata* se ha detectado en 16 departamentos. Investigaciones recientes calculan una prevalencia de infección por *Trypanosoma cruzi* del 6,2% de la población total y del 3% de menores escolares en áreas rurales. La mayoría de los casos se asocia a la transmisión vectorial. En 2011 se practicaron 22.543 muestras de sangre con una positividad del 0,58% (Ministerio de Salud de Honduras, 2012). Honduras se encuentra trabajando para eliminar el *Rhodnius prolixus* como vector de transmisión (OPS, 2010).

Entre 1999 y 2002 se realizó un estudio con 25.563 niños en el departamento de Yoro, y los resultados fueron que el 0,93% presentó seroprevalencia (Escribá y otros, 2009). En 2005 se evaluó la seroprevalencia en 9.573 niños menores de trece años residentes de Orica, encontrando seropositividad en el 0,5% (Spurling, 2005). La OMS reportó en 2000 una prevalencia de *Trypanosoma cruzi* en el 1,53% de donadores de sangre con una cobertura de tamizaje de las muestras del 100% (OPS/OMS, 2001).

**MAPA 36**  
**CENTROAMÉRICA: DISTRIBUCIÓN ENDÉMICA DE LOS PRINCIPALES VECTORES DE CHAGAS, 2004**  
*(Rhodnius prolixus y Triatoma dimidiata por ubicación geográfica)*



Fuente: OPS, (2010).

## E. LEISHMANIASIS

La leishmaniasis es una enfermedad con alto grado de importancia pero muy desatendida en América Latina. Estudios documentan que su incidencia ha aumentado en los últimos años. La leishmaniasis visceral (LV), la leishmaniasis tegumentaria americana (LTA) y la leishmaniasis cutánea americana (LCA) están presentes en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua (OPS, 2007; Convit y otros, 2005).

En el cuadro 61 se presentan los indicadores de los principales agentes etiológicos de leishmaniasis de Honduras. En los hábitats domésticos y peri domésticos los principales reservorios son los perros domésticos; el patrón epidemiológico es endémico. En los hábitats selvático, húmedo y estepa seca, los roedores y marsupiales son los principales reservorios; el patrón epidemiológico está relacionado con actividades forestales.

La leishmaniasis cutánea (LC) es la variedad más frecuente y una de las principales causas de morbilidad en Honduras, (Santos y otros, 2006). Se presenta con mayor frecuencia en la costa del Atlántico y en la Zona Central (El Paraíso, Olancho, Colón, Atlántida, Yoro, Cortés, Santa Bárbara y Gracias a Dios). En el 2011 se registraron 2.413 muertes, de las cuales el 80% resultó positivo a Chagas (Secretaría de Salud de Honduras, 2012).

Un estudio realizado en los Departamentos de Cortés, Santa Bárbara y Yoro reportó una tasa de 15,9 de LC por cada 100.000 habitantes en 1998; la tasa se redujo a 5,4 en 1999, aumentó 9,1 en 2000 y bajó a 4,5 en 2001 (Oliva y otros, 2009). En 2003 fueron examinados 438 niños con prevalencia de

LCA, el 27% presentó lesiones clínicas similares a LCA; la pruebas serológicas determinaron una prevalencia del 12,6% (Santos y otros, 2006).

**CUADRO 61  
CENTROAMÉRICA: INDICADORES DE LOS PRINCIPALES AGENTES ETIOLÓGICOS DE LEISHMANIASIS**

Distribución geográfica	Especie	Forma clínica	Hábitat	Principales reservorios	Patrón epidemiológico
Honduras, Costa Rica, Nicaragua	<i>L. infantum</i> ( <i>L. hagasi</i> )	LV y LCA	Doméstica y peri-doméstica	Perros domésticos	Endémico
Belice, Guatemala, Honduras	<i>L. Mexicana</i>	LC	Zonas selváticas variadas (selva húmeda y estepa seca)	Roedores y marsupiales selváticos	Casos esporádicos relacionados con actividades forestales

Fuente: Elaboración propia con información de CEPAL, COSEFIN, CCAD/SICA, COMISCA, UKAID y DANIDA, (2012).

## F. ZIKA

La enfermedad del Zika es causada por el virus *Zika* (ZICAV), transmitido por la picadura de mosquitos del género *Aedes*, en particular el vector *Aedes aegypti* (el mismo que transmite el Dengue y el Chikungunya) en las regiones tropicales. En el marco del Reglamento Sanitario Internacional (RSI)<sup>21</sup>, el Zika fue declarado evento de Salud Pública de Importancia Internacional por la Organización Mundial de la Salud el 1 de febrero de 2016 (OPS/OMS, 2016a). Según el RSI, un evento grave e inesperado que presente riesgos considerables de propagación internacional y de restricción internacional de los viajes y del comercio, debe ser notificado a la OPS/OMS como emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional (OMS, 2016). La finalidad de esta prescripción es prevenir la propagación de enfermedades, proteger a la población y dar respuesta rápida para evitar interferencias con el tráfico y el comercio internacionales.

La circulación del virus Zika en Honduras se confirmó el 16 de diciembre de 2015. En 2016 se registraron 16.619 casos desde el comienzo de la epidemia hasta la semana epidemiológica (SE) número diez<sup>22</sup> (OPS/OMS, 2016a). El virus se propagó desde la SE 45 de 2015 hasta la SE 32 de 2016. La exposición epidemiológica de la población de Honduras se agrava por las condiciones geográficas y ambientales del país, donde el fenómeno El Niño favorece la propagación del vector (OPS/OMS, 2016c). Además, la circulación del Dengue y la Chikungunya (transmitidas por el mismo vector) y el escenario proyectado de alto riesgo según el comportamiento histórico de estas enfermedades, hace prever un escenario de transmisión del Zika también de alto riesgo (OPS/OMS, 2016c).

En el marco de la Respuesta Estratégica a un Evento de Salud Pública de Importancia Internacional y de acuerdo con el RSI, el Gobierno de Honduras declaró Alerta Preventiva por Zika el 29 enero de 2016 y, luego de la declaratoria de Emergencia Internacional de la OPS/OMS el 1 Febrero de 2016, activó el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SINAGER) (OPS/OMS, 2016c). El SINAGER puso en operación un plan de atención de la emergencia nacional, reforzó las medidas preventivas ante la propagación de la epidemia y fortaleció las capacidades de los laboratorios nacionales para detectar el virus de manera oportuna (Secretaría de Salud de Honduras, 2015).

<sup>21</sup> El RSI es un acuerdo que ayuda a los estados miembros a desarrollar la capacidad de detectar, evaluar y notificar eventos de salud pública.

<sup>22</sup> Hoy en día es posible comparar eventos epidemiológicos gracias a la estandarización de la variable de tiempo en la vigilancia de la salud. El período de tiempo estándar para agrupar los eventos epidemiológicos es generalmente de una semana y se conoce como Semana Epidemiológica (SE). La agrupación de los días del año en 52 (en algunos casos 53) semanas epidemiológicas se conoce como calendario epidemiológico (OPS/OMS, 2016b).

## G. CHIKUNGUNYA

El Chikungunya (CHIKV) es un virus autóctono de algunos países del continente americano que se transmite por la picadura de mosquitos como *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* y fue detectado en diciembre de 2013. La OPS/OMS recomienda a los países que tienen el mosquito trasmisor que establezcan y mantengan la capacidad de detectar y confirmar casos, manejar pacientes e implementar una estrategia de comunicación efectiva con el público para reducir la presencia del agente (OPS/OMS,2016).

El Chikungunya es un nuevo desafío para la salud pública de Honduras. Los servicios de salud del país reportaron 5.338 casos en 2014, 9 confirmados por laboratorio y cero fallecidos; se reportaron 85.369 casos, 5 confirmados por laboratorio y 3 fallecidos en 2015 (OPS/OMS, 2014 y 2015). La presencia del Chikungunya en Honduras es favorecida por el aumento de la temperatura y de la humedad, factores que facilitan la propagación de los vectores de esta enfermedad, transmisores también del Dengue y el Zika.

La Secretaría de Salud de Honduras y la OPS/OMS realizaron el «Taller Nacional Sobre Manejo Clínico de la infección por el virus Chikungunya» para difundir el conocimiento clínico y las técnicas de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica en la región (OPS/OMS, 2014). El objetivo fue sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de eliminar criaderos de mosquitos y acudir a las unidades de atención primaria ante síntomas de la enfermedad (OPS/OMS, 2014).

### RECUADRO 12 RECOMENDACIONES PARA EL ANÁLISIS DE ENFERMEDADES SENSIBLES AL CLIMA

Para fomentar la investigación del impacto del cambio climático en la salud humana es recomendable llevar a cabo las siguientes acciones:

- considerar las implicaciones de cambios de temperatura, precipitación y estructuras poblaciones en distintos escenarios, para prevenir sus efectos y posibiliten su incorporación en modelos de nicho ecológico;
- considerar los cambios en la biodiversidad de los ecosistemas y prestar mayor atención a las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV's);
- evaluar las condiciones de establecimiento y propagación de la vulnerabilidad a enfermedades sensibles al clima y hacer propuestas para reducirla;
- considerar factores de vulnerabilidad social y ambiental, como la desigualdad, carestía, atención institucional, el acceso a servicios de salud y el daño ambiental;
- fomentar la comparabilidad entre enfoques y metodologías que faciliten el análisis y comprensión de los datos;
- en el caso del análisis de enfermedades:
  - para las ETV's es recomendable unificar y consolidar la información para realizar análisis epidemiológicos regionales y nacionales;
  - los análisis deberán incluir escenarios de cambio climático, condiciones geomorfológicas y socioeconómicas;
  - replicar y ampliar estudios de caso, considerando la causalidad de las transmisiones y la influencia de las variables climáticas y sociales;

- analizar la calidad del agua después de eventos meteorológicos para conocer su relación con enfermedades diarreicas, y
- monitoreo atmosférico exhaustivo y comprehensivo, y análisis de los efectos negativos de contaminantes en grupos humanos sensibles.
- difusión de los estudios de impacto del cambio climático en la salud, distinguiendo las regiones.
- incluir previsiones de modelos de la ENOS en políticas regionales, estudios multidisciplinarios, interacción entre el sector salud y la comunidad, así como medidas de respuesta.
- mejorar los sistemas de recopilación y análisis de información. Es necesario recopilar información de 30 años al menos. El modelaje climático es necesario en proyecciones donde el análisis directo es limitado.
- uso de métodos epidemiológicos que limiten los factores propicios a enfermedades, área de influencia y vinculación con la población afectada, ayudará a la correcta identificación de causalidades y magnitud de daños usando técnicas estadísticas de eliminación de tendencias y estacionalidad.

**Fuente:** CEPAL, CAC, COMISCA, CCAD, COSEFIN, SIECA, SICA UKAID y DANIDA, (2015).

Recapitulando, los próximos pasos del análisis del impacto del cambio climático en la salud humana requieren considerar las implicaciones de cambios en temperatura, precipitación y estructuras demográficas en distintos escenarios, generar pronósticos de los riesgos en salud e incorporar los modelos de nicho ecológico para analizar los cambios de distribución de las especies o vectores que transmiten enfermedades. También es recomendable integrar variables de condiciones de vulnerabilidad social y ambiental como pobreza, inequidad, desigualdad, falta de acceso efectivo a los servicios de salud, capacidad de respuesta institucional y degradación ambiental. Del mismo modo, es importante fortalecer los sistemas de recolección y análisis de datos epidemiológicos. La investigación de los efectos del cambio climático en la salud requiere, por lo menos, de series de datos retrospectivos de 30 años. Será necesario continuar trabajando con el grupo de análisis interdisciplinario e interinstitucional.

## 7. ESCENARIOS DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

**L**as emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)<sup>23</sup> son la principal causa del cambio climático. Se estima que Centroamérica emite una mínima parte de estos gases, menos del 0,8% de las emisiones brutas totales<sup>24</sup> en 2000 y menos del 0,3% sin considerar cambio del uso de tierra (CEPAL, 2011). Honduras emite un porcentaje menor al 0,1% (Gobierno de la República de Honduras, 2015). Hay consenso de que los esfuerzos de los países de la región por reducir sus emisiones no cambiarán la trayectoria global, así que las metas obligatorias, aunadas a los costos de enfrentar los impactos de cambio climático mismo, sería una carga injusta, por lo que la prioridad para ellos es la adaptación.

No obstante, como parte de su responsabilidad común pero diferenciada la región puede esforzarse por reducir sus propias emisiones. Las opciones de reducción de emisiones de GEI de los países de la región, incluyendo Honduras, se basan en reducir vulnerabilidades y adaptarse basándose en el derecho al disfrute perdurable de la naturaleza. En este capítulo se presenta la situación actual de los inventarios nacionales de Honduras y escenarios prospectivos a 2100.

### A. INVENTARIOS DE EMISIONES DE HONDURAS

Honduras tiene pocos registros de emisiones de GEI. En el cuadro 62 se muestran las emisiones netas<sup>25</sup> registradas en inventarios nacionales para los años 1995 y 2000. Las emisiones netas indican la diferencia de las emisiones brutas respecto a la absorción de CO<sub>2</sub>e<sup>26</sup>. Signo positivo significa incremento de los niveles de emisión. En Honduras se registraron más de 15 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> en 1995 y 16,7 millones de toneladas en 2000, lo que representa un incremento de 10%.

**CUADRO 62**  
**HONDURAS: EMISIONES NETAS DE GEI REPORTADAS EN INVENTARIOS NACIONALES**  
*(En toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> a 100 años incluyendo CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>e)*

1995	2000
15 133 090	16 703 140

**Fuente:** Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

<sup>23</sup> Los gases de efecto invernadero son de origen natural y origen antropogénico, los cuales absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre (IPCC, 2004).

<sup>24</sup> Las emisiones brutas totales son las emisiones por sector más las emisiones por cambio de uso de tierra sin considerar la absorción.

<sup>25</sup> El total de emisiones netas es igual a las emisiones por sector más las emisiones de cambio de uso de tierra (por deforestación) menos las absorciones por cambio de uso de tierra (como cambio a bosques por reforestación y abandono de tierras cultivadas).

<sup>26</sup> El CO<sub>2</sub>e expresa los gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (metano) y N<sub>2</sub>O (óxido de nitrógeno) equivalentes a 100 años.

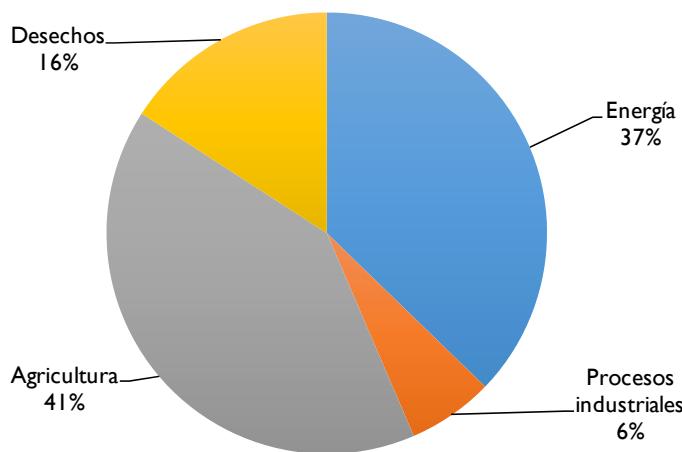
De acuerdo a los inventarios nacionales de GEI del año 2000, Honduras es el quinto país emisor de GEI en Centroamérica sin tomar en cuenta las emisiones de CUT. Con CUT Honduras es el segundo emisor solo detrás de Nicaragua. Las emisiones del sector agropecuario de Honduras equivalen a más del 20% de las emisiones de la región generadas por este sector, porcentaje similar al del sector energético, los mayores emisores del país en los inventarios de 2000. El sector de desechos en Honduras son también altos emisores, más que la industria. Las cifras de emisiones de GEI por sectores sin cambio de uso de suelo se presentan en el gráfico 70. El sector agrícola es el principal emisor con 41%, seguido por el sector energético con el 37% y el sector de desechos con el 16% (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011). Al considerar las emisiones por cambio de uso de tierra, las emisiones se incrementan sustancialmente (véase el cuadro 63).

**CUADRO 63**  
**HONDURAS: EMISIONES DE GEI REPORTADAS EN INVENTARIOS NACIONALES, 2000**  
*(En miles de toneladas de CO<sub>2</sub>e)*

Sector	Emisiones
Energía	4 076,7
Procesos industriales	690,0
Agricultura	4 441,9
Desechos	1 738,7
Emisiones sin cambio de uso de tierra	10 947,3
Emisiones con cambio de uso de tierra	56 696,7
Emisiones brutas	67 643,9
Absorciones por cambio de uso de tierra	-50 940,8
Emisiones-absorciones por cambio de uso de tierra	5 755,9
Emisiones netas	16 703,1

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

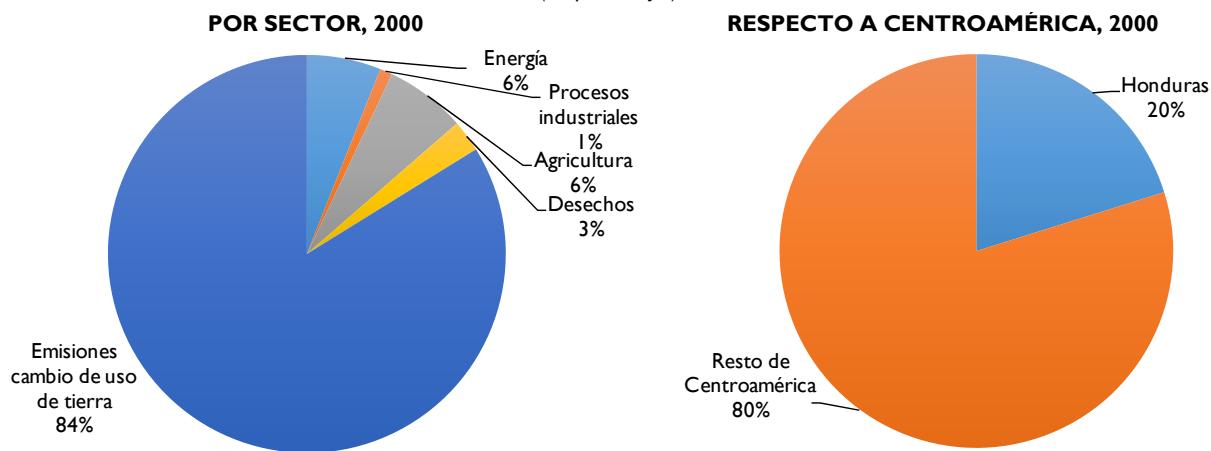
**GRÁFICO 70**  
**HONDURAS: EMISIONES DE GEI POR SECTOR SIN EMISIONES DE CAMBIO DE USO DE TIERRA, 2000**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

En el gráfico 71 se muestran las cifras brutas considerando las emisiones por cambio de uso de suelo de Honduras, las cuales aportan el 20% de la región. La principal fuente de emisiones de la región es el cambio de uso de tierra (cambios de bosque/biomasa, abandono de tierras de cultivo y absorción del suelo, entre otros), que genera el 84% de las emisiones totales. Al considerar el cambio de uso de suelo, la distribución de los porcentajes por sectores cambia notablemente. En esta distribución, el sector agrícola aporta el 6%, el sector energético el 6%, los desechos el 3% y la industria el 1%.

**GRÁFICO 71**  
**HONDURAS: EMISIONES BRUTAS DE GEI CON CAMBIO DE USO DE TIERRA, 2000**  
*(En porcentajes)*

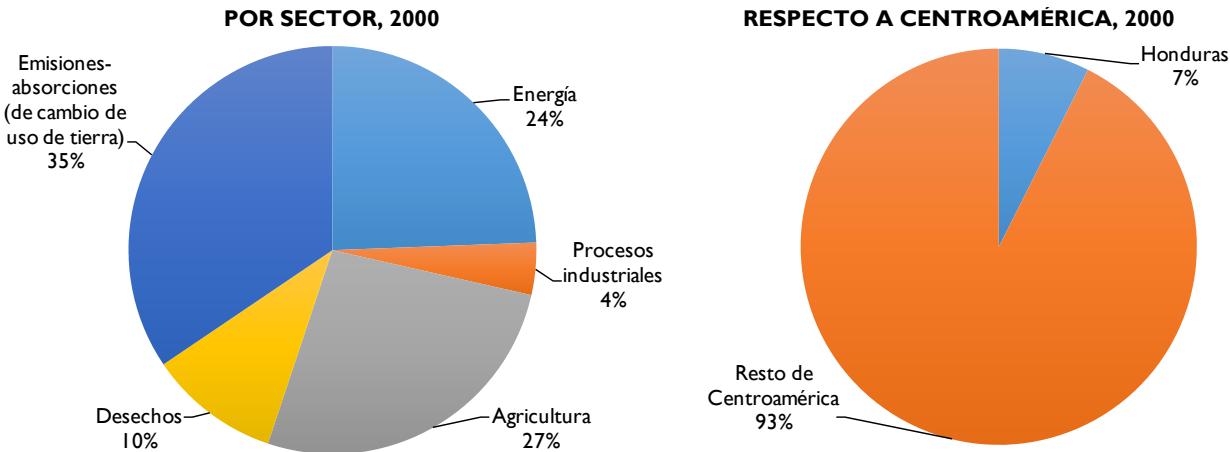


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Nota: Centroamérica incluye Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

Respecto a las emisiones netas de la región en conjunto, Honduras aporta el 7% (véase el gráfico 72). Con estas cifras el país sigue siendo el segundo con mayor cantidad de emisiones. De las emisiones netas, el 35% corresponde a cambio de uso de suelo menos absorción, el 27% a la agricultura y el 24% a la energía.

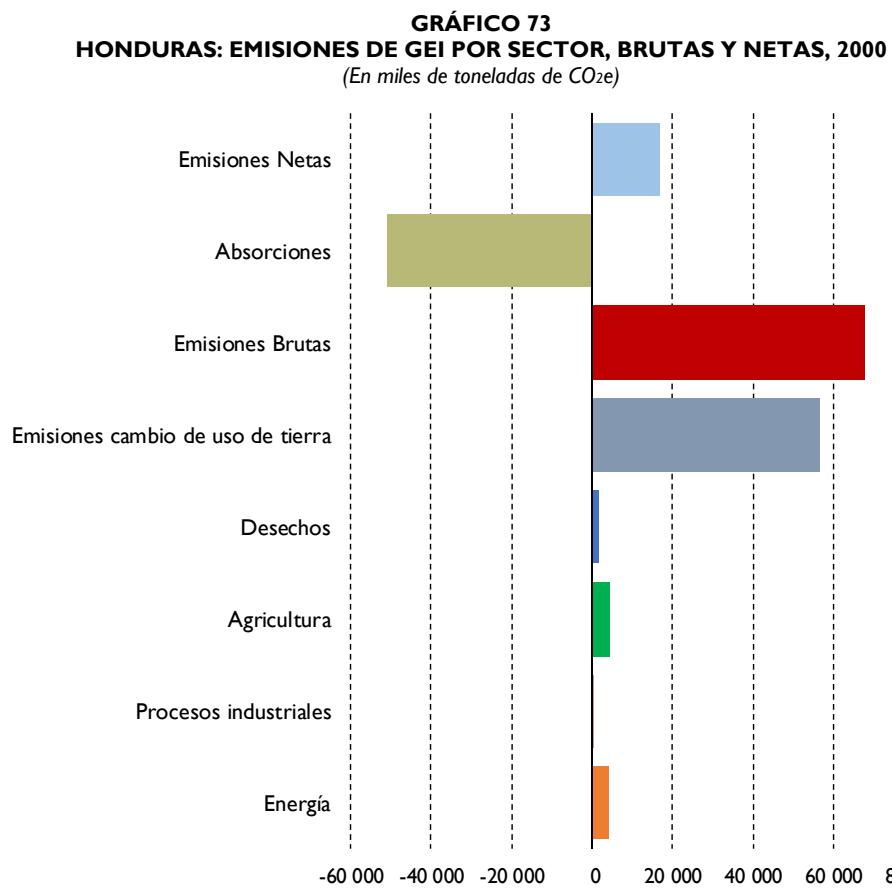
**GRÁFICO 72**  
**HONDURAS: EMISIONES NETAS DE GEI**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Nota: Centroamérica incluye Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

En el gráfico 73 se muestran las emisiones brutas y netas de la región, y se compara la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>e respecto a los principales sectores emisores. Las emisiones con cambio de uso de suelo equivalen al total de las absorciones. Considerando las emisiones generadas por la agricultura y la energía se supera la cantidad de absorción, de modo que se tienen emisiones netas positivas de CO<sub>2</sub>e, es decir, incrementos en los niveles de GEI del país.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

En el cuadro 64 se presentan las medidas de intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub>e de Honduras para 2000. La primera es la intensidad de energía respecto al PIB (cantidad de energía consumida para producir cada 1.000 dólares del PIB): Honduras registra un valor de 0,016, superior a la media de Centroamérica (0,012), lo que lo hace relativamente menos eficiente. La segunda medida es la intensidad de CO<sub>2</sub>e sobre la cantidad de energía generada o nivel de carbonización, que ayuda a estimar las emisiones generadas por unidad de energía; un valor menor indica una producción de energía más limpia. En este caso, Honduras tiene un valor de una tonelada de CO<sub>2</sub>e por terajoule generado, que es el promedio de Centroamérica. La tercera medida es la intensidad CO<sub>2</sub>e sobre el PIB: 1,5 toneladas de CO<sub>2</sub>e por cada 1.000 dólares generados en la economía, mayor que el promedio de Centroamérica. La cuarta medida son las emisiones de CO<sub>2</sub>e por habitante: 1,7 toneladas de CO<sub>2</sub>e por persona, inferior al promedio de Centroamérica, 2,73 toneladas de CO<sub>2</sub>e por persona.

**CUADRO 64**  
**HONDURAS: EMISIONES DE GEI, 2000**

Intensidad Energía/PIB (En terajoules por cada 1 000 dólares)	Intensidad CO <sub>2</sub> e/Energía (En toneladas de CO <sub>2</sub> e por terajoules)	Intensidad CO <sub>2</sub> e/PIB (En toneladas de CO <sub>2</sub> e por cada 1 000 dólares)	Intensidad de CO <sub>2</sub> e por habitante (En toneladas de CO <sub>2</sub> e por habitante)
0,0162	94,3	1,5231	1,7569

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**RECUADRO 13**  
**CONTRIBUCIÓN PREVISTA Y DETERMINADA A NIVEL NACIONAL (INDC)**

El Gobierno de Honduras está comprometido a apoyar la lucha contra el cambio climático bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. Contribuir con medidas de mitigación, comprometiéndose a adoptar un nuevo acuerdo legalmente vinculante aplicable a todas las Partes con el objetivo de que la temperatura media global se limite a un aumento de 1.5 °C.

La ley de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático fomentan la política pública en ejes fundamentales, encaminados a tener un desarrollo bajo en carbono y resistente a los efectos del cambio climático, que promueva la adaptación y traiga beneficios a la población. Se incentiva a la sociedad para que adquiera una cultura de producción y consumo sostenibles, con equidad, minimizando los riesgos, protegiendo el medio ambiente y los recursos naturales. Se reflexiona que la lucha contra el calentamiento global se centra en el «rostro humano» debido a las circunstancias nacionales, condiciones territoriales y las características ambientales. Se considera que las acciones a realizar deben mejorar las condiciones y perspectivas transversales de los derechos humanos y de equidad de género, garantizando la participación plena y efectiva en la toma de decisiones de las personas más vulnerables.

La Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de Honduras se diseñó con base a las circunstancias nacionales y las condiciones de financiamiento previstas. La contribución del país para mitigar el cambio climático será reducir en un 15% las emisiones en un escenario *Business As Usual* (BAU) para el 2030. El compromiso está condicionado a que el apoyo sea favorable, previsible y los mecanismos de financiamiento sean viables. También se compromete a reforestar un millón de hectáreas de bosque antes de 2030. Reducirá además en un 39% el consumo de leña de las familias, ayudando así en la lucha contra la deforestación.

Los plazos para la implementación de estos compromisos van del 2012 al 2030 con revisión cada cinco años. Los gases incluidos son: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Los sectores que cubrirán la contribución son: Energía, Procesos Industriales, Agricultura y Residuos.

La metodología para contabilizar las emisiones será la cuantificación durante la preparación del INDC (serie 1995-2012), basada en las directrices del IPCC 1996 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, en línea con las estimaciones incluidas en las Comunicaciones Nacionales existentes. Los potenciales del calentamiento global según el GWP para un período de residencia en la atmósfera de 100 años están en línea con las estimaciones incluidas en las Comunicaciones Nacionales existentes:  $\text{CH}_4 = 21$  y  $\text{N}_2\text{O} = 310$ .

La información cuantificable del punto de referencia en el escenario BAU de proyección de emisiones se basa en las estimaciones de crecimiento económico y poblacional y en las tendencias históricas de emisiones en ausencia de políticas de cambio climático. El escenario se diseñó en 2015, tomando como punto de partida la estimación preliminar de la serie de emisiones cuantificadas durante la preparación del INDC (1995-2012).

Este escenario BAU se considera una estimación preliminar que será actualizada y mejorada en el marco de la Tercera Comunicación Nacional. La trayectoria que describen las emisiones en dicho escenario es la siguiente:

- Año 2012: 18.915 Gg de  $\text{CO}_2\text{eq}$
- Año 2020: 22.027 Gg de  $\text{CO}_2\text{eq}$
- Año 2030: 28.922 Gg de  $\text{CO}_2\text{eq}$

Los lineamientos están ordenados sobre un eje estratégico para lograr un desarrollo bajo en carbono a nivel económico y social, con una efectiva adaptación al cambio climático. El proceso de planificación para lograr los objetivos se basa en:

- Ley de cambio climático
- Estrategia Nacional de Cambio Climático
- Plan Estratégico de Gobierno (2014-2018) «Plan de Todos para una Vida Mejor»

Procesos abiertos:

- Proceso Nacional de Finanzas del Clima
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
- Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático
- Ley Agroforestal para el Desarrollo Rural

El Gobierno de Honduras busca atraer financiamiento para alcanzar los objetivos de la INDC, además de los que establecerá el Plan Nacional de Adaptación. Este plan buscará fortalecer las capacidades y superar limitaciones actuales del país para acceder y gestionar fondos climáticos. El Gobierno de la República de Honduras no puede hacer frente a dichas necesidades sin apoyo externo.

Honduras está realizando una evaluación de las necesidades tecnológicas que servirá de base para la creación del Plan de Acción Tecnológico. El Observatorio de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático apoya la generación de información, monitoreando y gestionando periódicamente los indicadores climáticos para fortalecer las capacidades. Se busca que este observatorio incluya un componente principal de fortalecimiento de capacidades.

La adaptación es fundamental para reducir la vulnerabilidad del país ante el cambio climático. Existen oportunidades para fomentar medidas de adaptación de los sistemas naturales y los sistemas productivos. La ley General de Cambio Climático y la Estrategia Nacional sobre Cambio Climático enlistan acciones para proteger conservar y restaurar los ecosistemas costeros marinos y terrestres y su biodiversidad, así como introducir la gestión integral de riesgo y de la vulnerabilidad sectorial. Los sectores del país identificados como prioritarios son:

- Recursos Hídricos
- Gestión de Riesgos
- Agricultura, suelos y seguridad alimentaria
- Bosques y biodiversidad
- Sistemas costero marinos
- Salud humana
- Infraestructura (en especial la hidroeléctrica)

Se está desarrollando el Plan Nacional de Adaptación y se espera que proporcione información actualizada y detallada sobre la vulnerabilidad con el fin de priorizar y concentrar esfuerzos de adaptación futuros.

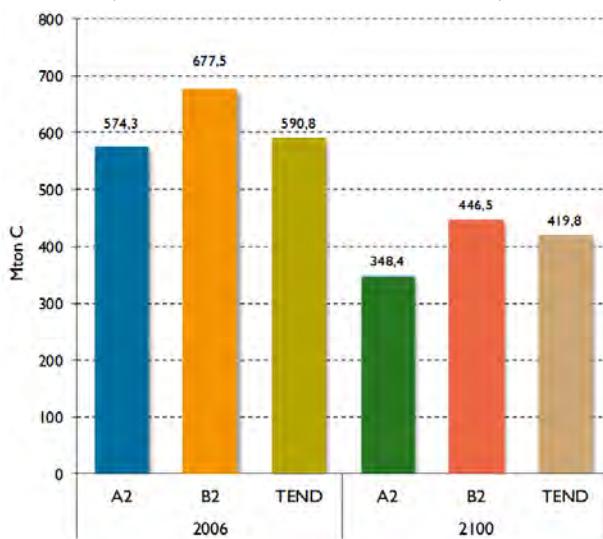
Fuente: Gobierno de Honduras (2015).

## B. ESCENARIOS PROSPECTIVOS DE ACERVOS DE CARBONO A 2100

En la sección Escenarios de Cambio de Uso de Tierra del capítulo 1 se presentaron las simulaciones de los cambios de uso de suelo por necesidades agrícolas, industriales y municipales. El total de carbono es la suma de los acervos de carbono de los usos de la tierra. En esta sección se presenta la metodología para estimarlos. Para complementarla se incluyen los escenarios de cambio climático como factores del cambio de uso de suelo. Los escenarios B2 y A2 son el promedio de los escenarios simulados con los modelos ECHAM5, GFDL CM2.0 y HADGEM1 para A2, y ECHAM4, GFDL R30 y HADCM3 para B2. Los escenarios futuros de las variables temperatura y precipitación fueron proyectados para cada año entre 2005 y 2100 como promedio móvil de la anomalía climática de los 15 años anteriores y los 15 años posteriores a cada año. La anomalía climática fue estimada como la diferencia entre el clima simulado para cada año y la climatología de referencia simulada de WorldClim (1961-1990) porque cuenta con una distribución georeferenciada a la escala requerida (CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2011).

Los acervos de carbono se estimaron considerando los impactos del cambio climático. Los resultados se presentan en el gráfico 74. Se contabilizaron 677,5 millones de toneladas de carbono en 2006 en el escenario B2, cantidad mayor que la del escenario tendencial, mientras que en A2 se contabilizaron 574,3 millones de toneladas de carbono. Para fines de siglo las reducciones de los acervos de carbono podrían ser del 39% en el escenario B2 y del 34% en el escenario A2.

**GRÁFICO 74**  
**HONDURAS: DISMINUCIÓN EN ACERVOS DE CARBONO BAJO ESCENARIO**  
**TENDENCIAL, B2 Y A2, 2006-2100**  
*(En millones de toneladas de carbono Mton C)*



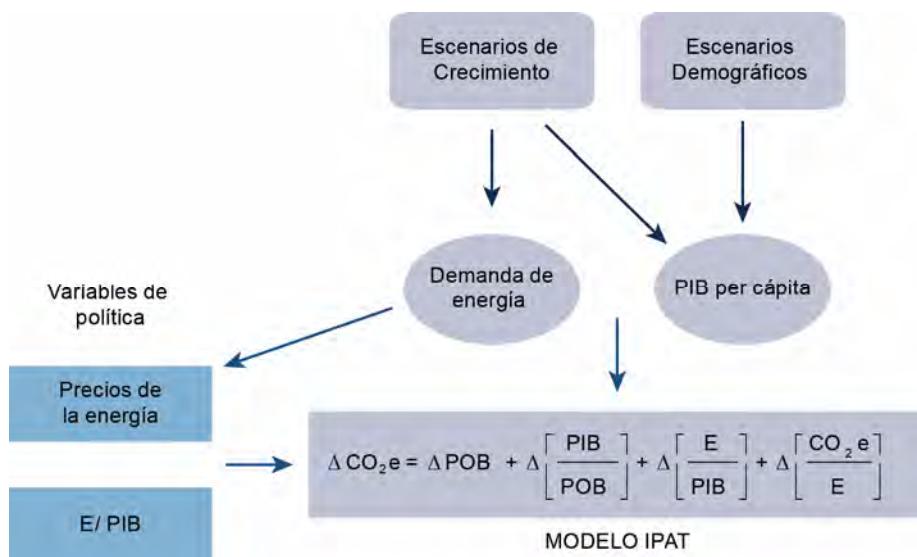
Fuente: Elaboración propia, con datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

## C. ESCENARIOS PROSPECTIVOS DE EMISIÓNES DE GEI A 2100

La metodología utilizada para pronosticar las emisiones de GEI se basan en la Identidad de Kaya o modelo IPAT (Stern, 2007a; IPCC, 2007c). De acuerdo con esta fórmula, las emisiones de un país se descomponen en cuatro índices: índice de carbonización, intensidad energética, porcentaje del PIB por habitante y población. El primero expresa la combinación de combustibles o fuentes energéticas de un país; el segundo expresa la eficiencia energética en la provisión de bienes y servicios y otros renglones como transporte y estructura sectorial de la economía; el tercero es una medida del nivel de riqueza del

país; el cuarto es el tamaño de la población (véase la figura 11). Un inconveniente de este enfoque es que los factores pueden no ser independientes entre sí. No obstante, el modelo es muy útil para estimar escenarios prospectivos de largo plazo.

**FIGURA 11**  
**ESCENARIOS DE MITIGACIÓN CON BASE AL MODELO IPAT**



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

Múltiples factores influyen en el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>e: desarrollo económico, consumo de energía, crecimiento demográfico, cambio tecnológico, dotación de recursos, estructuras institucionales, modelos de transporte, estilos de vida y comercio internacional. Para el análisis son especialmente útiles los indicadores de intensidad del uso de energía por unidad del PIB y el volumen de CO<sub>2</sub>e por unidad de energía consumida. En el cuadro 65 se presentan los supuestos del escenario base. Las tasas de crecimiento del PIB fueron obtenidas de los escenarios de crecimiento de la iniciativa ECC CA; las de población provienen de CELADE. Se realizó un análisis de la intensidad energética basado en los inventarios, considerando que su tasa de crecimiento en el período 1990-2007 fue negativa. La intensidad CO<sub>2</sub>e/energía también se especificó en función del análisis de los inventarios de emisiones. En los casos del PIB y la población, los supuestos de tasas de crecimiento disminuyen en el tiempo. Las tasas de crecimiento de la intensidad energética se encuentran en el rango de -1,90% y 2,01%. Para fines de siglo se espera una mayor eficiencia energética. La intensidad CO<sub>2</sub>e/energía estaría en el rango de -0,62% a -1,00%, indicando la expectativa de que la energía sea más limpia a fines de siglo.

**CUADRO 65**  
**HONDURAS: SUPUESTOS DEL ESCENARIO BASE, 2008 A 2100**  
(Tasas de crecimiento anual)

Período	PIB	Población	Energía/PIB	CO <sub>2</sub> e/Energía
2008 – 2020	4,8	1,83	-1,90	-0,62
2020 – 2050	4,2	1,30	-1,99	-0,17
2050 – 2100	4,1	0,20	-2,01	-1,00

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

En el cuadro 66 se muestran los resultados obtenidos. La tasa de variación de las emisiones de CO<sub>2</sub>e sería 2,19% para 2020, la cual se reduciría en la siguiente década a 1,81%. Para 2050 se espera una

tasa promedio del 2,05% y para 2100 una del 1,45%. Esta cifra sería la más alta de la región, que tendría una tasa promedio del 1,34 % para 2100.

**CUADRO 66**  
**HONDURAS: PROYECCIÓN DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL**  
**DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>E (SIN CAMBIO DE USO DE TIERRA) A 2100**  
*(En porcentajes)*

2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2050	2050-2100	2000-2100
1,14	2,19	1,81	2,05	1,06	1,45

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Sobre la base de las tasas de variación estimadas se obtuvieron las cifras de emisiones totales de CO<sub>2</sub>e (véase el cuadro 67). Para 2020 se esperan más de 15.000.000 de toneladas y para 2050 más de 27.000.000 de toneladas. Si esta tendencia continua, para 2100 se tendría más de 46.000.000 de toneladas. Para entonces Centroamérica en conjunto emitiría 321 millones de toneladas; las emisiones de Honduras representarían el 14% de las emisiones totales de la región.

**CUADRO 67**  
**HONDURAS: ESCENARIO TENDENCIAL DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>E**  
**(SIN CAMBIO DE USO DE TIERRA) A 2100**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>e)*

2000	2010	2020	2030	2050	2100
10 947 280	12 266 124	15 227 114	18 225 662	27 329 769	46 365 200

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Al considerar las estimaciones de emisiones de CO<sub>2</sub>e y el supuesto de la tasa de crecimiento de población, se obtuvieron las de tendencias de emisiones por habitante. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 68. Se observa un incremento constante: 1,61 toneladas en 2020 y 3,39 toneladas en 2100, más del doble de lo registrado actualmente, aunque este valor estaría por debajo de la media de la región, que sería de 5,91 toneladas para 2100.

**CUADRO 68**  
**HONDURAS: ESCENARIO TENDENCIAL DE CO<sub>2</sub>E POR HABITANTE**  
**(SIN CAMBIO DE USO DE TIERRA) A 2100**  
*(En toneladas de CO<sub>2</sub>e)*

2000	2020	2050	2100
1,76	1,61	2,20	3,39

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Si el volumen de emisiones de GEI de Honduras se quisiera fuera constante al nivel de 2000, la tasa de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub>e/energía requerida sería del -3,16% en el 2020, del -2,09% en 2050 y de -2,02% en 2100, lo cual exigiría un esfuerzo muy grande en comparación con el escenario base propuesto.

**CUADRO 69**  
**HONDURAS: TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA INTENSIDAD CARBÓNICA (CO<sub>2</sub>E /ENERGÍA) ENTRE**  
**2006 Y 2100, REQUERIDA PARA MANTENER CONSTANTES LAS EMISIONES DE GEI AL NIVEL DE 2000**  
*(En porcentajes)*

2006-2020	2020-2050	2050-2100
-3,16	-2,09	-2,02

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Al estimar la diferencia entre las trayectorias del escenario tendencial y el escenario con estabilización al nivel de 2000, se calcula el volumen de emisiones evitadas y se evalúan los costos acumulados de 2006 a 2100 (a valor presente neto –VPN– con el PIB de 2008 y tasas de descuento del 0,5%, 2%, 4% y 8%). Los costos son calculados sobre la base de precios de 10 dólares y 30 dólares la tonelada de carbono como rango del valor futuro de los bonos del carbono (se reconoce que hay bastante incertidumbre sobre este mercado a corto plazo). La diferencia entre el escenario base y el de disminución arroja un volumen de emisiones que permite calcular el flujo de gastos que arroja la valuación económica del costo de esta estabilización de emisiones. Este flujo no incluye los costos de estabilización de las emisiones relacionadas con la deforestación, ni los costos sociales de reducir la intensidad carbónica en el escenario base.

Existe incertidumbre y dificultad para estimar los costos totales netos de las reducciones, especialmente a largo plazo, considerando los esfuerzos sociales y económicos requeridos, no necesariamente reflejados en valores de mercado. En el cuadro 70 se muestran los costos estimados, considerando diferentes tasas de descuento. Los costos se presentan como porcentaje del PIB de 2008. A una tasa de descuento del 0,5% se tendrían costos del 8,15%, mientras que a una tasa del 8% se tendrían costos del 4,45%.

**CUADRO 70**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL COSTO ACUMULADO ENTRE 2006 Y 2100 DE**  
**MANTENER CONSTANTES LAS EMISIONES DE GEI AL NIVEL DE 2000**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

<b>Costo por tonelada (en dólares)</b>	<b>Costo como porcentaje del PIB</b>				
	<b>Tasa de descuento</b>	0,50%	2%	4%	8%
10		2,72	1,48	0,82	1,48
30		8,15	4,45	2,47	4,45

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

Las decisiones de política nacional y de estrategia regional sobre la oportunidad y el costo de reducir emisiones tendrán que tomar en cuenta la evolución de los acuerdos internacionales y otras iniciativas regionales, bilaterales o unilaterales en la materia como medidas comerciales, mecanismos de financiamiento y acceso a tecnología. Los países de la región tienen experiencia en reducción de emisiones por medio del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). En el cuadro 71 se enlistan los 32 proyectos MDL de Honduras hasta 2016, todos de pequeña escala. Del total, 29 proyectos fueron aceptados y 3 rechazados. De los proyectos aceptados, 14 son hidroeléctricos, siete de tratamiento de aceite de palma, dos de calderas de biomasa, tres para usar bagazo de caña y tres más para rellenos sanitarios y aguas residuales.

La sede subregional de la CEPAL en México y el Proyecto del Estado de la Región hicieron recomendaciones para actualizar la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana a 2030 en consonancia con las INDCs y los ODS presentados a los ministros de energía. Para construir escenarios de la matriz energética que permitan tener mayor certidumbre de las reducciones de los GEI planteados en los INDC's se propone realizar una serie de estudios sobre los efectos del cambio climático en las proyecciones de generación y demanda de energía, y a su incremento o decremento en períodos de emergencia. Esto requerirá considerar la vulnerabilidad de la infraestructura energética, evaluar políticas de precios que incluyan las externalidades que influyen en el ambiente, adaptar las metas de eficiencia energética según las estimaciones de demanda de energía, evaluar la adaptabilidad al cambio climático de

comunidades rurales con acceso a la electricidad y examinar las buenas prácticas de gestión de cuencas, así como su acceso a los usuarios de la misma (CEPAL y Estado de la Región, 2015).

**CUADRO 71**  
**HONDURAS: PROYECTOS MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO**

Título	Otras partes	Tipo de proyecto	Reducción de CO <sub>2</sub> e por año en toneladas	Estatus (Registro)	Escala
Rio Blanco small Hydroelectric Project	Finlandia (hasta 2014)	Producir energía hidroeléctrica limpia y venderla a la ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica) mediante un PPA (Power Purchase Agreement).	17 800	Finalizado 11/01/05-31/07/14	Escala pequeña
Cuyamapa Hydroelectric Project	Austria, Reino Unido e Irlanda del Norte	Generar electricidad hidráulica con beneficios para la comunidad y el desarrollo sostenible de la región.	35 660	Finalizado 23/04/05-31/08/16	Escala pequeña
Cortecito y San Carlos Hydroelectric Project	Reino Unido e Irlanda del Norte	Generar electricidad con recursos hidráulicos, incluyendo beneficios para la comunidad y el desarrollo sostenible de la región.	37 466	Activo y fijo 03/06/05	Escala pequeña
La Esperanza Hydroelectric Project	Canadá, Holanda, Italia, Dinamarca, Finlandia, Austria, Luxemburgo, Bélgica, Suecia, Alemania, Suiza, Japón, Noruega, España	Proyecto hidroeléctrico en la región de Intibucá con un contrato para vender la electricidad a la empresa eléctrica nacional.	35 992	Renovado y Activo 23/03/12	Escala pequeña
Cuyamel Hydroelectric Project	Suiza, Reino Unido e Irlanda del Norte (hasta 2013)	Planta pequeña de generación de energía hidroeléctrica para la demanda regional y nacional.	22 671	Renovado y Activo 01/05/14	Escala pequeña
La Gloria Hydroelectric project	Reino Unido e Irlanda del Norte (hasta 2013)	Generar energía hidroeléctrica para la demanda regional y nacional.	25 400	Renovado y Activo 08/10/14	Escala pequeña
Zacapa Mini HydroStation Project	Finlandia	Renovación de instalaciones y equipamiento de la planta hidroeléctrica existente.	915	Finalizado 02/03/06-01/03/16	Escala pequeña
CECECAPA Small Hydroelectric Project	Finlandia	Generar energía limpia que contribuirá a reducir el consumo de petróleo importado y las emisiones de CO <sub>2</sub> .	1 877	Finalizado 02/03/06-30/11/15	Escala pequeña
Yojoa Small Hydropower Project	Finlandia	Construcción de una pequeña planta hidroeléctrica con agua del río Yojoa.	1 069	Finalizado 02/03/06-31/08/15	Escala pequeña
Ecopalsa—biogas recovery and electricity generation from Palm Oil Mill Effluent pounds, Honduras	Suiza	Recuperación de Biogás a partir de los estanques de aceite de palma efluente PALCASA.	16 320	Renovado y Activo 14/11/13	Escala pequeña
Tres Valles Cogeneration Project	Japón	Instalación del equipo más eficiente para usar el bagazo de azúcar. Tres Valles también utiliza el aserrín de las fábricas de madera cercanas.	16 479	No Renovado 28/06/07-31/12/10	Escala grande
Cervecería Hondureña Methane Capture Project		Instalación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en la producción de cerveza y refrescos para eliminar la levadura y otros residuos antes de llegar a los ríos.	8 202	Renovado (23/06/12)	Escala pequeña
Inversiones Hondureñas Cogeneration Project		Cobertura de dos lagunas anaeróbicas abiertas para el tratamiento del aceite de palma de molino. El biogás recuperado será utilizado en	19 937	No Renovado 12/12/07-12/12/07	Escala pequeña

Título	Otras partes	Tipo de proyecto	Reducción de CO <sub>2</sub> e por año en toneladas	Estatus (Registro)	Escala
		el sitio para la producción de calor y electricidad.			
<i>Energéticos Jaremar- Biogas recovery from Palm Oil Mill Effluent (POME) ponds heat and electricity generation, Honduras.</i>	Reino Unido e Irlanda del Norte	El proyecto incluye la cobertura de dos lagunas anaeróbicas abiertas para el tratamiento de la palma de aceite. El biogás recuperado será utilizado en el sitio para la producción de calor y electricidad.	30 646	No Renovado 08/03/08-07/03/15	Escala pequeña
<i>Energía Ecológica de Palcasa S.A. EECOPALSA Biomass Project</i>		Instalación de una planta de 3.4 MW de cogeneración de biomasa en la fábrica de aceite de palma PALCASA.	14 088	No Renovado 25/03/09-24/03/16	Escala pequeña
<i>Energía Limpia Jaremar renewable thermal generation from biomass (EFB) Honduras</i>	Suecia (hasta 2013)	Instalación de dos calderas de biomasa combustible para suministrar vapor a las empresas INDASA y OLEPSA.	18 856	Activo y renovable 20/02/10	Escala pequeña
<i>Compañía Azucarera Hondureña S.A. Cogeneration Project</i>	Japón	Aumentar la capacidad de generación de energía en el ingenio Santa Matilde mediante la instalación de calderas de alta eficiencia y turbogeneradores para el mejor aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar.	32 990	Rechazado	Escala grande
<i>La Grecia Cogeneration Project</i>	Japón	Instalación de equipos eficientes para el mejor aprovechamiento del bagazo de la caña de azúcar.	52 429	Rechazado	Escala grande
<i>Chumbagua Cogeneration Project</i>	Japón	Instalación de equipos eficientes para el mejor aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar.	22 324	Rechazado	Escala grande
<i>Aguan biogas recovery from palm oil Mill effluent (POME) ponds and biogas utilization – Exportadora del Atlántico</i>		Extracción y refinado de aceite de palma para utilizar fuentes de energía renovables a partir del biogás generado por el tratamiento de aguas residuales.	30 183	Activo y Renovable 01/02/2011	Escala pequeña
<i>Mezapa Small-Scale Hydroelectric Project</i>		Producir energía hidroeléctrica limpia para la red nacional.	24 969	Activo y Renovable 08/03/2011	Escala pequeña
<i>Coronado Hydroelectric Project</i>		Producir energía hidroeléctrica limpia y venderla a la ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica)	23 892	Activo y Renovable 17/06/2011	Escala pequeña
<i>Ecopalsa Biogas Expansion– Honduras project</i>	Francia y Bélgica	Recuperación de Biogás en la fábrica de aceite de palma PALCASA. Creación de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales que incluye la cobertura de lagunas anaeróbicas y la recuperación de biogás para generar energía.	13 693	Activo y Renovable 24/10/2011	Escala pequeña
<i>La Vegona Hydroelectric Project</i>		Producir energía hidroeléctrica limpia con agua del río Humuya	109 168	Activo y Renovable 18/11/2011	Escala grande
<i>Biogas y Energía - Methane recovery and power generation from oil mill plant effluents</i>		Instalación de un digestor anaerobio para generar biogás y energía.	49 068	Activo y Renovable 03/05/2012	Escala pequeña
<i>Cerro de Hula Wind Project</i>	Reino Unido e Irlanda del Norte	Primer parque eólico de Honduras.	226 978	Activo y fijo 24/04/2012	Escala grande

Título	Otras partes	Tipo de proyecto	Reducción de CO <sub>2</sub> e por año en toneladas	Estatus (Registro)	Escala
<i>San Martin Hydroelectric Project</i>		Producir energía hidroeléctrica limpia con agua del río San Martín	7 269	Activo y renovable 28/11/2012	Escala pequeña
<i>ERH – Biogas recovery, heat and electricity generation from effluents ponds in Honduras</i>		Recuperación de biogás para la producción de calor y electricidad en la fábrica de aceite de palma Hondupalma.	34 412	Activo y renovable 22/02/2013	Escala pequeña
<i>Platanares Geothermal project</i>		Producción de energía geotérmica para la ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica) y la empresa minera MINOSA (Minerales de Occidente S.A.)	143 748	Activo y renovable 28/03/2013	Escala grande
<i>Gasification Project ARIDEMA</i>	Suiza, Reino Unido e Irlanda del Norte	El proyecto utiliza biomasa constituida por residuos madereros como combustible para generar energía eléctrica.	8 477	Activo y Renovable 04/07/2013	Escala pequeña
<i>San Juan Hydroelectric Project</i>		Producir energía hidroeléctrica con agua del río San Juancito para la demanda nacional.	24 746	Activo y renovable 15/07/2013	Escala pequeña
<i>Enersa Cogeneration Project</i>	Holanda	Aprovechamiento de los gases de escape de los motores de ENERSA para generar energía	53 651	Activo y fijo 18/07/2013	Escala grande

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

**RECUADRO 14****RECOMENDACIONES PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA MATRIZ ENERGÉTICA Y MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Existen diversas opciones para reducir las emisiones del consumo energético, así como mejorar su eficiencia, como la normatividad de vehículos de transporte y del uso doméstico e industrial, así como programas organizacionales urbanos. Por ejemplo, el incremento de la producción de energía hidroeléctrica puede reducir el consumo de otros energéticos.

Es necesario aprovechar el momento de colaboración de los países SICA en la Estrategia Energética Centroamericana 2030 (EESCA 2030) para crear una nueva matriz energética, tomando como guías la COP21, las metas de los ODS y las prioridades regionales.

Se propone adoptar las bases del documento «Convergencia de políticas energéticas, incluyendo carbono, neutralidad y estrategias para el cumplimiento de las metas SE4ALL» de CEPAL (2015) y de los estudios adicionales presentados a los Directores de Energía e Hidrocarburos de los países SICA:

- analizar los efectos del cambio climático al hacer las proyecciones de generación y demanda de energía, considerando su incremento y decremento en períodos de emergencia;
- considerar la vulnerabilidad de la infraestructura del sector energético y sus posibles efectos en la población. En el caso del gas natural, considerar los impactos negativos y las medidas de mitigación;
- evaluar el impacto del cambio climático en la generación de biocombustibles, así como en sus límites de producción;
- considerar políticas de precios que incluyan las externalidades hacia el medio ambiente;
- adaptar las metas de eficiencia considerando las estimaciones de demanda de energía;
- evaluar la adaptabilidad al cambio climático de comunidades rurales con acceso a electricidad, y
- examinar las buenas prácticas de gestión de cuencas, así como el acceso de los usuarios a ellas.

La finalidad es construir la matriz energética que incluya los escenarios de cambio climático para tener mayor certidumbre de las reducciones de los GEI planteados en los INDC's. Los objetivos de la EESCA y su impacto en los ODS se deben evaluar de forma regular.

**Fuente:** CEPAL, CCAD, SICA y UKAID, (2010) y CEPAL (2015).

A manera de síntesis, Honduras es el segundo país en Centroamérica con las mayores emisiones de GEI de acuerdo con los inventarios de emisiones de 2000. Las emisiones netas en ese año debido al cambio de uso de la tierra (CUT) representaban el 35% del total, seguido por la actividad agropecuaria con 27%, la actividad energética con 24% y los desechos con 10%. Al considerar las emisiones brutas totales (sin absorción por CUT), las emisiones de CO<sub>2</sub>e se incrementaron de forma sustancial, siendo el CUT la mayor fuente con 84%, casi cuatro veces la cantidad de emisiones de los otros sectores, consecuencia de cambios de bosque a tierras agrícolas, urbanas y por la deforestación. Las emisiones brutas de la actividad agropecuaria participaron con el 6%, la actividad energética con 5%, los desechos con 3% y los procesos industriales con 1%. La intensidad de CO<sub>2</sub>e por habitante sin CUT fue de 1,7 toneladas en 2000. El promedio sube a 2,7 toneladas por persona considerando las emisiones netas, superior a la meta de dos toneladas por persona a 2050.

Entre los múltiples factores que intervienen en las emisiones de CO<sub>2</sub>e se incluyen las actividades económicas con tecnologías de quema de combustibles fósiles, el crecimiento demográfico,

el cambio tecnológico, las fuentes de energía, las estructuras institucionales, los modelos de transporte, los estilos de vida y el comercio internacional, entre otros. Con la metodología de la identidad de Kaya se obtuvieron estimaciones de las tasas de variación de las emisiones de CO<sub>2</sub>e en Honduras. Se estima una tasa de variación anual de 1,8% para 2030, subiendo a 2,1% a 2050 y bajando a 1,1% a 2100. Entre los factores que pueden influir en un posible menor crecimiento de las emisiones a fines de siglo se encuentra la menor tasa de variación de la población. Cabe aclarar que este es un escenario *Business As Usual* (BAU) realizado antes del establecimiento de las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés).

Las decisiones de política nacional y estrategia regional en términos de oportunidad y costo para reducir las emisiones deberán tomar en cuenta la evolución de los acuerdos internacionales y otras iniciativas regionales, bilaterales o nacionales en torno a medidas comerciales, mecanismos de financiamiento y acceso y promoción de tecnología. Las INDC de Honduras fueron calculadas sobre la base de las capacidades nacionales y las condiciones de financiamiento previstas. Honduras se propone contribuir a la mitigación del cambio climático con una reducción del 15% de las emisiones para 2030 en un escenario BAU. Los sectores considerados en este rubro son energía, procesos industriales, agricultura y residuos. Los gases incluidos son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). El país se comprometió a la forestación/reforestación de 1 millón de hectáreas de bosque antes de 2030 y por medio de la NAMA de fogones eficientes a reducir en un 39% el consumo de leña. Este compromiso está condicionado al apoyo internacional y a los mecanismos de financiamiento que se concreten.

## 8. ESCENARIO DE COSTOS ECONÓMICOS

La valoración de los impactos del cambio climático en la actividad económica es una tarea compleja que requiere combinar modelos científicos y económicos en forma consistente, diseñar escenarios en horizontes de tiempo muy amplios, incorporando una gran cantidad de supuestos sobre el comportamiento de las variables, lo que genera un margen de incertidumbre considerable en los resultados. Es importante reconocer que hay muchos factores difíciles de evaluar como la irreversibilidad de la pérdida de ecosistemas o la posible ocurrencia de eventos catastróficos. Además, es necesario considerar variables cuyo valor no puede ser cuantificado en términos de mercado, como la pérdida de biodiversidad, acervo vital para las generaciones presentes y futuras.

Los costos estimados de los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos miden la cantidad de recursos que deberá invertirse para garantizar el abastecimiento de agua para consumo de los sectores municipal (incluye consumo humano directo) y agropecuario. La estimación realizada considera la diferencia entre las demandas del recurso hídrico en un escenario base y la demanda en los escenarios A2 y B2, además de los cambios en disponibilidad creados por éstos. Estos modelos asumen supuestos como la evolución de las tarifas de agua.

Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 72. La estimación inicial del costo acumulado del impacto del cambio climático en los recursos hídricos como proporción del PIB de 2008 sería de 6,38% a 2100 bajo el escenario B2 considerando una tasa de descuento del 0,5%. El porcentaje de costos va creciendo en los distintos cortes de tiempo: 0,66% a 2020; 1,20% a 2030; 2,63% a 2050 y 4,19% a 2070. Considerando una tasa de descuento del 2% en el escenario B2, los costos acumulados del impacto de los recursos hídricos como proporción del PIB de 2008 serían 1% a 2030; 1,87 a 2050 y 3,28% a 2100. Con la tasa de descuento del 4% en el escenario B2, los costos acumulados del impacto de los recursos hídricos como proporción del PIB de 2008 serían 0,81% a 2030 y 1,68% a 2100. Los costos serían mayores en el escenario A2 que en el escenario B2 en todos los casos. Así, con una tasa de descuento del 0,5% podrían ser del 1,39% del PIB de 2008 en 2030 y del 9,14% para el 2100.

Para estimar los costos económicos del cambio climático sobre la biodiversidad se consideraron el IBP y una valorización directa e indirecta. Los costos fueron estimados en función de los cambios del IBP en los escenarios B2 y A2 en relación con el escenario base. Los resultados obtenidos son los costos acumulados al 2100 a valor presente neto del PIB de 2008 con diferentes tasas de descuento. En el cuadro 73 se presentan los resultados. La estimación inicial del costo directo acumulado del impacto del cambio climático en la biodiversidad como porcentaje del PIB de 2008 sería de 0,49% en el escenario B2 y de 1,43% en A2 al 2100 y los costos indirectos acumulados serían de 10,93% en B2 y 17,82 en A2, el costo total sería de 11,41% en B2 y 19,25% en A2. Los costos en el escenario A2 son mayores que en el B2, los estimados de los costos indirectos son más elevados que en los costos directos.

**CUADRO 72**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS, ESCENARIOS B2 Y A2 A 2100**  
*(En porcentajes del PIB de 2008, a valor presente neto)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
B2					
0,5 %	0,66	1,20	2,63	4,19	6,38
2%	0,60	1,00	1,87	2,59	3,28
4%	0,53	0,81	1,27	1,53	1,68
A2					
0,5 %	0,78	1,39	3,09	5,05	9,14
2%	0,69	1,15	2,18	3,07	4,33
4%	0,59	0,91	1,45	1,77	2,05

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

**CUADRO 73**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA BIODIVERSIDAD, ESCENARIOS B2 Y A2 A 2100, CON COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento	0,5%	2%	4%	8%
Escenarios	B2	A2	B2	A2
Costos directos	0,49	1,43	0,21	0,64
Costos indirectos	10,93	17,82	4,09	6,55
Costos totales	11,41	19,25	4,30	7,19
	B2	A2	B2	A2
	0,09	0,27	0,03	0,08
	1,32	2,06	0,26	0,38
	2,33	0,29	0,46	

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La estimación de los costos económicos de los eventos extremos se hizo como una aproximación del impacto sobre el producto y su significancia estadística con modelos econométricos. Se introdujo una variable para los costos asociados a los eventos extremos climatológicos en una función de producción (basada en Baritto, 2009). Se utilizó un modelo de datos panel que considera los registros de costos por inundaciones y tormentas tropicales en los siete países de la región, disponibles en EMDAT, incluyendo las 11 evaluaciones coordinadas por la CEPAL, período 1970-2008. El nivel del producto se aproxima usualmente mediante el PIB, el acervo de capital y el empleo en cada país. Debido a limitaciones de algunas series de empleo de los países, la estimación se hizo solo con el PIB y el acervo de capital; un supuesto básico es que el aumento de costos frente al aumento de una unidad de intensidad es proporcional.

En el cuadro 74 se presentan las estimaciones iniciales del costo acumulado ante un aumento del 5% y el 10% de la intensidad de las tormentas y los huracanes al año 2100. Con un aumento del 5% y una tasa de descuento del 0,5% se podría generar un costo del 20,57 % del PIB; con tasa de descuento del 2,0%, el costo sería del 7,98%, y con una tasa de descuento del 8,0% el costo podría llegar al 0,61% del PIB. Con un aumento de la intensidad de los eventos del 10% y con una tasa de descuento del 0,5%, los costos podrían llegar a representar el 40,18% del PIB. Con un incremento del 10% en la intensidad de los eventos extremos respecto a la trayectoria observada en las últimas cuatro décadas, los costos acumulados a 2100 se duplicarían y tendrían un impacto mucho mayor sobre las trayectorias de crecimiento de largo plazo.

**CUADRO 74**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL COSTO ACUMULADO ANTE AUMENTOS DEL 5% Y EL 10%**  
**EN LA INTENSIDAD DE LAS TORMENTAS Y LOS HURACANES A 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento	0,5%	2%	4%	8%
Δ 5%	20,57	7,98	2,71	0,61
Δ 10%	40,18	15,59	5,28	1,19

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

En el cuadro 75 se presenta el costo acumulado del impacto del cambio climático para el sector agrícola, los recursos hídricos, la biodiversidad y los eventos extremos de Honduras con cortes en 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100. Las estimaciones se basaron en los impactos medibles de estos cuatro sectores, por lo que se pueden considerar como un costeo parcial e inicial. Es necesario aclarar una vez más que existe un alto nivel de incertidumbre debido a la interacción entre las variables económicas y las condiciones del clima, así como por los aspectos sociales, políticos y culturales. Los costos en 2030 serían equivalentes al 3,61% del PIB de 2008 bajo el escenario B2. Los costos van aumentando en cada corte de tiempo hasta llegar al 45,79% en 2100 con una tasa de descuento de 0,5%. Con el 2% de tasa de descuento, los costos en 2030 serían el 2,99%; para el 2050 aumentarían al 7% y para el 2100 serían el 19,52%. Con el 4% de tasa de descuento, en el 2030 los costos equivaldrían al 2,35%; para el 2050 equivaldrían al 4,48% y para el 2100 al 7,85%.

Bajo el escenario A2, con una tasa de descuento del 0,5% se estima un costo acumulado como proporción del PIB de 2008 de 5,01% en 2030, de 14,69% en 2050 y un 79,55% para el 2100. Con una tasa de descuento del 2%, para el 2030 se proyectó un costo acumulado de 4,15% de PIB de 2008, 10,09% en 2050 y 32,39% al 2100. Con tasa de descuento del 4%, para el 2030 se proyectó un costo acumulado de 3,29% de PIB de 2008, un 6,44% en 2050, y un 12,26% al 2100.

**CUADRO 75**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO,**  
**ESCENARIOS B2 Y A2 EN CUATRO ÁMBITOS A 2100**  
*(En porcentaje del PIB de 2008 a valor presente neto)*

Tasa de descuento	2020	2030	2050	2070	2100
<b>B2</b>					
0,5%	1,31	3,61	10,16	18,05	45,79
2%	1,18	2,99	7,00	10,61	19,52
4%	1,03	2,35	4,48	5,79	7,85
<b>A2</b>					
0,5%	2,52	5,01	14,69	25,56	79,55
2%	2,26	4,15	10,09	15,09	32,39
4%	1,96	3,29	6,44	8,27	12,26

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

La estimación del costo acumulado en ausencia de respuestas y acciones para combatir el cambio climático se proyectó en 1,7% del PIB para 2020, en 2,6 para el 2030, en 4,4% para 2050 y en 6,3% para 2100 (véase el cuadro 76).

**CUADRO 76**  
**HONDURAS: ESTIMACIÓN INICIAL DEL COSTO ACUMULADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**EN CUATRO ÁMBITOS, SIN MEDIDAS DE RESPUESTA, A DIVERSOS AÑOS**  
*(En porcentaje del PIB del año de reporte)*

2020	2030	2050	2070	2100
1,7	2,6	4,4	4,4	6,3

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA (2011).

A manera de conclusión, la presión derivada del cambio climático provocará impactos negativos sobre la actividad agropecuaria, los recursos hídricos, la biodiversidad y los eventos extremos, generando costos contingentes en aumento, amenazando la supervivencia humana y los medios de vida, entre otros efectos. Por tratarse de escenarios futuros que integran diversas «capas» de análisis con sus respectivas incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados de este capítulo deben de interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como cifras exactas. El análisis no estima el efecto acumulado futuro de prácticas productivas que minan la sostenibilidad, como la degradación y la erosión del suelo, prácticas que podrían contribuir a reducir aún más los rendimientos agrícolas, la generación hidroeléctrica y los efectos sobre enfermedades. Además, los análisis se enfocan en los niveles regional y departamental pero no caracterizan zonas de menor escala dentro de estas unidades geográficas. 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. Por tanto, las estimaciones deben ser interpretadas como escenarios posibles si no se toman medidas de adaptación.

Así, el costo acumulado del cambio climático en Honduras, basado en los impactos en el sector agrícola, recursos hídricos, biodiversidad, huracanes, tormentas e inundaciones alcanzaría un máximo de 79,6% del PIB de 2008 a valor presente neto (VPN) con una tasa de descuento del 0,5% en el escenario A2. Los costos empezarían a acelerarse en el sector hídrico a partir de 2030, en biodiversidad y eventos extremos a partir de 2050 y en el sector agrícola a partir de 2070. Este análisis sugiere que los costos serían significativamente mayores en un escenario de emisiones tendencial alto (escenario A2) que en un escenario de emisiones más bajo (escenario B2). Cabe señalar que existe un alto nivel de incertidumbre debido a la interacción entre las variables económicas, las condiciones del clima y los aspectos sociales, políticos y culturales. En general, este tipo de análisis busca estimar los impactos potenciales si no se crean políticas públicas y acciones de todos los actores para adaptarse. De esta forma alertan sobre la importancia estratégica de tomar mayores medidas proactivas y precautorias de inmediato.

## CONCLUSIONES

**L**os resultados de la iniciativa ECC CA indican que el cambio climático podría tener impactos económicos negativos directos y crecientes para Honduras. Se espera una reducción importante en los rendimientos de los principales cultivos como los granos básicos, situación que tendrá impactos en el ingreso, empleo, migración y la seguridad alimentaria y nutricional de la población en condición de exclusión y pobreza de las zonas rurales y urbanas. Asimismo, las presiones crecientes sobre los recursos hídricos, pérdida de biodiversidad, la amenaza de los eventos hidrometeorológicos extremos y otros importantes costos relacionados podrían exacerbarse si se mantiene la tendencia ascendente de las emisiones y la temperatura media del planeta. Todos estos cambios son difíciles de evaluar y cuantificar a mediano y largo plazos.

Para mitigar los efectos esperados de la variabilidad climática es necesario proteger los ecosistemas naturales y su biodiversidad, restaurar y resguardar los ecosistemas más frágiles y tomar medidas contra los impactos en la agricultura, el consumo de agua, la salud y la hidroelectricidad. La información georreferenciada y desagregada por departamentos y regiones geoclimáticas y dividida en años de corte y patrones intraanuales es una herramienta indispensable para dimensionar las medidas a tomar. Su especificación en menores escalas es también importante para formular acciones de adaptación en zonas particulares.

Las repercusiones sobre los rendimientos agrícolas crearán mayores presiones sobre la seguridad alimentaria. El rendimiento del maíz podría disminuir hasta en un 42,48%, el arroz hasta un 49,92%, el frijol 42,04% y el café 32,76%, todos para 2100 en el escenario A2. El impacto de los eventos naturales extremos en el sector agropecuario, aumentan los desequilibrios sociales, lo exige adoptar medidas para reducir y prevenir riesgos. En este sentido, el aseguramiento agrícola tiene gran relevancia.

Honduras enfrenta muchos retos en seguridad alimentaria y nutricional. Para el país es imperativo transitar hacia una agricultura más sostenible e incluyente. Algunas acciones para asegurar el abasto de granos básicos son ampliar las redes de productores, aumentar los servicios de innovación y difundir opciones de adaptación sostenible. Será necesario cambiar prácticas de cultivo, certificar fertilizantes y controlar la humedad y retención del suelo, almacenar y hacer uso eficiente del agua, regular los tiempos de siembra y perfeccionar el manejo pos cosecha de productos, reducir la producción en zonas no aptas y aumentarla en zonas aptas con la debida atención a los derechos de los productores y la conservación de los ecosistemas. Recuperar y rehabilitar tierras degradadas, promoviendo su manejo sostenible con tecnologías apropiadas, especialmente en las áreas secas. Vincular 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.

Los bosques y sus ecosistemas se verán afectados de forma importante por el cambio climático. Los enfoques aquí aplicados, Índice Potencial de Biodiversidad y Zonas de Vida de Holdridge, indican que con la pérdida de biodiversidad proyectada se podrán tener grandes pérdidas económicas, aun-

reconociendo la dificultad de realizar una adecuada y completa valoración de todos los bienes y servicios ambientales provistos por la biodiversidad.

Para la conservación de la biodiversidad se recomienda ampliar las definiciones de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y corredores biológicos a fin de proteger la mayor cantidad posible de recursos naturales. Aunado a lo anterior, se propone fomentar la agricultura y el aprovechamiento forestal sostenibles, al igual que el rescate de cultivos locales resistentes al cambio climático. Otras medidas de conservación de los bosques son: participación de las comunidades locales en la recuperación y preservación de ecosistemas; recuperación y revalorización de los conocimientos tradicionales de preservación y de adaptación a nuevas tecnologías. Adicionalmente deben considerarse el mejoramiento de la gestión de los bosques y el control de las actividades de tala y deforestación y los incendios forestales. Las autoridades, el sector privado y las comunidades deben cooperar en la protección de los ecosistemas para fomentar el ecoturismo.

Los eventos hidrometeorológicos frecuentes como inundaciones, sequías y huracanes tienen alta incidencia en la salud pública, efecto multiplicado por las condiciones de pobreza. De esta manera, el cambio climático incide en la mayor proliferación de enfermedades sensibles al clima como las diarreicas agudas, el dengue, la malaria, la enfermedad de Chagas y la leishmaniosis.

El 84% de las emisiones de GEI en Honduras es generado por los cambios de uso de tierra (cambios de bosque/biomasa, abandono de tierras de cultivo y absorción del suelo, entre otros). Las emisiones producidas por desechos aporta el 3%, la agricultura el 6% y el consumo de energía el 6%. Los escenarios prospectivos de emisiones de GEI indican que las emisiones seguirán aumentando, si bien se podría esperar una menor tasa de crecimiento para mediados de siglo. En el escenario tendencial se tendrían 3,39 toneladas de CO<sub>2</sub>e por habitante a fines de siglo. Existen diversas opciones para reducir las emisiones por consumo de energéticos y mejorar la eficiencia de su uso: normatividad en vehículos de transporte y en consumo doméstico e industrial, así como programas organizacionales urbanos. El incremento de la producción de energía de fuentes hidroeléctricas puede reducir el consumo de otros energéticos

El costo acumulado del impacto del cambio climático proyectado para 2100 en los sectores agrícolas, recursos hídricos, biodiversidad y eventos extremos de Honduras puede llegar al 45,79% del PIB en el escenario B2 y al 79,55% en A2 con una tasa de descuento del 0,5%. Cabe señalar que existe un alto nivel de incertidumbre en estas proyecciones debido a la interacción entre las variables económicas y las condiciones del clima, así como por los aspectos sociales, políticos y culturales.

Al considerar las circunstancias y prioridades de desarrollo establecidas por Honduras, se propone priorizar medidas y políticas públicas que impulsen la adaptación diseñada explícitamente para asegurar una mejor sostenibilidad e inclusión, integradas a acciones de reducción de la pobreza y de la vulnerabilidad al cambio climático y a los eventos extremos. Dentro de este orden de prioridades se propone fomentar la transición a economías ambientalmente sostenibles y bajas en emisiones de GEI y otros contaminantes. Al priorizar políticas públicas sostenibles, incluyentes y articuladas, la sociedad hondureña podría evitar estrategias *ad hoc* de lógica inercial que podrían resolver urgencias pero que profundizarían riesgos, que podrían resolver situaciones en un sector a costa de otro, o que manejaran de forma separada las medidas de adaptación de las de desarrollo sostenible y mitigación de GEI. Por ejemplo, el avance en la protección y restauración de bosques y en el acceso y uso eficiente de energía que reduzca la pobreza energética son partes de una agenda de desarrollo sostenible que podría generar beneficios simultáneos de la adaptación de los ecosistemas,

reducción de emisiones y bienestar e inclusión de los sectores que viven en pobreza, incluyendo a los pueblos indígenas.

Esto requiere un esfuerzo para identificar los riesgos y las medidas para diversas regiones y sectores según metas de desarrollo, como la reducción de la pobreza, la gestión del agua, la agricultura, la seguridad alimentaria y nutricional, la protección de los ecosistemas, la seguridad y la eficiencia energéticas, el ordenamiento territorial y la articulación estratégica entre instituciones para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos de adaptación y mitigación en los sectores. Debe ser enfatizado que la respuesta a los objetivos de la Agenda ODS 2030 requiere una mejora significativa de la coordinación entre sectores, instituciones y disciplinas, como lo puntualiza el ODS 17. La Agenda 2030 con sus metas interrelacionadas coincide cercanamente con la agenda desarrollada sobre los sectores y políticas públicas para impulsar la adaptación sostenible e incluyente con una transición a economías ambientalmente sostenibles y bajas en emisiones de GEI. Incluso, la Agenda 2030 evidencia el vínculo entre la reducción de estas emisiones con la necesidad de evolucionar de forma urgente a patrones de producción y consumo cualitativamente más sostenibles.

El esfuerzo de respuesta por sectores y de forma articulada podría beneficiarse de un enfoque que ponga mayor atención a bienes y servicios públicos comunes e intergeneracionales como el clima, el agua, la seguridad alimentaria, la seguridad energética y el transporte público. Se requiere desarrollar políticas fiscales, comerciales, tecnológicas y educativas facilitadoras de estas medidas. Finalmente, cuando un país participa en sistemas de integración o acuerdos bilaterales, regionales o internacionales, se debe procurar que haya un valor agregado en su respuesta al cambio climático.

Considerando que el 64,5% de la población de Honduras vivía en condición de pobreza en 2013 (CEPALSTAT), la vinculación de las respuestas al cambio climático con los programas de reducción de la pobreza y la mejora de la calidad de vida y de las oportunidades de la población es una importante apuesta para el país. Los múltiples impactos directos e indirectos del cambio climático exacerbarán las diferentes formas y fuentes de vulnerabilidad de determinadas poblaciones, sobre todo si no se realizan acciones de previsión inmediatas. Para tal efecto se requiere considerar las múltiples dimensiones de los procesos y experiencias de «pobreza», como lo hace el enfoque de «capacidades y oportunidades» de Amartya Sen (1999) y desde la lógica del enfoque de derechos humanos que postula el Sistema de Naciones Unidas. Esto 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. Todo esto sin dejar de admitir que habrá límites de adaptación, con pérdidas y daños no reparables, aún si hubiera financiamiento suficiente.

Desde la perspectiva económica, además de las consideraciones éticas, es más rentable actuar ahora que dejar el problema a las generaciones futuras. Los resultados de las investigaciones demuestran que los costos presentes de los impactos del cambio climático se multiplicarán a la poste si no tomamos medidas ambiciosas e inmediatas. Las investigaciones confirman 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 sobre la distribución de costos entre las generaciones, valorando las necesidades de las generaciones futuras. Un análisis similar se tendría que hacer sobre los ecosistemas, los cuales prestan múltiples servicios ambientales que perderemos antes de que el mercado sea capaz de registrar las pérdidas y envíe señales para motivar su manejo adecuado.

Debido a que es una falla de mercado que expresa la insostenibilidad del actual estilo de desarrollo y que tiene profundos impactos 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 grandes demandas por los impactos de eventos extremos, entre otros. Es urgente, pues, hacer frente al desafío de estos fenómenos 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.

Responder de forma sostenible e incluyente al reto de cambio climático implica una serie de desafíos multisectoriales que deben enfrentarse con respuestas particulares para cada sector y con instancias de articulación intersectorial que faciliten los aportes del sector público, el sector privado, la ciudadanía y sus organizaciones civiles, el sector académico, las instituciones de integración y la comunidad internacional. Dichas respuestas deben ser parte integral de los planes de desarrollo nacional y de reducción de la pobreza, con un esfuerzo especial para maximizar los cobeneficios y minimizar los costos intersectoriales de las acciones propuestas. Esto conlleva una mayor atención a bienes y servicios comunes públicos intergeneracionales como el clima, el agua, la seguridad alimentaria, la seguridad energética y el transporte público.

El Gobierno de Honduras ha expresado su compromiso de contribuir a la lucha contra el cambio climático bajo el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas en función de sus capacidades respectivas y su propio contexto nacional. El país busca contribuir con medidas de mitigación, considerando vital adoptar un nuevo acuerdo legalmente vinculante aplicable a todas las partes con el objetivo de que el aumento de la temperatura media global no supere los 1,5 °C. Honduras prioriza la adaptación y actualmente está desarrollando su Plan Nacional de Adaptación. El país firmó el Acuerdo de París en abril de 2016 y lo ha ratificado en septiembre del mismo año.

La ley de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Honduras fomentan la política pública en varios ejes fundamentales según el objetivo de tener un desarrollo bajo en carbono y resistente a los efectos del cambio climático que promueva la adaptación y brinde beneficios a la población con un enfoque de rostro humano. La adaptación es fundamental para reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático, y existen oportunidades para fomentar las medidas de adaptación de los sistemas naturales y productivos. Las disposiciones legales y políticas mencionadas promueven acciones para proteger, conservar y restaurar los ecosistemas costeros marinos y terrestres y su biodiversidad y para la gestión integral del riesgo y la vulnerabilidad por sectores (Gobierno de la República de Honduras, 2015).

El país ha creado un marco de coordinación interinstitucional mediante el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC) como instancia de asesoría y plataforma política integrada por los titulares de las instituciones de Gobierno Central. Se prevé la participación de representantes de la empresa privada, sociedad civil organizada, academia, comunidades indígenas, colegios profesionales y cooperantes. Como apoyo al CICC se creó el Comité Técnico Interinstitucional de Cambio Climático (CTICC), el cual servirá de órgano técnico co-ejecutor de las directrices emitidas por el CICC. El CTICC propondrá, revisará y realizará recomendaciones técnicas sobre planes, estrategias, programas y proyectos y ejecutará acciones dentro de sus competencias. Podrán ser parte del CTICC todas las instituciones nacionales e internacionales que se desempeñen en las áreas de recursos hídricos, bosques, biodiversidad gestión de riesgo marino-costero, educación ambiental, ordenamiento territorial, agricultura, seguridad alimentaria, energía y salud humana.

Ahora, el reto a escala nacional es implementar las respuestas, articulando acciones entre sectores e involucrando a todos los actores de la sociedad. A nivel global, el reto es cerrar las brechas de reducción de emisiones y de apoyo internacional para implementar respuestas a la adaptación sostenible e incluyente en los países en vías de desarrollo y las poblaciones que viven en pobreza. La ventana de oportunidad que tenemos, tanto a escala nacional como a escala global, requiere redoblar esfuerzos.

## ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

ADECAFEH	Asociación de Exportadores de Café de Honduras
AHPROCAFE	Asociación Hondueña de Productores de Café
ANACAFEH	Asociación Nacional de Caficultores de Honduras
ANP	Áreas Naturales Protegidas
BAU	Business As Usual
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CAZALAC	Centro de Aguas para Zonas Áridas y Semiáridas
CC	Cambio Climático
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCHAC	Comité de Cooperación de Hidrocarburos de América Central
CEAC	Consejo de Electrificación de América Central
CELADE	Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIRAD	Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo
CLUE-S	<i>Change of Land Use and its Effects at Small Scale</i> Cambio de uso del suelo y sus efectos a pequeña escala
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
COMISCA	Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana
COP	Conferencia de las Partes de la Convención
COP21	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, París 2015.
COPECO	Comisión Permanente de Contingencias
COSEFIN	Consejo de Ministros de Hacienda/Finanzas en Centroamérica
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono.
CRU	<i>Climatic Research Unit</i> Unidad de Investigación Climática (por sus siglas en inglés)
CSA	Comité de Seguro Agrícola
CSC	Corredor Seco Centroamericano
CUP	Coffee under Pressure
CUT	Cambio de Uso de Tierra
DANIDA	<i>Danish International Development Agency</i> Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca

DFID	<i>Department for International Development of the United Kingdom</i> Departamento de Desarrollo Internacional del Gobierno del Reino Unido
DH	Dengue Hemorrágico
ECC CA	Economía del Cambio Climático en Centroamérica
EDA	Enfermedades Diarreicas Agudas
EESCA	Estrategia Energética Centroamericana
EM-DAT	The Emergency Events Database
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático, Honduras
ENOS	El Niño Oscilación del Sur
ETV's	Enfermedades Transmitidas por Vectores
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAR	Riesgo Fraccional Atribuible (por sus siglas en inglés)
FCAC	Foro del Clima de América Central
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GEO4	Cuarto Informe GEO: perspectivas de medio ambiente mundial, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación (por sus siglas en alemán)
GTCCGIR	Grupo Técnico de Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgo
GWh	GigaWatt·hora
Ha	Hectáreas
HWC	Cafés del Occidente Hondureño
IBP	Índice de Biodiversidad Potencial
ICGES	Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de Salud de Panamá
IFs	<i>International Futures</i>
IGP	Indicación Geográfica Protegida
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INDC	Contribuciones Nacionales Determinadas (por sus siglas en inglés)
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública de México
INSMET	Instituto de Meteorología de Cuba
INTA	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
IP	Instituto Hondureño de la Propiedad
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
LCA	Leishmaniosis Cutánea Americana
LEAP	<i>Long Range Energy Alternatives Planning System</i> Sistema de Planificación de Alternativas Energéticas de Largo Alcance
LV	Leishmaniosis Visceral
MbA	Mitigación basada en la Adaptación
Mbep	Millones de barriles equivalentes de petróleo
MC	Marca Colectiva
MiAmbiente+	Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, Honduras.
m3	Metros cúbicos
MW	Millones de Watts

NAMA	<i>Nationally Appropriate Mitigation Action</i>
	Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (por sus siglas en inglés)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIC	Organización Internacional del Café
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PHI	Programa Hidrológico Internacional
PIB	Producto Interno Bruto
PMA	Programa Mundial de Alimentos
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROMECAFE	Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura
PSA	Pago por Servicios Ambientales
RUTA	Unidad Regional para el desarrollo sostenible del CAC
SAG	Secretaría de Agricultura y Ganadería, Honduras
SAN	Seguridad Alimentaria y Nutricional
SCAP	Asociación de Cafés Especiales de Panamá
SERNA	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Honduras
SICA	Sistema de Integración Centroamericana
SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
TOSCAFEH	Asociación de Tostadores de Café de Honduras
t/ha	Toneladas por Hectárea
UKAID	Departamento del Gobierno Británico de Desarrollo Internacional
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNIOCOOP	Unión de Cooperativas de Servicios Agropecuarios
USD	Dólares Americanos
VAR	Vectores Autorregresivos
VPN	Valor Presente Neto
ZVH	Zonas de Vida de Holdridge

## BIBLIOGRAFÍA

- AfDB (*African Development Bank*) y otros (2007), «Poverty and climate change: Reducing the vulnerability of the poor through adaptation», Banco Mundial.
- Allen, M. R. y otros (2007), «Scientific challenges in the attribution of harm to human influence on climate», *University of Pennsylvania Law Review*, vol. 155, N° 6, págs. 1353-1400.
- Ávila, G.A., Araujo, R. y Orellana, G. (2010), «Situación epidemiológica del dengue en Honduras período 1991-2010», *Revista Médica Hondureña*, vol. 78, N° 3, págs. 156-162.
- Balluz, L., Moll, D., Díaz Martínez, M., Mérida Colindres, J. y Malilay, J. (2001), «Environmental pesticide exposure in Honduras following hurricane Mitch», *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 79, págs. 288-295.
- Baritto, F. (2009), *Disasters, vulnerability and resilience from a macro-economic perspective*, Background paper for the 2009 ISDR Global assessment report on disaster risk reduction.
- Barthel, C. y otros (2008), «An integrated modelling framework for simulating regional-scale actor responses to global change in the water domain», *Environmental Modelling & Software*, vol. 23, N° 9, págs. 1095-1121.
- Bates, B. y otros (2008), *Climate change and water*, Documento Técnico, Intergovernmental Panel on Climate Change, Ginebra.
- 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.
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.T., Rothstein, H., (2009), *Introduction to Meta-Analysis*, John Wiley and Sons, New York.
- Carey, J. (2011), «Global Warming and the Science of Extreme Weather», *Scientific American*, 29 de junio.
- Castellanos, E., C. Fajardo, A. Henríquez, O. Rivera, V. Rivas, J. Rubio y S. Tovar, (2008), «Características clínicas de la diarrea por rotavirus en el Hospital Materno Infantil durante el año 2007», *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*.
- CAZALAC (Centro de Aguas para Zonas Áridas y Semiáridas) y PHI (Programa Hidrológico Internacional)/UNESCO (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 N° 25.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo)/Banco Mundial (2010), Base de Datos SIG de Mesoamérica [en línea] <<http://www.ccad.ws/documentos/mapas.html>>.
- CELADE (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía) (2016), [en línea] <<http://www.cepal.org/en/acerca-de-poblacion-y-desarrollo>>.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2016), *Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible* (LC/G.2660/Rev.1), Santiago, Chile.
- \_\_\_\_\_ (2011), *Estudio sectorial regional sobre energía y cambio climático en Centroamérica*, LC/MEX/L.1048, publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.

- \_\_\_\_\_ (2010), *La hora de la igualdad, Brechas por cerrar, caminos por abrir, Síntesis*, Trigésimo tercer período de sesiones de la CEPAL Brasilia, Santiago, Chile.
- \_\_\_\_\_ (2009), *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Una reseña*, Documentos de proyectos.
- \_\_\_\_\_ (2007), *Estrategia Energética Sustentable Centroamérica 2020*, (LC/MEX/L.828), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F
- CEPAL y BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2016), *Informe Técnico de los Resultados del taller I. Caso de Estudio (VSRH e influenza) Honduras*, (Documento interno, CEPAL).
- CEPAL/CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano)/SICA (Sistema de Integración Centroamericano)
- (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.
- \_\_\_\_\_ (2013), *Impactos potenciales del cambio climático sobre los granos básicos en Centroamérica*, LC/MEX/L.1123, publicación de las Naciones Unidas, México D.F.
- CEPAL, CAC, COMISCA (Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana), CCAD, COSEFIN (Consejo de Ministros de Hacienda/Finanzas en Centroamérica), SIECA (Secretaría de Integración Económica Centroamericana), SICA, UKAID (Departamento del Gobierno Británico de Desarrollo Internacional) y DANIDA (Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (por sus siglas en inglés)), (2015), *Cambio climático en Centroamérica: Impactos potenciales y opciones de política pública*, LC/MEX/L.1196, México, D. F.
- CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y 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, COSEFIN, CCAD/SICA, UKAID y 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, publicación de las Naciones Unidas, 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 Serie Técnica impactos potenciales de los ecosistemas*, LC/MEX/L.1077, Organización de las Naciones Unidas, CEPAL, México D.F.
- \_\_\_\_\_ (2012d), *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica. Síntesis 2012*, LC/MEX/L.1076, publicación de las Naciones Unidas, CEPAL, 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.
- CEPAL, COSEFIN, CCDA/SICA, COMISCA, UKAID y DANIDA (2012), *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica: Evidencia de las enfermedades sensibles al clima. Serie técnica 2012*, (LC/MEX/L.1069), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- CEPAL y Estado de la Región (2015), *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.
- CEPAL y SICA (2007), *Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020*, (LC/MEX/L.828), publicación de las Naciones Unidas, México, D. F.
- CEPAL, UKAID y CCAD/SICA (2010), *La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis 2010*, (LC/MEX/L.978), publicación de las Naciones Unidas, México, D.F.

- CEPAL, UKAID y CICAFE (Centro de Investigación en Café) (2011), *Guía Técnica para el Cultivo del Café*, Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE).
- CEPALSTAT (base de datos y Publicaciones Estadísticas de CEPAL) (2016), [en línea] <[http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/Portada.asp](http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp)>.
- COMISCA (Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana) (2009), *Plan de salud de Centroamérica y República Dominicana 2010-2015*, San José, Costa Rica.
- COMISCA, COTEVISI, OPS (Organización Panamericana de la Salud), INSP (Instituto Nacional de Salud Pública de México), INSME (Instituto de Meteorología de Cuba), CEPAL y BID, *Salud y cambio climático en los países de Centroamérica y la República Dominicana: Respondiendo al riesgo climático en la salud humana*, (Documento interno, CEPAL).
- Convit, J., Ulrich, M., Perez, M., Hung, J., Castillo, J., Rojas, H., Viquez, A., Araya, L. y Lima, H. (2005), «Atypical cutaneous leishmaniosis in Central America: possible interaction between infectious and environmental elements», *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 99, N° 1, págs. 13-17.
- COPECO (Comisión Permanente de Contingencias), [en línea] <<http://copeco.gob.hn/que-es-copeco>>.
- CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) (2017), «Emergency events database EM-DAT: the international disaster database», Bruselas [en línea] <<http://www.emdat.be>>.
- DARA (El Monitor de Vulnerabilidad Climática) (2012), *Methodology Note. Methodological Documentation for the Cilmate Vulnerability Monitor*, 2nd. Edition, Madrid.
- Escribà, J., Ponce, E., Romero, A., Viñas, P., Marchiol, A., Bassets, G., Palma, P., Lima, M., Zúñiga, C. y Ponce, C. (2009), Treatment and seroconversion in a cohort of children suffering from recent chronic Chagas infection in Yoro, Honduras, *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 104, N° 7, págs. 986-991
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2015), *Major crop losses in Central America due to El Niño*, [en línea] <<http://www.fao.org/news/story/en/item/328614/icode/>>.
- \_\_\_\_ (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.
- \_\_\_\_ (1983), «El reciclaje de materia orgánica en la agricultura de América Latina. Informe», *Boletín de Suelos de la FAO* N° 51.
- FAO, FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola) y PMA (el programa Mundial de Alimentos) (2013), *El estado de la seguridad alimentaria en el mundo 2013. El crecimiento económico es necesario pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición*, Roma, FAO.
- FEWS NET (Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna), RUTA (Unidad Regional para el Desarrollo Sostenible CAC) y PROMECAFE (Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura) (2014), Ingresos de productores y jornaleros del café se reducirán por segundo año consecutivo. Informe Especial Centroamérica, febrero 2014.
- FEWS NET (2015), *Sequía amenaza a 3.5 millones de personas en ausencia de asistencia*, [en línea] <<http://www.fews.net/es/central-america-and-caribbean/alert/october-16-2015>>.
- Fleisher, A., I. Lichtman y R. Mendelsohn (2007), «Climate change, irrigation, and Israeli agriculture: Will warming be harmful?», *Policy Research Working Paper*, N° 4135, Banco Mundial.
- Glass, G.V., McGaw, B., Smith, M.L. (1981), *Meta-Analysis in Social Research*, Sage Publications, Beverly Hills.
- Gobierno de la República de Honduras (2015), *Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional INDC-Honduras*, Informe de Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC) a Naciones Unidas para COP21, Honduras.
- Gutiérrez, M.F., Urbina, D., Matiz, A., Puello, M., Mercado, M., Parra M., y otros. (2005), «Comportamiento de la diarrea causada por virus y bacterias en regiones cercanas a la zona ecuatorial», *Colombia Médica*, Vol. 36. N°4. (Supl. 3), págs. 6-14.

- Hannah, L. y otros (2002), «Conservation of biodiversity in a changing climate», *Conservation Biology*, vol. 16, N° 1, págs. 264-268.
- Harmeling, S. (2011), Global Climate Risk Index 2012. Who suffers most from extreme weather events? Weather related loss events in 2010 and 1991 to 2010, Germanwatch, Documento informativo.
- Hassan, H. y Dregne, H. (1997), *Natural Habitats and Ecosystems Management in Drylands: An Overview*, Natural Habitats and Ecosystems Management Series. Environment Department Papers. Washington, D. C., World Bank.
- Hegerl, G. C. y F. W. Zwiers (2011), «Use of models in detection and attribution of climate change», *WIREs: Climate Change*, vol. 2, N° 4, págs. 570-591.
- Hijmans, R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G. y Jarvis A. (2005), «Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas», *International Journal of Climatology*, vol. 25, págs. 1965-1978.
- Holdridge, L. R.; Grenke, W.; Hatheway; W.H.; Liang, T.; Tosi, J.A. (1971), *Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study*, Pergamon Press, Oxford.
- Holdridge, L. R., Tosi J. A. y Jimenez Saa H. (2000), La clasificación de las zonas de vida Holdridge, En: *Ecología basada en zonas de vida*, Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura, San Jose, Costa Rica.
- Hughes, B. (2008), *International Futures: The IFs Model*, Documento presentado en la reunión anual en ISA's 49th Annual Convention, Bridging Multiple Divides, Hilton San Francisco, San Francisco, CA.
- Hulme, M. (2014), «Attributing weather extremes to 'climate change': A review», *Progress in Physical Geography, SAGE Journals*, vol. 38, N° 4.
- IHCAFE (Instituto Hondureño del Café) (2001), *Evolución de la actividad cafetalera en Honduras en los últimos 20 años*, Tegucigalpa, Honduras.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2014), *Cambio Climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*, Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 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), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_(2007b), *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.
- \_\_\_\_\_(2007c), *Climate Change 2007: Impacts Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the fourth Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_(2004), *Glosario de términos utilizados en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC*, [en línea] <<http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>>.
- \_\_\_\_\_(2000), «Climate Change 2000: IPCC Special report on emissions scenarios. A special report of IPCC Working Group III», Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA (US), Environmental Molecular Sciences Laboratory (US).
- 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*, Organización de las Naciones Unidas, Lima, Perú.

- Jiménez, B. y T. Asano (2008), *Water reuse: An international survey of current practice, issues and needs*, IWA Publishing, Londres, Reino Unido.
- Loa, E. y otros (1996), *Uso de la Biodiversidad*, La biodiversidad biológica de México. Estudio de país, México, CONABIO.
- Locatelli, B., y P. Imbach (2010), Migración de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático: el rol de los corredores biológicos en Costa Rica, En: Martínez y otros (eds.), *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina, Libro de actas del Seminario Internacional sobre Adaptación al Cambio climático: el Rol de los Servicios Ecosistémicos*, Turrialba, Costa Rica.
- Lutheran World Relief (2015), *El Niño: Current and Expected Humanitarian Impacts in Central and South America and the Caribbean*, [en línea] <[http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ElNino\\_LWRSitRep\\_No2\\_Oct2015%20%281%29.pdf](http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ElNino_LWRSitRep_No2_Oct2015%20%281%29.pdf)>.
- 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.
- ND-GAIN (Notre Dame Global Adaptation Index) (2016), [en línea] <<http://index.gain.org/>>.
- NOAA (2010), *Hurricane Research division. Re-Analysis Project, Atlantic Oceanographic & Meteorological Laboratory*, [en línea] <<http://www.aoml.noaa.gov/>>.
- OIC (Organización Internacional del Café) (2013), Anuario de la OIC 2011-2012. Retrospectiva.
- OLADE (Organización Latinoamericana de Energía)/BID y 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*.
- Oliva, G., González, O. y Núñez, F. (2009), «Leishmaniosis cutánea en la Región Sanitaria N° 3, República de Honduras, enero 1998-septiembre 2002», *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* vol. 47, N° 2.
- OMS (2016), *Reglamento Sanitario Internacional*, [en línea] <<http://www.who.int/ihr/revisionprocess/revision/es/>>.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud) (2011), Situación de Salud en las Américas, Indicadores Básicos, [en línea] <<http://new.paho.org/arg/images/Gallery/publicaciones/IndicadoresBsicos2011Amricas.pdf>>.
- OPS (2010), Lucha contra las enfermedades prevalentes y olvidadas, [en línea] <<http://new.paho.org/blogs/esp/?p=272>>.
- OPS (2007), *Salud en las Américas*, Publicación Científica y Técnica No.622, Washington D.C., EUA.
- OPS/OMS (2016a), *Declaración de Situación de Emergencia en Honduras*, [en línea] <[https://pftp.paho.org/Public/HON/160406\\_Declaraci%C3%B3n\\_Emergencia\\_Honduras.pdf](https://pftp.paho.org/Public/HON/160406_Declaraci%C3%B3n_Emergencia_Honduras.pdf)>.
- OPS/OMS (2016b), *Enfermedades Transmisibles y Análisis de Salud (CHA) Información y Análisis de Salud (CHA/HA)*, [en línea] <[http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=32810&Itemid=270](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=32810&Itemid=270)>.
- OPS/OMS (2016c) *Zika-Epidemiological Report Honduras*, [en línea] <[http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=35137&Itemid=270](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=35137&Itemid=270)>.
- Papadakis, J. (1980), *El clima. Con especial referencia a los climas de América Latina, Península Ibérica, ex Colonias Ibéricas y sus potencialidades agropecuarias*, Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
- Penman, H. (1956). «Evaporation, an introduction survey», *Netherlands Journal of Agricultural Science* Vol. 4, págs. 9-29.

- Perrier, A. (1984), Updated evapotranspiration and crop water requirement definitions, En: Perrier, A. y Riou, C. (eds.), *Crop Water Requirements*, ICID Int. Conf., Paris, INRA.
- PNUD (Programa de 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) (2007), Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO-4. Resumen para los tomadores de decisiones.
- PNUMA/PCFV (Alianza para Combustibles y Vehículos Limpios) (2007), Abriendo la puerta a los vehículos limpios en países en desarrollo y en transición: el papel de los combustibles de bajo azufre, *Informe del Grupo de trabajo sobre azufre de la Alianza para Combustibles y Vehículos Limpios* (PCFV), Nairobi.
- PNUMA/PNUD /EIRD (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres) y Banco Mundial (2010), Global Risk Data Platform. The PREVIEW, [en línea] <<http://www.un-redd.org/>>.
- Saez, M., A. Figueiras, F. Ballester, S. Pérez-Hoyos, R. Ocaña, y A. Tobías (2001), «Comparing meta-analysis and ecological-longitudinal analysis in time-series studies. A case study of the effects of air pollution on mortality in three Spanish cities», *Epidemiology Community Health*, vol. 55, págs. 423–432.
- SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería) (2010), Estrategia del sector Público Agroalimentario y Plan de Implementación. Honduras hacia el Desarrollo Sostenible.
- Santos, K., Bermúdez, J., López, E., Alger, J., Sierra, M. y Fajardo, D. (2006), «Estudio clínico-epidemiológico de leishmaniasis cutánea atípica en Reitoca, Zona endémica de sur de Honduras», *Revista Médica de los Post Grados de Medicina -UNAH*, vol. 9, N°1, págs. 47-57.
- Schwartz, J. (1994), «Air pollution and daily mortality: A review and meta-analysis», *Environmental Research Journal*, vol. 64, N°1, págs. 36-52.
- Secretaría de Salud de Honduras: Unidad de Vigilancia de la Salud (2015), Lineamientos Generales para personal de Salud por infección de Virus Zika, [en línea] <[http://www.paho.org/hon/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1193:lineamientos-para-personal-de-salud-sobre-virus-zika&Itemid=229](http://www.paho.org/hon/index.php?option=com_content&view=article&id=1193:lineamientos-para-personal-de-salud-sobre-virus-zika&Itemid=229)>.
- Secretaría de Salud de Honduras (2012), Presentación Salud y Cambio Climático.
- Sen, A. (1999), *Development as Freedom*, Oxford University Press.
- Sergenson, K. y B. L. Dixon (1998), «Climate Change and Agriculture: The Role of Farmer Adaptation, Chapter 3, The Economics of Climate Change, R. Mendelsohn y J. Neumann, eds., Cambridge University Press, Cambridge.
- SIAGRO (Sistema de Información Agropecuaria) (2013), [en línea] <<http://www.cepal.org>>.
- SIECA (Secretaría de Integración económica Centroamericana)/DGTI (Dirección General de tecnología e Información) (2005), «Secretaría de Integración Económica Centroamericana» [en línea] <<http://www.sieca.int/>>.
- Solórzano, Girón, J., I. Molina, R. Turcios-Ruiz, C. Quiroz Mejía, L. Amendola, L. Oliveira, J. Andrus, P. Stupp, J. Bresee y R. Glass, (2006), «Burden of diarrhea among children in Honduras, 2000-2004: estimates of the role of rotavirus», *Revista Panamericana de Salud Pública*, vol. 20, N°6, págs. 377-384.
- Sonkë K., y otros (2015), «Global climate risk index 2016. Who suffers most from extreme weather events? Weather related loss events in 2014 and 1995 to 2014», Germanwatch, Documento informativo.
- Spurling, G., Lucas, R. y Doust, J. (2005), «Identifying health centers in Honduras infested with Rhodnius prolixus using the seroprevalence of Chagas disease in children younger than 13 years», *The American journal of tropical medicine and hygiene*, vol. 73, N° 2, págs. 307-308.
- Stanley, T. D. (2001), «Wheat from Chaff: Meta-analysis as Quantitative Literature Review», *Journal of Economic Perspectives*, vol. 15, N°. 3, págs. 131–150.

- Stern, N. (2007), *The Economics of Climate Change*, The Stern Review, Cambridge University Press, Reino Unido.
- Stott, P. A., Gillett N. P., Hegerl G. C., Karoly D. J., Stone D. A., Zhang X. y Zwiers F. (2010), «Detection and attribution of climate change: A regional perspective», *WIREs Climate Change*, vol. 1, N° 2, págs. 192-211.
- Thornthwaite, C. (1948). «An approach toward a rational classification of climate», *Geographical Review*, Vol. 38, N° 1, págs.55-94.
- UEA (University of East Anglia) (2010), «Climatic Research Unit» [en línea] <<http://www.cru.uea.ac.uk/>>.
- UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (1997), *World Atlas of Desertification*, Segunda Edición, Middleton N. y Thomas D. (eds).
- United Nations News Centre (2014), Central America drought turning into humanitarian crisis, UN warns, [en línea] <[http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=49590#.ViJp4\\_mrTIU](http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=49590#.ViJp4_mrTIU)>.
- Verburg, P. y otros (2002), «Land use change modelling at the regional scale: The CLUE-S model», *Environmental Management*, vol. 30, N° 3, págs. 391-405.
- WRI (World Resources Institute) (2009), *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT)*, [en línea] <<http://www.earthtrends.wri.org>>.





## Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

**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 Ciudad de México, MÉXICO  
(52 55) 4170 56.00 • uacc-mex@cepal.org  
[www.cepal.org/mexico](http://www.cepal.org/mexico) • [repositorio.cepal.org](http://repositorio.cepal.org)

**Nordic Development Fund (NDF)**  
P.O. Box 185  
FIN-00171 Helsinki, Finland  
(Visiting address: Fabianinkatu 34)  
(358) 10 618 002 • [info.ndf@ndf.fi](mailto:info.ndf@ndf.fi) • [www.ndf.fi/](http://www.ndf.fi/)

**Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas**  
Despacho de Recursos Naturales y Ambiente  
100 mts. al sur del Estadio Nacional  
Tegucigalpa M.D.C., Honduras, C.A.  
Tel.: (+504) 2232-1386  
Sitio web: [www.miambiente.gob.hn/](http://www.miambiente.gob.hn/)

**Banco Interamericano de Desarrollo (BID)**  
1300 New York Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20577, USA  
(202) 623-1000 • [www.iadb.org](http://www.iadb.org)

