



Observatorio de la Sostenibilidad  
*Red Latinoamérica*



## IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN LA AGRICULTURA DE AMERICA CENTRAL Y EN LAS FAMILIAS PRODUCTORAS DE GRANOS BASICOS



**Autora: Yvette Aguilar ([yvette.a@gmail.com](mailto:yvette.a@gmail.com))**

Mayo 2011

# TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
<i>Introducción.....</i>	6
<i>Resumen.....</i>	7
<b>1 El cambio climático observado y futuro en América Central.....</b>	<b>8</b>
1.1 Abordaje metodológico.....	8
1.2 El cambio climático mundial.....	9
1.3 El clima de América Central y los cambios del clima ya observados.....	12
1.4 Proyecciones regionales del cambio climático.....	15
<b>2 Amenazas e impactos del cambio climático en la agricultura de América Central.....</b>	<b>24</b>
2.1 Amenazas e impactos sobre la agricultura de América Latina.....	24
2.2 Vulnerabilidad climática de la agricultura en América Central.....	28
2.3 Impactos sobre la agricultura en América Central.....	32
2.4 Impactos sobre la seguridad alimentaria y nutricional, y sobre las familias agricultoras más vulnerables.....	47
<b>3 Los retos de la adaptación al cambio climático en el sector agrícola de América Central.....</b>	<b>63</b>
3.1 Marco conceptual y abordaje de la adaptación al cambio climático.....	63
3.2 Marco normativo y planeación de la adaptación.....	64
3.3 Marcos de política vigentes para la adaptación en el ámbito regional y nacional.....	72
3.4 Lineamientos y criterios para la adaptación en la agricultura, y seguridad alimentaria y nutricional.....	80
<b>4 Conclusiones.....</b>	<b>91</b>
Referencias bibliográficas.....	94
<b>Apéndice A:</b> El cambio climático antropogénico: definición, causas y responsabilidades.....	97
<b>Apéndice B:</b> Terminología para describir la probabilidad y grados de confianza.....	101
<b>Apéndice C:</b> Escenarios de estabilización de las concentraciones de GEI.....	102
<b>Apéndice D:</b> Tendencias observadas del clima en América Central para 2020, 2050 y 2080.....	102
<b>Apéndice E:</b> Impactos del cambio climático sobre los cultivos en América Latina.....	105
<b>Apéndice F:</b> Funciones de producción del maíz, frijol y café para América Central.....	107
<b>Apéndice G:</b> Indicadores de seguridad alimentaria y nutricional 2005-2007 para el CA-4.....	110
<b>Apéndice H:</b> Indicadores socioeconómicos de las familias productoras de granos básicos.....	111
<b>Apéndice I:</b> Símbolos químicos, abreviaturas de modelos climáticos y unidades de medida.....	114

## CRÉDITOS

### **Autora:**

\* Martha Yvette Aguilar  
yvette.a@gmail.com

### **Revisión Técnica:**

\* Amado Ordoñez Mejía  
Centro Humboldt

### **Seguimiento:**

\* Libby Canales Barquero  
Red SUSWATCH - Centro Humboldt

### **Diseño y Diagramación:**

\* Dick Sánchez  
Centro Humboldt

# ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

<b>Art</b>	Artículo
<b>AR4</b>	Cuarto Informe de Evaluación del <i>IPCC</i> , 2007 (por sus siglas en inglés)
<b>AWGs</b>	Grupos de Trabajo Especial (por sus siglas en inglés)
<b>AWG-KP</b>	Grupo de Trabajo Especial sobre los nuevos compromisos de las Partes del Anexo I con arreglo del Protocolo de Kioto (por sus siglas en inglés)
<b>AWG-LCA</b>	Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención (por sus siglas en inglés)
<b>A2</b>	Familia de escenarios de nivel medio-alto de emisiones de gases de efecto invernadero, describiendo sociedades futuras muy heterogéneas, con crecimiento económico lento orientado hacia regiones, y los cambios tecnológicos son más fragmentados y lentos
<b>A1B</b>	Familia de escenarios de nivel medio de emisiones de gases de efecto invernadero, la cual no depende demasiado de un fuente energética en particular (con iguales mejoras tecnológicas)
<b>A1F1</b>	Familia de escenarios de nivel alto de emisiones de gases de efecto invernadero, con énfasis en el uso de tecnologías intensivas en combustibles fósiles, incluyendo carbón, gas y petróleo
<b>B2</b>	Familia de escenarios de de nivel medio-bajo de emisiones de GEI, describe un mundo futuro con énfasis en las soluciones locales para el logro de la sustentabilidad económica, social y ambiental, orientándose hacia la protección ambiental y la equidad social.
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>CAC</b>	Consejo Agropecuario Centroamericano, SICA
<b>CATHALAC</b>	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe, con sede en Panamá
<b>CA-4</b>	Conjunto de 4 países integrado por Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua
<b>CCAD</b>	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (SICA)
<b>CCVAH</b>	Consejo Centroamericano de Vivienda y Asentamientos Humanos, SISCA, SICA
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CEPRENAC</b>	Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales (SICA)
<b>CERs</b>	Certificados de reducción de misiones de gases de efecto invernadero (por sus siglas en inglés)
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>CMP-X</b>	Conferencia de las Partes en su calidad de Xª Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto (por sus siglas en inglés)
<b>COP-X</b>	Conferencia de las Partes bajo la CMNUCC (por sus siglas en inglés)
<b>CRRH</b>	Comité Regional de Recursos Hidráulicos (SICA)
<b>C3</b>	Grupo de plantas que producen un componente de 3 carbonos durante la fotosíntesis, incluye a la mayoría de árboles y cultivos agrícolas: arroz, trigo, frijol de soya, papas y vegetales
<b>C4</b>	Grupo de plantas principalmente tropicales, que producen un componente de 4 carbonos durante la fotosíntesis: pastos, maíz, caña de azúcar, milo y sorgo; se consideran eficientes
<b>ECAGIRH</b>	Estrategia Centroamericana de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos 2010-2012
<b>EIRD</b>	Estrategia Internacional de Reducción de Desastres
<b>EFCA</b>	Estrategia Forestal Centroamericana 2010 (SICA)
<b>EMSA</b>	Estrategia Mesoamericana de Sostenibilidad Ambiental 2010-2013 (SICA)
<b>ENOS</b>	El Niño Oscilación del Sur
<b>ERAS</b>	Estrategia Regional Agroalimentaria y de Salud 2009-2024 (SICA)
<b>ERCC</b>	Estrategia Regional de Cambio Climático 2010, CCAD, SICA, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>
<b>EEUU</b>	Estados Unidos de América



<b>ET</b>	Países en transición hacia una economía de mercado
<b>FAO, FAOSTAT</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Base de datos estadísticos de la FAO (por sus siglas en inglés)
<b>FCPF</b>	Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques del BM (por sus siglas en inglés)
<b>FLACSO</b>	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
<b>GGCA</b>	Alianza Mundial de Género y Clima (por sus siglas en inglés)
<b>GEF</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (por sus siglas en inglés)
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero
<b>GIEWS</b>	Sistema Mundial de Información y Alerta Temprana en Alimentación y Agricultura, FAO (por sus siglas en inglés)
<b>GIZ</b>	Cooperación Internacional Alemana (por sus siglas en alemán)
<b>GU</b>	Guatemala
<b>HN</b>	Honduras
<b>ICA</b>	Consulta y Análisis Internacional (por sus siglas en inglés)
<b>IMH</b>	Índice Mundial de Hambre
<b>IMN</b>	Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica
<b>INGEI</b>	Inventario Nacional de GEI
<b>IOA</b>	Índice de Oscilación Ártica
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
<b>IRC</b>	Índice Mundial de Riesgo Climático
<b>IyD</b>	Innovación y desarrollo tecnológico
<b>LDCs</b>	Países menos desarrollados (por sus siglas en inglés)
<b>MARENA</b>	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua
<b>MARN</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Guatemala/El Salvador)
<b>MCG</b>	Modelo de circulación general de la atmósfera
<b>MDL</b>	Mecanismo para un Desarrollo Limpio bajo el Protocolo de Kioto
<b>MINAE</b>	Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica
<b>MRV</b>	Monitoreo, informe y verificación (por sus siglas en inglés)
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>NAMAs</b>	Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación en países en desarrollo (por sus siglas en inglés)
<b>NI</b>	Nicaragua
<b>UN (ONU)</b>	Naciones Unidas (Organización de las Naciones Unidas)
<b>OMM</b>	Organización Meteorológica Mundial
<b>OMS</b>	Organización Mundial de Salud
<b>PAB</b>	Plan de Acción de Bali
<b>PACA</b>	Política Agrícola Centroamericana 2008-2017, CAC, SICA
<b>PACAGIRH</b>	Plan de Acción Centroamericano de Gestión Integrada de Recursos Hídricos 2010-2012
<b>PCAGIR</b>	Plan Centroamericano de Gestión Integral del Riesgo
<b>PANAs</b>	Planes de Acción Nacionales de Adaptación (por sus siglas en inglés)
<b>PARCA</b>	Plan Ambiental de la Región Centroamericana 2010-2014, SICA
<b>PC</b>	Período de compromiso bajo el marco del Protocolo de Kioto
<b>Pcp</b>	Precipitación de lluvia
<b>PEA</b>	Población Económicamente Activa



<b>PK</b>	Protocolo de Kioto
<b>PIB – PNB</b>	Producto Interno Bruto – Producto Nacional Bruto
<b>PMA</b>	Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>ppmv</b>	Partes por millón (10 <sup>6</sup> ) por volumen de aire
<b>PPP</b>	Poder de compra paritario (por sus siglas en inglés)
<b>PRESANCA</b>	Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamericano, SISCA, SICA
<b>PREVDA</b>	Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental SISCA, SICA
<b>PRRD</b>	Plan Regional de Reducción de Riesgos y Desastres 2006-2015, CEPREDENAC, SICA
<b>RAAN</b>	Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua
<b>REDD</b>	Reducción de las emisiones provenientes de la deforestación y la degradación de los bosques tropicales en los países en desarrollo (por sus siglas en inglés)
<b>REDD-plus</b>	REDD y la función de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono (por sus siglas en inglés)
<b>RUSI</b>	Instituto Real de Servicios Unificados (por sus siglas en inglés)
<b>RUTA</b>	Unidad Regional de Asistencia Técnica del Banco Mundial (por sus siglas en inglés)
<b>SBSTA</b>	Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (por sus siglas en inglés)
<b>SBI</b>	Órgano Subsidiario de Implementación (por sus siglas en inglés)
<b>SERNA</b>	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras
<b>SIDs</b>	Pequeños Estados Insulares (por sus siglas en inglés)
<b>SLV</b>	El Salvador
<b>SIRSAN</b>	Sistema Regional de Indicadores de Seguridad Alimentaria y Nutricional, SISCA, SICA
<b>SICA - SISCA</b>	Sistema de Integración Centroamericano - Secretaría de Integración Social Centroamericana
<b>TAR</b>	Tercer Informe de Evaluación del IPCC, 2001 (por sus siglas en inglés)
<b>UTCUTS</b>	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (sector)
<b>UNAM</b>	Universidad Autónoma de México



## INTRODUCCIÓN

El sector agricultura (incluyendo todos los subsectores) es fundamental para la sustentabilidad de las sociedades humanas, ya que en un marco de política agrícola efectivo y apropiado, se podría garantizar la seguridad alimentaria y nutricional, ofrecer medios de sobrevivencia con equidad social y sustentabilidad ambiental, y optimizar la producción agrícola dentro de un ordenamiento ambiental y manejo sustentable de las tierras agrícolas y dinámicas territoriales.

El sector agrícola es altamente vulnerable a las variaciones y cambios del clima, incluyendo los cambios en la magnitud y patrones de comportamiento de las temperaturas y precipitación, olas de calor, sequías, inundaciones y otros eventos extremos. De acuerdo al 4º Informe de Evaluación (AR4) de 2007 del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la producción agrícola estará probablemente<sup>1</sup> amenazada en muchas regiones y países, lo cual afectaría adversamente la seguridad alimentaria y exacerbaría la desnutrición. En América Latina, el número de personas que estarían adicionalmente bajo riesgo de padecer hambre probablemente alcanzaría 5, 26 y 85 millones en 2020, 2050 y 2080, respectivamente.

El propósito del presente estudio es proponer a un público amplio e interesado, una interpretación de la vulnerabilidad, impactos y adaptación potencial al cambio climático del sector agricultura en América Central, con énfasis en los cultivos que sustentan la seguridad alimentaria y nutricional, y abordando los efectos socioeconómicos sobre las familias productoras de granos básicos. Lo anterior, a fin de facilitar el acceso al conocimiento generado en las contribuciones científico-técnicas realizadas pre-

viamente, e identificar su utilidad teórica y relevancia social. Por otra parte, el estudio propone de manera interpretativa y exploratoria criterios y lineamientos para viabilizar la adaptación al cambio climático, los cuales buscarían la reducción de la vulnerabilidad y la incidencia efectiva sobre el marco de políticas públicas, tanto en el ámbito nacional como regional e internacional. El alcance geográfico del estudio abarca a los cuatro países que integran el área de América Central referida como CA-4, la cual incluye a Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua.

En la primera de las tres secciones del estudio, se abordan las manifestaciones del cambio climático observado, y las proyecciones climáticas futuras a escala mundial y regional, especialmente en América Central. En la segunda sección se identifican las amenazas climáticas asociadas a la variabilidad y cambios del clima, así como los impactos de éstos sobre la agricultura de América Latina y América Central; analizándose la vulnerabilidad climática del sector agrícola en el CA-4, incluyendo los factores endógenos y exógenos que históricamente la han determinado. Se identifican los impactos climáticos sobre los cultivos relevantes para la seguridad alimentaria y nutricional, y los efectos sobre las familias productoras de granos básicos; visibilizando las vulnerabilidades e impactos asociados al género. La tercera parte se enfoca en los retos urgentes que el cambio climático impone a la subregión CA-4, en términos de políticas y acciones regionales y nacionales para prevenir y reducir los riesgos climáticos en la agricultura, en el marco de estrategias de adaptación al cambio climático; y para contribuir al mejoramiento y ejecución efectiva del marco de políticas públicas vigentes, particularmente agrícolas.

<sup>1</sup> Ver la terminología para describir la probabilidad en el Apéndice B



## RESUMEN

Las manifestaciones del cambio climático ya han sido ampliamente observadas en la región centroamericana, y son consistentes con la escala mundial. Los cambios observados en los valores medios de los parámetros climáticos, así como en los patrones de comportamiento de la variabilidad y eventos climáticos extremos asociados, están provocando de manera creciente impactos en la mayoría de ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos, y en los diferentes sistemas humanos, tales como salud, agua, agricultura, seguridad alimentaria, territorios e infraestructura. Los impactos mayores han provenido de una mayor frecuencia, intensidad o duración, o del cambio en el comportamiento de la variabilidad y eventos extremos, y han provocado enormes pérdidas y daños de tipo social, económico y ambiental. De acuerdo a las proyecciones climáticas futuras y al rumbo tomado por las negociaciones multilaterales sobre cambio climático a partir de los Acuerdos de Cancún; la magnitud del cambio climático estaría aumentando aún más y a un ritmo mayor, y por ende, los efectos adversos podrían aumentar e inviabilizar la adaptación, particularmente para las especies, sectores socioeconómicos, poblaciones y sociedades humanas más vulnerables, corriendo el riesgo de colapsar.

Los efectos adversos del cambio climático en el CA-4 se han visto exacerbados por los altos niveles de vulnerabilidad climática, debido al deterioro ambiental y a las condiciones de alto riesgo provocadas por contextos socioeconómicos adversos, particularmente para las poblaciones humanas en situación de pobreza. La agricultura ha sido uno de los sectores más impactados con pérdidas y daños recurrentes y muy significativos, lo cual ha sido magnificado por la alta sensibilidad climática de todos los subsectores y rubros de la agricultura, y por las políticas agrícolas vigentes desde hace 30 años. Debido

a las limitantes ambientales y al entorno de políticas socioeconómicas, dentro de los cuales desarrollan sus actividades de sobrevivencia las familias campesinas, mujeres, pueblos originarios y comunidades afro-descendientes; éstos se ven expuestos a altos riesgos climáticos y obligados a abandonar sus parcelas, actividades agrícolas, viviendas o territorios de manera recurrente, y a convertirse en damnificados y refugiados ambientales dentro o fuera de sus fronteras nacionales o regionales.

A fin de atacar las causas del cambio climático y de enfrentar sus efectos de manera apropiada y oportuna, todos los países deberían empeñarse en encontrar un arreglo mundial cooperativo que viabilice la reducción de las emisiones de GEI y haga posible la adaptación. Los países de América Central participan activamente dentro de ese esfuerzo y tienen compromisos y obligaciones en virtud del régimen internacional sobre cambio climático. En ese contexto y en el marco de la CCAD y del SICA, los gobiernos han adoptado una Estrategia Regional de Cambio Climático y están incorporando el tema en el marco de políticas, desarrollando un marco normativo legal e institucional en el ámbito regional y nacional, que les permita enfrentar el cambio climático. Sin embargo, a la luz de las grandes vulnerabilidades socioeconómicas y ambientales, generadas por las políticas aplicadas durante las 3 últimas décadas, incluyendo la política agrícola; los gobiernos y sociedades de América Central tienen el reto impostergable de evaluar y modificar dichas políticas, con miras a la diversificación y optimización económica, y a la sostenibilidad ambiental de la producción agrícola; la autonomía y seguridad alimentaria y nutricional; el mejoramiento de la calidad de vida con equidad social y gestión efectiva de los riesgos; la restauración ambiental y la sustentabilidad integral de las sociedades.



# 1. El cambio climático observado y futuro en América Central

## 1.1. Abordaje metodológico

Debido a que las evaluaciones de los impactos del cambio climático sobre los distintos sistemas naturales y sectores socioeconómicos, se realizan con fines diversos, esto determina en gran medida las metodologías utilizadas y el grado de profundidad con que se aborda el rango de incerteza. Es así que en esa línea, algunos estudios de procesos o de sensibilidad climática pueden llegar legítimamente a una conclusión usando un único modelo climático mundial o de reducción de escala (IPCC 2010). Para las evaluaciones de impactos enfocadas a orientar y sustentar la planeación e implementación de las políticas de adaptación o de cambio climático en el sentido amplio; es recomendable explicitar el rango de incerteza asociado a las proyecciones climáticas y a los impactos asociados, evaluando los conjuntos de modelos climáticos mundiales, regionales y locales, a fin de dotar a los responsables de política y a las poblaciones afectadas y vulnerables, con la información relevante que les permita considerar los múltiples escenarios posibles, incluyendo la comprensión de los factores subyacentes.

Las manifestaciones del cambio climático observado y futuro en América Central ya han sido identificadas y analizadas en el marco de varias generaciones de estudios climáticos en los últimos 15 años, mediante diversas metodologías usando modelos climáticos de escala mundial y regional, incluyendo técnicas de reducción de escala. En esta primera sección del presente estudio se realizó una interpretación muy general de ese conjunto de resultados, aplicando algunas de las recomendaciones emanadas de la reciente reunión de expertos del IPCC (IPCC 2010), ya que proporcionan una serie de criterios y buenas prácticas para el desarrollo de los escenarios climáticos, incluyendo el ámbito re-

gional, así como para su interpretación y aplicación en las evaluaciones de impactos.

Por otra parte, a pesar que dichos estudios utilizan un amplio conjunto de modelos climáticos, utilizando un menú de escenarios de niveles de emisiones que van desde un nivel bajo, hasta un nivel muy alto, pasando por escenarios de emisiones intermedios de nivel medio-bajo y medio-alto; el presente estudio se enfocó en los resultados generados por los escenarios climáticos que utilizan la familia de escenarios de emisiones A2 (nivel medio alto). Lo anterior se basa en un criterio político derivado de los Acuerdos de Cancún (2010), en virtud del cual los gobiernos validaron la meta agregada mundial de reducción de emisiones ofrecida por los países desarrollados, lo cual en términos de concentraciones en la atmósfera significaría entre 535 y 710 ppmv de GEI; y por ende, representaría niveles muy aproximados a los de la familia de escenarios de emisiones A2.

El análisis de dichos estudios, incluyó la identificación de convergencias y divergencias en la dirección y magnitud de los cambios climáticos, tanto en los valores medios y extremos de los parámetros climáticos más relevantes, como en los patrones de comportamiento espacial y temporal, incluyendo la frecuencia, intensidad y duración de los eventos climáticos. Asimismo, se interpretaron las tendencias históricas del cambio climático regional y los cambios proyectados por los modelos climáticos, y se identificaron los procesos y retroalimentaciones ambientales y socioeconómicas, que podrían estar exacerbando el cambio climático regional, y que no son representados adecuadamente por los modelos climáticos mundiales.



## 1.2. El cambio climático mundial<sup>2</sup>

### Cambio climático ya observado<sup>3</sup>

De acuerdo a los hallazgos científicos del AR4, los cambios en el sistema climático de la tierra son inequívocos, como se deduce del aumento ya observado de la temperatura media mundial del aire y del océano, del derretimiento generalizado de nieves y hielos, y del incremento medio mundial del nivel del mar. La tendencia lineal del cambio de la temperatura media mundial para 1906-2005 es de 0.74°C, y entre 1956 y 2005, el calentamiento lineal ha sido casi el doble del experimentado en los cien años de todo el período señalado. Dicho aumento de temperatura está distribuido por todo el planeta, siendo mayor en latitudes septentrionales altas. La región terrestre se ha calentado más aceleradamente que el océano mundial, cuya temperatura media ha aumentado hasta profundidades de 3000 m, habiendo absorbido más del 80% del calor incorporado al sistema climático desde 1961. El nivel medio mundial del mar aumentó a una tasa de 1.8 mm anuales entre 1961 y 2003, y de 3.1 mm anuales entre 1993 y 2003.

Asimismo, el AR4 plantea que a escala continental, regional y de cuenca oceánica, se han observado numerosos cambios de largo plazo en otros parámetros del clima. Tal es el caso de las tendencias de la precipitación en gran número de extensas regiones. Entre 1900 y 2005 las precipitaciones disminuyeron en el Mediterráneo y algunas regiones de África y sur de Asia; mientras en algunas partes orientales de América del Norte y del Sur, norte de Europa y Asia septentrional y central, aumentaron. En términos mundiales, la superficie afectada por las sequías probablemente ha aumentado desde la década de los 70. Asimismo, algunos eventos meteorológicos extremos han cambiado de frecuencia y/o intensidad en los últimos cincuenta años, a saber: (i) Es muy probable que los días y noches fríos y las escarchas sean

ahora menos frecuentes en la mayoría de áreas terrestres; mientras que los días y noches cálidos serían más frecuentes; (ii) Es probable que las olas de calor sean ahora más frecuentes en la mayoría de áreas terrestres; (iii) Es probable que la frecuencia de las precipitaciones intensas haya aumentado en la mayoría de áreas; (iv) Es probable que la incidencia de elevaciones extremas del nivel del mar haya aumentado en numerosos lugares de la tierra desde 1975; y (v) Se evidencia un aumento de la actividad ciclónica tropical desde 1970 en el Atlántico Norte.

### Cambios mundiales durante y posteriores al siglo XXI

Las proyecciones climáticas del AR4 estiman que en el año 2100 la temperatura media mundial podría incrementarse en un rango de 1.8 °C a 4 °C, lo cual afectará la variabilidad del clima a nivel mundial. Los valores observados de los cambios de temperatura para el período 1990-2005 son de aproximadamente 0.2°C por decenio. Para los próximos dos decenios, aunque las concentraciones de todos los gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles se mantuvieran constantes en los niveles del año 2000, habría un calentamiento adicional de un 0.1°C por decenio. Sin embargo, a la luz de los patrones de emisiones prevalecientes, para ese mismo período, las proyecciones climáticas indican un calentamiento de aproximadamente 0.2°C por decenio. A partir del tercer decenio, los incrementos de temperatura dependerán cada vez más de los escenarios de emisiones; y de proseguir el ritmo actual o a un ritmo mayor, se intensificaría el calentamiento y se gestarían numerosos cambios en el sistema climático mundial durante el siglo XXI, muy probablemente superiores en magnitud a los observados durante el siglo XX (Cuadro 1.2.1).

<sup>2</sup> Ver la definición completa en el Apéndice A, El cambio climático antropogénico: causas, manifestaciones y responsabilidades

<sup>3</sup> La probabilidad de ocurrencia correspondiente a la terminología de probabilidades usada, se detalla en el Apéndice B



## Cuadro 1.2.1. Promedio mundial proyectado del calentamiento en superficie y del aumento del nivel del mar para finales del siglo XXI

Caso	Cambio de temperatura (°C en 2090-2099 respecto de 1980-1999) <sup>a, 4)</sup>		Aumento del nivel del mar (m en 2090-2099 respecto de 1980-1999)
	Estimación óptima	Intervalo probable	Intervalo obtenido a partir de modelos, excluidos los cambios dinámicos rápidos futuros del flujo de hielo
Concentraciones constantes en los niveles del año 2000 <sup>b</sup>	0,6	0,3 – 0,9	No disponible
Escenario B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Escenario A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Escenario B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43
Escenario A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Escenario A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Escenario A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59

Fuente: AR4, 2007a

Es de hacer notar que con el Acuerdo de Cancún de diciembre de 2010, la meta agregada mundial de reducción de emisiones de GEI que resultó de los ofrecimientos hechos por el grupo de países desarrollados<sup>4</sup>, es de 17-25% en 2020 con respecto a los niveles de 1990. En términos de concentraciones en la atmósfera, dicha meta significaría niveles de concentraciones en un rango aproximado de 535 a 710 ppmv (Apéndice C); y por ende, muy aproximado a los niveles de la familia de escenarios de emisiones A2 (emisiones media-altas). De implementarse el Acuerdo de Cancún, los gobiernos estarían legitimando un aumento de la temperatura media mundial para 2100 en el rango de 2.8 a 4.3oC, cuyo valor óptimo estimado es 3.5oC.

Sin embargo, en el mismo Acuerdo de Cancún se reconoce que el aumento máximo de la temperatura media superficial mundial debería ser 2°C, si se quisieran prevenir interferencias peligrosas al sistema climático de la tierra. En esa línea, el acuerdo central de Cancún debió haber sido la adopción por parte de los países del Anexo I de una meta ambiciosa cuantificada agregada mundial de reducción de sus emisiones de GEI, en el rango de 40-50% en 2020 con respecto a 1990. El Acuerdo de

Cancún a penas tomó nota de los ofrecimientos voluntarios de reducción de emisiones de los países incluidos en el Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), y hace un llamado a la necesidad de aumentar el nivel de ambición actual en línea con los criterios del AR4<sup>5</sup>; el cual plantea que el calentamiento antropogénico y el aumento del nivel del mar continuará durante varios siglos, como resultado de las diferentes escalas de tiempo asociadas a los procesos y retro-efectos del clima dentro y entre los cinco componentes del sistema climático; así como debido al incremento de las emisiones de GEI antropogénicas, lo cual seguirá coadyuvando al calentamiento y aumento del nivel del mar durante más de un milenio.

### Proyecciones del cambio climático a escala regional

El calentamiento proyectado para el siglo XXI apunta a unas pautas geográficas similares, independientemente del escenario climático, lo cual no fue el patrón observado en los últimos decenios. Los calentamientos máximos ocurrirían en tierra firme y en las latitudes septentrionales altas.

<sup>4</sup> El Acuerdo de Cancún plantea que se toma nota de las metas cuantificadas de reducción de emisiones a ser implementadas por las Partes del Anexo I, que fueron comunicadas por éstos y están contenidas en el documento FCCC/SB/2010/INF.X, a ser publicado y retomaría las promesas de reducción de emisiones de los apéndices del Acuerdo de Copenhague. La versión más reciente de dichas promesas se recopilan en el documento de la secretaría FCCC/KP/AWG/2010/INF.1 del 20 de mayo de 2010.

<sup>5</sup> El rango de reducción cuantificada agregada mundial de 25-40% en 2020 respecto a 1990 fue propuesto por el IPCC sobre la base del criterio costo-efectividad, planteado en el mandato de las Partes de la CMNUCC, el cual se asocia a un escenario de estabilización de 445-490 ppmv, con 20-40% de probabilidad de que la temperatura media mundial supere 2°C, y 12% que supere 3°C.

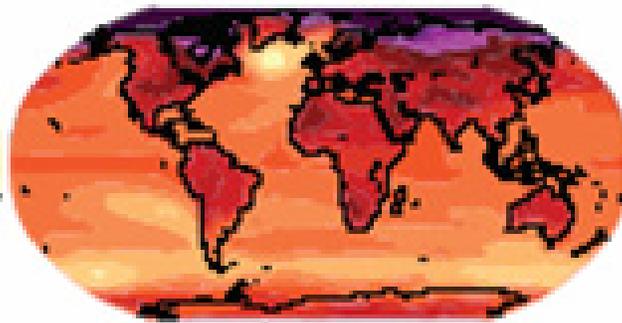
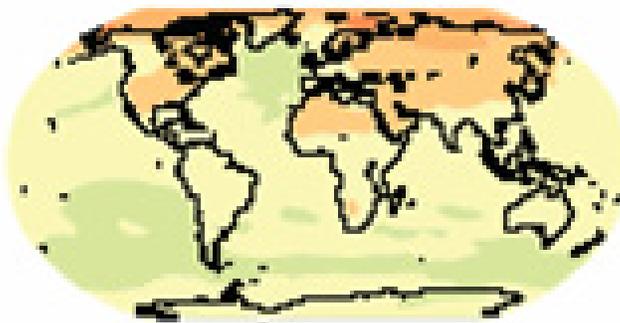


Fuente: AR4, 2007a

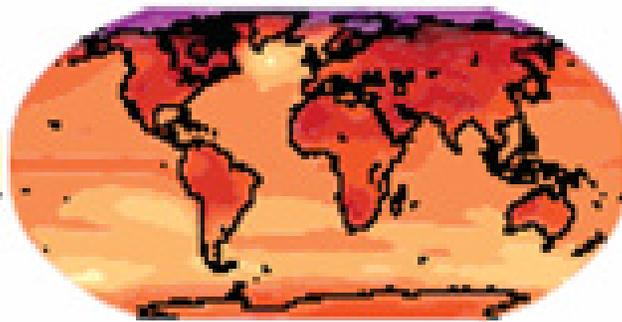
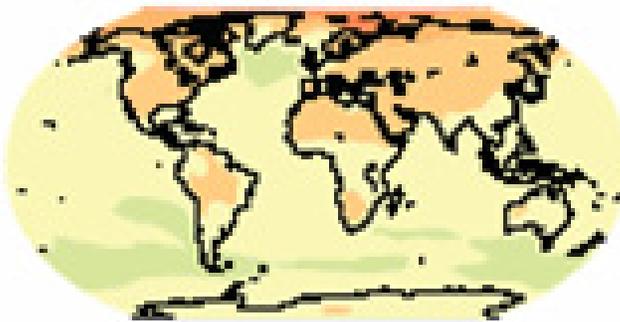
2020 - 2029

2090 - 2099

A2



A1B

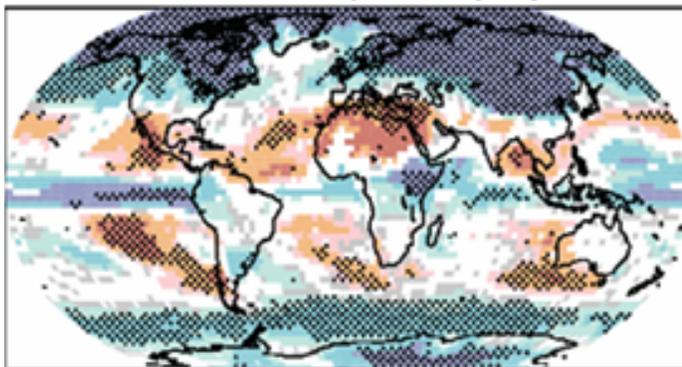


**Fig.1.2.1.** Proyecciones del calentamiento regional de la superficie de la tierra

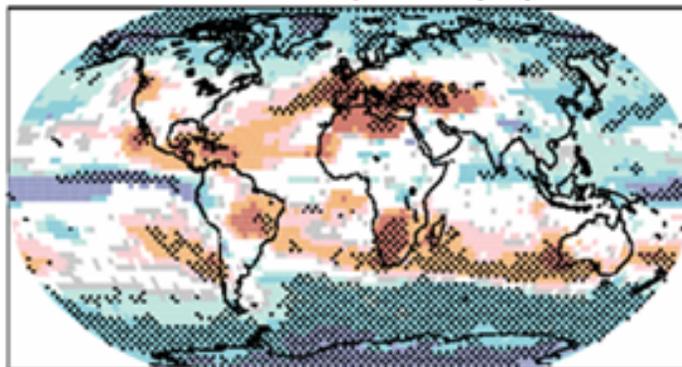
Se proyecta una contracción de la extensión de la cubierta de nieve y retracción de los hielos marinos tanto en el ártico como en el antártico. En ciertas proyecciones el hielo marino ártico del final del verano boreal, desaparece casi completamente a finales del siglo XXI. En el futuro es muy probable que aumente la frecuencia de los valores extremos, de las olas de calor y de

las precipitaciones intensas; y probable que aumente la intensidad de los ciclones tropicales debido al aumento constante de la temperatura superficial de los mares tropicales. Es muy probable que aumente cuantitativamente la precipitación en latitudes altas, y es probable que disminuya en la mayoría de las regiones terrestres subtropicales.

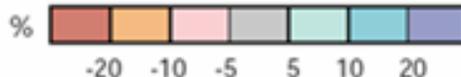
En 2090-2099 para A1B (DEF)



En 2090-2099 para A1B (JJA)



Fuente: AR4, 2007a



**Fig.1.2.2.** Proyecciones de modelos múltiples (A1B) de las pautas regionales de cambio en las precipitaciones

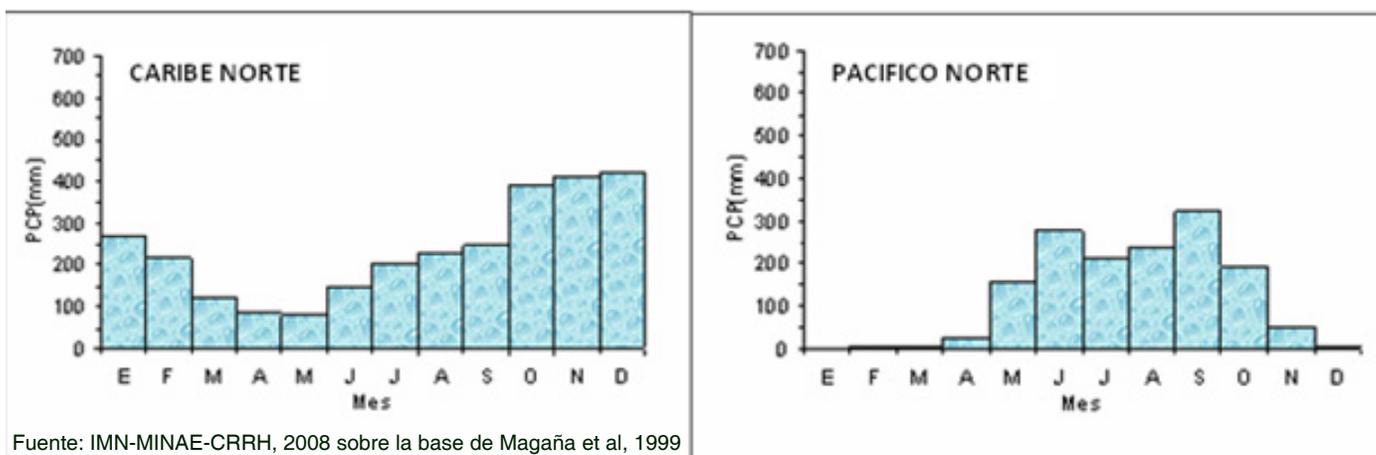


### 1.3. El clima de América Central y los cambios del clima ya observados

Debido a su relieve montañoso, el istmo centroamericano, ubicado en la zona del trópico norte, presenta una gran variedad de climas en una franja de tierra muy estrecha. Las cálidas y húmedas tierras bajas costeras contrastan con las montañas frescas; y algunos valles protegidos en el interior del norte del istmo son casi semiáridos, mientras que las pendientes de las montañas expuestas del sur son de los lugares más húmedos de la tierra. América Central es una región de microclimas, ya que las temperaturas, lluvias y nubosidad cambian notablemente en tan solo 10 a 20 km de distancia. Además de los niveles y patrones de radiación solar, determinados por su ubicación geográfica, el clima de la región está fuertemente determinado por los vientos alisios del noreste, prevalecientes para toda la región, aportando una gran cantidad de humedad proveniente de las aguas cálidas del océano Atlántico Central y del mar Caribe. Las tierras bajas del Caribe reciben fuertes lluvias, disminuyendo su volumen al aumentar la distancia del ecuador. Las áreas más húmedas son las secciones medias de las pendientes montañosas a barlovento, debido al efecto intenso de la orografía.

Asimismo, existen otros procesos de circulación atmosférica y oceánica de escala mundial y local que determinan el clima del istmo, siendo los más relevantes: la zona de convergencia intertropical y las ondas del este, constituyendo ambas el mecanismo principal generador de lluvias en la región; los frentes fríos del norte, las sequías, la estación de huracanes del océano Pacífico y mar Caribe, las corrientes marinas y el evento el Niño-Oscilación del Sur (ENOS), tanto en su fase cálida como fría (El Niño y La Niña), asociándose a este último la alta variabilidad interanual de las lluvias en la región.

En los gráficos de precipitación (Fig.1.3.1) se aprecia la concentración de lluvias en el período que va aproximadamente de mayo a octubre y la variación entre el régimen de lluvias de la costa atlántica y la del Pacífico. La distribución espacial de la temperatura y la precipitación y las diferencias entre los diferentes regímenes de lluvia de la región centroamericana para el período 1950-2000, se muestran en las Fig. 1.3.2 y Fig.1.3.3.

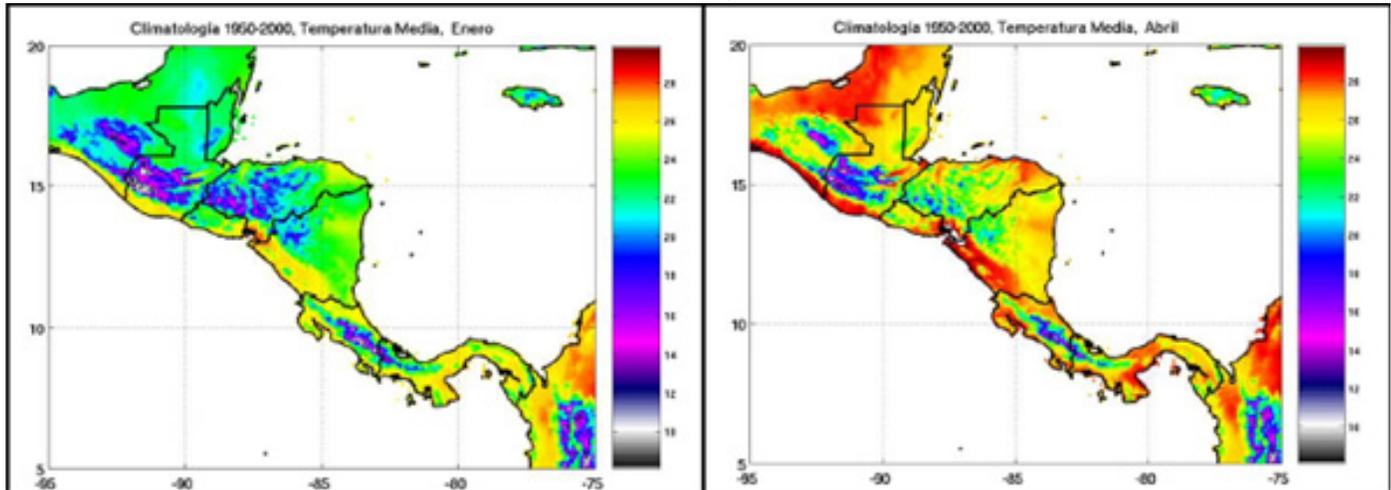


Fuente: IMN-MINAE-CRRH, 2008 sobre la base de Magaña et al, 1999

**Fig.1.3.1. Patrón de precipitaciones del régimen del Caribe y del Pacífico para el período 1961-1990 en el sector norte de América Central**

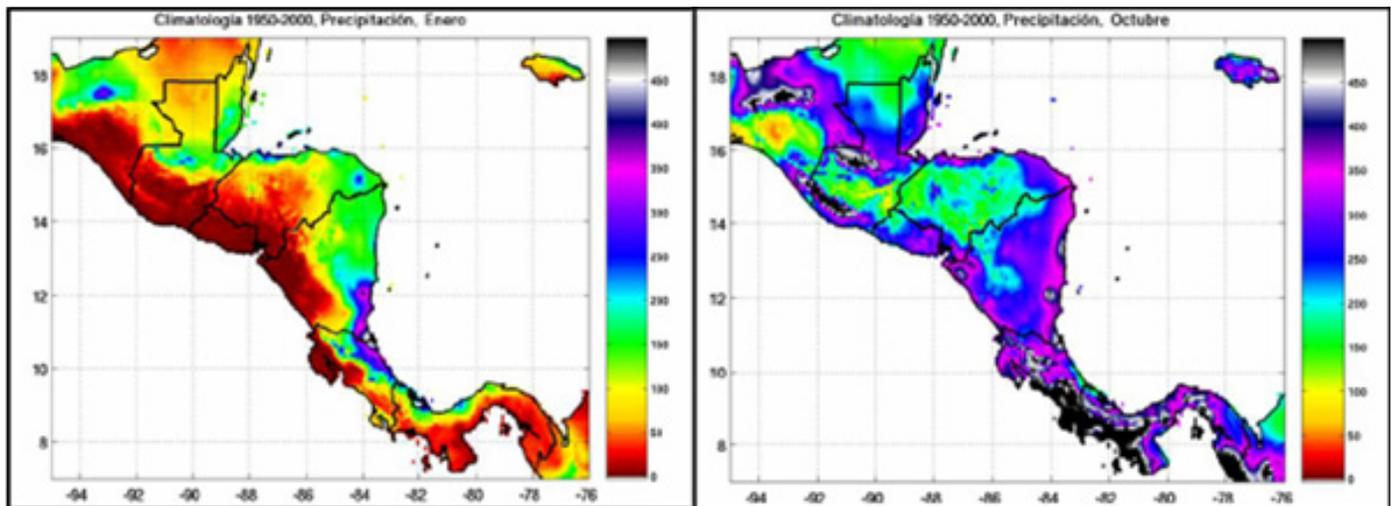


Fuente: CEPAL 2009b sobre la base del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM



**Fig.1.3.2.** Distribución espacial y temporal de la temperatura para el período 1950-2000 (oC)

Fuente: CEPAL 2009b sobre la base del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM



**Fig.1.3.3.** Distribución espacial y temporal de la lluvia para el período 1950-2000 (mm)

En las últimas décadas se ha observado (AR4 2007c), con un alto nivel de confianza, una tendencia a la reducción de las precipitaciones en el oeste de la región de América Central, y un incremento en la temperatura media anual de 1oC en Mesoamérica. La evidencia disponible para el período 1950-2006 correspondiente a América Central, muestra mayores temperaturas y una mayor variabilidad (CEPAL 2009b) (Fig.1.3.4 y Fig.1.3.5). El evento El Niño ha tenido un comportamiento inusual desde mediados de los años 70, comparado con los 100 años previos, presentando la fase cálida con mayor frecuencia, persistencia e intensidad que la fase fría (TAR 2001a) (Ej. El Niño de 1982-1983 y de 1997-1998). En 2005

la estación de huracanes fue notablemente intensa, generando pérdidas y daños a las naciones centroamericanas.

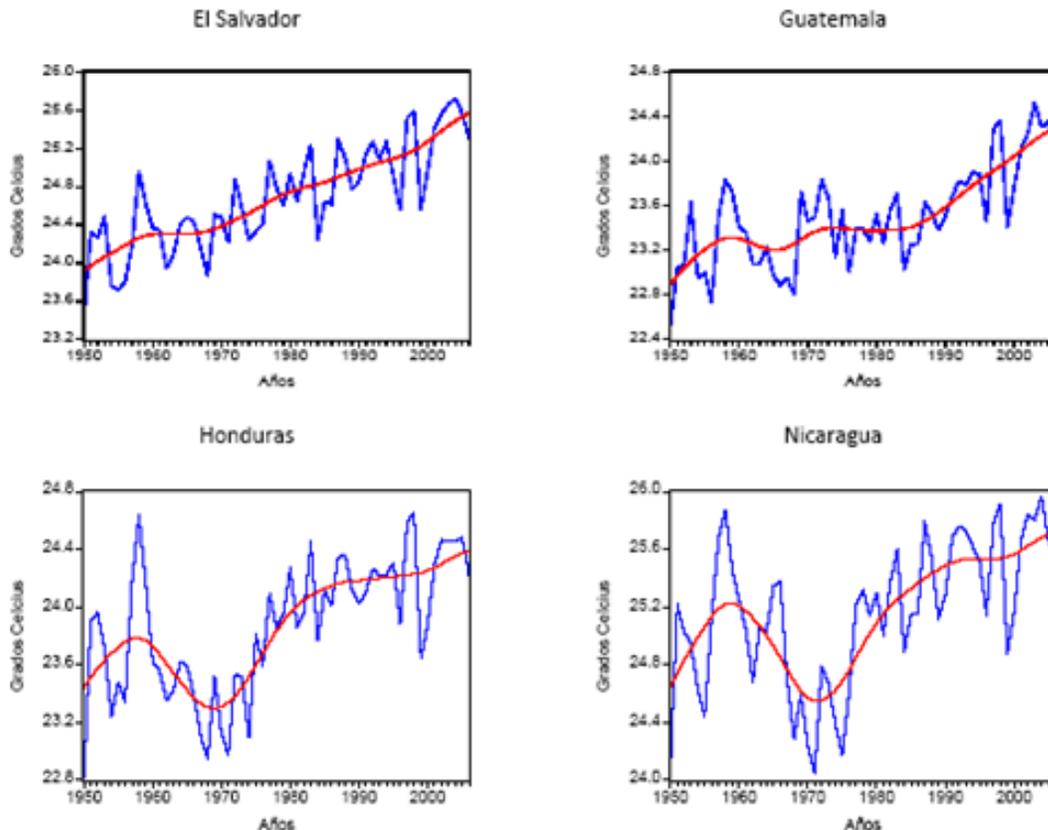
En lo que concierne a las tendencias observadas para los extremos climáticos en América Central durante el período 1961-2003, un estudio reciente (Aguilar et al 2005) muestra patrones de cambio en las temperaturas extremas y en las lluvias, consistentes con el calentamiento mundial. Particularmente, tanto para el Pacífico como para el Caribe, se observan tendencias positivas para la ocurrencia de noches cálidas y negativas para las noches frescas, y una tendencia positiva para los eventos de lluvias intensas y días secos consecutivos. Las



temperaturas extremas reflejan un incremento para la región en su conjunto, y se observan cambios en la oscilación entre éstas. El número de días y noches calientes por año ha aumentado significativamente 2.5% y 1.7% por década respectivamente. En cambio, el número de días y noches fríos ha disminuido a una tasa de -2.2% y -2.4% por década respectivamente. Las tendencias de dichos índices tienen el mismo signo para la temporada seca y lluviosa, pero la magnitud del cambio es mayor durante los trimestres junio, julio y agosto, y septiembre, octubre y noviembre, que durante la temporada seca en diciembre, enero y febrero, y marzo, abril y mayo. Los totales de lluvia no muestran cambios significativos, pero las intensidades muestran una tendencia a incrementarse significativamente. De acuerdo al estudio referido, un solo índice regional de series de tiempo fue adoptado y calculado, ya que las diferentes regiones presentan un comportamiento correlacionado similar.

Otro estudio regional (Magaña 2007) para América Central, México y Cuba, indica que en los últimos 50 a 100 años, en el caso de la temperatura, las proyecciones indican ligeros aumentos, y en el caso de las lluvias, existen señales de reducciones, particularmente en algunos países. La señal de la tendencia de las lluvias resulta poco clara, observándose un incremento del número de días con lluvia y de los eventos de lluvia intensa, aunque sin claridad sobre el volumen de lluvia total. Pudiéndose concluir que el clima regional se ha vuelto más cálido y el ciclo hidrológico más acelerado; esto último reflejándose en mayores niveles de evaporación y una mayor frecuencia de las precipitaciones y huracanes más intensos, así como de los procesos asociados, tales como: caudales instantáneos, crecidas, desbordamientos e inundaciones de los ríos.

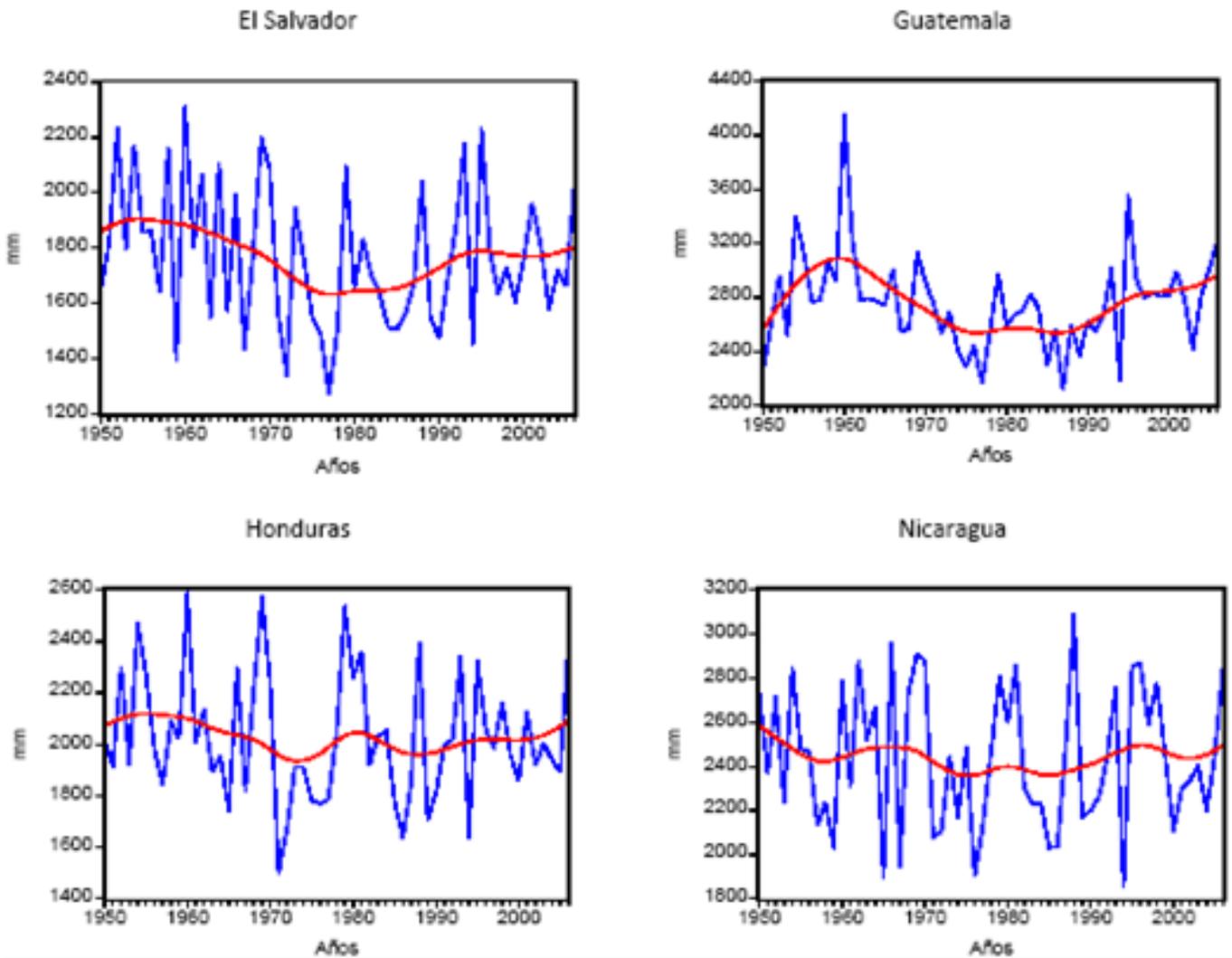
Fuente: CEPAL 2009a sobre la base del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM



**Fig.1.3.4.** Tendencias de la temperatura media anual observada en América Central para 1960-2006



Fuente: CEPAL 2009a sobre la base del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM



**Fig.1.3.5.** Tendencias de la lluvia acumulada anual observada en América Central para 1950-2006

#### 1.4. Proyecciones regionales del cambio climático

Para 2020, se proyectan para el conjunto de la región de América Latina incrementos de temperatura entre 0.4oC y 1.8oC, y para 2080, entre 1.0oC y 7.5oC (AR4 2007d). En el caso de las precipitaciones, los cambios son más complejos, ya que las proyecciones regionales muestran un grado más alto de incerteza, proyectándose desde reducciones en el rango de -40% y -20%, hasta aumentos en el rango de +5% a 10% en 2080 (AR4 2007d). En el caso de América Central los diferentes modelos proyectan para 2080, aumentos de temperatura entre 1.0oC y 6.6oC, y reducciones y aumentos para las precipitaciones oscilando entre reducciones del orden de 30% y 20%,

y aumentos de 5% a 8% (Cuadro 1.4.1). En el caso del nivel del mar (AR4 2007b), al final del siglo XXI podría esperarse una elevación de 35 cm., por lo que muchas zonas costeras del mar Caribe y del océano Pacífico estarían más propensas a experimentar inundaciones, infiltración salina y pérdida de suelo. El efecto combinado de la ocurrencia de huracanes más intensos y la elevación del nivel del mar, podría generar mareas de tormenta más fuertes, lo cual afectaría más severamente a las poblaciones humanas, medios de sobrevivencia rurales, ecosistemas, actividades económicas e infraestructura.



**Cuadro 1.4.1. Cambios proyectados de temperatura y precipitación para América Central<sup>(a)</sup>**

Estación	Cambios en la temperatura (en °C)		
	2020	2050	2080
Seca	+0,4 a +1,1	+1,0 a +3,0	+1,0 a +5,0
Húmeda	+0,5 a +1,7	+1,0 a +4,0	+1,3 a +6,6
	Cambios en la precipitación (en porcentajes)		
	2020	2050	2080
Seca	-7 a +7	-12 a + 5	-20 a +8
Húmeda	-10 a + 4	-15 a + 3	-30 a +5

Fuente: AR4 2007d y retomado por CEPAL 2009b

<sup>(a)</sup> Los rangos de los valores comprenden estimados de siete modelos de circulación general de la atmósfera (MCG), usando los cuatro escenarios de emisiones principales del IPCC

En un estudio relativamente reciente sobre el cambio climático regional (IMN-MINAE-CRRH, 2006), se estimaron los cambios en la temperatura y precipitación para el sector norte de la región de América Central, el cual incluye entre otros, Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. Comparando las proyecciones de los escenarios climáticos utilizando los escenarios de emisiones A2 y B2, los resultados indican que entre 2010 y 2050, los cambios de temperatura serían ligeramente mayores en B2 que en A2, invirtiéndose el patrón de manera notoria entre 2050 y 2100. Se muestra un incremento de la temperatura que varía desde 0.3°C en el año 2010, hasta 1.2°C en 2050. Posteriormente a 2050, los cambios son más significativos entre los dos escenarios, ya que en 2075 varía de 2.2°C en el escenario A2, mientras que en el B2 la oscilación es de 1.8°C; en 2100 varía de 3.3°C en el escenario A2 y de 2.3°C en el escenario B2. En cuanto a la precipitación, en el sector norte se presentaría

una reducción, proyectándose que las magnitudes de los cambios son crecientes con el tiempo en todos los casos, y que la rapidez de cambio entre un período y el siguiente aumenta proporcionalmente: es mayor el cambio del 2040 al 2050 que del 2030 al 2040. Nótese también que previo a 2050 los valores absolutos son ligeramente mayores para el escenario B2 que para el A2, mientras que se invierte entre el 2075 y el 2100. Las proyecciones abarcan rangos de disminución de 1.1% en el 2010, de 4.4% en el 2050 y entre 8.2% (B2) y 11.5% (A2) en 2100 (Cuadro 1.4.2), los cuales son muy significativos, y podrían causar impactos negativos en la agricultura, ya que aún con reducciones del 6% de la precipitación anual se podrían tener situaciones de estrés hídrico y pérdidas considerables en los cultivos, dependiendo del comportamiento mensual o estacional de las lluvias y de las temporadas y ciclos de crecimiento de los diferentes cultivos.

**Cuadro 1.4.2. Proyecciones de la temperatura y la precipitación para toda América Central (A2 y B2)**

Escenario	Parámetro climático	2010	2020	2030	2040	2050	2075	2100
A2	Temperatura anual (°C)	+0.31	+0.43	+0.63	+0.91	+1.22	+2.21	+3.26
	Precipitación anual (%)	-1.08	-1.53	-2.22	-3.21	-4.29	-7.8	-11.49
B2	Temperatura anual (°C)	+0.34	+0.58	+0.8	+1.02	+1.25	+1.79	+2.33
	Precipitación anual (%)	-1.2	-2.04	-2.83	-3.6	-4.4	-6.32	-8.2

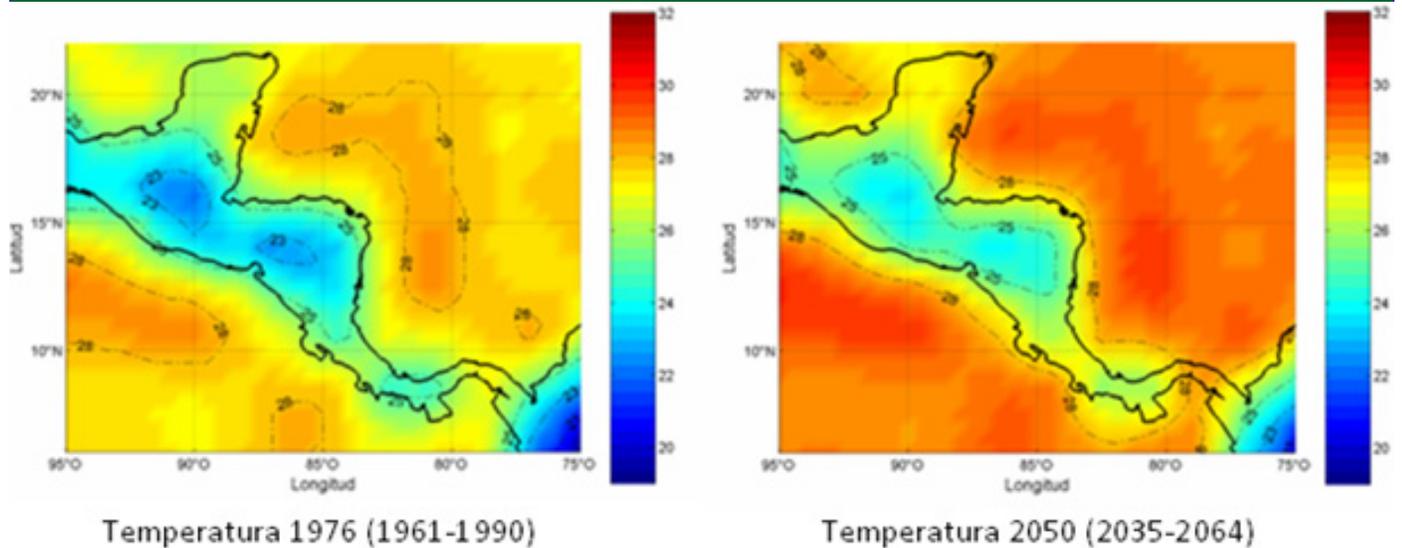
Fuente: IMN-MINAE-CRRH, 2008



Mediante la combinación de las proyecciones de cambio climático, obtenidas con un modelo simple de reducción de escala usando el escenario de emisiones A2 y la climatología de referencia de América Central (Magaña et al, 1999), se generaron los patrones espaciales estacional y anual de la temperatura y la precipitación. En la Fig.1.4.1 se presenta la distribución espacial de la temperatura media a escala anual para 1961-1990 (clima de referencia) y 2035-

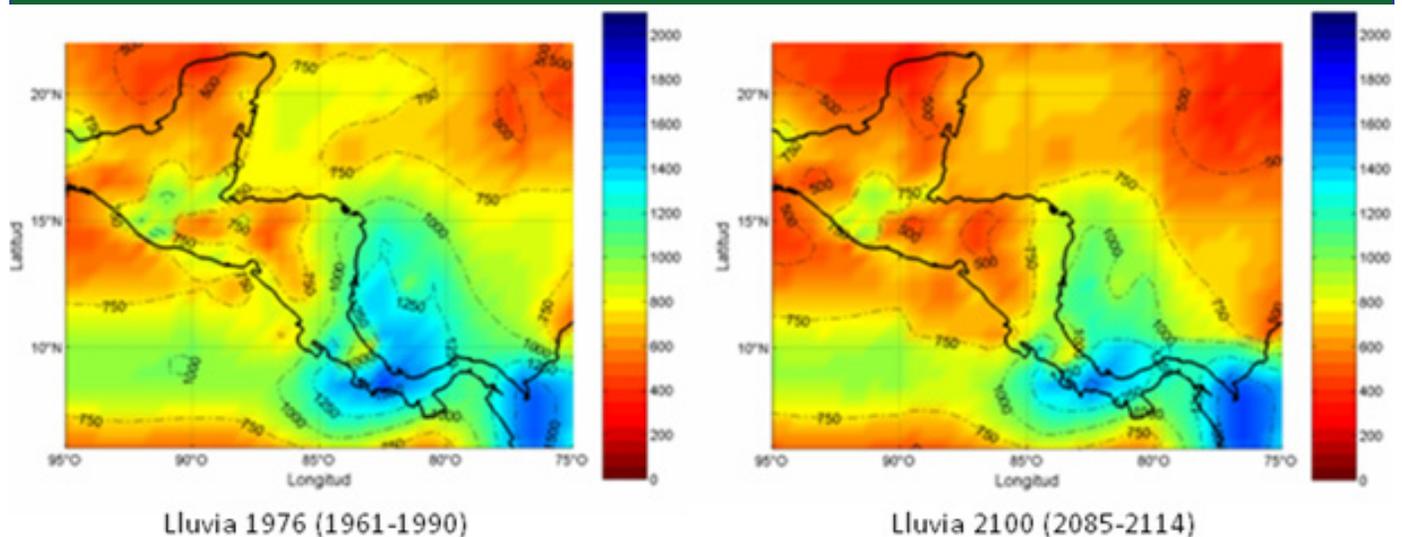
2064 (clima de 2050); y en la Fig.1.4.2, la distribución espacial y estacional de la lluvia para 1961-1990 y 2085-2114 (clima de 2100). Tal como se aprecia en los mapas, la configuración de las isotermas e isoyetas en los distintos horizontes de tiempo, conserva las características dominantes de la climatología de referencia, cambiando únicamente las magnitudes, pues en determinados momentos y regiones, éstas disminuyen, se mantienen o aumentan.

**Fig.1.4.1. Temperatura media anual para 1976 y proyectada para 2050**



Fuente: IMN-MINAE-CRRH, 2008 sobre la base de Magaña et al, 1999

**Fig.1.4.2. Volumen de lluvia media del período agosto a octubre para 1976 y para 2100**



Fuente: IMN-MINAE-CRRH, 2008 sobre la base de Magaña et al, 1999



A fin de comprender los mecanismos meteorológico-climáticos que podrían influir en los escenarios climáticos, sabiendo que los modelos climáticos integran los cambios de tipo social, ambiental y económico, el estudio ya referido (IMN-MINAE-CRRH 2008), analizó algunos de los fenómenos generadores de lluvia en la región de América Central en invierno y primavera del hemisferio norte, tal es el caso de la incursión de empujes fríos, el aceleramiento del flujo alisio sobre el Caribe y América Central y los eventos ENOS.

Para el trimestre de noviembre a enero (invierno boreal), en el golfo de Honduras, la disminución de la lluvia hacia la segunda mitad del siglo XXI, sería el resultado de una menor incursión de empujes fríos hacia lo profundo del Caribe, concatenado esto con una presencia de vientos alisios más intensos de lo normal, aspecto que presupondría que el índice de oscilación ártica (IOA) tendiese a estar dominado por valores positivos. No se descarta tampoco, que podría haber una mayor frecuencia e intensidad de eventos La Niña, puesto que éstos también producen un menor ingreso de frentes fríos al norte del Caribe. Algunos autores (Zhou et al 2000), han encontrado que en 1980 y 1998, los inviernos boreales habían tendido a retardar su finalización hasta en dos semanas aproximadamente. Si esta fuese una señal de cambio climático y se mantuviese en el tiempo, ello haría que en el trimestre de febrero a abril (primavera boreal) masas tardías de aire frío, dejaran más precipitación hacia el norte de América Central de lo que lo dejan ahora, aunque hubiese menor número de empujes fríos por temporada. Una posibilidad más del aumento de las lluvias en el Caribe de Honduras y Costa Rica y que es consistente con episodios La Niña, es el aumento en la frecuencia de la formación o paso de ondas tropicales, cuya temporada podría iniciarse más temprano que en la actualidad.

En el trimestre de mayo a julio (verano boreal), que es el inicio y primera fase de la temporada de lluvias en la vertiente del Pacífico, no se

observarían diferencias muy notables en las primeras décadas del siglo XXI, y a partir de 2050 habría una tendencia a la disminución de las lluvias en el centro y norte del istmo centroamericano, incluyendo a Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. En cierta forma lo anterior es consecuente con los efectos típicos de un calentamiento anormal en el Pacífico y el Atlántico, pues el primero ocasionaría déficit en los regímenes de lluvia propios del Pacífico y el segundo disminuiría las lluvias en los regímenes del Caribe. El trimestre de agosto a octubre (otoño boreal), es el período más lluvioso del año en las regiones del Pacífico, producto de la mayor intensidad del monzón y de la influencia de los huracanes en el mar del Caribe. La tendencia hacia la disminución de las lluvias sería más evidente y generalizada que en el trimestre anterior, particularmente a partir de 2050. En la escala anual se manifestaría una estructura bipolar bien definida, pues se produciría una disminución gradual de las lluvias en el sector norte continental de la región, mientras en el sector sur, aumentarían significativamente.

De acuerdo a otro estudio más reciente sobre el clima regional (Magaña 2007), los aumentos de las temperaturas serían mayores en la costa del Pacífico centroamericano, cerca de Guatemala, El Salvador y Nicaragua. Los rangos de incrementos en temperatura estarían entre 1 y 2oC para las primeras décadas del siglo XXI, y entre 3 y 4oC para finales del mismo siglo; y en el caso de las lluvias, en el sector norte de la región, las proyecciones indicarían reducciones (Apéndice D). Los escenarios futuros de cambio climático son consistentes, ya que las disminuciones en las lluvias implican mayor radiación solar y por ende, mayores temperaturas máximas. Para la mayor parte del istmo centroamericano, las tendencias futuras muestran que los totales anuales de lluvia disminuirían para los escenarios A2 y B2, aunque el rango de proyecciones en algunos lugares y para ciertos modelos, indicaría probabilidades de que las precipitaciones aumenten.



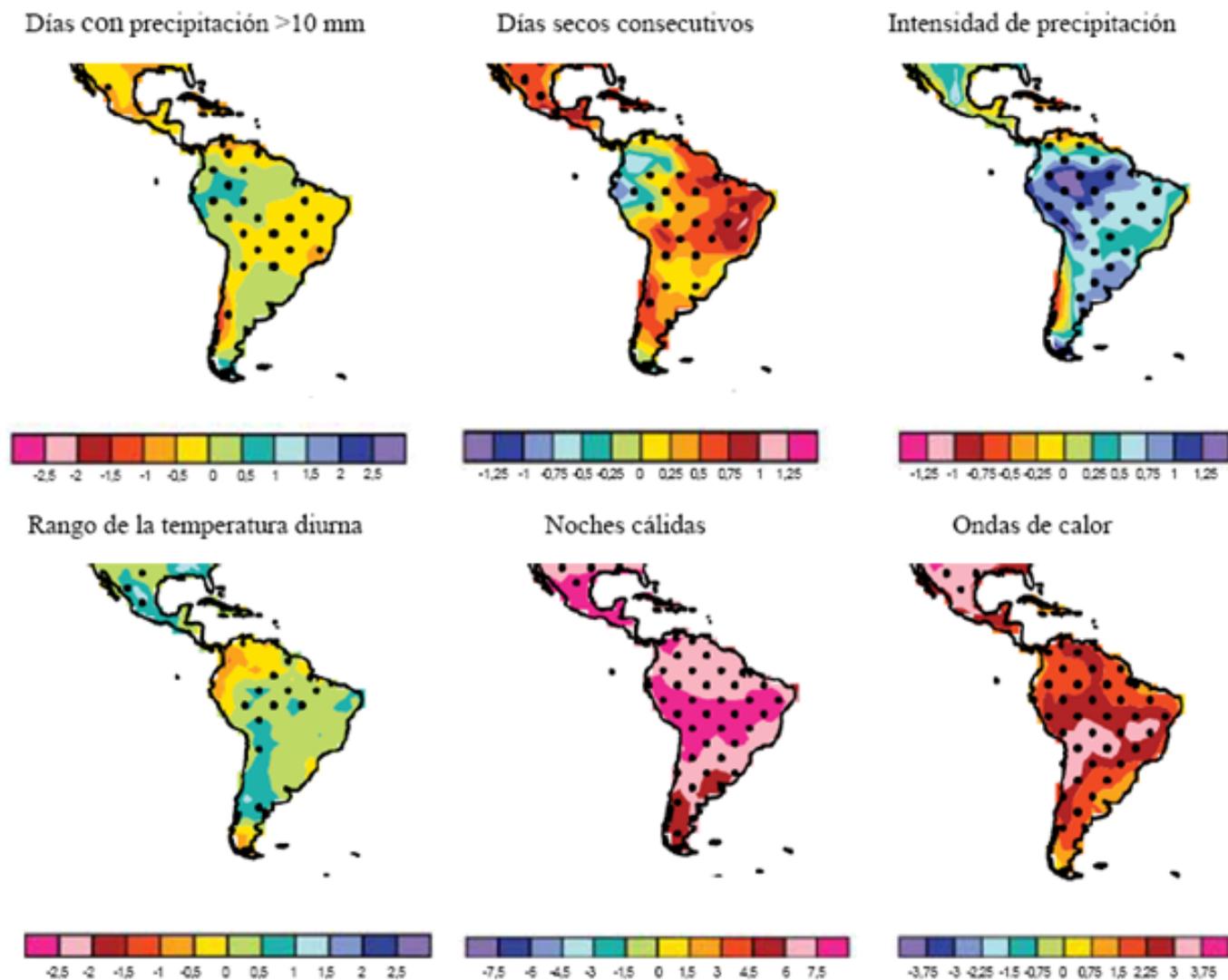
En un estudio regional (CATHALAC 2008), en lo que respecta a la temperatura máxima absoluta, para 2020 ésta podría incrementarse entre 1 y 3oC en abril y mayo. En El Salvador y Nicaragua la ocurrencia de las temperaturas máximas se desplazaría de abril a mayo. Los eventos de temperaturas máximas absolutas superiores a 38oC serían superados significativamente en la mayoría de países. Para El Salvador y Nicaragua, en 2020 dichos eventos podrían ocurrir en cualquiera de los meses de la época lluviosa; sobre todo en junio y septiembre en el caso de El Salvador, y en agosto y septiembre en Nicaragua. En el caso de la temperatura mínima, la señal no es homogénea para la región, ya que en 2020 en el caso de El Salvador podría aumentar de 1.8oC en 2020 a 2.3oC en 2085, y en el caso de Nicaragua, los incrementos serían de 1.2oC de mayo a septiembre (2020) y disminuirían de 1.2oC de junio a octubre. En cuanto a las tendencias de los huracanes, en casi todas las proyecciones de los eventos climáticos extremos se muestra una intensificación del ciclo hidrológico. Asimismo, debido al aumento de las temperaturas de superficie habría mayor inestabilidad y con ello mayor probabilidad de que los huracanes que se formen sean de mayor intensidad.

Las proyecciones climáticas muestran un persistente aumento de los eventos climáticos extremos (Fig.1.4.3), esperándose una intensificación de las lluvias en las regiones tropicales, donde el promedio de las cifras que arrojan los modelos climáticos indican reducciones en la mayor parte de América Central. De acuerdo a las proyecciones, los períodos de días secos consecutivos tenderían a incrementarse en América Central, asociadas

a cambios positivos o negativos menores al 10% en la precipitación. A pesar de que la intensidad en la precipitación se incrementaría en general en América Central, se observarían también períodos de más días secos consecutivos y una disminución en el promedio de precipitación. Asimismo, en la mayor parte de América Central se observarían cambios positivos en la temperatura. Con respecto a las olas de calor, se proyecta un aumento significativo en América Central y el Caribe, y se prevé un aumento continuo y significativo de noches más cálidas en toda América Central.

Un estudio reciente de escenarios climáticos regionales (CEPAL 2009a), proyecta las tendencias futuras para la temperatura y la precipitación para los escenarios de emisiones A2 y B2 para todos los países de América Central. Para tal efecto, se regionalizaron los 22 escenarios climáticos (MCG) utilizados por el IPCC en el AR4, utilizando metodologías del estado del arte de la reducción de escala espacial y temporal, y utilizando tres de dichos MCG (HADGEM, GFDL y ECHAM). Para efectos del presente estudio, solamente se retomaron las proyecciones climáticas asociadas al escenario de emisiones A2, ya que de acuerdo a las ofertas de reducción de emisiones hechas por los países desarrollados y adoptadas en Cancún en diciembre de 2010; A2 sería el escenario que generaría el valor óptimo estimado de aumento de temperatura (+3.4oC) más aproximado al que generarían las ofertas de reducción de emisiones de Cancún, (+ 3.5oC) al ser agregadas a escala mundial (Cuadro 1.2.1 y Cuadro C.1 del Apéndice C).

**Fig. 1.4.3.** Patrones espaciales de cambio de los eventos climáticos extremos en el escenario (A1B) según modelos múltiples



Fuente: Tebaldi et al 2006

Las tendencias principales proyectadas de la temperatura media anual, bajo el escenario A2, para los países centroamericanos del CA-4, se muestran en la Fig.1.4.4 y en el Cuadro 1.4.3 indicando los resultados siguientes:

- En el año 2050 se esperaría un aumento en la temperatura media anual entre 1.7 °C y 2.3 °C, respecto a la temperatura observada en el periodo 1980-2000.
- De mantenerse esta tendencia hasta 2100, la anomalía de temperatura podría ubicarse en un rango de 3.8 °C a 5.2 °C.
- Los modelos HADGEM1 y ECHAM5, tienden a reportar resultados muy similares, ya que en ambos modelos las temperaturas

más altas se registrarían en El Salvador y Guatemala, con una anomalía ligeramente superior a 5 °C.

En el caso de los escenarios de precipitación y siempre para el escenario A2, para los países centroamericanos del CA-4, éstos se muestran en la Fig.1.4.5 y en el Cuadro 1.4.4, observándose las tendencias siguientes:

- En 2050, los modelos ECHAM5 y HADGEM1 indican una disminución de la precipitación, pero en magnitudes diferentes. ECHAM5, señala reducciones del orden de 7 a 18%, mientras que HADGEM1 proyecta una reducción promedio del orden de 39%. Ambos modelos indican que Nicaragua,



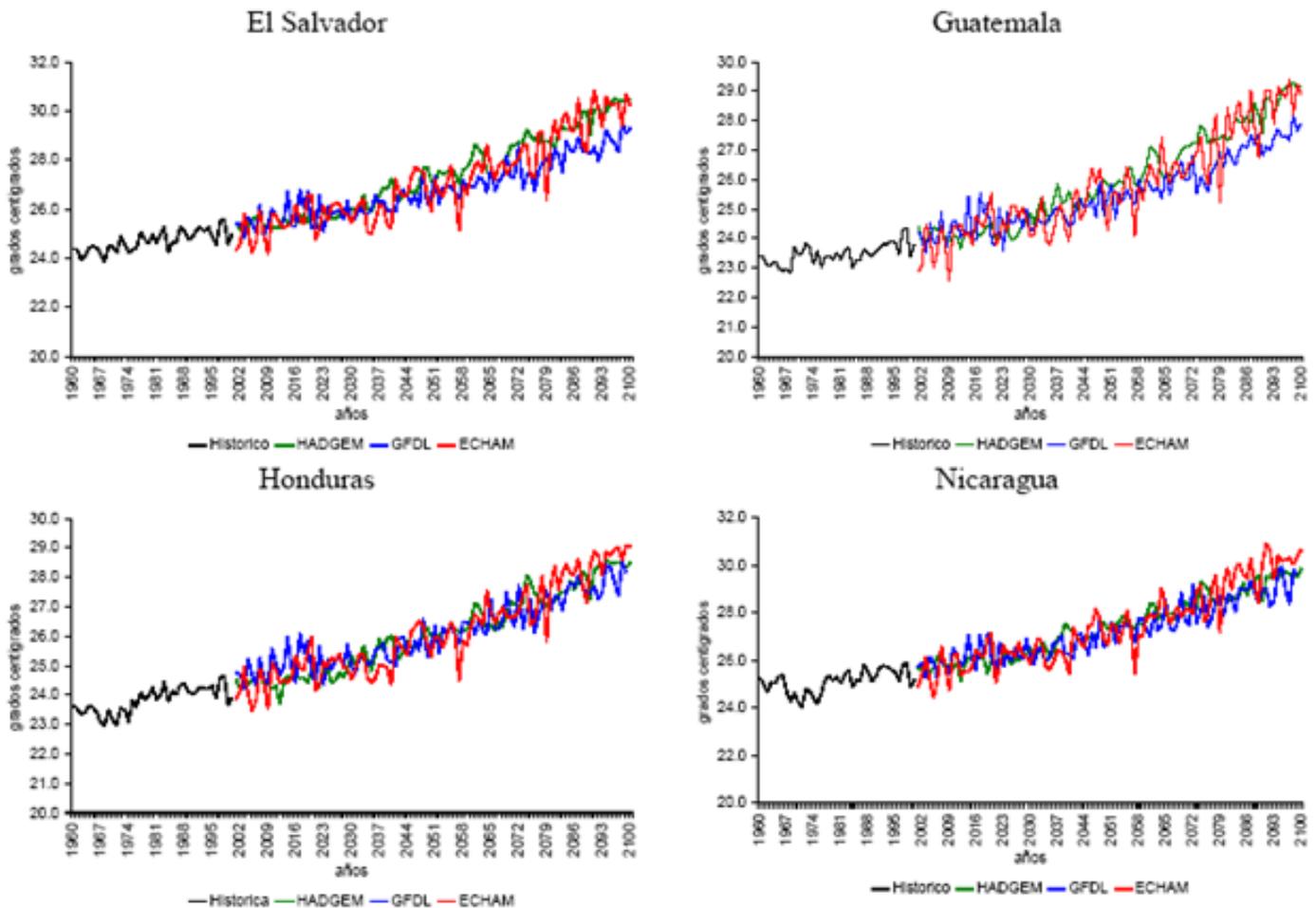
Honduras y el Salvador resultarían más afectados. Para 2050, HADGEM1 proyecta reducciones de las lluvias de 39% para Honduras y El Salvador, y de 47% para Nicaragua.

- En 2100, los tres modelos señalan disminuciones en la precipitación media anual para todos los países con diferentes magnitudes, siendo el extremo HADGEM1, en tanto que GFDL CM2.0 señala una magnitud menor.
- Los escenarios futuros de precipitación arrojan mayor incerteza y variabilidad.

En general, los resultados del modelo HADGEM1 sugieren una mayor reducción en la precipitación para los cuatro países.

- Estos resultados reflejan el alto nivel de variabilidad ya inherente en los patrones de precipitación, los cuales probablemente se estarían exacerbando con el cambio climático, tanto en periodos intra-anales como interanuales; y el alto nivel de incerteza en la modelación de la precipitación y en los escenarios futuros.

**Fig.1.4.4. Temperatura media anual para los países centroamericanos del CA-4 para 1960 - 2100 (A2)**



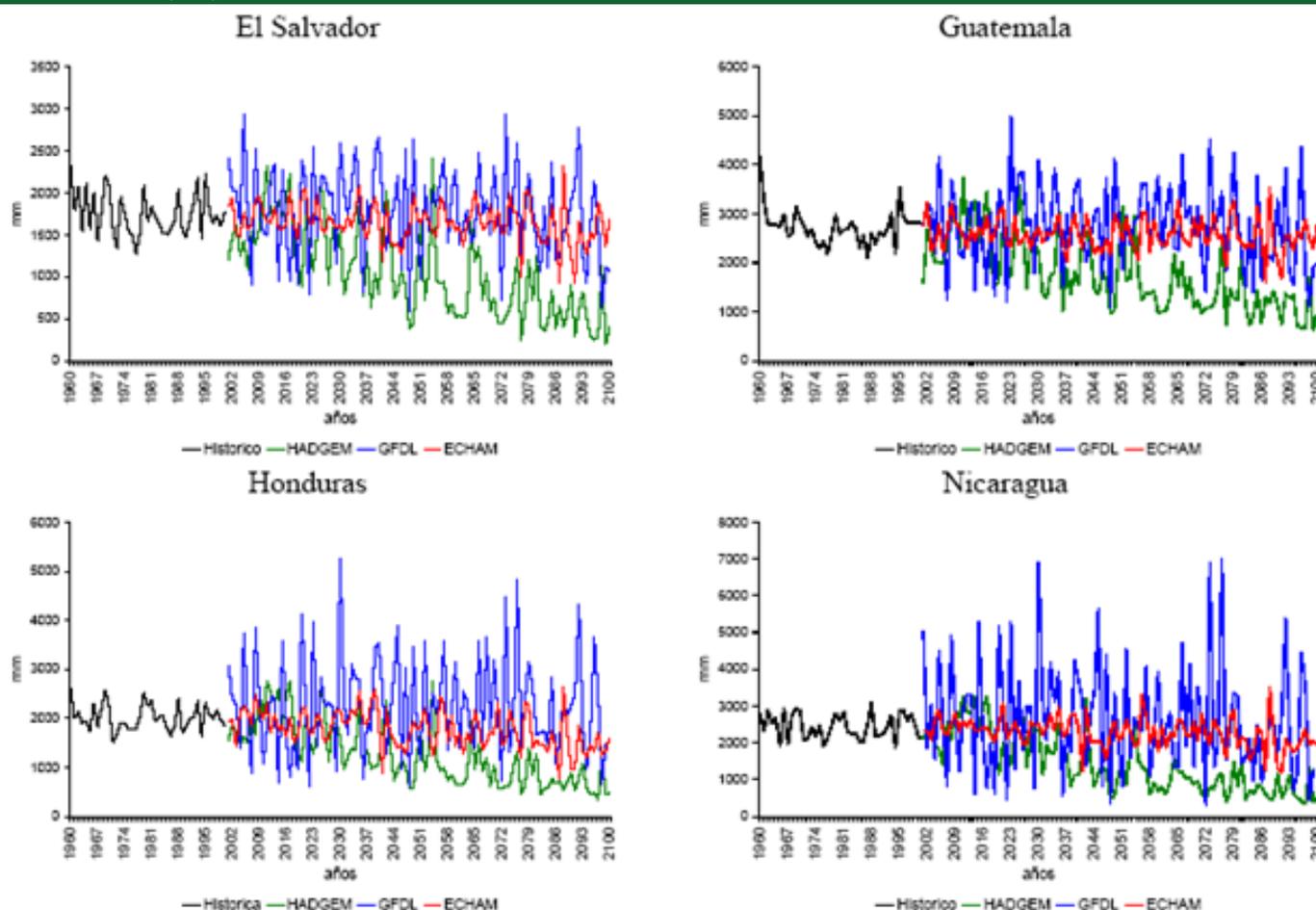
Fuente: CEPAL, 2010 sobre la base del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

**Cuadro 1.4.3. Anomalías de la temperatura media anual (oC) con respecto a 1980-2000 (A2)**

MODELO HADGEM				
	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
2050	2.3	2.2	1.8	2.0
2100	5.2	5.2	4.2	4.2
MODELO GFDL				
	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
2050	1.7	1.7	1.8	1.7
2100	3.8	3.8	3.8	3.8
MODELO ECHAM				
	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
2050	2.1	2.1	1.9	2.0
2100	5.2	5.2	4.6	4.9

Fuente: CEPAL, 2010, basado en el Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

**Fig.1.4.5. Precipitación acumulada anual para los países centroamericanos del CA-4 para 1960-2100 (A2)**



Fuente: CEPAL, 2010 sobre la base del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

**Cuadro 1.4.4. Anomalías de la precipitación media anual (%) con respecto a 1980-2000 (A2)**

MODELO HADGEM				
	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
2050	-39.3	-31.8	-39.2	-47.3
2100	-69.9	-61.9	-66.8	-71.9
MODELO GFDL				
	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
2050	1.0	1.2	10.6	6.2
2100	-9.3	-9.2	2.7	-9.1
MODELO ECHAM				
	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
2050	-7.4	-7.6	-18.5	-12.7
2100	-14.6	-9.3	-32.0	-23.6

Es de hacer notar, que en la mayoría de escenarios climáticos generados para América Central utilizando diversos modelos climáticos y escenarios de emisiones, existe convergencia en una serie de cambios en las magnitudes, sentido o patrón de las temperaturas y las precipitaciones. Tal es el caso de los incrementos proyectados para la temperatura en todos los horizontes de tiempo, cuya magnitud de cambio es muy coincidente después de 2050. En el caso de la precipitación, la variabilidad es muy notoria, y dependiendo de los modelos climáticos y escenarios de emisiones utilizados, algunos proyectan reducciones y otros aumentos; observándose que los posibles aumentos son en una magnitud menor relativa a las posibles reducciones, entre las cuales algunas son severas.

La información generada por los escenarios regionales de cambio climático constituye un insumo relevante para la estimación apropiada de los riesgos actuales y potenciales del cambio y variabilidad climática en la región de América Central. Lo anterior a fin de definir y adoptar estrategias, planes y medidas de adaptación para prevenir o reducir los efectos adversos del cambio climático sobre las poblaciones humanas, ecosistemas y sectores socioeconómicos de las sociedades centroamericanas.



## 2. AMENAZAS E IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DE AMÉRICA CENTRAL

### 2.1. Amenazas e impactos sobre la agricultura de América Latina

#### Sensibilidad climática del sector agrícola

De acuerdo al AR4, la distribución interanual, mensual y diaria de las variables climáticas (ej. temperatura, radiación, precipitación, presión del vapor de agua en el aire y velocidad del viento) afecta a un sinnúmero de procesos físicos, químicos y biológicos, los cuales rigen la productividad de los sistemas agrícolas, forestales y pesqueros. La distribución latitudinal del cultivo, pasto y especies forestales es una función de las condiciones climáticas y atmosféricas, y del fotoperíodo (relación entre horas de luz y de oscuridad que interviene durante la vida de las plantas). Asimismo, tanto la precipitación estacional, como sus patrones de variabilidad son de gran importancia para los sistemas agrícolas, pastoriles y forestales.

Los cultivos presentan umbrales de respuesta dentro de su entorno climático, el cual afecta su crecimiento, desarrollo y rendimiento. Los umbrales climáticos relacionados con el rendimiento de los cultivos, los cuales se extienden por períodos de unos pocos días para los cereales y frutales; incluyen los niveles de temperatura absoluta, la cual está vinculada a los estadios particulares del desarrollo que condicionan la formación de los órganos reproductivos, tales como semillas y frutas. Los eventos climáticos extremos de corto plazo, tales como tormentas e inundaciones, variaciones climáticas interanuales y decadales, así como cambios en la circulación de gran escala, tales como El ENOS, todos tienen efectos importantes sobre los cultivos, pastoreo y producción forestal.

Asimismo, el AR4 plantea que existen múltiples estresores, que aumentan la sensibilidad al cambio climático y reducen la resiliencia en el sector agrícola, tales como: incendios forestales, brotes de insectos, disponibilidad limitada de agua, pérdida de biodiversidad y

contaminación del aire. Los recursos naturales terrestres están siendo degradados a través de la erosión del suelo, la salinización de las áreas irrigadas, la degradación de tierras secas debido al sobrepastoreo, la sobreexplotación del agua subterránea, la creciente susceptibilidad a enfermedades y al aumento de la resistencia de las plagas, favorecidas por la expansión del monocultivo y el uso de plaguicidas, la pérdida de biodiversidad y la erosión de la base genética, debido al desplazamiento de las variedades tradicionales por otras introducidas más recientemente. En cuanto a las pesquerías, la sobreexplotación de las reservas, la pérdida de biodiversidad, la contaminación del agua y los cambios en los recursos hídricos, incrementan la sensibilidad climática actual. En el caso de los pequeños agricultores, éstos son particularmente vulnerables a un amplio rango de estresores socioeconómicos y ambientales.

#### Efectos adversos ya observados del cambio climático sobre la agricultura

Tal como lo plantea el IPCC (AR4 2007c), durante los cinco años previos a su publicación, se han acumulado bastantes evidencias indicando que los cambios observados en los sistemas físicos, biológicos y humanos, principalmente durante el período de 1970 a 2005, están vinculados al componente antropogénico del calentamiento mundial observado en los últimos 50 años. En esa línea, los cambios observados en muchos sistemas físicos y biológicos son consistentes con el calentamiento del planeta, ya que la mayoría de dichos cambios han ocurrido en la dirección esperada en respuesta al calentamiento. Asimismo, el AR4 demuestra que la convergencia entre regiones con el calentamiento regional significativo a lo largo del planeta, y las localizaciones de los cambios significativos observados en muchos sistemas y que son consistentes con el calentamiento;



es muy improbable que se deba solamente a la variabilidad natural de las temperaturas o de los sistemas afectados.

De acuerdo al IPCC (AR4 2007d), algunos de los hallazgos más recientes sobre los impactos del cambio climático en el sector agrícola de América Latina, incluyen rendimientos altos/bajos del trigo durante El Niño/La Niña en México; acortamiento de los ciclos de crecimiento del algodón y del mango en la costa norte del Perú durante El Niño, debido al incremento de las temperaturas; aumento en la incidencia de enfermedades en las plantas, tales como la cancrrosis de los cítricos en Argentina, el Fusarium en el trigo en Brasil y Argentina, y varias enfermedades de hongos en el maíz, papa, trigo y frijoles en Perú durante eventos El Niño, debido a las lluvias intensas y la humedad. Las variaciones ocurridas en los rendimientos de los cultivos en Argentina estuvieron relacionadas significativamente con las anomalías en las temperaturas superficiales del mar en el océano atlántico sur, y las olas de calor produjeron reducciones en la producción de leche del ganado lechero en ese mismo país, de cuyos efectos los animales no se recuperaron completamente posteriormente a los eventos.

De acuerdo a un estudio reciente (CEPAL, 2009), los impactos del cambio climático observados en América Latina son múltiples, heterogéneos entre países y subregiones, de comportamiento no lineal, de diferentes magnitudes y muy significativos; aunque aún persiste un alto nivel de incerteza sobre sus canales de transmisión y su amplitud específica. Asimismo, existe una elevada vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, como el incremento en las últimas tres décadas de la ocurrencia de los eventos Oscilación Austral y El Niño, siendo 2 episodios de éste último extremadamente intensos (1982-83 y 1997-98); el aumento en la frecuencia e intensidad de los huracanes en América Central y el Caribe; y el aumento de los valores extremos de precipitación en el sudeste de América del Sur. Existe evidencia sólida para argumentar que existen efectos económicos significativos

en el sector agropecuario asociados al cambio climático en América Latina y el Caribe.

En América Central se observa que, en promedio, la temperatura máxima ya ha sobrepasado en varios grados la óptima para el índice de producción agropecuario de varios cultivos, lo que parece indicar que habría mayores pérdidas si se registran nuevos aumentos. Asimismo, durante la temporada de lluvias, los niveles de precipitación acumulada en la región son, en promedio, mayores al nivel óptimo para maximizar la producción. Asimismo, en las regiones con menor precipitación, como la vertiente del Pacífico, se observan pérdidas en la producción de granos básicos (CEPAL, 2010).

El resultado final neto de los impactos del cambio climático en el sector agrícola depende de un conjunto de variables muy diversas (ej.: propagación de plagas, enfermedades y malezas, la degradación de los suelos y la falta de agua para riego) y podría modificarse, por una parte, en función de los procesos de adaptación e innovación tecnológica que eventualmente se adopten; y por otra parte, de la capacidad del efecto del CO<sub>2</sub> en el proceso de fertilización para revertir el efecto negativo del aumento de la temperatura y el déficit hídrico, aunque sea temporalmente.

### **Efectos proyectados sobre la agricultura de América Latina**

De acuerdo al AR4, la agricultura en América latina es una actividad económica muy importante, representando un 10% del producto interno bruto (PIB) de la región. Algunos estudios basados en MCG y modelos de impactos para cultivos, proyectan rendimientos decrecientes para varios cultivos, tales como maíz, arroz, frijoles, trigo y maicillo; aún considerando los efectos directos de la fertilización del CO<sub>2</sub> y la adopción de medidas de adaptación moderadas. La elevación del nivel del mar afectaría los ecosistemas de manglar, dañando las pesquerías en la región y causando inundaciones y erosión costera; lo cual



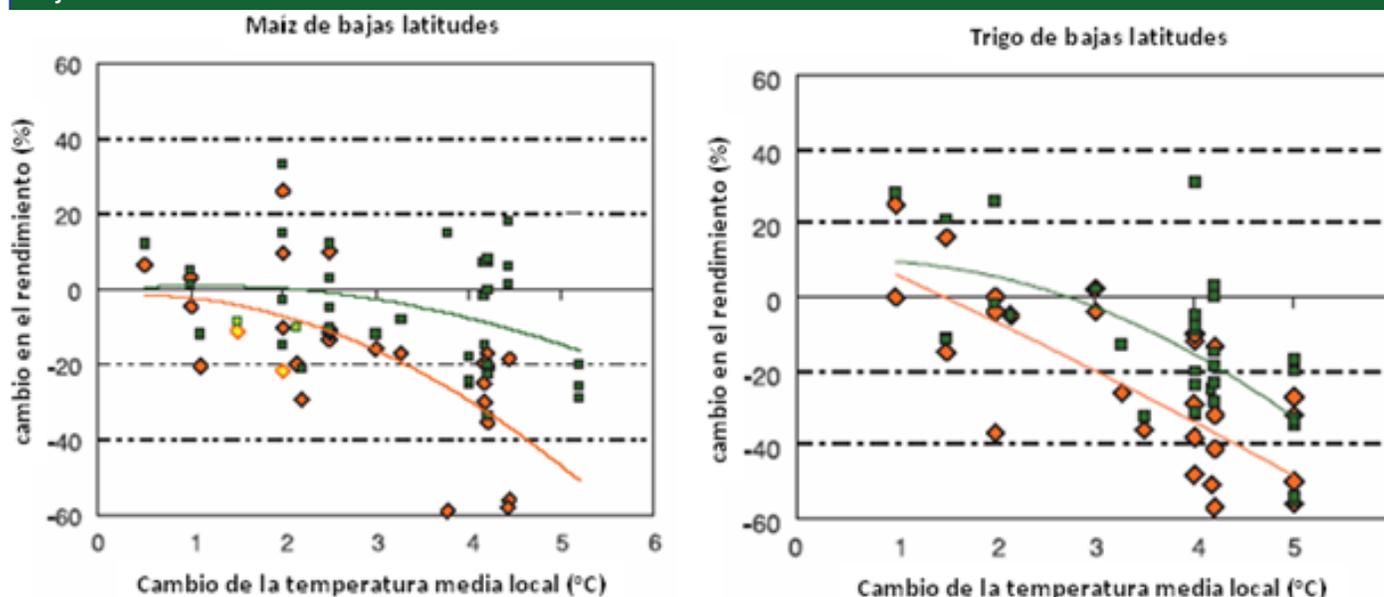
combinado con las inundaciones riverinas y en las planicies, afectaría la calidad y disponibilidad del agua. La intrusión de agua salina exacerbaría los problemas socioeconómicos y de salud humana de las áreas costeras.

En América Latina (AR4 2007d) se han realizado varios estudios sobre los cultivos anuales comerciales, usando modelos de simulación de los cultivos y escenarios climáticos futuros. De acuerdo a una evaluación mundial, si no se consideran los efectos del CO<sub>2</sub>, las reducciones en el rendimiento de los granos podrían alcanzar hasta 30% en 2080 (con el escenario más caliente A1F1), y bajo el escenario A2, el número de personas adicionales bajo riesgo de padecer de hambre es probable que alcance 5, 26 y 85 millones en 2020, 2050 y 2080 respectivamente, sin considerar los efectos del CO<sub>2</sub>. A pesar de la gran diversidad de proyecciones sobre el rendimiento de los cultivos, algunos comportamientos parecen ser consistentes en toda la región, tales como la reducción proyectada en los rendimientos del arroz después de 2010 y el incremento en los rendimientos del frijol de soya cuando los efectos del CO<sub>2</sub> son considerados. Si en el futuro

la variabilidad de las temperaturas aumentara, se esperaría reducciones significativas en el rendimiento de los cultivos. Tal es el caso de las sabanas en los llanos de Venezuela, en donde los rendimientos del maíz declinarían a casi cero; mientras en Colombia los rendimientos no cambiarían. En el caso de los pequeños propietarios con sistemas agrícolas de secano, en 2055 podría esperarse un promedio de reducción del 10% de los rendimientos del maíz (Fig.2.1.1).

Asimismo, un incremento en el estrés calórico y tierras más secas podría reducir los rendimientos de un tercio de las áreas tropicales y subtropicales, en donde los cultivos ya están cercanos a su límite máximo de tolerancia. Se esperarían reducciones en la tierra apta para el crecimiento del café en Brasil, y la producción de café en México (Apéndice E). Mientras en las pampas argentinas y uruguayas la productividad de los pastos podría incrementarse entre 1% y 9% en 2010, la producción de carne de ganado en Bolivia tendría un ligero impacto en el peso de los animales, si no se consideran los efectos del CO<sub>2</sub> (AR4).

**Fig.2.1.1.** Sensibilidad al cambio climático de los rendimientos del maíz y trigo de latitudes bajas<sup>6</sup>



Fuente: AR4 2007c

<sup>6</sup> Las respuestas incluyen las opciones sin adaptación (color rojo) y con adaptación (color verde). Los estudios en los cuales se basan los gráficos comprenden un rango de cambios de precipitación y de concentraciones de CO<sub>2</sub>. En el caso del maíz, los puntos amarillos representan respuestas de cultivos de secano bajo escenarios climáticos con reducción de la precipitación.



Aunque los procesos de desertificación de las tierras son muy diversos, se pueden dividir en dos grupos: el primero considera la erosión hídrica y eólica, la degradación de la cubierta vegetal y la salinización; y el segundo, la disminución de la materia orgánica, el encostramiento, la compactación del suelo y la acumulación de sustancias tóxicas (Oropeza 2004). Algunos de los factores antropogénicos causales de los procesos de desertificación son: la agricultura de riego y temporal (uso inadecuado de tecnologías, mal manejo del riego y drenaje, abuso de plaguicidas y fertilizantes o carencia de fertilizantes orgánicos, pérdida de control de fuego en labores agrícolas, reducción del tiempo de barbecho de las tierras cultivadas, conflictividad por el uso y tenencia de la tierra); la ganadería y el pastoreo (uso descontrolado del fuego para la regeneración de pastos, sobrepastoreo); la actividad forestal (extracción excesiva de madera y leña, pérdida de la cubierta vegetal, incendios forestales); el desarrollo urbano e industrial (asentamientos humanos sobre suelos fértiles, contaminación del suelo y agua), y los cambios de usos del suelo (Oropeza 2004).

El efecto combinado del cambio climático y el cambio de uso de la tierra sobre la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, están relacionados a una mayor degradación de las tierras y a un cambio en los patrones de erosión. De acuerdo al Banco Mundial (WB 2002a-b y AR4), algunos países en desarrollo están perdiendo entre 4 y 8% de su PIB debido a pérdidas productivas y de capital relacionadas a la degradación ambiental. En las áreas más secas de América Latina, tales como partes significativas de Mesoamérica, ubicadas principalmente en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de México, el cambio climático probablemente conducirá a la salinización y desertificación de las tierras agrícolas, debido a sequías múltiples y prolongadas, huracanes más intensos, mayor incidencia de incendios, plagas y

enfermedades forestales, lluvias más intensas y los subsecuentes derrumbes, deslizamientos y anegamientos del suelo (Oropeza 2004), así como a la intrusión salina debido a la elevación del nivel del mar y a la explotación inapropiada de los acuíferos de las planicies costeras. En México el 96.98% del territorio nacional es susceptible de ser afectado por diversos procesos que conllevan a la desertificación, con un 48.05% bajo alto riesgo y 48.93% bajo riesgo moderado (Oropeza 2004).

El 20% del área de América Latina y el Caribe (unas 300.000 ha) está afectada por procesos que conllevan a la desertificación. De seguir al ritmo actual, los procesos de desertificación y salinización podrían afectar al 50% de las tierras agrícolas de la región en el año 2050, incluyendo la zona del Caribe (FAO 2004 y AR4). En América Latina y el Caribe la deforestación alcanzó un 4,25% en la década 1990-2000, una tasa promedio de deforestación anual de 0,43%, con las mayores tasas de deforestación en América Central, llegando a 1.60% anuales (FAO 2004).

Con respecto a las plagas y enfermedades, la incidencia del minador de la hoja del cafeto (*Perileucoptera coffeella*) y del nematodo *Meloidogyne incognita*, es probable que aumente en el futuro en el área productiva de Brasil. El número de ciclos del minador de la hoja del cafeto podría aumentar de 4%, 32% y 61% en 2020, 2050 y 2080, respectivamente (con el escenario A2). La incidencia del moho de la nieve (*Fusarium head blight*) en los cultivos de trigo es muy probable que aumente con el cambio climático en Brasil y Uruguay. Los resultados de los impactos del cambio climático sobre los rendimientos de cultivos individuales por país de un conjunto más amplio de países de América Latina, se detallan en el Apéndice E (AR4).



## 2.2. La vulnerabilidad climática de la agricultura en América Central

### Evolución del marco de las políticas agrícolas

Para los sistemas agrícolas, forestales y pesqueros, la vulnerabilidad a la variabilidad climática, incluyendo los eventos extremos, depende tanto de la exposición y sensibilidad climática, como de la capacidad de adaptación a condiciones cambiantes del entorno socioeconómico y natural. Los factores socioambientales, políticos y económicos contribuyen a generar diferentes niveles de vulnerabilidad entre los agricultores y ganaderos en el mismo sistema biofísico. En esa línea, las reformas institucionales y económicas vinculadas a los procesos de liberalización económica (ej.: remoción de subsidios y competencia creciente de las importaciones) impulsados a lo largo de casi toda América Latina, han reducido la capacidad de muchos agricultores de responder a la variabilidad climática. De ahí que los esfuerzos para reducir la vulnerabilidad climática y facilitar la adaptación al cambio climático, deberán abordar y tratar las implicaciones del marco de políticas socioeconómicas y ambientales vigentes.

Desde los años 80 hasta el período actual, en la mayor parte de países de Latinoamérica, incluyendo América Central, se han observado ciclos de ascenso, decadencia y reproducción de la política neoliberal, a fin de superar las crisis de acumulación de capital. Lo anterior se tradujo en programas de libre mercado, medidas de estabilización política y de ajustes estructurales de las economías nacionales. Las políticas neoliberales iniciales dismantelaron los programas de ayuda social, debilitaron los derechos laborales, redujeron el sector público y lo privatizaron, y amortizaron la deuda externa; dando todo ello como resultado mayor pobreza, estancamiento y huída de capitales. Las políticas más recientes, siempre de corte neoliberal, radicalizaron y aceleraron las privatizaciones, dismantelaron aún más los logros laborales, disminuyeron la oferta de trabajo y salarios, aumentaron los precios de los bienes y servicios básicos, establecieron

impuestos regresivos. Todo lo anterior dio como resultado un aumento de la economía informal, mayor marginación, pobreza rural y urbana, emigración y sociedades más empobrecidas (Petras 2004).

Como parte de las estrategias neoliberales, desde los años 80 se liberalizó la agricultura, canalizándose los préstamos, asistencia técnica e investigación hacia las grandes corporaciones agro-exportadoras ligadas a los mercados mundiales, las cuales son consumidoras de agroquímicos, contaminadoras y depredadoras del entorno natural. La baja inversión social y el abandono de las áreas rurales y la agricultura campesina, han aumentado el desempleo rural, intensificando el éxodo rural y multiplicado los asentamientos humanos informales ubicados en sitios bajo riesgos múltiples, incluyendo los climáticos, en zonas urbanas o peri-urbanas. Asimismo, los ecosistemas naturales, cuyas funciones apoyan las actividades humanas, han sido apropiados primero por élites nacionales y luego por capitales extranjeros, siendo sometidos a explotación desmedida y a deterioro creciente. Simultáneamente se promovió masivamente la adopción de estilos de vida de derroche y consumismo, a favor de los bienes industrializados y contaminantes; bajó el salario rural y la economía campesina fue quebrada, aumentando aún más la pobreza y la emigración hacia el exterior de la región, principalmente hacia Estados Unidos de América (EEUU) principal socio comercial de América Central (Petras 2004).

Dentro de esa dinámica histórica, la política agrícola de los EEUU hacia América Latina, ha sido determinante en la orientación, configuración y dinámica de los sectores agrícolas de la región, y por ende, en los consecuentes impactos socioculturales y económicos, particularmente sobre los pequeños agricultores, incluyendo los pueblos originarios y las comunidades afrodescendientes. Posteriormente a las fases

extractiva (1945-1959) y de reforma (Alianza para el Progreso, 1960-1973), a partir de 1974 hasta la década de 2000, la política agrícola de EEUU inició y profundizó la fase de modernización desde arriba y desde afuera, enfocándose en el fomento de la agricultura corporativa mediante el impulso de las fuerzas del mercado, la eficiencia, la apropiación de la tierra y las estrategias de prospección de mercados internacionales. Lo anterior, a fin de revertir las reformas agrarias de base campesina, integrar la nueva agricultura corporativa en el mercado internacional, mediante el uso y compra de insumos caros (ej: semillas, plaguicidas, fertilizantes y maquinaria) y la venta de bienes agrícolas baratos a los productores y exportadores norteamericanos (Petras 2004).

Las principales empresas agroquímicas y exportadoras de semillas han financiado la generación de nuevas semillas más productivas, pero más costosas en términos de insumos, ya que se venden como parte indisociable de paquetes tecnológicos sofisticados. En la práctica, dichas semillas y paquetes no produjeron los resultados anunciados y generaron serios problemas ambientales, incluyendo la reducción de la diversidad de especies, el incremento de la vulnerabilidad hacia nuevas plagas que se han ido volviendo inmunes hacia los nuevos agroquímicos, y el deterioro ambiental debido al uso intensivo de agroquímicos; desencadenándose un proceso acelerado de desadaptación climática por parte de los sectores agrícolas en todos los países de América Central. Al mismo tiempo, se generó mayor dependencia tecnológica de los pequeños productores, principalmente de granos básicos, los cuales perdieron su seguridad y soberanía alimentaria y fueron desplazados del sector agrícola sin opciones de sobrevivencia alternativas (Petras 2004).

La eliminación de las reformas agrarias y el control político de la población, particularmente de los movimientos campesinos e indígenas, llegando hasta conflictos militares, condujeron a un gran éxodo campo-ciudad; reflejándose en una reducción pronunciada de la población rural y un aumento acelerado de los tugurios o asentamientos humanos ilegales en las grandes ciudades. Se agudizó la brecha existente entre los agentes corporativos enfocados en la agricultura intensiva de exportación, ligada a los mercados mundiales, y los pequeños productores, sean éstos campesinos o pueblos originarios; ya que estos últimos fueron arruinados económicamente, despojados de la tierra, desplazados territorialmente, marginados socialmente y obligados a buscar estrategias de sobrevivencia alternativas.

El sector agropecuario representa un sector muy importante para las economías de la subregión, ya que permite el suministro de alimentos, genera empleo, medios de sobrevivencia e ingresos a la población rural y contribuye a la generación de la riqueza nacional (Cuadro 2.2.1). Sin embargo, la alta sensibilidad del sector a las variaciones y cambios del clima, aunados a los notorios niveles de vulnerabilidad ambiental y socioeconómica del sector, han generado un estancamiento y reducción en los rendimientos de los cultivos, afectando seriamente a las economías. La incidencia del marco de políticas públicas y la consecuente dinámica económica que ha prevalecido en las últimas décadas, se han traducido en una precaria inversión en el sector agropecuario, reducción de los servicios públicos destinados al sector agropecuario y medio rural, y en deterioro ambiental.

**Cuadro 2.2.1. Indicadores del sector agropecuario en la economía de América Central para 2008**

Indicador País	PIB agropecuario (% PIB nacional)	PIB agropecuario con agroindustria (% PIB nacional)	Población rural (% población total)	PEA rural (% PEA total)	Exportación agropecuaria (% exportación total)
Guatemala	13	21	46	40	18
Honduras	13	21	51	46	23
El Salvador	13	23	41	36	7
Nicaragua	19	30	42	39	32

Fuente: CEPAL, 2010



De acuerdo a un estudio reciente (CEPAL 2010) existe un déficit importante de infraestructura e instalaciones agropecuarias (ej.: sistemas de riego, puentes, caminos, alcantarillas, drenajes, silos, pozos, ambientes controlados, muelles, centros de acopio); y una notoria carencia de investigación, innovación y desarrollo (I+D), difusión y transferencia de tecnologías apropiadas y no contaminantes, asistencia técnica, capacitación y crédito en materia agropecuaria. La baja inversión pública en el sector agropecuario se ha traducido en bajos niveles educativos, salud precaria, falta de oportunidades de ingresos e inseguridad alimentaria. Para el período 2005 a 2007, más del 40% de los hogares rurales se encontraba en situación de pobreza, más del 20% eran analfabetas y el crecimiento retardado de los niños menores de 5 años fue mayor del 15% (Cuadro 2.2.2).

De continuar los marcos de política y dinámicas socioeconómicas y ambientales vigentes en América Central, el sector agropecuario vería incrementada su vulnerabilidad climática y exacerbados los impactos adversos ante las variaciones y cambios del clima. Dicho escenario resultaría en sociedades con mayores niveles de

desadaptación de los que ya se observan ante el clima actual, su variabilidad y eventos extremos. Los niveles actuales y futuros de vulnerabilidad climática en el sector agrícola han sido y serán determinados por el efecto combinado del conjunto de políticas públicas, las cuales a la fecha, han generado patrones desordenados de ocupación, uso y transformación de los territorios rurales y urbanos, sin consideración alguna por las dinámicas naturales y sin un marco legal efectivo de ordenamiento ambiental y gestión territorial. Asimismo, dichas políticas han generado altos niveles de desempleo y pobreza, carencia de medios de sobrevivencia, deterioro ambiental y emigración rural, bajas capacidades técnicas e institucionales, descoordinación interinstitucional e intersectorial e ineffectividad de la función pública. De ahí que bajo los marcos de política actuales, los impactos adversos del cambio climático sobre el sector agropecuario se estarían exacerbando y las posibilidades de adaptación serían muy bajas o nulas. Dichos impactos podrían poner en alto riesgo la seguridad alimentaria y nutricional de los países, y por ende, verse amenazadas sus soberanías y su viabilidad socioeconómica y sustentabilidad ambiental.

**Cuadro 2.2.2.** Indicadores de vulnerabilidad socioeconómica en el sector agropecuario de los países que integran el CA-4 para el período 2005-2007

Indicador	Hogares rurales en pobreza (%)	Hogares rurales en pobreza extrema (%)	Analfabetismo rural (%)	Subnutrición <sup>(a)</sup> 2005-2007 (%)	Tasa de mortalidad < 5 años <sup>(b)</sup> (2008)	Crecimiento retardado en niños < 5 años <sup>(c)</sup> (%)
País						
Guatemala	46 (2006)	24 (2006)	24 (2006)	21	35	49 (2002)
Honduras	69 (2006)	60 (2006)	24 (2007)	12	31 <sup>(d)</sup>	30 (2000-2009) <sup>(e)</sup>
El Salvador	44 (2007)	16 (2007)	22 (2007)	9	18	15 (2008)
Nicaragua	72 (2005)	46 (2005)	29 (2005)	19	27	17 (2006-2007)

Fuente: Elaboración propia sobre la base de CEPAL 2010, FAO 2010a-b y las fuentes detalladas en (d) y (e)

(a) Se refiere a la desnutrición leve

(b) Por 1000 nacidos vivos

(c) Se refiere a un crecimiento con una desviación estándar de -2 con respecto al crecimiento promedio

(d) Honduras: perfil de salud 2008, OMS

(e) Estadísticas sanitarias mundiales 2010, OMS

## Los niveles de riesgo climático en América Central

Algunos de los países de la región de América Central, tales como Honduras y Nicaragua, se encuentran entre los principales países con alto riesgo climático, debido a la ocurrencia de eventos climáticos extremos; ubicándose en la tercera y cuarta posiciones dentro del Índice Mundial de Riesgo Climático (IRC) (Harmeling 2010) para el periodo 1990-2009 (Cuadro 2.2.3). Asimismo, para el año 2009, El Salvador fue el país que ocupó la primera posición del IRC, debido a los efectos de la tormenta Ida, la cual provocó casi 200 personas muertas y pérdidas muy significativas en noviembre de 2009 (Cuadro 2.2.4).

El IRC analiza los impactos cuantificados provocados por los eventos climáticos extremos, tanto en términos de muertes humanas como de pérdidas económicas sufridas<sup>7</sup>. El IRC incluye tanto los impactos absolutos como relativos, y genera una calificación promedio de los países con base en 4 indicadores (Cuadro 2.2.3). Los países posicionados en

los primeros lugares son los más impactados, para los cuales el IRC representaría una señal de alerta sobre su nivel de riesgo ya sea ante eventos climáticos frecuentes, o ante eventos raros pero extraordinarios, en términos de los desastres que provocan. El IRC no incluye un análisis exhaustivo de los riesgos asociados al cambio climático antropogénico; sin embargo, aporta información analítica sobre el nivel de exposición y vulnerabilidad de los países a los riesgos de origen climático, así como otros análisis basados en los datos cuantitativos disponibles más confiables<sup>8</sup>. Asimismo, los datos solamente reflejan los impactos directos (pérdidas y muertes directas) debido a los eventos climáticos extremos; aún a sabiendas de que por ejemplo, las olas de calor frecuentemente generan impactos indirectos más fuertes (ej.: sequías y escasez de alimentos). Tampoco incluye el número total de personas afectadas (adicionalmente a las pérdidas de vidas humanas), ya que la comparabilidad de tales datos es muy limitada.

**Cuadro 2.2.3. Índice de Riesgo Climático de los países de América Central para 1990-2009**

IRC (posición)	País	Cuota de muertes	Muertes/ 100,000 habitantes	Pérdidas en millones (US \$PPP)	Pérdidas/ unidad de PIB (%)
3	Honduras	322	5.21	663.57	3.12
4	Nicaragua	157	2.80	263.33	2.05
17	El Salvador	31	0.57	214.80	0.71
20	Guatemala	74	0.68	149.53	0.32
24	Belice	2	0.95	55.72	3.76
61	Costa Rica	9	0.23	65.53	0.23
105	Panamá	9	0.30	9.74	0.05

Fuente: Índice Mundial de Riesgo Climático 2011 (Harmeling 2010)

**Cuadro 2.2.4. El país más afectado según el Índice Mundial de Riesgo Climático (IRC) para 2009**

IRC posición en 2009 (posición en 2008)	País	Cuota de muertes	Muertes/ 100,000 habitantes	Pérdidas en millones (US \$PPP)	Pérdidas/ unidad de PIB (%)
1 (92)	El Salvador	198	3.40	1,827.00	4.27

Fuente: Índice Mundial de Riesgo Climático 2011 (Harmeling 2010)

<sup>7</sup> Basada en datos de Munich Re NatCatSERVICE, de cobertura mundial, alta confiabilidad y bases de datos completas.

<sup>8</sup> Ver por ejemplo: Análisis de la Universidad de Columbia: <http://ciesin.columbia.edu/data/climate/>, Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático de Maplecroft: <http://www.maplecroft.com/about/news/ccvi.html>



Aunque la relación entre el cambio climático y sus manifestaciones en términos de cambios en la frecuencia, intensidad y patrón de comportamiento de los huracanes, es muy compleja, y sujeta todavía a investigación activa; algunas publicaciones recientes indican que el cambio climático mundial antropogénico causará que la intensidad promedio mundial de los huracanes y tormentas tropicales aumente (TAR 2001a). Es de hacer notar que los huracanes de categorías más altas son los que provocan los impactos más severos y sobrepasan la capacidad de respuesta y adaptación de los países pobres, y en el peor de los casos pueden hacer retroceder de varios años los avances socioeconómicos alcanzados por los países, como en el caso de Honduras y Guatemala debido al huracán Mitch en 1998.

En la región de América Central, los patrones históricos de ocupación, uso y transformación de los territorios, incluyendo las actividades productivas y de consumo; han generado altos niveles de deterioro y vulnerabilidad socioambiental y económica, exacerbando los impactos de origen climático sobre un gran número de asentamientos humanos rurales y urbanos, ubicados en lugares de alto riesgo por derrumbes, deslizamientos, desbordamientos de quebradas y ríos, inundaciones, salinización

### **2.3. Los impactos sobre la agricultura en América Central**

#### **Impactos ya observados**

De acuerdo al IPCC (TAR 2001a), los impactos actuales de origen climático se asocian no solamente a la variabilidad o a los eventos extremos, sino también a cambios en los valores medios de los parámetros climáticos y en los patrones de comportamiento del clima. Es así que el aumento de temperatura y la pérdida subsiguiente de humedad del suelo, han generado disminución de la disponibilidad de agua e impactos negativos sobre la salud humana (ej. malaria, dengue y Chagas), reducciones en la productividad agrícola, seguridad alimentaria, abundancia de especies animales y vegetales; así como un aumento en la incidencia de plagas, enfermedades e

del agua, contaminación, y erosión y degradación de las tierras agrícolas.

La combinación de un bajo crecimiento económico y altos niveles de inequidad vinculados a la redistribución inadecuada del ingreso nacional, han generado altos niveles de vulnerabilidad económica y social en grandes contingentes de la población humana de la subregión CA-4. Actualmente, América Central presenta un alto nivel de vulnerabilidad ante la variabilidad y los cambios ya observados del clima; y tanto las poblaciones humanas como los diversos ecosistemas naturales se encuentran bajo distintos niveles de riesgo climático, exacerbados por la alta vulnerabilidad socioeconómica y ambiental. Las comunidades humanas más pobres presentan los mayores niveles de vulnerabilidad ante los eventos climáticos extremos (PNUMA 2003), debido por una parte, a la ubicación de la subregión en la ruta de los huracanes (unas 8.4 millones de personas en América Central, 26% de la población total de la región) (FAO 2004); y por otra, a que los asentamientos de las poblaciones humanas más pobres, además de precarios, se ubican en suelos inestables, planicies costeras o lugares sujetos a derrumbes y/o inundaciones de los ríos.

incendios forestales, entre otros. Asimismo, los cambios en los patrones mensuales de lluvia y el aumento en la frecuencia de lluvias y huracanes más intensos, han impactado la producción agrícola, generando pérdidas importantes para las familias campesinas, desnutrición, disminución de los caudales de los ríos, desbordamientos de ríos y quebradas, inundaciones, sedimentación de tierras agrícolas, abandono de la agricultura y de las áreas rurales, emigración hacia el exterior de la región y la consecuente desintegración familiar, altos niveles de delincuencia juvenil, desarraigo y pérdida de identidad cultural y territorial.

En América Central, en los últimos 40 años, el evento El Niño se ha manifestado con más frecuencia, intensidad y duración, asociándosele altas pérdidas en la agricultura y disminución de las pesquerías debido a las sequías y altas temperaturas del aire y océanos; así como el aumento de enfermedades y hospitalizaciones entre las poblaciones humanas vulnerables, principalmente debido al estrés térmico y a las enfermedades infecciosas por la ocurrencia de olas de calor y escasez de agua respectivamente. Durante la ocurrencia de huracanes, cuya intensidad estaría en aumento en los últimos años, o del evento La Niña, bajo las condiciones actuales de cambio climático, las lluvias continuas o intensas generan con frecuencia desbordamientos de quebradas y ríos, los cuales a su vez provocan inundaciones en planicies agrícolas, zonas costeras y áreas de asentamientos humanos; así como erosión del suelo, contaminación del agua subterránea y pozos, pérdidas y daños en infraestructura, viviendas, animales y bienes, brotes de las epidemias, deterioro ambiental y pérdidas de vidas humanas. Asimismo, debido a la orografía montañosa con niveles significativos de deforestación, las lluvias persistentes provocan fácilmente deslizamientos y derrumbes en laderas, y la consecuente sedimentación de los suelos agrícolas y desastres socionaturales en el medio rural y urbano.

Los eventos climáticos extremos se han intensificado durante las últimas décadas en la región Centroamericana, tanto en intensidad como en frecuencia. Entre los que se han documentado están los impactos del huracán Mitch en 1998, las sequías de 2001 que ocasionaron una hambruna en el oriente (este) de Guatemala, la tormenta tropical Stan en 2005 que causó pérdidas de vidas humanas y daños a la producción agrícola e infraestructura, el huracán Félix en 2007 y la tormenta Agatha en 2010. De acuerdo a la CEPAL (2010), en ocasión del huracán Mitch, las pérdidas y daños del sector agropecuario por país representaron entre el 67% y 19% del total nacional; para las sequías de 2001, entre el 55% y 81% del total nacional; para la tormenta Stan, entre el 14% y 8% del total nacional; y para el huracán Félix, el 23% del total nacional. La tormenta tropical Stan provocó daños y pérdidas en varias zonas agrícolas de Guatemala, afectando seriamente los granos básicos como el maíz blanco y el frijol, cuyas pérdidas representaron 6% y 3% de la producción respectivamente; así como también los productos de exportación, como la caña de azúcar y el plátano y los cultivos no tradicionales como el ajonjolí, con más del 25% de pérdida de la producción total.

**Cuadro 2.3.1. Pérdidas y daños del sector agropecuario debido a eventos climáticos extremos**

Evento País	Pérdidas y daños del sector agropecuario (% del total nacional)				
	Mitch (1998)	Sequías (2001)	Tormenta Stan (2005)	Huracán Félix (2007)	Tormenta Agatha (2010)
Guatemala	67	55	8	-	8
Honduras	54	63	-	-	14
El Salvador	41	81	14	-	10
Nicaragua	19	60	-	23	ND

Fuente: elaboración propia sobre la base de CEPAL 2010

### Impactos proyectados sobre la agricultura

El desarrollo de las plantas está directamente influido por las diferencias climáticas en las distintas zonas geográficas del mundo; su desarrollo y crecimiento en un lugar determinado varía de un año a otro como respuesta a las diferencias en el clima local.

Durante el crecimiento de los cultivos, la temperatura y la humedad del suelo juegan un papel determinante. Cuando los suelos están húmedos, la temperatura es usualmente el factor ambiental determinante en la velocidad de germinación. Por otro lado, la temperatura



afecta muchos aspectos del crecimiento incluyendo el desarrollo de los sistemas reticulares, la velocidad a la que absorben agua y nutrientes, el desarrollo y expansión de las hojas, la floración y el rendimiento.

El cambio climático genera cambios importantes en la temperatura y la precipitación, y modifica la intensidad, frecuencia y duración de los eventos climáticos extremos. Aumentos en la temperatura pueden tener efectos positivos o negativos sobre el rendimiento de los cultivos, dependiendo de la ubicación y magnitud de dichos cambios. El incremento proyectado para las temperaturas puede acelerar la tasa con que las plantas liberan CO<sub>2</sub> en el proceso de respiración, resultando en una reducción de sus condiciones óptimas de crecimiento. Cuando las temperaturas exceden los niveles óptimos para los procesos biológicos, los cultivos responden generalmente de forma negativa disminuyendo abruptamente su rendimiento. Las altas temperaturas facilitan la existencia de insectos y enfermedades en las plantas, agravando el riesgo de la pérdida de los cultivos.

Si la tendencia actual de las temperaturas nocturnas mínimas continúa, presentando un incremento en magnitud, mayor que el de las temperaturas diurnas máximas (IPCC 2001a y Aguilar et al 2005), el estrés causado en el día a los cultivos podría ser menos severo que otros efectos; pero los rendimientos potenciales podrían reducirse debido al aumento de la tasa de respiración. Asimismo, las temperaturas altas provocarían un desarrollo fisiológico acelerado, resultando en una maduración prematura y en reducciones en los rendimientos. El efecto combinado de la aceleración en la transpiración de las plantas y del aumento de los niveles de evaporación del agua edáfica debido al aumento de la temperatura, y de los cambios proyectados en la lluvia total estacional y/o en su patrón de variabilidad; podría modificar las tasas de escorrentía y reducir la capacidad de almacenamiento de humedad en la tierra. La ocurrencia de eventos climáticos extremos húmedos, como tormentas o huracanes, podría causar estrés húmedo durante las fases de

floración, polinización y fructificación de los cultivos, particularmente en el maíz, frijol y trigo.

En el caso de América Central, el IPCC (TAR 2001b y AR4d) presenta algunos resultados de evaluaciones de impactos del cambio climático sobre la productividad de los cultivos, indicando las tendencias siguientes: para el maíz, -11% a +9% en 2020, -34% a +15% en 2050, y -34% a +13% en 2080; para el frijol, -28% a +3% en 2020, -42% a +3% en 2050, y -66% a 0% en 2080; para el arroz, -16% en 2020, -20% en 2050 y -27% en 2080, incluyendo una reducción de -31% con 2oC y -5% de precipitación (Apéndice E).

En la región de América Central se han desarrollado pocos estudios a profundidad que evalúen los impactos del cambio climático sobre los principales cultivos relacionados con la seguridad alimentaria y nutricional, y medios de sobrevivencia de las poblaciones rurales más pobres. Sin embargo, existen varios estudios preliminares, cuyos resultados principales marcan tendencias claras sobre la evolución ya observada y futura de algunos de esos cultivos, y sobre sus efectos adversos sobre las poblaciones humanas y sectores vulnerables, cuyos hallazgos más relevantes se presentan a continuación, para el caso del maíz, sorgo o maicillo, frijol, café, papa y arroz.

### **Impactos del cambio climático sobre los rendimientos del maíz y el sorgo**

El maíz y el sorgo o maicillo son plantas que pertenecen al grupo C<sub>4</sub>, presentando entre otras, las características siguientes: fijan CO<sub>2</sub> a temperaturas entre 35 y 40oC, requieren de 250 a 300 gramos de agua por gramo de materia seca, fijan CO<sub>2</sub> a intensidades del 80 al 100% de luz solar, no tienen foto respiración y se desarrollan en hábitat soleados, calientes y con baja disponibilidad de agua en el suelo. En el caso del maíz, los requerimientos edafoclimáticos principales son: temperatura entre 25 y 30oC, 600 mm de agua (5mm/día), elevada amplitud térmica y radiación incidente, 120 a 130 días libres de heladas, suelos profundos y francos.



Un estudio regional (CEPAL, 2010) generó proyecciones de los impactos potenciales biofísicos y económicos del cambio climático sobre el maíz, frijol y café para todos los países de América Central, estimando la posible evolución futura del rendimiento de dichos cultivos entre 2006 y 2100. Para tal efecto, se desarrollaron escenarios futuros de cambio climático usando modelos climáticos y de emisiones (A2 y B2), los cuales se describen solamente para A2 en la subsección 1.4 y se resumen en los Cuadros 1.4.3 y 1.4.4 del presente estudio.

En el caso del maíz, la precipitación promedio anual y la temperatura promedio anual son las variables climáticas con las que se hace el análisis de sensibilidad, por ser las que mayormente influyen en los rendimientos de este cultivo. En los países del CA-4, se observa que es probable que ya se haya rebasado o se esté muy cerca de rebasar los niveles de temperatura que permiten alcanzar los mayores rendimientos, y que por lo tanto, el cambio climático ya podría estar teniendo efectos adversos en este cultivo. En cuanto a la lluvia, en algunos países, la producción de maíz alcanza su rendimiento máximo en niveles de precipitación inferiores al actual, y cuando se rebasa el nivel actual, la producción tiende a decrecer (GU+NI+SLV); en otros, los niveles actuales de lluvia son muy cercanos a los que permiten una producción óptima, por lo que si la lluvia se redujera en el futuro, la producción se reduciría (HN) (Apéndice F).

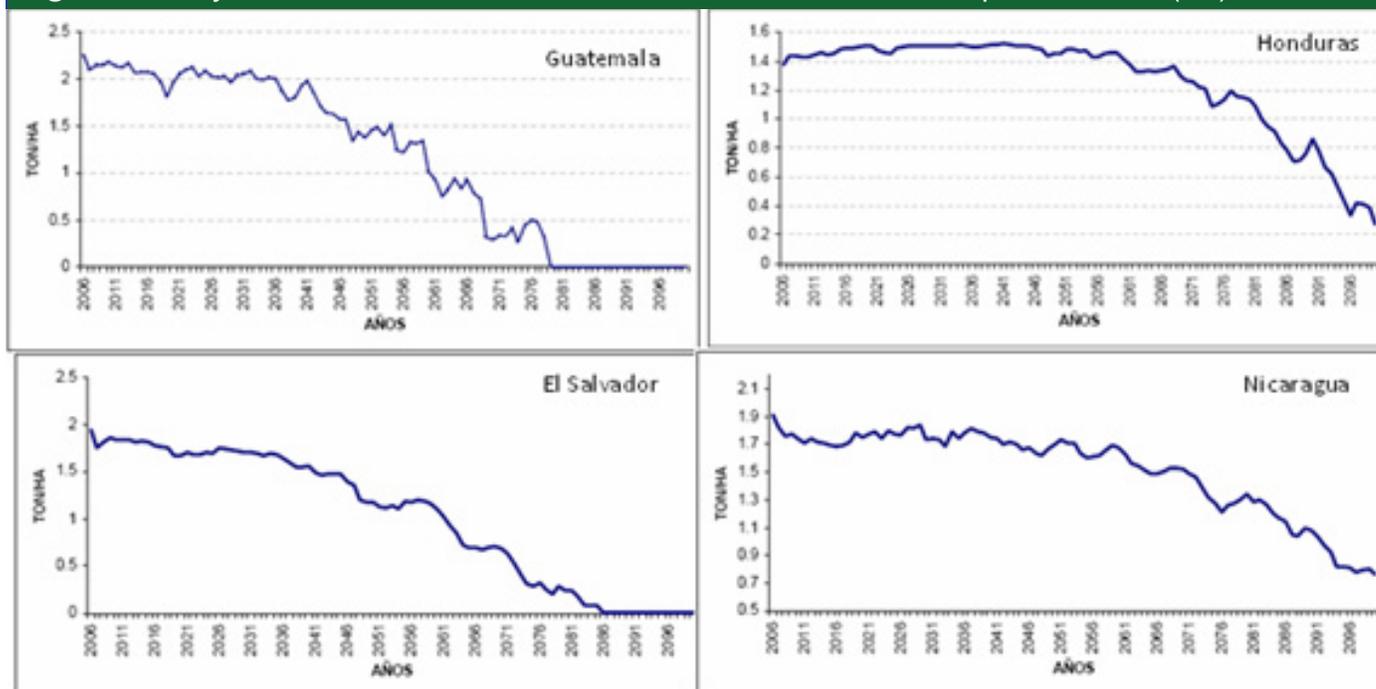
Las proyecciones futuras muestran que en el corto plazo la producción del maíz tendería a mantenerse en sus niveles actuales e incluso podría presentar incrementos (HN), pero en el largo plazo, y sobre todo a partir de 2050, tendería a caer de forma importante, con mayor intensidad en el escenario más adverso (A2), bajo el cual los rendimientos tenderían a ser nulos a partir de 2075. Lo anterior, sin considerar medidas de adaptación al cambio climático por parte de los agricultores, ni un marco de políticas

nacionales que favorezcan la adaptación; las cuales podrían amortiguar en alguna medida los efectos adversos del cambio climático (Fig.2.3.1). Considerando que en el conjunto de países del CA-4, la población de productores de granos básicos pasó de 1,288,100 en 1987 a 1,941,200 durante el período 2005-2007 (Baumeister 2010); para 2020, dicha población alcanzaría unos 2,543,000, representando un incremento del 31% con respecto a 2005-2007. Lo anterior, asumiendo que la tasa de crecimiento promedio anual (un 2.1% del período de 1987 a 2005-2007), se mantendría constante hasta 2020, y por ende, los diversos factores que la determinan. De continuar las mismas macropolíticas económicas y sociales vigentes en la región, así como el rumbo actual de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático, tal como se acordara en el Acuerdo de Cancún; la creciente población de familias productoras de granos básicos, se vería en una situación de alta vulnerabilidad social, económica, ambiental y climática, y por ende, padecerían en primera línea los impactos negativos derivados del aumento del ritmo y magnitud del cambio climático mundial, regional y local.

Con base en el análisis de sensibilidad se calcularon los posibles impactos económicos que conllevaría el cambio climático sobre la producción del maíz. Para obtener los costos se compararon los niveles de producción que se obtendrían bajo los escenarios que indican los modelos A2 y B2 contra la situación actual; considerando diferentes tasas de descuento (r): 0,5%, 2%, 4% y 8%. Los posibles beneficios que el cambio climático podría traer sobre la producción del maíz en el corto plazo, se revertirían a largo plazo, dando lugar a importantes pérdidas económicas, que en 2100 podrían ser de alrededor un rango entre 16% y 9% del PIB de 2007 en el escenario más adverso A2 y a una tasa de descuento de 0,5% (Cuadro 2.3.2).



**Fig.2.3.1. Proyecciones de los rendimientos del maíz en 2006-2100 para el CA-4 (A2)**



Fuente: CEPAL, 2010

**Cuadro 2.3.2 Impactos económicos del cambio climático en la producción de maíz para CA-4 (% PIB)**

Guatemala					Honduras				
Año	Escenario A2				Año	Escenario A2			
	r					r			
	0.005	0.02	0.04	0.08		0.005	0.02	0.04	0.08
2020	-1.83	-1.68	-1.52	-1.26	2020	0.46	0.43	0.40	0.35
2030	-2.82	-2.43	-2.04	-1.52	2030	0.60	0.54	0.47	0.39
2050	-2.79	-2.49	-2.12	-1.57	2050	0.78	0.64	0.52	0.40
2070	2.07	-0.39	-1.41	-1.48	2070	1.79	1.08	0.67	0.42
2100	16.51	4.07	-0.43	-1.43	2100	9.21	3.27	1.12	0.44

El Salvador					Nicaragua				
Año	A2				Año	A2			
	r					r			
	0,005	0,02	0,04	0,08		0,005	0,02	0,04	0,08
2020	0,06	0,05	0,03	0,00	2020	0,50	0,43	0,35	0,24
2030	0,31	0,23	0,16	0,07	2030	0,56	0,48	0,39	0,25
2050	1,66	1,01	0,54	0,17	2050	1,45	0,99	0,64	0,32
2070	5,02	2,49	1,05	0,24	2070	3,64	1,95	0,97	0,36
2100	13,77	5,19	1,64	0,27	2100	13,61	4,94	1,60	0,40

Fuente: CEPAL, 2010      r = tasa de descuento

En otro estudio reciente (Rivero 2009) se evalúan los posibles impactos del cambio climático sobre los rendimientos del maíz y sorgo (maicillo) en El Salvador, encontrándose los hallazgos siguientes: los rendimientos potenciales de ambos cultivos decrecen a lo largo de todo el siglo XXI para todos los escenarios climáticos utilizados con respecto a los rendimientos del período de referencia 1961-1990 (Cuadros 2.3.3 y 2.3.4). Dichos escenarios fueron generados para 2020, 2050 y 2080, usando los modelos climáticos HadCM3 (clima considerablemente más seco y caliente que el de referencia), ECHAM4 (clima algo más húmedo y caliente que el de referencia) y un conjunto incompleto de 15 modelos (E\_INC) excluyendo a HadCM3 y ECHAM4.

En el caso de los rendimientos para los cultivos de secano, las reducciones se vuelven importantes a partir de mediados de siglo, ya que en el caso del maíz, las reducciones en los rendimientos

proyectados son -2% en 2050 y -86% en 2080 (Cuadro 2.3.5); y para el sorgo, -15% en 2050 y -75% en 2080 (Cuadros 2.3.6). Se proyecta un cambio en la estacionalidad de la estación lluviosa más favorable, la cual a inicios de siglo se centra entre mayo y julio, y sería sustituida por otra estación extendida entre agosto y septiembre, siempre con volúmenes de lluvia más bajos que en el clima de referencia. Hacia la segunda mitad del siglo, la siembra de maíz y sorgo bajo un sistema de secano y en las condiciones climáticas proyectadas, carecería de viabilidad económica pues los ingresos asociados a los rendimientos proyectados no compensarían los gastos que requeriría el cultivo para su viabilidad económica. Aunque la agricultura de regadío podría ser una alternativa, la reducción del potencial hídrico debido al cambio climático, demandaría la adopción simultánea de medidas encaminadas a reservar el agua para el consumo humano directo, y por ende, limitaría el uso para la agricultura.

**Cuadro 2.3.3. Rendimientos potenciales proyectados del maíz en El Salvador**

Rendimiento	1961 - 1990		2020		2050		2080	
	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz
<b>Clima</b>								
Referencia	8811	134	-	-	-	-	-	-
HadCM3	-	-	7807	119	7103	108	6190	94
ECHAM4	-	-	7850	119	6946	106	6522	99
E_INC	-	-	7857	120	6984	106	6495	99

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Rivero, 2009

**Cuadro 2.3.4. Rendimientos potenciales proyectados del sorgo o maicillo en El Salvador**

Rendimiento	1961 - 1990		2020		2050		2080	
	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz
<b>Clima</b>								
Referencia	4680	71	-	-	-	-	-	-
HadCM3	-	-	4465	68	3896	59	3335	51
ECHAM4	-	-	4504	69	3747	57	3487	53
E_INC	-	-	4527	69	3978	61	3670	56

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Rivero, 2009



**Cuadro 2.3.5.** Reducciones proyectadas de los rendimientos del maíz de secano en El Salvador

Rendimiento Clima	1961-1990		2020		2050		2080	
	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz
Referencia	2033	31	-	-	-	-	-	-
HadCM3	-	-	2150 (+6%)	33	1983 (-2%)	30	483 (-86%)	7

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Rivero, 2009

**Cuadro 2.3.6.** Reducciones proyectadas de los rendimientos del sorgo de secano en El Salvador

Rendimiento Clima	1961-1990		2020		2050		2080	
	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz
Referencia	1396	21	-	-	-	-	-	-
HadCM3	-	-	1492 (+7%)	23	1180 (-15%)	18	346 (-75%)	5

Fuente: Rivero, 2009

El análisis de los rendimientos reales, particularmente del maíz y del sorgo de secano, requiere la consideración de otros factores concurrentes, ya que los agricultores nunca obtienen el rendimiento potencial de los cultivos, sino una parte de éste. Lo anterior, debido a limitaciones de los factores que determinan la eficiencia y efectividad tecnológica de la producción, tales como: el agua para riego, la ausencia de nutrientes en la tierra y la carencia de fertilizantes, así como la no adopción de prácticas (ej.: manejo integrado de plagas) y tecnologías apropiadas. Es de hacer notar, que dichos factores llevan aparejados costos económicos, sociales y ecológicos, que muchas veces los pequeños agricultores no pueden asumir. En el caso de la humedad inicial de la tierra, dependiendo de la tecnología utilizada por el agricultor, ésta puede ser muy baja o muy alta, dependiendo si en la siembra se utiliza la humedad natural disponible en la tierra o si se utiliza la tecnología para proporcionar un pase de riego inicial que garantice la humedad requerida para lograr el establecimiento de los cultivos. Considerando el régimen pluviométrico del Pacífico prevaleciente en El Salvador, durante el período comprendido entre diciembre y febrero, los agricultores no disponen de humedad suficiente en la tierra como para garantizar rendimientos para el maíz y el maicillo en condiciones de secano, y por

ende, los rendimientos podrían considerarse nulos. Lo anterior significa que la agricultura de secano para ambos cultivos se ve limitada a un ciclo de 9 meses, entre marzo y noviembre.

Otro estudio nacional fue realizado en Panamá (Castillo y Rivero 2000) sobre los impactos del cambio climático en los rendimientos potenciales y reales del maíz mecanizado, variedad HP-X-304C. Dicho estudio utilizó cuatro escenarios climáticos: (1) fuerte reducción de las precipitaciones y fuerte aumento de la temperatura, (2) reducción moderada de las precipitaciones y aumento moderado de la temperatura, (3) fuerte aumento de las precipitaciones y la temperatura, y (4) aumento moderado de las precipitaciones y la temperatura; los cuales fueron proyectados a 2010, 2050 y 2100, con fecha de siembra 15 de julio. De acuerdo a los resultados de dicho estudio, los rendimientos potenciales se reducirían para todos los escenarios climáticos utilizados y para todos los horizontes de tiempo, con los menores rendimientos en el caso de los escenarios con aumentos intensos de temperatura y fuertes reducciones de precipitación; desde -7% en 2010 hasta -41% en 2100. En el caso de los rendimientos reales, dos de los modelos climáticos utilizados, proyectan aumentos en los rendimientos hasta mediados del siglo XXI, y posteriormente, todos

los modelos proyectan reducciones desde -18% en 2010 hasta -55% en 2100.

En el caso de El Salvador, un estudio de impactos del cambio climático sobre el cultivo del maíz (MARN 2000), proyecta para 2020 una brecha alimentaria de entre -496 a -294 miles de TM, aún considerando incrementos en la productividad.

En el caso de Guatemala, un estudio nacional (MARN, 2001) evaluó los impactos del cambio climático sobre distintas variedades del maíz, en siete zonas geográficas de cultivo de granos básicos. Para tal efecto, se definió

como período de referencia 1980-1993, y se usaron tres escenarios climáticos proyectados a 2030: (1) escenario húmedo amplio, con T = +1.7oC y Pcp = +6%; (2) escenario intermedio, con T = +1.2oC y Pcp = -1%; y (3) escenario seco amplio, con T = +2.4oC y Pcp = -18%. El análisis de sensibilización proyecta para las siete zonas geográficas, los cambios en los rendimientos reales siguientes: -11% a +15% bajo el escenario húmedo amplio, -11% a +8% bajo el intermedio, y -34% a +13% bajo el seco amplio; con las mayores reducciones en los valles del sur oriente (zona 3) y con los mayores aumentos, en las planicies sur occidentales (zona 1).

**Cuadro 2.3.7. Rendimientos reales de referencia y proyectados del maíz en Guatemala**

Zona geográfica	Período de referencia 1980-1993	2030						
		Escenario húmedo amplio		Escenario intermedio		Escenarios seco amplio		
		Kg/Ha	qq/mz	Kg/Ha	qq/mz	Kg/Ha	qq/mz	Kg/Ha
1	2857 <sup>(a)</sup>	43	3142	48	2957	45	3091	47
2	2025 <sup>(b)</sup>	31	1744	27	1828	28	1630	25
3	2270 <sup>(b)</sup>	35	2029	31	2003	30	1500	23
4	2189 <sup>(c)</sup>	33	2430	37	1918	29	2131	32
5	1954 <sup>(b)</sup>	30	2021	31	1918	29	1876	29
6	2237 <sup>(d)</sup>	34	2156	33	2169	33	2120	32
7	2384 <sup>(c)</sup>	36	2412	37	2447	37	2339	36

Fuente: MARN, 2001

(a) ICTA B-1

(b) HB-85

(c) San Marceño

(d) ICTA-OSTUA

1. Planicies sur occidentales

2. Tierras bajas río Polochic

3. Valles del sur oriente

4. Valles de occidente

5. Valles e Salamá y San Jerónimo de Baja

Verapaz

6. Zonas agrícolas Amatitlán, Sn José Pinula, Palencia y Villa Nueva

7. Sololá, valles de Tecpán Guatemala, Santa Cruz Balanyá, Patzicía y Patzún

## Impactos sobre los rendimientos del frijol

El frijol común es una leguminosa con ciclo fotosintético C3 de clima cálido, cuyo contenido intrínseco de proteínas es muy superior al del sorgo y el maíz que son gramíneas C4, lo cual condiciona un gasto superior de biomasa bruta por pérdidas respiratorias de mantenimiento, que impide a este cultivo alcanzar rendimientos potenciales del mismo orden que el maíz y el sorgo. Algunos de los requerimientos edafoclimáticos óptimos del frijol son: 450 a 800

msnm de altitud, 20o a 24oC de temperatura, 200 a 450mm de precipitación, suelo profundo (> 60 cm) y franco.

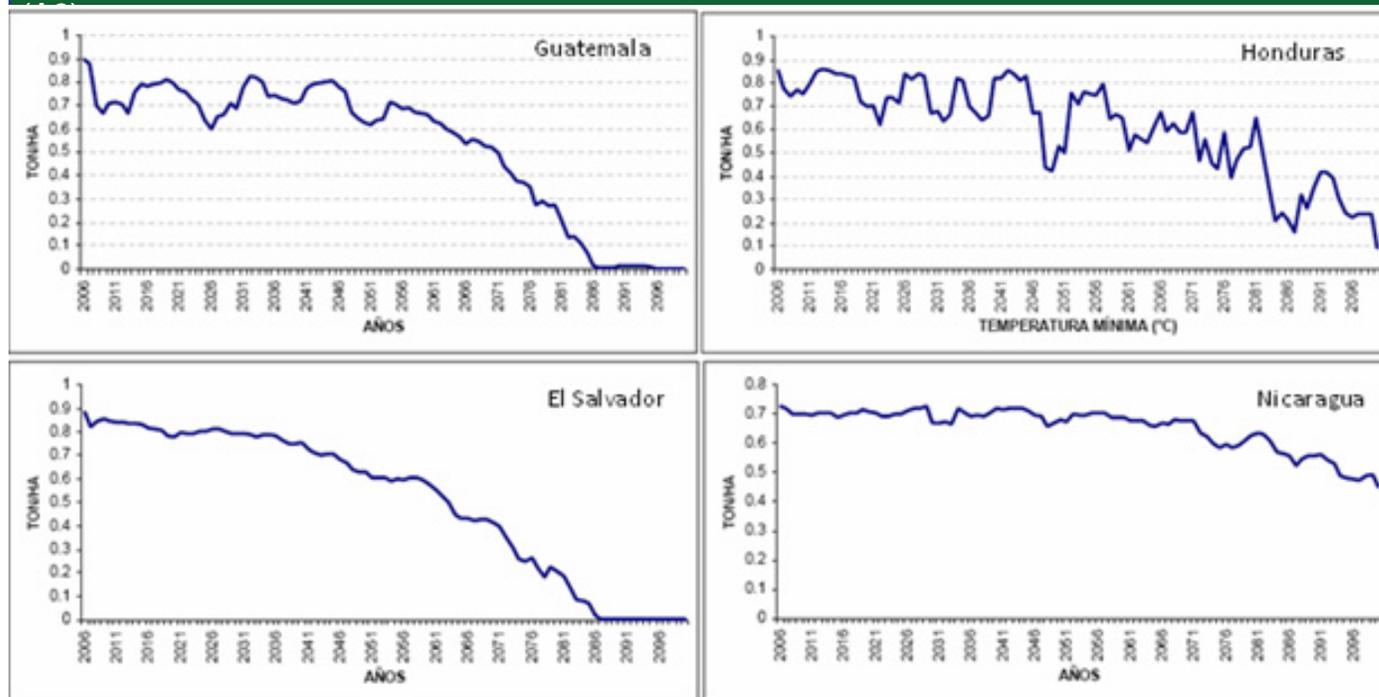
En un estudio ya referido (CEPAL 2010), para analizar los rendimientos del frijol, se incluyeron como variables climáticas la precipitación promedio anual en época de lluvia y la temperatura promedio anual; y ambas variables tienden a estimular la producción hasta cierto

punto a partir del cual la desestimulan. Los análisis de sensibilidad realizados indican que para el 2006 ya es probable que ya se haya rebasado (GU+SLV) o se esté muy cerca de rebasar (HN) la temperatura que permite alcanzar los mayores rendimientos en la producción de frijol, y que por lo tanto, los cambios ya observados en el clima ya estarían generando pérdidas sobre este cultivo. Respecto a la precipitación, el análisis de sensibilidad indica que en algunos países, el nivel de rendimiento máximo se alcanza con niveles de precipitación inferiores a los actuales. Es decir, los niveles de precipitación actuales podrían estar provocando pérdidas en la productividad del

frijol (GU+HN+NI). En otros países, los niveles de precipitación son ligeramente inferiores a los que permiten obtener mayores rendimientos (SLV) (Apéndice F).

En el futuro, la producción de frijol tendería a caer en los años siguientes (GU) o a mantenerse en niveles cercanos a los actuales en el corto plazo, pudiendo incluso aumentar muy ligeramente (HN) (Fig.2.3.2). Sin embargo, en el largo plazo la producción tenderá a decrecer como resultado del cambio climático, proyectándose que los rendimientos podrían ser prácticamente nulos en 2100.

**Fig.2.3.2. Proyecciones de los rendimientos del frijol en 2006-2100 para los países del CA-4**



Fuente: CEPAL, 2010

De acuerdo con dichos resultados, las pérdidas ocasionadas por el cambio climático sobre la producción del frijol podrían situarse en 2100 en un rango de entre 8% y 7% del PIB de 2007, a una tasa de descuento (r) de 0,5% (Cuadro 2.3.8). Aunque en el corto plazo para algunos países (HN) los efectos del cambio climático sobre la producción de frijol, podrían ser nulos, incluso en algunos años podría haber ganancias en la producción, en el largo plazo las pérdidas acumuladas ocasionadas por el cambio climático podrían ser de gran magnitud.

En el caso de El Salvador, un estudio de impactos del cambio climático sobre el cultivo del frijol (MARN 2000), proyecta para 2020 una brecha alimentaria de entre -89 a -67 miles de TM, aún considerando incrementos en la productividad. Los resultados de otro estudio más reciente (Rivero 2009) sobre los impactos del cambio climático sobre el frijol común en El Salvador, proyecta un descenso progresivo de los rendimientos potenciales de dicho cultivo, para todos los escenarios climáticos utilizados (Cuadro 2.3.9) independientemente de la fecha de siembra, y en todos los casos dicha tendencia es más marcada en la primera mitad del año.

**Cuadro 2.3.8. Impactos económicos del cambio climático en la producción de frijol para CA-4 (% PIB) (escenario de emisiones A2)**

Guatemala					Honduras				
Año	Escenario A2				Año	Escenario A2			
	r					r			
	0.005	0.02	0.04	0.08		0.005	0.02	0.04	0.08
2020	0.40	0.36	0.32	0.25	2020	0.59	0.53	0.46	0.37
2030	0.90	0.73	0.57	0.37	2030	1.14	0.95	0.76	0.52
2050	1.43	1.05	0.73	0.41	2050	2.53	1.78	1.18	0.64
2070	2.66	1.59	0.91	0.44	2070	4.15	2.49	1.43	0.67
2100	7.76	3.13	1.25	0.46	2100	8.58	3.84	1.72	0.69

El Salvador					Nicaragua				
Año	A2				Año	A2			
	r					r			
	0,005	0,02	0,04	0,08		0,005	0,02	0,04	0,08
2020	0,19	0,16	0,14	0,10	2020	0,52	0,46	0,40	0,32
2030	0,38	0,31	0,24	0,15	2030	0,86	0,72	0,58	0,40
2050	1,12	0,74	0,46	0,21	2050	1,67	1,21	0,84	0,48
2070	2,71	1,45	0,70	0,24	2070	2,66	1,65	0,99	0,50
2100	7,40	2,88	1,01	0,26	2100	7,31	3,04	1,29	0,52

Fuente: CEPAL, 2010

r = tasa de descuento

En el caso de las simulaciones biofísicas de los rendimientos del frijol común de seco, se tomó como hipótesis que los agricultores harían su siembra utilizando la humedad existente en la tierra, sin aplicar riego previo ni en ningún momento posterior durante el ciclo de cultivo. Los resultados de las simulaciones proyectan una tendencia general al decrecimiento para todos los escenarios construidos sobre la base de todos los modelos climáticos utilizados

(Cuadro 2.3.10), incluyendo el caso del modelo que proyecta precipitaciones futuras superiores a las actuales (ECHAM4), proyectando una menor caída de los rendimientos de seco que el resto de los escenarios. Las mayores caídas en los rendimientos del frijol de seco son más altas en las épocas del año en las que hoy se obtienen los mejores rendimientos simulados, de mayo a septiembre.

**Cuadro 2.3.9. Rendimientos potenciales proyectados del frijol común en El Salvador**

Clima	Año	1961 – 1990		2020		2050		2080	
		Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz
Referencia		2738	42	-	-	-	-	-	-
HadCM3		-	-	2662	41	2543	39	2393	36
ECHAM4		-	-	2671	41	2573	39	2475	38
E_INC		-	-	2688	41	2550	39	2489	38

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Rivero, 2009

Los resultados de una evaluación de los impactos del cambio climático sobre el cultivo del frijol en Costa Rica (MINAE, 2000), proyectan que con aumentos en la temperatura y disminuciones en la precipitación, se observaría una reducción en los rendimientos de dicho cultivo con

respecto al rendimiento de referencia, que es de 523 kg/ha (8 qq/mz). La temperatura es el elemento con mayor peso en este efecto y las disminuciones más importantes se obtienen con las condiciones climáticas que consideran un incremento de 2°C en la temperatura.



**Cuadro 2.3.10. Rendimientos proyectados del frijol común de secano en El Salvador**

Clima	Año	1961 – 1990		2020		2050		2080	
		Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz	Kg/ha	qq/mz
Referencia		1067	16	-	-	-	-	-	-
HadCM3		-	-	933	14	542	8	92	1
ECHAM4		-	-	963	15	938	14	958	15
E_INC		-	-	1038	16	829	13	763	12

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Rivero 2009

En el caso de Guatemala, un estudio nacional (MARN 2001) evaluó los impactos del cambio climático sobre distintas variedades de frijol, en dos zonas geográficas de cultivo de granos básicos. Para tal efecto, se definió como período de referencia 1980-1993, y se usaron tres escenarios climáticos proyectados a 2030,

definidos para el estudio del maíz (MARN 2001). El análisis de sensibilización proyecta los cambios de rendimientos reales siguientes: -42% a +3% bajo el escenario húmedo amplio, -28% a +3% bajo el intermedio, y -66% a 0% bajo el seco amplio; con las mayores reducciones en los valles del sur oriente del país (zona 3).

**Cuadro 2.3.11. Rendimientos reales de referencia y proyectados del frijol en Guatemala**

Zona	Período de referencia (1980-1993)	2030						
		Escenario húmedo amplio		Escenario intermedio		Escenario seco amplio		
	Kg/Ha	qq/mz	Kg/Ha	qq/mz	Kg/Ha	qq/mz	Kg/Ha	qq/mz
3	1281 <sup>(a)</sup>	19	743	11	918	14	433	7
6	2113 <sup>(b)</sup>	32	2157	33	2163	33	2110	32

Fuente: MARN, 2001

(a) Variedad: ICTA-OSTUA

(b) Variedad: Criollo Guate

En el caso de Nicaragua, se desarrolló un estudio nacional (MARENA, 2002), encaminado a identificar cartográficamente los impactos combinados del cambio climático y de los procesos biofísicos y socioeconómicos sobre la agricultura. Lo anterior, mediante un índice integrado de vulnerabilidad de los cultivos de granos básicos, integrando la vulnerabilidad climática, biofísica y socioeconómica. El estudio identifica cinco niveles de vulnerabilidad integrada: severa, alta, media, baja y menor, para el año de referencia (2000) y para 2010, 2030 y 2050. En el caso de la categoría de vulnerabilidad severa, se incluyen los municipios en condiciones de pobreza severa, nivel de desarrollo socioeconómico bajo, suelos con bajo potencial productivo y reducción mayor del 40% de los rendimientos

de los cultivos debido a los cambios climáticos proyectados. La vulnerabilidad alta incluye los municipios con vulnerabilidad socioeconómica media y vulnerabilidad climática, y aquéllos con vulnerabilidad socioeconómica severa y alta, y vulnerabilidad geofísica.

Es de hacer notar, que ya para el año de referencia la región Central y Autónoma Atlántico Norte (RAAN) del país se encontraban en situación de vulnerabilidad alta, particularmente los departamentos de Nueva Segovia, Madriz y Estelí. Para el año 2010, en esas mismas dos regiones, se proyecta un aumento de los municipios con vulnerabilidad media y alta, esta última con énfasis en la RAAN; mientras en la región Central y del Pacífico aparecen algunos municipios con vulnerabilidad severa, tales



como: Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Jinotega, Chinandega, León y Boaco. La vulnerabilidad climática de referencia y para 2010 de esas tres regiones está asociada al déficit hídrico debido a la irregularidad de las lluvias, sequías y evento El Niño, lo cual impacta negativamente la producción del frijol y el maíz en la época de primera; así como a limitaciones térmicas para el caso del frijol en la región del Pacífico y Atlántica. Para 2030, la vulnerabilidad climática, expresada en la reducción de los rendimientos de los cultivos, debido a cambios en los valores medios de las precipitaciones y temperaturas (temperaturas medias anuales mayores de 27°C), a una mayor frecuencia, intensidad y duración del evento El Niño (precipitación media anual menor de 1000 mm) y de los eventos climáticos extremos, como tormentas o huracanes (aumento de 10% de la precipitación media anual); se ampliaría hasta cubrir gran parte de Chinandega, Matagalpa, León y Managua.

**Impactos sobre los rendimientos del café**  
 En la región, el cultivo del café se desarrolla bajo dos sistemas principales de producción: el café bajo sombra y el café a pleno sol. El sistema bajo sombra incluye el policultivo comercial y el policultivo de café ecológico, inspirado en la agricultura tradicional de las comunidades

indígenas, ya que incluye una alta diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, tanto de vegetación natural (bosque natural) como cultivada (bosques enriquecidos). El sistema de policultivo comercial es una plantación homogénea con una serie de árboles de sombra apropiados para el cultivo del café, que no son originales del lugar sino especies arbóreas introducidas para sombra, por el nitrógeno que añaden al suelo o por su utilidad comercial, tal es el caso de las especies siguientes: pepeto (Inga vera), cuje (Inga eduli, Inga punctata, Inga vera), cujinicuil (Inga fagifolia), cujín (Inga spurcia humb, Inga sapindoides), paterna (Inga paterno), pepeto guamito (Inga punctata), madrecaao (Gliricidia sepium), pimienta (pimienta dioica), hule o hulehule (Castilla elastica), aguacate (Nectandra globosa), guachipilín o guachipelín o guachipelí (Diphysa americana), gravileo, guajiniquil o guajinigil (Inga vera), cushín o chalum (Inga oerstediana) y cítricos. El café a pleno sol está expuesto directamente al sol sin ninguna cobertura de árboles que le den sombra, perdiendo el carácter agroforestal, volviéndose vulnerable a la erosión de los suelos y demandando altos insumos de agroquímicos para obtener altos rendimientos. Los requerimientos climáticos del cultivo del café se detallan en el Cuadro 2.3.12.

**Cuadro 2.3.12. Requerimientos climáticos y de altura del cultivo del café**

Parámetros climáticos	Aptitud		
	Muy apto	Apto	No apto
Altura (msnm)	900-1300	600-900	menos de 600 más de 7000
Temperatura (°C)	17-23	14-17 23-27	menos de 14 más de 27
Precipitación (mm)	1800-2500	1500-1800 2500-3000	menos de 1500 más de 3000

Fuente: Palma 2005

Según la CEPAL (2010), en el análisis de sensibilidad del café, se emplearon como variables climáticas la precipitación promedio anual y la temperatura promedio en época seca. Tanto la temperatura como la precipitación son relevantes en los rendimientos del café, y ambas variables parecen estimular la producción en niveles relativamente bajos hasta llegar a un

punto a partir del cual la desestimulan. En cuanto a la temperatura, en algunos países (SLV+NI) es probable que el nivel de temperatura que permite los mayores rendimientos ya haya sido rebasado, por lo que el cambio climático ya podría estar afectando negativamente al cultivo. En el caso de la precipitación, en algunos países el rendimiento máximo de café se alcanza en

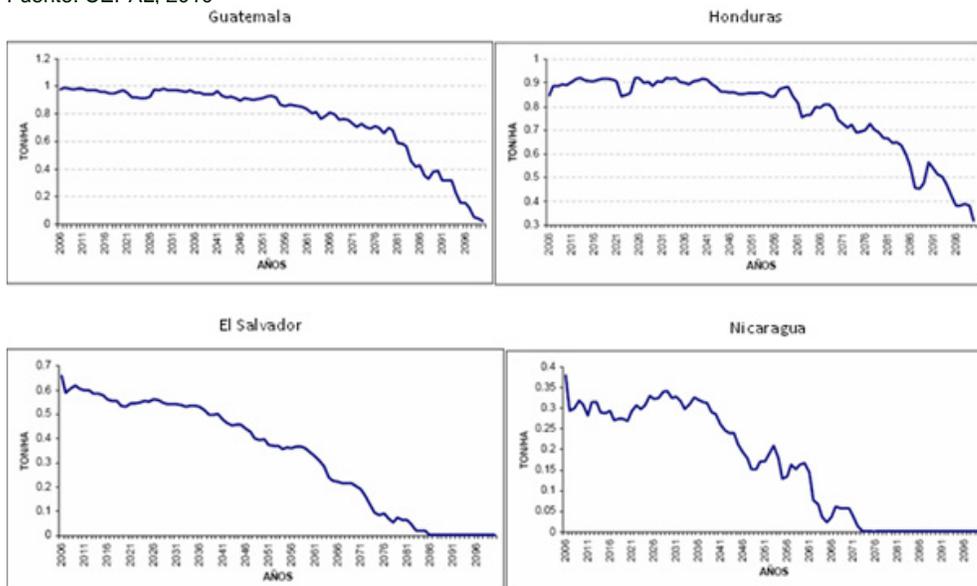
niveles de precipitación inferiores a los actuales (GU+HN+NI), y por tanto la precipitación actual esté generando pérdidas para este cultivo, las cuales quizá se están compensando con los niveles de temperatura. En otros países (SLV), el nivel de precipitación es muy cercano al que permite lograr los mayores rendimientos y por ende, si la precipitación se reduce por debajo de ese nivel, la producción se vería afectada adversamente (Apéndice F).

Es probable que para algunos países (GU+HN) el cambio climático traiga efectos positivos en el corto plazo en el café, puesto que aún no se alcanza o se está muy cerca de la temperatura que permite los mayores rendimientos para este cultivo; y por lo tanto el aumento de temperatura podría generar ganancias en el corto plazo, pero una vez se supere dicho nivel, la producción tendería a reducirse. (Fig.2.3.3). Las proyecciones estimadas muestran que la producción tenderá a mantenerse en niveles cercanos a los actuales en el corto plazo, pudiendo incluso aumentar muy ligeramente. Las proyecciones para los rendimientos del café reflejan que es un cultivo altamente sensible a las variaciones del clima, mostrando reducciones importantes en la producción hasta de un 70% en 2100 (HN) en el escenario A2, con lo cual las posibles ganancias se podrían revertir, proyectándose pérdidas económicas del orden de 17% y 9% del PIB de 2007, con una

tasa de descuento (r) del 5% en el escenario de emisiones más altas (A2) (Cuadro 2.3.13).

En otro estudio regional sobre los impactos del cambio climático sobre el cultivo del café en Costa Rica (MINAE 2000), los resultados arrojan los siguientes hallazgos: el incremento de la temperatura, tiende a elevar los rendimientos, principalmente si el aumento es de 2°C. Con relación a la precipitación, si ésta se incrementa se traduce en incrementos de los rendimientos del cultivo. El parámetro meteorológico que causó mayor aumento de los rendimientos fue la temperatura, la cual a su vez se analizó separando la máxima de la mínima, siendo la primera la de mayor influencia en la formación de biomasa. Dado que la temperatura máxima es producto de una mayor demanda evaporativa, lo cual reduce la eficiencia en el uso del agua y afecta la expansión foliar, la cual a su vez limita la intercepción de radiación y la transpiración. La reducción de la expansión foliar y la transpiración están relacionadas con la humedad disponible, la cual dependerá de la demanda evaporativa existente en un momento dado. Por tal razón los escenarios de mayor precipitación muestran una tendencia a una mayor producción de biomasa. Los mejores resultados se alcanzan con altas temperaturas diurnas y un buen suministro hídrico que permita causar un estímulo en la partición en la floración.

Fuente: CEPAL, 2010



**Fig.2.3.3.** Proyecciones de los rendimientos del café en 2006-2100 para los países CA-4 (escenario A2)

**Cuadro 2.3.13. Impactos económicos del cambio climático en la producción de café para CA-4 (% PIB) (escenario de emisiones A2)**

Guatemala					Honduras				
Año	Escenario A2				Año	Escenario A2			
	r					r			
	0.005	0.02	0.04	0.08		0.005	0.02	0.04	0.08
2020	-2.52	-2.29	-2.04	-1.66	2020	-0.29	-0.24	-0.19	-0.11
2030	-3.67	-3.15	-2.62	-1.93	2030	-0.28	-0.23	-0.17	-0.10
2050	-5.66	-4.38	-3.29	-2.14	2050	-0.28	-0.26	-0.21	-0.12
2070	-4.74	-4.02	-3.19	-2.13	2070	1.49	0.50	0.05	-0.09
2100	9.46	0.14	-2.33	-2.09	2100	12.47	3.77	0.73	-0.05

El Salvador					Nicaragua				
Año	A2				Año	A2			
	r					r			
	0,005	0,02	0,04	0,08		0,005	0,02	0,04	0,08
2020	0,16	0,13	0,09	0,05	2020	0,29	0,24	0,18	0,09
2030	0,45	0,34	0,24	0,12	2030	0,17	0,15	0,13	0,07
2050	1,67	1,06	0,60	0,22	2050	1,59	0,93	0,48	0,15
2070	4,39	2,26	1,01	0,27	2070	6,48	3,07	1,21	0,24
2100	11,19	4,36	1,48	0,30	2100	16,68	6,25	1,92	0,28

Fuente: CEPAL, 2010 r = tasa de descuento

### Impactos sobre los rendimientos del arroz y la papa

Tanto el arroz como la papa son plantas del grupo C3, las cuales, entre otras características, fijan CO<sub>2</sub> a temperaturas entre 20oC y 28oC, fijan CO<sub>2</sub> con intensidades del 30% de luz solar, requieren de 400 a 900 gramos de agua por gramo de materia seca, tienen foto respiración y se desarrollan en hábitat sombreados, fríos o muy húmedos.

Los resultados de una evaluación de los impactos del cambio climático en Costa Rica (MINAE 2000), demuestran que se producen reducciones en el rendimiento de arroz de secano conforme disminuye la precipitación, y disminuye en mayor proporción bajo condiciones de temperaturas altas. En el caso de temperaturas altas el ciclo de cultivo

se acorta, por lo que el cultivo tiene menos tiempo en el campo para acumular recursos, debido a que sus requerimientos térmicos se cumplen muy rápidamente; las plantas tienen un uso menos eficiente de la humedad disponible y se da un aumento en la energía necesaria para el proceso de transpiración de las plantas, por lo tanto, los rendimientos son menores (Cuadro 2.3.14). Existe una fuerte incidencia de la temperatura sobre la duración del ciclo del cultivo, principalmente en el período siembra-floración y los cambios en el clima regional, y los cambios proyectados en la temperatura podrían modificar el patrón general de crecimiento del cultivo, y repercutir en su rendimiento.

**Cuadro 2.3.14** Cambios en los rendimientos y duración del ciclo del arroz de secano bajo diferentes condiciones de temperatura y precipitación diaria

Condiciones climáticas	Rendimiento		Variación	Ciclo
	Kg/ha	qq/Mz	(%)	(días)
Situación de referencia	3685	56	-	120
T: +2°C y Pcp diaria: -15%	2543	39	-31	113
T: +2°C	3277	50	-11	119
-15% Pcp diaria	3357	51	-9	119

Fuente: MINAE 2000

Otro estudio nacional realizado en Panamá (Castillo y Rivero 2000), sobre los impactos del cambio climático sobre los rendimientos potenciales y reales del arroz bajo riego y de secano (variedad oryzica 1), con fechas de siembra 20 de abril y 26 de julio respectivamente, utilizó los mismos tres horizontes de tiempo futuros y los cuatro escenarios climáticos utilizados en el estudio del maíz (Castillo y Rivero 2000). Los hallazgos principales del estudio muestran que tanto los rendimientos potenciales como reales, se reducirían para todos los horizontes de tiempo y para todos los escenarios climáticos utilizados; con los menores rendimientos en el caso de los escenarios con aumentos intensos de temperatura y fuertes reducciones de precipitación. En el caso de los rendimientos potenciales, desde -10% en 2010 hasta -47% en 2100; y desde -17% en 2010 hasta -51% en 2100 para los rendimientos reales. En el caso del arroz de secano, los rendimientos potenciales se reducirían cada vez más, desde un rango entre -8% y -17% en 2010, -12% y -46% en 2050, hasta -14% y -76% en 2100; y los

rendimientos reales presentarían incrementos y reducciones, siendo éstas últimas de mucha mayor magnitud, desde +19% y -34% en 2010, +18% y -85% en 2050, hasta +12% y -97% en 2100.

Un estudio de Guatemala (MARN 2001) evaluó los impactos del cambio climático sobre el arroz, en las planicies de la cuenca del río Polochic (zona 2), en donde se cultivan de granos básicos; usando el período de referencia 1980-1993 y los tres escenarios climáticos proyectados al 2030, que para el cultivo del maíz (MARN 2001). El análisis de sensibilización proyecta los cambios de rendimientos reales siguientes: -20% bajo el escenario húmedo amplio, -16% bajo el escenario intermedio, y -27% bajo el escenario seco amplio (Cuadro 2.3.15). En El Salvador, un estudio de impactos del cambio climático sobre el cultivo del arroz (MARN 2000), proyecta para 2020 una brecha alimentaria de entre -54 a -34 miles de TM, considerando incrementos en la productividad.

**Cuadro 2.3.15.** Rendimientos reales de referencia y proyectados del arroz en Guatemala

Zona	Período de referencia (1980-1993)	2030						
		Escenario húmedo amplio		Escenario intermedio		Escenario seco amplio		
	Kg/Ha	qq/Ha	Kg/Ha	qq/Ha	Kg/Ha	qq/Ha	Kg/Ha	qq/Ha
2	4136	63	3303	50	3462	53	3018	46

Fuente: MARN 2001

En cuanto al cultivo de la papa, los resultados de una evaluación de los impactos del cambio climático sobre dicho cultivo en Costa Rica, indican que se proyecta una disminución en sus rendimientos, con aumentos en la temperatura y disminuciones en la precipitación, con

respecto al rendimiento de referencia que es de 24,28 ton/ha (340 qq/mz). La temperatura es el elemento con mayor peso en este efecto y las disminuciones más importantes se obtienen con las condiciones climáticas que consideran un incremento de temperatura de 2°C.

## 2.4. Impactos sobre la seguridad alimentaria y nutricional, y sobre las familias agricultoras más vulnerables

### El cambio climático y el hambre en el mundo

De acuerdo al IPCC (AR4 2007d), los efectos combinados de los cambios climáticos y socioeconómicos alteran la distribución regional del número de personas que padecen de hambre. De acuerdo a las proyecciones para 2080, bajo las condiciones de cambio climático generadas por el escenario de emisiones A2, el hambre crónica en el mundo (número de subnutridos) estaría aumentando significativamente con respecto al año 2000 (Cuadro 2.4.1). Dichas proyecciones se limitan a los impactos del cambio climático en la disponibilidad de alimentos, y no incluyen los cambios potenciales en la estabilidad del aprovisionamiento.

El IPCC (AR4 2007d) plantea que además de los impactos proyectados debido a los cambios en los valores medios de los parámetros climáticos, los cambios proyectados en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos, tienen consecuencias muy significativas con alto nivel de confianza sobre la alimentación, producción forestal y seguridad alimentaria. Varios estudios recientes indican que los escenarios de cambio climático que incluyen aumento en la frecuencia de estrés calórico, sequías, inundaciones, aumento del riesgo de incendios y plagas, y de los brotes de patógenos; reducen con alto nivel

de confianza el rendimiento de los cultivos y la productividad del ganado, más allá de los impactos debido a los cambios en los valores medios solamente; aumentando la posibilidad de sorpresas. En las latitudes tropicales, los rendimientos de algunos cultivos se reducirían con mínimos aumentos de temperatura, debido a que ya se encuentran en el límite máximo de su rango de tolerancia a las variaciones de temperatura, y a que se cultivan en sistema de secano o temporada; y si adicionalmente las lluvias se reducen significativamente, los rendimientos de los cultivos tropicales se verían todavía más afectados negativamente (TAR, 2001b). Asimismo, se esperaría que ocurran con alto nivel de confianza extinciones locales de algunas especies particulares de peces, manifestándose en algunas regiones cambios en la distribución y productividad de las especies, debido al aumento progresivo de la temperatura, particularmente en agua dulce, afectando a las especies migratorias diádromas<sup>9</sup> (ej.: anguila y camarón de río, robalo y pargo). En América Latina, el calentamiento de los océanos podría aumentar el número de toxinas sensibles a la temperatura producidas por el plancton, causando más a menudo contaminación de las especies alimenticias marinas y amenazando la seguridad alimentaria (TAR, 2001b).

**Cuadro 2.4.1. Proyecciones del número de personas que padecerían de hambre en 2080 debido al cambio climático (en millones)**

	Año de referencia 2000 (FAO 2005)	2080		Nivel de confianza <sup>(f)</sup>
		Escenarios A1 y B2 <sup>(e)</sup>	Escenario A2 <sup>(e)</sup>	
No. de subnutridos <sup>(a)</sup> sin cambio climático		108-233	768-769	Media
No. de subnutridos con cambio climático <sup>(b)</sup>	820 (13%) <sup>(d)</sup>	136-221	742-885	Baja
No. de subnutridos con cambio climático <sup>(c)</sup>		257-370	950-1320	Baja

Fuente: AR4 2007d

- (a) Personas con deficiencias en algunas o todas las calorías (energía), proteínas, vitaminas esenciales y minerales
- (b) Escenarios considerando los efectos de niveles elevados de CO<sub>2</sub> sobre los cultivos
- (c) Escenarios sin considerar los efectos de niveles elevados de CO<sub>2</sub> sobre los cultivos
- (d) Proporción de subnutrición en el mundo (% de la población mundial)
- (e) El rango refleja los valores extremos del rango proyectado de dos modelos de simulación de los cultivos
- (f) Ver la terminología de las probabilidades en el Apéndice B

<sup>9</sup> Especies de peces y crustáceos migratorios que usan hábitat de agua dulce y salada durante su ciclo de vida, para reproducirse, protegerse de depredadores o desarrollar habilidades corporales



## Los niveles de hambre en los países del CA-4

Según las estimaciones, el requerimiento calórico diario, según el país, clima, actividad física y otros, es superior a las 2000 Kcal/día. Se considera que para la subsistencia, el mínimo necesario es de 1500 Kcal/día, aunque esto, en el caso de personas menores de 70 años, significaría mantenerlos con vida en situación de hambre crónica. La FAO define el hambre como el consumo de menos 1800 Kcal/día, que es el mínimo requerido para vivir una vida saludable y productiva por la mayoría de personas. La desnutrición es el estado patológico resultante de una dieta alimenticia deficiente de uno o varios nutrientes esenciales o de una mala asimilación de los alimentos; y la subnutrición o hambre crónica (NU), es la fase más leve de la desnutrición, y significa deficiencias en energía, proteína, vitaminas esenciales y minerales, o de alguna o todas éstas; y es el resultado de una ingesta inadecuada de alimentos, en términos de calidad y cantidad, o una pobre utilización de los nutrientes debido a infecciones o a otras enfermedades, o una combinación de ambos factores.

A fin de medir y dar seguimiento al hambre desde un enfoque multidimensional, se ha definido el índice mundial del hambre (IMH) (IFPRI 2010) sobre la base de 3 indicadores, a saber: (1) la proporción de personas con subnutrición como porcentaje de la población, (2) la prevalencia de déficit de peso en los niños de menos de 5 años, y (3) la tasa de mortalidad infantil de niños menores de 5 años; esta última reflejando parcialmente la sinergia fatal entre la dieta alimenticia inadecuada y los ambientes malsanos. El IMH posiciona a los países dentro de una escala de 100 puntos, siendo 0 el mejor puntaje (inexistencia de hambre) y 100, el peor (padecimiento de hambre); a sabiendas de que ninguno de estos extremos es alcanzado en la realidad. Los valores menores de 5.0 reflejan bajo nivel de hambre; entre 5.0 y 10.0 refleja hambre moderada, entre 10.0 y 19.9 indica un problema grave, entre 20.0 y 29.9 es alarmante, y valores mayores o iguales a 30.0 extremadamente alarmante.

**Cuadro 2.4.2. Magnitud de la subnutrición o hambre crónica en los países del CA-4 y América Central**

País	Población subnutrida (% del total)			
	1990-92	2000-2002	2005-2007 <sup>(a)</sup>	2009 <sup>(b)</sup>
Guatemala	16	24	21	16
Honduras	23	22	12	12
El Salvador	12	11	9	10
Nicaragua	30	27	19	22
América Central	17	19	ND	14
Latinoamérica y el Caribe	-	-	8	-
Mundial	-	-	13	-

Fuente: FAO, El estado de la Inseguridad Alimentaria, 2005 y El estado de la Seguridad Alimentaria en el Mundo 2010 (FAO 2010b)

(a) Indicadores de seguridad alimentaria perfiles de país, FAO

(b) SIRSAN

El nivel del IMH en el CA4 está determinado por los niveles de subnutrición o hambre crónica, oscilando entre 21% y 9% (2005-2007); la mortalidad de niños menores de 5 años, comprendida entre 35 y 18 por 1000

nacidos vivos (2008); y el déficit de peso en niños menores de 5 años, en el rango de 9 y 23% (2008). En 2010, todos los países del CA-4 presentaron problemas de hambre, con niveles de severidad de moderado a grave,



siendo Guatemala el país con el mayor IMH. Es de hacer notar el caso de Nicaragua, país que en 1990 presentaba un problema alarmante de

hambre y en una década transitó hacia un nivel moderado (Cuadro 2.4.3).

**Cuadro 2.4.3. Índice Mundial del Hambre (IMH) para los países de América Central, 1990 y 2010**

País	Año	1990	Severidad del IMH	2010	Severidad del IMH
Guatemala		15.1	Grave	12	Grave
Honduras		13.4	Grave	7.9	Moderada
El Salvador		8.8	Moderada	5.9	Moderada
Nicaragua		23.4	Alarmante	9.9	Moderada

Fuente: IFPRI 2010

Según el informe sobre el estado de la inseguridad alimentaria en el mundo (FAO 2010b), unos 852 millones de personas padecieron hambre crónica o subnutrición en el período 2005-2007, y 1,023 millones, en 2009, a causa de su situación de pobreza económica y miseria, de las cuales la mayoría viven en países en desarrollo. En los países del CA-4 todavía existen niveles alarmantes de pobreza y pobreza extrema, particularmente en el medio rural, y se focalizan en algunos grupos poblacionales, como familias agricultoras a pequeña escala, jornaleros agrícolas, pescadores, artesanos, pueblos originarios y comunidades afro-descendientes. La desnutrición en sus diferentes niveles o fases, incluyendo la subnutrición o hambre crónica, tiene como causa fundamental la falta de ingresos o medios de sobrevivencia para que las familias se doten de los alimentos en la cantidad y calidad requeridas para asegurar la ingesta de los nutrientes y requerimientos calóricos diarios; ya sea comprándolos, produciéndolos o aprovechando los recursos alimentarios disponibles en el entorno natural. El hambre en la región es una consecuencia directa de los niveles de pobreza, con un rango de hogares rurales en situación de pobreza entre 44% y 72%, y en pobreza extrema, entre 16% y 46%. La situación se agrava en términos de población, ya que la población rural en situación de pobreza oscila en el rango entre 46% y 75%, y en pobreza extrema, entre 24% y 46%<sup>10</sup> (CEPAL, 2010). Es de hacer notar, que en el medio rural existe un déficit de servicios

públicos básicos y falta de oportunidades para la generación de ingresos. Lo anterior, como resultado de los bajos niveles de inversión pública en la agricultura y medio rural (ej.: educación, salud, energía, saneamiento, infraestructura, investigación, transferencia tecnológica, asistencia técnica y capacitación).

### Impactos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional

La seguridad alimentaria y nutricional es el estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar que coadyuve al desarrollo humano. La seguridad alimentaria se aborda a través de componentes, ejes o dimensiones, de acuerdo al enfoque adoptado. Para efectos de este estudio, se consideran cuatro componentes, los cuales son aceptados ampliamente a nivel internacional: (1) disponibilidad, (2) acceso o estabilidad en el abastecimiento, (3) aprovechamiento biológico de los alimentos, y (4) adecuación. La **disponibilidad** es obtenida por medio de producción interna, reservas, importaciones comerciales y no comerciales (ayuda alimentaria), y apoyada por la capacidad de almacenamiento y movilización. El **acceso** a los alimentos o capacidad para adquirirlos y tenerlos disponibles para toda la población, física y económicamente, en el momento oportuno. La estabilidad de la oferta se refiere al

<sup>10</sup> Los datos sobre los niveles de pobreza de la población rural se refieren a los años 2006 (GU), 2004 (HN) y 2005 (NI).



mantenimiento de alimentos suficientes durante todo el año a pesar de variaciones climáticas y sin excesiva variación de los precios. Lo anterior supone que se cuente con productos alternativos o sustitutos en función de las variaciones estacionales. El **aprovechamiento** biológico se refiere al aprovechamiento del cuerpo humano de los alimentos consumidos, lo que está condicionado por aspectos de saneamiento del medio -como agua segura y condiciones que no contaminen los alimentos- así como el estado de salud de la persona, que determinará la conversión de alimentos en nutrientes. La **adecuación** se refiere a las necesidades alimentarias en cantidad y calidad, considerando la combinación de nutrientes para el crecimiento físico y mental de acuerdo a la edad, sexo y ocupación; y a la inexistencia de sustancias adversas para la salud (o inocuidad) y la aceptabilidad cultural.

El énfasis en cada una de las dimensiones mencionadas varía en función del área geográfica y la población de referencia. Para los países del CA-4, la dimensión que actualmente cobra mayor prevalencia es todo lo relacionado con la disponibilidad, acceso y estabilidad. Hay países que no tienen la capacidad para producir todos los alimentos que necesitan, por lo que los programas de producción alimentaria son ampliamente superados por aquellos que aseguren el acceso económico y el comercio con países productores.

La seguridad alimentaria puede abordarse a diferentes escalas: regional, subregional, nacional, familiar o de grupos humanos vulnerables. Tradicionalmente se han considerado grupos vulnerables a las madres lactantes y mujeres embarazadas, así como a los niños y niñas menores de cinco o tres años o un año, y a ciertas personas adultas mayores o con ocupaciones que demanden mayores cantidades de nutrientes. Sin embargo, existen otros criterios de tipo geográfico y socio-económico, tal es el caso de los pueblos originarios, comunidades afro-descendientes, pueblos nómadas y tribales, los cuales han sido despojados de sus derechos sobre la tierra o han

visto cortadas sus rutas ancestrales de migración y comercio, viéndose severamente afectados sus mecanismos y medios de subsistencia, por lo que se consideran vulnerables, sin distinción de género o edad.

En el marco del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) se ha establecido el sistema regional de indicadores de seguridad alimentaria y nutricional (SIRSAN), incluyendo 76 indicadores, clasificados en 8 categorías: socio-demográfica, económica, gasto social, disponibilidad de alimentos, acceso a los alimentos, consumo, utilización biológica y condiciones nutricionales. El SIRSAN es una herramienta para el monitoreo de la situación de seguridad alimentaria y nutricional a nivel nacional y regional; facilitando los análisis comparativos entre países, análisis de tendencias en el comportamiento de los indicadores, la definición de políticas y programas, la toma de decisiones relacionadas con la definición de prioridades y la asignación de recursos, y el seguimiento y evaluación de los programas y medidas de política.

Con base en algunos de los indicadores de seguridad alimentaria y nutricional de los países del CA-4 (Apéndice G), tomados del SIRSAN y de la FAO, la situación de seguridad alimentaria y nutricional para el período 2005-2007, considerando el clima de referencia y ausencia de situaciones excepcionales socioeconómicas; refleja inexistencia de problemas de **disponibilidad de alimentos**, ya que los volúmenes de producción por país contribuyen muy significativamente al consumo de los principales productos básicos. Asimismo, la balanza comercial de alimentos es positiva para todos los países, excepto El Salvador (-2.4%), lo cual significa que son países eminentemente exportadores de alimentos; y en los cuales la contribución de las importaciones al consumo de los principales productos básicos oscila entre 0% y 26%, y la ayuda alimentaria al suministro total de energía alimentaria, no es relevante, oscilando entre 2% y 3%. En cuanto al **acceso a la alimentación**, aunque la producción alimentaria podría cubrir la





demanda, la región presenta graves problemas de acceso, ya que con una pobreza rural entre 36% y 75% y un índice de precios de alimentos al consumo entre 126% y 72%, se traslucen las limitaciones o impedimentos para asegurar los alimentos mínimos requeridos para una buena nutrición y salud de toda la población. A lo anterior se agregan los efectos adversos de la variabilidad propia del clima, incluyendo los eventos extremos, la cual anualmente se traduce en enormes pérdidas y daños, principalmente en la agricultura; exacerbándose la inseguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones más vulnerables. Por otra parte, los bajos niveles de riego, entre 2.7 y 8.4% de la tierra cultivable total, no contribuyen a amortiguar los efectos de las sequías, olas de calor, aumentos de las temperaturas o El Niño.

En lo que a la **utilidad biológica de los alimentos** se refiere, todos los países presentan serias limitaciones, reflejándose en los niveles significativos de subnutrición y mortalidad infantil, oscilando entre 9% y 21% y entre 24% y 35% respectivamente; además de presentar problemas de acceso a agua segura, entre 16% y 84% de la población, lo cual incide negativamente en la higiene y calidad de la dieta alimenticia, afectando la salud humana. **La adecuación de los alimentos**, se ve afectada por la carencia de saneamiento ambiental, oscilando entre 13% y 52%, siendo uno de los principales problemas la falta de recolección de los desechos y basura, así como el manejo inapropiado de los depósitos para almacenaje de agua, lo cual propicia los brotes de enfermedades vectoriales como el dengue y la malaria. Tal el caso de Nicaragua, presentando para el período 1968-1998 un índice promedio de malaria de 2 a 6% de la población afectada en Chinandega, Jinotega y la RAAN (MARENA 2001). A lo anterior se aúna el uso extensivo e inapropiado de agroquímicos para el control de plagas y fertilización de la tierra, oscilando entre 27 y 89 kg/ha; así como los cambios en los patrones de consumo de alimentos, ya que se ha observado un incremento acelerado en la participación de azúcar blanca refinada en la

estructura de gastos de los hogares, que aunque es un producto de alta densidad energética, es de pobre densidad nutricional (PRESANCA 2008), y cuya participación a la seguridad energética alimentaria oscila entre 14 y 15% (Apéndice G) en detrimento del consumo de miel, raspadura de dulce de atado (proveniente de la caña de azúcar) y del maíz; este último producto ha sido tradicionalmente la fuente energética principal en la dieta alimenticia. En Guatemala, el maíz ha llegado a cubrir hasta el 60% de las calorías en las dietas de las familias en pobreza extrema; sin embargo, aunque en el período 1994-96 constituía el 58%, para el año 2000, había decrecido al 52% (PRESANCA 2008).

América Central ya está siendo impactada por las diferentes manifestaciones del cambio climático, ya que se observan cambios en los valores medios y extremos de los parámetros climáticos, y cambios en el comportamiento de la variabilidad climática asociada, incluyendo los eventos climáticos extremos; los cuales se manifiestan con una mayor intensidad, frecuencia y duración (sección 1). Dichas manifestaciones, aunadas a la alta vulnerabilidad, están generando efectos adversos en los ecosistemas y sistemas humanos, y de acuerdo a los escenarios climáticos futuros y tendencias socioeconómicas y ambientales, se proyectan reducciones en la producción de alimentos, y por ende, incrementos de las pérdidas y daños, particularmente en la agricultura y en todas las dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional, y los consecuentes efectos en los pequeños agricultores y en las comunidades humanas en situación de pobreza. En este estudio, la forma en que el cambio climático ya afecta y estaría impactando aún más el nivel actual de inseguridad alimentaria y nutricional en la región, se aborda evaluando los impactos ya observados y proyectados sobre cada una de las cuatro dimensiones pertinentes; incluyendo los efectos de la variabilidad climática actual bajo condiciones de cambio climático en cada uno de los países.



## Disponibilidad

Los rendimientos y la producción agropecuaria ya se ven afectados en todos los países del CA-4, incluyendo los granos básicos, debido a los cambios en la temperatura y precipitaciones; lo cual afecta la disponibilidad doméstica y familiar de alimentos para el autoconsumo y la compra-venta, y aumenta a nivel nacional la necesidad de importar alimentos o de solicitar mayor ayuda alimentaria externa. Lo anterior, sería exacerbado por los efectos de la elevación del nivel del mar y aumento de la temperatura superficial de los océanos, lo cual provocaría la pérdida de tierras cultivables o aptas para la acuicultura y cambios en la distribución y abundancia de las especies marinas. Asimismo, a nivel mundial (AR4 2007d), se proyecta que un aumento de la temperatura media mundial superior a 3oC reduciría la producción alimentaria; y en las latitudes bajas, con el cambio climático proyectado, las importaciones de alimentos podrían aumentar entre 10 y 40% en 2080. La participación de las importaciones de alimentos en el total de importaciones totales por país, oscila entre 10% y 16%, y la participación de los cereales, entre 2.5% y 5%; con los rangos inferiores correspondiendo a Guatemala, y los superiores, a Honduras (UN Comtrade, 2006). Para el período 2005-2007, la balanza comercial de alimentos de los países del CA-4, osciló entre +1.7 y -2.4% del producto nacional bruto (PNB) total por país, siendo El Salvador el único caso de balanza comercial de alimentos negativa (Apéndice G).

## Accesibilidad

Los altos precios, debido a las reducciones en la producción mundial y nacional, y al aumento de las importaciones, más allá de la especulación financiera internacional sobre los alimentos, limitan o impiden el acceso a los alimentos a las poblaciones más pobres, y tienen un efecto hacia el alza en los precios de los bienes y servicios asociados a la cadena agroalimentaria. Según el IPCC (TAR 2001b y AR4 2007d), con un aumento de la temperatura media mundial de 2.5oC ó más, se impulsarían los precios de los alimentos hacia la alza, como resultado de una

desaceleración de la expansión mundial de los alimentos en relación a la demanda mundial de éstos, sin contar los efectos de la especulación financiera. Al respecto, para la cosecha 2007-2008, la oferta mundial de arroz fue mayor que la demanda, los inventarios mundiales de maíz aumentaron en 10% y el déficit de trigo se redujo con respecto a la cosecha 2003-2004; y sin embargo, los precios internacionales del arroz aumentaron 150%, los del maíz, 129% y los del trigo, 233%. Con el cambio climático proyectado, los precios internacionales de los alimentos podrían alcanzar un incremento de hasta un 30% con un aumento de la temperatura de un 5.5oC ó más (AR4 2007d). La agricultura de secano prevaleciente en la región y los sistemas productivos carentes de sistemas apropiados de drenaje, control de inundaciones y ambientes controlados; no contribuyen a amortiguar las dificultades o falta de acceso a la alimentación debido a la ocurrencia más frecuente e intensa de eventos climáticos extremos, tales como sequías, olas de calor, inundaciones, tormentas y ondas tropicales, huracanes, temporales y marejadas, ENOS, entre otros. Los cambios proyectados en los patrones de los eventos extremos, afectaría aún más la estabilidad del aprovisionamiento y el acceso a los alimentos.

## Utilidad biológica

El grado de utilidad biológica de los alimentos, se ve reducido por los niveles significativos de subnutrición, desnutrición y mortalidad en niños menores de 5 años, entre otros problemas de salud humana. Dichos niveles podrían aumentar debido a una mayor escasez de alimentos. Asimismo, el acceso a agua segura se ve reducido por la contaminación y salinización de los pozos y agua subterránea ocasionada por las inundaciones, marejadas e intrusión salina; así como por los aumentos de temperaturas, olas de calor y sequías, que al aumentar la evaporación del agua incrementan los niveles de concentración de los contaminantes y la transmisión de enfermedades infecciosas o parasitarias; o por el efecto combinado de

altas temperaturas y exceso de humedad, lo cual favorece el desarrollo de las larvas de diferentes vectores (ej.: chinche, mosca negra, mosca de la arena, caracol de agua y mosquito) que transmiten enfermedades a los humanos (ej: chagas, oncocerciasis, leishmaniasis, esquistosomiasis, malaria, dengue, fiebre amarilla y filariasis linfática o elefantiasis). Dichas enfermedades reducen la capacidad de absorber e incluso ingerir los alimentos, ocasionando pérdidas de nutrientes y de apetito, o perturbando el proceso digestivo y de absorción. En el caso de Nicaragua, el estudio ya referido (MARENA 2001), realizado para Chinandega, Jinotega y la RAAN, proyecta un aumento del índice de malaria de 2-6% de población afectada en 1968-1998, a índices de 3-9% en 2030, de 3-10% en 2050 y de 5-15% en 2100. Dichos resultados consideran tres escenarios climáticos diferentes, los cuales proyectan aumentos de la temperatura media anual del orden de +0.7 oC en 2010 a +3.7oC en 2100, y reducciones de la precipitación media anual del orden de -7.7% en 2010 a -36.6% en 2100; en todos los casos con las magnitudes mayores para la vertiente del Pacífico.

## Adecuación

La adecuación apropiada de los alimentos se ve afectada desde diferentes ángulos, ya que tanto las importaciones como la ayuda alimentaria propician la introducción y adopción de alimentos que, por una parte, no forman parte de la dieta o cultura alimentaria transmitida por generaciones; y por otra, podrían no cumplir los requisitos sanitarios o de salvaguarda de la salud humana, y favorecer la introducción comercial de productos alimenticios de dudoso beneficio nutricional o nocivos para la salud. Los temporales, inundaciones y marejadas arrastran la gran cantidad de agroquímicos (ej.: fertilizantes y plaguicidas) depositados en las tierras agrícolas, contaminando el agua subterránea y superficial; y en caso de sequías u olas de calor, se aumentan las emisiones de gases producidos por dichos productos contaminando el aire, afectando la salud humana y ecosistemas, y perturbando la atmósfera terrestre.

En el caso de **Guatemala**, se estima que en 2009, un total de 355,000 personas vivieron en estado de inseguridad alimentaria, tanto moderada como grave, y hubo 400 muertos por inanición, requiriéndose de ayuda alimentaria externa. Dicha situación fue provocada principalmente por una serie de eventos climáticos extremos, cuyos efectos fueron exacerbados por los altos niveles de vulnerabilidad ambiental y socioeconómica, tal es el caso de una sequía severa asociada al evento El Niño (2009-2010), así como de las tormentas tropicales Ágata (29-30 mayo 2009) y Alex (25 junio-1 julio 2010), y de la depresión tropical 11-E (3-4 septiembre 2010), las cuales causaron lluvias torrenciales, graves inundaciones, derrumbes y pérdidas de cultivos. A dichos eventos hidrometeorológicos se aunó la erupción del volcán Pacaya en 2010, causando pérdidas graves en el maíz, frijol, caña de azúcar y banano, y daños en la infraestructura agrícola. En el caso del maíz y frijol, las pérdidas acumuladas se estimaron en un 90% para 2009. (GIEWS 2010).

En el caso de **Honduras**, debido a las lluvias persistentes e intensas que ocurren durante la estación de huracanes, o a tormentas tropicales propias de la época lluviosa, las inundaciones y deslizamientos provocan graves afectaciones a los cereales, particularmente al frijol, generando pérdidas económicas e inseguridad alimentaria y nutricional a las poblaciones rurales. Debido a la sequía asociada al evento El Niño durante 2009 y 2010, en los departamentos de Choluteca, Morazán y Valle, los cereales fueron afectados en su fase de siembra, con pérdidas del 56% y 66% para el maíz de primera y postrera respectivamente, y del 40% para el sorgo. (GIEWS 2010).

En **El Salvador**, durante la estación de huracanes y el primer trimestre de la época de lluvias, el exceso de agua y/o las sequías provocan afectaciones en la fase de floración del frijol generando pérdidas a los pequeños agricultores. Tal es el caso en 2010, las pérdidas derivadas de los efectos de la sequía asociada al evento El Niño 2009-2010 y de las tormentas tropicales Ágata y Alex en 2010, las



cuales produjeron un aumento del 7% en las importaciones de granos básicos respecto al año previo, con miras a compensar el déficit causado por las pérdidas en la producción, particularmente del maíz, sorgo y frijol, cuyas fases de siembra inician en mayo y junio para la cosecha de primera. (GIEWS 2010).

Con respecto a **Nicaragua**, las fuertes lluvias generadas por las tormentas tropicales Agatha y Alex en mayo y junio de 2010, afectaron la cosecha de primera del maíz, sorgo y frijol, siendo este último el más seriamente afectado en su rendimiento, debido a su alta sensibilidad al exceso de humedad y a las inundaciones. Asimismo, debido a la falta de lluvias desde finales de septiembre hasta inicios de noviembre de 2010, la cosecha de postrera del maíz, sorgo y frijol se vieron afectadas, acumulándose las pérdidas para los pequeños agricultores (GIEWS 2010).

### **Vulnerabilidad e impactos sobre las familias productoras de granos básicos**

A fin de ilustrar los impactos del cambio climático sobre las familias productoras de granos básicos en los países del CA-4, el presente estudio analiza su nivel de vulnerabilidad, considerando todas las dimensiones asociadas, visibilizando la situación particular de las mujeres rurales.

En las últimas cuatro décadas, la producción de granos básicos en América Central no ha crecido al ritmo de la población. Mientras que en 1970 la producción de granos básicos por habitante del conjunto del istmo centroamericano era de 156 kg/hab anuales (3.4 qq/hab al año), en 2007 se estima en 125 kg/hab (2.7 qq/hab al año). Esta disminución en la producción, junto con el importante crecimiento de la demanda de granos para alimentación animal (aves de establecimientos comerciales a gran escala y de parcelas familiares) se tradujo en el fuerte incremento de las importaciones de granos básicos, fundamentalmente maíz amarillo y arroz. Paralelamente, se produjeron otras importantes modificaciones sociales, detalladas a continuación.

(1) Se amplió la parte de la producción de granos básicos dirigida a los mercados urbanos en expansión, en la medida en que la población urbana total del istmo centroamericano pasó de representar el 38% en 1970 a cerca del 55% en 2007 (FAOSTAT); (2) los hogares rurales, sin acceso directo a la tierra o con un acceso muy reducido, ampliaron su peso relativo, debido en parte a que el importante crecimiento demográfico no fue acompañado de políticas de fomento del acceso directo a la tierra para los hogares rurales productores agrícolas, parte de los cuales diversificaron sus estrategias de sobrevivencia a favor de actividades no agrícolas o de trabajos asalariados agrícolas estacionales; (3) la situación de dichos hogares fue determinada por algunos efectos notorios de las últimas décadas a saber: (i) reducción del área de las parcelas como efecto de la división permanente de las fincas familiares; con lo cual el área sembrada de granos básicos promedio por familia se redujo, y fue parcialmente compensado por una mejoría no muy significativa en los rendimientos por manzana; y (ii) las fincas de granos básicos en promedio, no generan la producción suficiente de maíz y frijol para el autoconsumo anual de las familias y para sostener a los animales menores de patio; por lo cual una parte importante de estos granos básicos, incluyendo el arroz, deben adquirirse en el mercado; y (4) se observa una importante fracción de hogares productores de granos básicos en situación de pobreza extrema (las familias que no logran producir sus alimentos para el autoconsumo y no generan un nivel de ingresos que les permita comprar los alimentos). A la pobreza extrema se asocian los importantes niveles observados de subnutrición y desnutrición crónica infantil (Cuadro 2.4.2 y Cuadro G.1 del Apéndice G).

Se pueden definir tres grandes estratos de familias rurales productoras de granos básicos, con grandes diferencias porcentuales en cuanto a su distribución entre los países del CA-4: (1) familias de productores de granos básicos que no obtienen ingresos (monetarios o no monetarios) que les permitan cubrir sus alimentos básicos (HN con 60% y NI con 35%);

(2) familias en situación de pobreza no extrema, que cubren sus necesidades alimentarias, pero no cubren adecuadamente otras necesidades básicas; y (3) familias no pobres, que cubren tanto las necesidades alimenticias como no alimenticias básicas (HN con un 9% y NI con un 24%).

Las familias productoras de granos básicos tienen una enorme trascendencia nacional, ya

que al proyectar el peso poblacional de dichas familias, incluyendo el segmento de familias urbanas vinculadas a la producción (en la que la o el productor reside en una zona urbana), se estima que cerca de 12 millones de personas (casi un tercio de la población centroamericana) están vinculadas a un hogar donde se producen de manera directa granos básicos. Una proporción mayor se da en Guatemala, con un 43% y menor en El Salvador, con un 25%.

**Cuadro 2.4.4. Hogares productores de granos básicos (GB) y población rural en CA-4 (2005-2007)**

País/ subregión	Productores de GB(miles)	Tamaño familia (hijos)	% rurales del total de productores GB	Población rural dedicada a GB (miles)	Total rural (miles)	% población dedicada a GB /total rural	% población dedicada a GB/total
Guatemala	941.8	6.0	82.7	4,673	6,935	67	42.5
Honduras	385.1	5.7	92.2	2,024	3,738	54	30.5
El Salvador	325.0	5.4	84.4	1,481	2,719	54	24.7
Nicaragua	289.3	6.0	90.9	1,565	2,440	65	31.0
<b>Total CA-4</b>	<b>1,941.2</b>	<b>5.8</b>	<b>87.6</b>	<b>9,743</b>	<b>15,832</b>	<b>60</b>	<b>32.2</b>

Fuente: Baumeister 2010, sobre la base de las encuestas de nivel de vida, de Guatemala, Nicaragua, Panamá, Honduras; datos preliminares del Censo Agropecuario de El Salvador 2007; Encuesta de Hogares de Costa Rica y de El Salvador.

A partir de los años 90 se ha reducido la producción de granos básicos en algunos rubros, incrementándose la importación de éstos de fuera de la región, principalmente el maíz amarillo, el arroz y algunas variedades de frijol. Sin embargo, en el período 1987-2007 existe un incremento de las familias productoras de granos básicos del orden de 93.8% para Guatemala, 2% para Honduras, 19.7% para El Salvador, y 89.1% para Nicaragua. En el caso de Honduras, el crecimiento casi nulo del número de agricultores dedicados a los granos básicos, se asocia en buena medida al bajo crecimiento de las áreas de cultivo y al incremento de las importaciones entre los años noventa y el presente (Baumeister 2010). Las altas tasas de crecimiento de las familias productoras de granos básicos en Guatemala y Nicaragua, responden a causas distintas; en el caso de Guatemala, tiene que ver con la profundización del minifundio en amplias zonas del Altiplano y el Oriente, debido a la ampliación del número de productores, tanto por el crecimiento demográfico de las zonas rurales, como por los cambios de localización de muchas

familias durante los años 80, debido al conflicto armado en ese país. En el caso de Nicaragua, los cambios del número de productores están asociados a la reforma agraria, la parcelación de las tierras de las cooperativas del sector reformado y a los avances de la frontera agrícola, luego de finalizado el conflicto armado (Baumeister 2010).

El promedio de áreas de maíz oscila entre 0,8 ha/familia (1mz/familia) productora en Guatemala y un poco más de 2 ha (2.9 mz) en Nicaragua. Para frijol, Guatemala presenta también el promedio más bajo, con 0.5 ha (0.7 mz), indicando el fuerte peso del minifundio en la estructura agraria, y 1,5 ha (2 mz) en El Salvador. Las áreas de arroz con un tamaño medio para toda la región, de 7,3 ha (10 manzanas) y con 9 ha (13 mz) en promedio en el caso de Nicaragua y casi 5 ha (7 mz) en El Salvador, lo cual refleja promedios muy superiores a los observados para el maíz y frijol, a excepción de Honduras, con 5 ha (7mz) por familia productora de arroz (Cuadro 2.4.5).



### Cuadro 2.4.5. Áreas por familia productora de granos básicos (GB) (ha anuales/productor) en el CA-4

País	Producción GB ha (mz)	Producción maíz ha (mz)	Producción frijol ha (mz)	Producción arroz ha (mz)
Guatemala	1.2 (1.7)	0.84 (1.2)	0.47 (0.7)	6.9 (9.9)
Honduras	1.3 (1.9)	0.89 (1.3)	1.50 (2.1)	1.8 (2.6)
El Salvador	1.3 (1.9)	1.30 (1.9)	ND	4.7 (6.7)
Nicaragua	2.4 (3.4)	1.56 (2.2)	1.20 (1.7)	9.1 (13.0)

Fuente: Baumeister 2010, sobre la base de FAOSTAT

Es de hacer notar que para el período 1987-2006, la participación relativa regional de las áreas de granos básicos en seis de los países de la región, muestra una tendencia hacia la reducción; a excepción de Nicaragua, que desde la década de los 90 muestra un incremento muy significativo, reflejando una fuerte orientación hacia la producción de granos básicos, particularmente el maíz blanco y frijol rojo (Cuadro 2.4.6). En 1987, las áreas de granos básicos de Nicaragua representaban cerca del 13% del área regional cultivada, y en 2006 cerca del 24%. En el caso de Guatemala, Honduras y El Salvador, se observan reducciones, con las de mayor magnitud en el caso de El Salvador, ya que de una participación regional de sus áreas de granos básicos del 18%, pasa al 14%. En ese período, en el conjunto de la región centroamericana hubo un incremento de las áreas de granos básicos de menos de 10%; los rendimientos por unidad de superficie no se elevaron de manera significativa, y el crecimiento de la población fue de un 46% (FAOSTAT); lo cual tuvo como consecuencia un incremento en las importaciones extra regionales de granos básicos, particularmente harina de trigo, maíz amarillo, arroz y algunas variedades de frijol.

El grueso de los hogares productores de granos básicos en América Central presenta condiciones precarias en cuanto a la educación y características de las viviendas. El promedio regional de educación formal es de 3 años, mientras que cerca de la mitad de las casas

tienen aún piso de tierra; observándose un mayor acceso a la energía eléctrica y a la telefonía celular. Asimismo, es de recalcar que se ha producido un proceso de envejecimiento importante de los pequeños productores de granos básicos que ahora alcanzan una edad en promedio de 49 años; que es superior a las generaciones anteriores que se dedicaron a este rubro. La emigración de jóvenes rurales sin oportunidades de ingresos adecuados o de desarrollo ocupacional en el campo, ha sido especialmente fuerte, y al mismo tiempo, la falta de preparación laboral y el entorno sociocultural y ocupacional de las ciudades, no les permiten obtener empleos de calidad u otros medios de sobrevivencia. Se comprueba que aunque la actividad principal sea el trabajo asalariado agrícola en explotaciones ajenas, principalmente orientadas a rubros de agroexportación tradicionales y no tradicionales (ej.: plantaciones de caña de azúcar, café, banano, palma africana o frutales) u otras ocupaciones laborales, un 40% tiene como actividad secundaria la producción propia de granos básicos. Asimismo, a nivel del CA-4, se observa una importancia creciente de los ingresos obtenidos por los hogares productores de granos básicos fuera de la parcela, tanto por la vía del salario agrícola (30% de dichos hogares) y no agrícola (21% de dichos hogares) tal es el caso de los servicios, la agroindustria y la maquila; como por remesas que llegan del exterior (16% de dichos hogares) (Apéndice H).

### Cuadro 2.4.6. Evolución de las áreas cosechadas de GB y peso relativo regional del CA-4 (miles de ha)

País	1987		2006		Diferencia (%)
	Área	%	Área	%	
Guatemala	1,029.7	38.5	1,092.7	37.2	-1.3
Honduras	458.5	17.2	495.0	16.8	-0.3
El Salvador	478.2	17.9	421.7	14.4	-3.5
Nicaragua	340.9	12.8	698.8	23.8	+11
Región centroamericana <sup>11</sup>	2,672.8	100	2,938.6	100	0

Fuente: Baumeister 2010, sobre la base de FAOSTAT GB: granos básicos

En promedio, son relativamente más pobres las familias productoras de granos básicos que el conjunto de familias rurales de la región centroamericana. Un tercio de dichas familias están en condición de pobreza extrema, otro tercio, de pobreza (no extrema), sumando ambos grupos cerca del 66% de todos los productores; y el tercio restante no son pobres. Aunque se ha incrementado la proporción de agricultores que siembran en tierras propias, cerca del 40% aún siembra en tierras ajenas; aunque las formas de colonato han disminuido dando lugar a una mayor relación entre pequeños propietarios de tierras con pequeños arrendatarios. Existe un estrato importante que tiene acceso limitado a la tierra, debido a las estructuras agrarias predominantes, las cuales se expresan en una alta concentración de la propiedad, tenencia uso y usufructo de la tierra y sus recursos (ej.: agua, bosques y alimentos); incluyendo la apropiación especulativa e improductiva de las tierras agrícolas y no agrícolas, y el no reconocimiento de los derechos de los pueblos originarios y comunidades afrodescendientes sobre sus territorios ancestrales. Dicha situación incide en la alta proporción de agricultores que no logra satisfacer sus necesidades de granos básicos y que no cubre sus necesidades alimentarias ni nutricionales mínimas. Asimismo, un sector importante recurre al mercado para abastecerse de maíz, frijol o arroz (Apéndice H).

La situación actual de altos niveles de pobreza y alta vulnerabilidad climática, ambiental, social y económica de las familias productoras de granos básicos, ya sean campesinos, pueblos

originarios o comunidades afro-descendientes; es el resultado de la dinámica ecológica e histórica regional, y más recientemente, de las políticas económicas dictadas por los organismos internacionales y adoptadas vehementemente por los gobiernos del CA-4 y SICA. Las poblaciones humanas se han ajustado, y en alguna medida, adaptado a las variaciones ambientales y climáticas; y al mismo tiempo, han adoptado diversas estrategias de sobrevivencia para enfrentar y resistir las presiones y cambios socioeconómicos y políticos (sección 2.2).

Durante la mayor parte de la historia aborígen de la zona central de Mesoamérica (El Salvador, Honduras y Nicaragua, exceptuando las planicies del este), los principales productos agrícolas base de la dieta alimenticia, fueron el maíz, frijol, calabaza (ayote) y chile, los cuales eran cultivados en la tradicional “milpa”, suplementada con mayores o menores cantidades de tubérculos (ej.: la yuca), frutas (ej.: ciruelos, nances, coyoles, zapotes, aguacates, marañones y mamey) y cultivos de defensa. El maíz y otros cultivos asociados eran producidos bajo un sistema migratorio de multicultivo, denominado “milpa”, usando el método de roza (corta y quema) (FLACSO 1993), el cual consiste en el raleo, plantación, cosecha y descanso (barbecho) de pequeñas áreas forestales a lo largo de un ciclo de varios años.

La cultura del maíz en Mesoamérica incorporaba toda una serie de prácticas codificadas

<sup>11</sup> La región centroamericana incluyendo 6 países: Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá



culturalmente, las cuales posibilitaban el uso apropiado de la agricultura migratoria, mediante la manipulación del ciclo de renovación de los ecosistemas forestales, con el fin de producir el cultivo del maíz sin perturbar los procesos ecológicos de los bosques. Con la milpa se manipulaban los rebrotes para manejar los procesos de regeneración, mediante una secuencia de cultivos de alimentos y especies no alimenticias.

La milpa no se limitaba a un campo cultivado con maíz, ya que no es un concepto espacial, sino un proceso y una institución central para las sociedades indígenas de Mesoamérica. La milpa era un código cultural concebido como un plan aplicado por la gente para interpretar y realizar una rutina de actividades, cuya estructura incluye una serie de pasos con subrutinas alternativas y nodos de decisión con oportunidades de experimentación. Dicho código cultural es el conocimiento ecológico generado de las experiencias de los agricultores, los cuales se han adaptado a través de varias generaciones al entorno natural local (ej.: variaciones climáticas), codificando variaciones locales de la milpa, las cuales han sido a su vez transmitidas de generación en generación hasta nuestros días. La cultura de la milpa va más allá de la dimensión nutricional o económica de los cultivos, pues incluye una dimensión social y espiritual, que cohesiona a la familia, vinculándola a su comunidad y al universo (Gunderson & Holling 2002).

Tradicionalmente, el sistema de milpa tenía un período de reposo de 30 a 40 años, y dentro de esos ciclos, los agricultores clareaban una parte del bosque, quemándolo a finales de la época seca y sembraban maíz y otros cultivos asociados al inicio de la temporada de lluvias. Sin embargo, la dinámica sociocultural y económica, marcada grandemente por las políticas macroeconómicas y agrícolas prevalecientes, profundizó los regímenes inequitativos de tenencia, acceso y usufructo de las tierras, amén de los ambiciosos programas



de fomento de la “revolución verde” impulsados por todos los gobiernos de la región, en detrimento de la cultura de la milpa y del conocimiento ecológico y agrícola ancestral. Lo anterior, ha generado perturbaciones profundas en la cultura de la milpa, a tal punto que actualmente ha transitado hacia un sistema de monocultivo con un período muy corto de reposo o ninguno, incluyendo el clareado y tala de los bosques y estribaciones de montañas. Dicha situación está reduciendo la fertilidad de la tierra, aumentando la erosión de los suelos, degradado los ríos y afluentes, y disminuyendo la productividad de los cultivos, a tal punto, que actualmente, el sistema de milpa está en proceso de desacoplamiento con la dinámica de los ecosistemas, y por ende, presenta una alta vulnerabilidad ante las variaciones y cambios del clima por desadaptación.

La existencia en la región del CA-4, de un gran número de familias productoras de granos básicos (54-67% del total de la población rural y 25-43% de la población total por país), con los mayores valores en Guatemala y los menores en El Salvador; en su mayoría trabajando bajo el sistema de agricultura de subsistencia y de temporada o secano, muy alejado del concepto ancestral de milpa, e inmersos en un contexto socioeconómico que les es adverso (Apéndice H); refleja las condiciones de alta vulnerabilidad de la región ante las variaciones y cambios del clima, particularmente de sus sistemas agroalimentarios, cuyos impactos se ven exacerbados y magnificados. Los cambios en las temperaturas y el incremento en la frecuencia e intensidad de las sequías, ya están generando reducciones en los rendimientos de los cultivos de granos básicos, y a futuro se proyectan mayores reducciones. Lo anterior, podría conducir con bajo nivel de confianza<sup>12</sup> a un panorama desalentador con mayores probabilidades de fracaso en los cultivos, aumento de las enfermedades y mortalidad del ganado, venta del ganado y activos a precios desventajosos por necesidad de efectivo, daños en los medios de sobrevivencia, endeudamiento,

<sup>12</sup> Ver Apéndice B



emigración, mayores niveles de subnutrición, morbilidad y mortalidad infantil, dependencia de la ayuda alimentaria, impactos negativos en la salud humana y educación. Asimismo, los impactos adversos del cambio climático tendrían un efecto combinado con aquéllos derivados de las políticas de liberalización económica prevalecientes a nivel internacional y dentro de los países que integran el SICA, los cuales se describen en la sección 2.2 del presente estudio.

### **Vulnerabilidad e impactos sobre las mujeres rurales**

La titularidad de los hogares que producen granos básicos sigue en su mayoría a cargo de los hombres, y en términos generales, en las sociedades centroamericanas, el trabajo femenino no es reconocido ni valorado adecuadamente, y es con frecuencia invisibilizado. En el marco de la división del trabajo por género en las familias productoras de granos básicos, la actividad de preparar la tierra y sembrar sigue mayoritariamente a cargo de los hombres. Las mujeres son más visualizadas en las tareas de recolección y principalmente de las labores post cosecha, tales como el desvainado del frijol, desgranado del maíz y en las tareas de procesamiento de los alimentos en el hogar o su comercialización (tortillas o subproductos del maíz) en los mercados locales. Sin embargo, a la actividad de selección de las semillas, realizada por ellas, no se le ha reconocido el carácter fundamental y estratégico que tiene dentro de la fase de planeación del ciclo de producción de los cultivos, lo cual refleja la desvalorización del papel y trabajo de las mujeres; amén de la importancia que dicha actividad tiene en la conservación del germoplasma con más capacidad de adaptación a las variaciones y cambios del clima.

Las condiciones de vulnerabilidad, a nivel individual o colectivo, son determinadas por factores económicos, ambientales y socioculturales, dentro de los cuales el género juega un papel clave. La vulnerabilidad vinculada al género deriva de varios factores, reflejando

históricamente y culturalmente patrones de relación y dominación entre las poblaciones y grupos humanos. El abordaje integrado de los factores que determinan la vulnerabilidad, incluyendo las inequidades de tipo étnico y de género, permite identificar y abordar apropiada y efectivamente los riesgos específicos asociados a las mujeres. Dado que el cambio climático ya está afectando y continuaría afectando de manera diferenciada a hombres y mujeres, debido a sus papeles diferentes dentro de la sociedad; es importante que las evaluaciones de vulnerabilidad e impactos, y las estrategias y medidas de respuesta, incorporen un abordaje de equidad de género y etnicidad; considerando que las mujeres no son solamente vulnerables, sino agentes de cambio, cuyo liderazgo es fundamental para la adaptación climática.

El cambio climático puede tener impactos directos e indirectos desproporcionados sobre el bienestar de las mujeres en relación a los hombres, ya que podría reducir sus oportunidades de obtener medios de sobrevivencia, tiempo disponible para sus faenas diarias, y su esperanza de vida; y por otra parte, el cambio climático podría exacerbar los riesgos ya existentes y generar nuevos. Los efectos adversos del cambio climático podrían afectar a sectores en los cuales la participación femenina es alta, tal es el caso del turismo, agricultura y pesca. En el caso del turismo, la participación femenina es alta principalmente en la producción y comercialización de atesanías y la hostelería (alojamiento y comida), ya sea como asalariadas, autoempleadas o dueñas de micro y pequeñas empresas. En el caso del turismo rural y comunitario, su participación es de nivel medio, incluyendo servicios turísticos, como guías, comida y limpieza. En 2006, en Nicaragua, 8 de 10 empleos del sector turismo fueron ocupados por mujeres; en Costa Rica, 5 de 10; y en Guatemala, el 26% de las mujeres rurales ocupadas se dedicaron al comercio, hoteles y restaurantes en 1998 (FAO 2003). En el caso de la subregión CA-4, en 2006, entre el 35 y 45% del empleo urbano en el sector comercio, restaurantes y hoteles, fue femenino (UNIFEM 2009) (Cuadro 2.4.7).

Durante el período 1981-2002, en una muestra de 141 países, los desastres hidrometeorológicos causaron en promedio mundial la muerte de más mujeres que hombres (GGCA 2009). La diferenciación socioeconómica entre hombres y mujeres es muy significativa, e incluye diferencias en acceso a los recursos tales como la tierra, crédito, educación, así como oportunidades desiguales para participar en los procesos de toma de decisiones e influenciarlos. Considerando que las mujeres usufructúan y manejan los servicios y recursos que los ecosistemas ofrecen de manera diferente a los hombres, y que la degradación del entorno natural les afecta de manera diferenciada; las

modificaciones en el estado y dinámica de los ecosistemas debido al cambio climático, podrían profundizar las desventajas en detrimento de las mujeres. Tal es el caso de las mujeres indígenas, campesinas y afro-descendientes en América Central, las cuales, en su gran mayoría y de manera central, se dedican al cultivo de alimentos básicos en un sector altamente vulnerable a las variaciones y cambios del clima y a las crecientes amenazas climáticas, tales como sequías y precipitaciones intensas o persistentes, las cuales amenazan la seguridad alimentaria, el bienestar de las familias y su capacidad de sobrevivencia (FAO, 2003).

**Cuadro 2.4.7. Riesgos directos e indirectos del cambio climático y su efecto potencial sobre las mujeres rurales en América Central**

Manifestaciones observadas y proyectadas del cambio climático	Impactos observados y potenciales sobre la agricultura	Efectos actuales y potenciales en las mujeres rurales
Aumento de la temperatura del aire y del océano, y elevación del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brotes de plagas y enfermedades en los cultivos y bosques aledaños</li> <li>• Mayor incidencia de incendios forestales aledaños a las tierras agrícolas</li> <li>• Reducción de los rendimientos de los cultivos por estrés calórico, menor disponibilidad de humedad en la tierra y o salinización del agua y suelo</li> <li>• Blanqueamiento de los arrecifes de coral</li> <li>• Retroceso de la línea frontal del manglar e infiltración salina</li> <li>• Cambios en la abundancia y distribución de las de especies terrestres y marinas</li> <li>• Extinción y migración de algunas especies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subnutrición y desnutrición severa en niños y mujeres</li> <li>• Impactos en la salud de las mujeres embarazadas y durante la lactancia por estrés calórico</li> <li>• Reducción de los ingresos de las mujeres y mayor pobreza para las familias rurales</li> <li>• Reducción del turismo y las actividades asociadas, como el comercio, servicios y artesanado</li> <li>• Menor disponibilidad de pesquerías para la venta por parte de las mujeres</li> </ul>
Cambios en los patrones de las lluvias: mayor concentración e intensidad en la distribución de las lluvias; cambios en las fechas de inicio y terminación de las temporadas lluviosas; canículas o veranillo más intensos y mayores niveles de evaporación del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brotes de hongos y bacterias en los cultivos por exceso de humedad</li> <li>• Reducción de los rendimientos de los cultivos por falta o exceso de agua</li> <li>• Pérdidas de las cosechas por estrés hídrico, inundaciones, sequías, derrumbes o deslizamientos</li> <li>• Cambios en la distribución de las lluvias en detrimento de las necesidades durante el ciclo de crecimiento de los cultivos</li> <li>• Sedimentación de las tierras agrícolas y contaminación del agua subterránea, los pozos y tierras agrícolas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor tiempo dedicado a la atención de enfermos, ancianos, niños e incapacitados</li> <li>• Mayores niveles de subnutrición y desnutrición en mujeres y niños</li> <li>• Menores o nulos ingresos (monetarios y no monetarios) y alimentos para el autoconsumo</li> <li>• Menor tiempo para el trabajo, educación y organización</li> <li>• Contagio de enfermedades infecciosas y vectoriales</li> <li>• Mayor número de casos de hospitalización, evacuación y de muertes por desastres</li> </ul>
Eventos climáticos extremos más frecuentes: mayor intensidad de huracanes y tormentas tropicales, y de las inundaciones asociadas; mayor frecuencia, intensidad y duración del evento El Niño y de las olas de calor asociadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas de los cultivos de granos básicos y animales de crianza de especies menores y mayores</li> <li>• Daños y pérdidas en la infraestructura productiva y de comunicaciones (ej.: red vial, bordas, canales, drenajes y puentes)</li> <li>• Daños y pérdidas en los asentamientos humanos y viviendas de las familias rurales</li> <li>• Daños al transporte marítimo y terrestre e infraestructura portuaria (ej.: muelles, lanchas, tractores, camiones)</li> <li>• Pérdidas de instalaciones y equipos agrícolas (ej.: silos, cercos, bombas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contagio de enfermedades infecciosas, vectoriales y pulmonares en las mujeres</li> <li>• Mayor número de muertes, enfermos y hospitalizaciones</li> <li>• Reducción de ingresos de las mujeres y mayor pobreza, por mayor tiempo dedicado a la atención de la familia</li> <li>• Mayores niveles de subnutrición y desnutrición en mujeres</li> <li>• Menor tiempo para el trabajo, educación, organización</li> </ul>



Los factores que determinan el mayor nivel de riesgo de las mujeres ante las amenazas climáticas son de naturaleza física, cultural, social, política y económica. Las poblaciones pobres, constituidas en su mayoría por mujeres, habitan en viviendas precarias, ubicadas en sitios sujetos a riesgos por desastres climatológicos y siconaturales, sin acceso a servicios públicos básicos, tales como saneamiento, agua potable y energía. Debido a las diferencias de género, muchas mujeres son privadas de sus derechos humanos, educación, alfabetización, información, comunicaciones, salud y nutrición (debido al embarazo y la lactancia, las mujeres tienen necesidades alimentarias específicas). Asimismo, son marginadas por valores y tradiciones culturales o creencias, restringiéndoles su derecho a organizarse y participar en la toma de decisiones y en la política, y sometiéndolas a diferentes formas de violencia. Dentro de la población en situación de pobreza, las mujeres tienen una alta proporción. La proporción de mujeres dedicadas a la agricultura o sector informal de la economía es bastante alta, y presentan ingresos inferiores a los de los hombres, y menor acceso a la tierra, crédito, asistencia técnica y dinero en efectivo; además que dichos sectores son altamente vulnerables a la variabilidad y cambios del clima. Asimismo, la falta de educación, información y comunicaciones podría limitar la contribución de las mujeres en la efectividad de los sistemas de alerta temprana, clave para reducir el impacto de las inundaciones, sequías, huracanes, tsunamis, entre otros; aumentando las probabilidades de que se vean expuestas a mayores riesgos que los hombres. Sin embargo, las mujeres presentan capacidades invaluable para enfrentar de manera efectiva las situaciones de desastre, debido a sus conocimientos sobre el entorno local (ej.: rutas de acceso o escape, disponibilidad de plantas alimenticias o medicinales) y sobre las redes de ayuda mutua de carácter familiar o comunitario, entre otros.

En un estudio nacional en Honduras (Najarro 2010) en el cual las mujeres campesinas identificaron los impactos actuales y potenciales

del cambio climático, se identificaron tres categorías de vulnerabilidad: (1) agricultura y seguridad alimentaria, incluyendo ingresos, crédito, empleo, tierra y educación, (2) salud, y (3) desastres siconaturales. Las mujeres campesinas perciben que el cambio climático ya está modificando su papel, tanto en relación al trabajo como al hogar; ya que debido a los daños y pérdidas (bienes, salud, muerte, hospitalización y emigración) ocasionados por los eventos climáticos extremos, deben dedicar mayor tiempo a la familia, enfermos, huérfanos, ancianos e incapacitados; en detrimento del tiempo que podrían dedicar a la educación o a la obtención de medios de sobrevivencia, viéndose afectado el destino y nivel de sus ingresos y recursos, y limitada su participación en procesos comunitarios o extracomunitarios, ya sean de carácter sociocultural, económico o sociopolítico.

Las mujeres campesinas de Honduras (Najarro 2010) identifican varios impactos referidos al sector agricultura y seguridad alimentaria, tales como: reducción de los rendimientos y de la producción de granos básicos, debido a sequías, generalmente asociadas a la ocurrencia de El Niño, así como a temporales, inundaciones y variaciones de la temperatura, incluyendo olas de calor. Dichos eventos climáticos, aunados a su situación de alta vulnerabilidad, les generan pérdidas de ingresos y menos disponibilidad de alimentos, afectando la producción, comercialización y la seguridad alimentaria de sus familias, las cuales se ven amenazadas con subnutrición y muertes infantiles por altos grados de desnutrición. Los problemas de inseguridad alimentaria que la mujer debe enfrentar, se ven exacerbados por el poco acceso a la tierra de calidad adecuada, a los mercados y al crédito, la menor oferta de empleo para las mujeres en labores agrícolas, las dificultades de transporte para la venta de sus productos, el menor ingreso, el alcoholismo, maltrato y abandono por parte de los hombres jefes de hogar. El ingreso de las mujeres representa en promedio solamente el 47% del ingreso del hombre en las comunidades de Occidente de Honduras. Las mujeres campesinas, relatan que los impactos



de la variabilidad y cambios del clima, afectan la humedad y fertilidad de la tierra agrícola, la disponibilidad de especies de plantas medicinales (ej.: ajeno, jengibre y manzanilla) y del agua; lo cual se exagera con la tala de bosques y la contaminación por agroquímicos. Considerando que las mujeres son más dependientes de los recursos naturales, se ven más amenazadas por el cambio climático, ya que tienen estrategias limitadas para enfrentarlo apropiadamente.

Un estudio de Guatemala (FAO 2003) plantea que las mujeres fuera de su trabajo doméstico participan activamente en tareas agrícolas y pecuarias, en casi todas las etapas del ciclo de producción (Cuadro 2.4.8). Su participación es casi igual a la de los hombres en la siembra y

superior en la cosecha y post-cosecha; y juega un papel central en la selección de las variedades de maíz presentes en las diferentes regiones del país, con lo cual contribuye a la conservación de los recursos genéticos de ese cultivo y podría constituirse en una medida para la selección de las variedades de cultivos más resistentes a las sequías, plagas, humedad o viento, entre otros. Pese a lo anterior, no existe correspondencia entre su participación y el acceso a los recursos productivos, como la tierra, aún reconociendo el papel protagónico que las mujeres campesinas, indígenas y afrodescendientes han adquirido en la producción agropecuaria. Tal es el caso de la Ley de Transformación Agraria de Guatemala, en la cual el hombre es el jefe de familia, lo que en la práctica significa que la mujer está excluida del acceso al patrimonio familiar agrario.

**Cuadro 2.4.8. Participación de hombres y mujeres en las diferentes fases del ciclo del cultivo del maíz en Guatemala**

Actividad dentro del ciclo del cultivo del maíz	Mujer	Hombre
Selección de las semillas Gu	<input checked="" type="checkbox"/>	
Almacenaje de las semillas	<input checked="" type="checkbox"/>	
Deshoje (destuse)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Desgranado en pequeñas cantidades	<input checked="" type="checkbox"/>	
Desgranado en grandes cantidades DESI		<input checked="" type="checkbox"/>
Desinfección de granos en pequeñas cantidades	<input checked="" type="checkbox"/>	
Desinfección de granos en grandes cantidades		<input checked="" type="checkbox"/>
Cosecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Post cosecha (recolección, acarreo, clasificación y acopio)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Venta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

En Guatemala, por lo general, las mujeres que trabajan en el campo son consideradas mano de obra familiar no remunerada, por lo cual su trabajo no se refleja en la PEA, lo que la coloca en desventaja en el acceso al crédito y a insumos para la producción. La mujer tiene un papel importante en los cultivos de traspatio, los cuales se realizan cerca de la casa o parcela agrícola, encargándose de los frutales, huertos, hortalizas y especies menores, mientras los hombres dedican más tiempo a las actividades del mercado. Lo cual es típico en todos los países de América Latina y el Caribe, debido a factores culturales y legales.

Aunque en las familias pobres las actividades relacionadas con los cultivos son una responsabilidad familiar, la mujer juega un papel fundamental, especialmente en las actividades relacionadas con la selección de las semillas y la post cosecha, lo cual incluye la recolección, acarreo, clasificación y acopio. La estrecha vinculación entre las mujeres, tanto campesinas como indígenas y afrodescendientes, y su entorno natural, como fuente de aprovisionamiento de alimentos y recursos naturales, así como las disparidades socioculturales y económicas existentes entre hombres y mujeres, en detrimento de estas últimas; las vuelven más



vulnerables a los efectos de las variaciones y cambios del clima. Sin embargo, las mujeres han desarrollado una mayor conciencia sobre los niveles de riesgo y un conocimiento amplio sobre el territorio de sus comunidades, además de contar con habilidades especiales en el manejo de redes sociales y de los recursos naturales de su entorno, incluyendo el cuidado de la salud humana, animal y vegetal. Dichas capacidades son fundamentales para el manejo apropiado y la reducción efectiva de los riesgos asociados al cambio climático. Asimismo, las mujeres desempeñan actividades y poseen

conocimientos y habilidades que son clave para mejorar la capacidad de adaptación ante los cambios del clima, como es la búsqueda, selección y preservación de las semillas más adaptadas a las condiciones más adversas del clima. Por otra parte, las mujeres transmiten oralmente de generación en generación, el conocimiento ecológico ancestral y local que poseen sobre la ubicación, propiedades y uso de las plantas medicinales, semillas, alimentos, agua, comportamientos y señales del clima y animales, prácticas, sistemas y tecnologías agropecuarias, entre otros.

## 3. LOS RETOS DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR AGRÍCOLA DE AMÉRICA CENTRAL

### 3.1. El marco conceptual y abordaje de la adaptación al cambio climático

Debido al ritmo acelerado y a la magnitud significativa del cambio climático que han generado las sociedades humanas, principalmente el conjunto de países referidos como “desarrollados” o altamente industrializados, a causa de sus altos y crecientes niveles de emisiones de GEI; las diferentes manifestaciones de la variabilidad y cambios del clima en todas las regiones de la tierra (Apéndice A), ya están generando efectos adversos en los diferentes sistemas naturales y humanos, incluyendo las distintas formas de vida, tal cual las conocemos actualmente. De acuerdo al bajo nivel de ambición de las medidas de mitigación hasta ahora ofrecidas por ese conjunto de países, las manifestaciones del cambio climático, podrían aumentar su ritmo y magnitud, y por ende, incrementar el nivel de impactos sobre los sistemas y ecosistemas naturales y sistemas humanos, incluyendo a las sociedades humanas.

La conceptualización de la adaptación adoptada en este estudio, se basa en un enfoque sistémico, el cual considera a los sistemas humanos como sistemas socio-naturales, los cuales, al igual que los sistemas naturales, son

sistemas “complejos y adaptables” presentando un comportamiento dinámico y no lineal<sup>13</sup>. En virtud de dichos atributos, los sistemas humanos pueden reorganizarse a si mismos, mediante ciclos de adaptación y son capaces de desarrollar funciones emergentes, tales como la resiliencia y la capacidad de adaptación (o adaptabilidad). La resiliencia climática posibilita que los sistemas resistan y se recobren de los efectos de la variabilidad climática; y la capacidad de adaptación climática es la habilidad del sistema de evolucionar mediante procesos de retroalimentación que le permitan aumentar su rango de tolerancia y su capacidad de autoorganización y adaptarse a los cambios sin colapsar.

Sin embargo, los efectos adversos del cambio climático, se verían magnificados por el grado de vulnerabilidad de los diferentes sistemas expuestos, cuyo grado de tolerancia y capacidad de adaptación climática es diferenciado. Si los cambios del clima se situasen dentro de los rangos de tolerancia de algunos de los sistemas, éstos sufrirían impactos de los cuales podrían recuperarse (por su grado de resiliencia que determina los rangos de tolerancia climática),

<sup>13</sup> De acuerdo al enfoque sistémico basado en la teoría general de sistemas



e incluso podrían prevenirse. Por el contrario, si los cambios climáticos se situasen fuera de dichos rangos, los sistemas no podrían recuperarse y podrían colapsar, ya que el ritmo acelerado y la alta magnitud de los cambios, no les permitiría adaptarse. En esa línea, y considerando que el nivel de vulnerabilidad climática está determinado por tres factores, a saber: (1) amenaza climática, (2) resiliencia, y (c) capacidad de adaptación; para viabilizar la adaptación al cambio climático, deberá adoptarse una estrategia de adaptación cuyo objetivo sea la reducción de la vulnerabilidad climática, mediante la modificación de los tres factores que la determinan.

### **3.2. El marco normativo y la planeación de la adaptación**

#### **Régimen legal e institucionalidad internacional**

A fin de dar una respuesta internacional ante el aumento creciente de las emisiones de GEI por parte de los países desarrollados, en el seno de las Naciones Unidas (NU), en 1993 se suscribió la CMNUCC, la cual fue ratificada por todos los países miembros de las NU, entrando en vigencia a partir de 1994. El Protocolo de Kioto (PK), suscrito en 1997, vigente desde 2005, constituyó un paso adelante en la implementación de la CMNUCC, ya que estableció una meta agregada mundial para que los países desarrollados redujesen sus emisiones sobre la base de las metas cuantificadas de reducción de emisiones de GEI, detalladas para cada país desarrollado en el Anexo B del PK; y a partir de su entrada en vigencia, se ha estado aplicando un régimen legalmente vinculante con metas cuantificadas de reducción de emisiones de GEI para 39 partes, las cuales tendrían que reducir sus emisiones de manera individual o conjunta en al menos 5.2% durante el período 2008-2012 por debajo de sus niveles de 1990.

El marco normativo internacional en materia de cambio climático está definido por el régimen legal internacional de cambio climático vigente, incluyendo la CMNUCC y el PK, y el conjunto de

En congruencia con lo anterior, a cualquier nivel o ámbito de intervención, el objetivo de una estrategia de adaptación al cambio climático debería enfocarse en modificar las tres variables que determinan el grado de vulnerabilidad climática. Para tal efecto, deberá frenarse el ritmo y magnitud de la amenaza climática (mediante la mitigación de los GEI a nivel agregado mundial) y aumentarse la resiliencia y capacidad de adaptación de los sistemas naturales y humanos.

decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes (COP) que es el órgano supremo de la CMNUCC, y la COP actuando en su calidad de Reunión de las Partes<sup>14</sup> (CMP), órgano supremo del PK. Asimismo, se ha establecido el marco institucional responsable de facilitar un proceso multilateral de negociaciones bajo la CMNUCC y el PK, para asegurar su implementación efectiva y apropiada, mediante la negociación de una agenda internacional que permita acordar las políticas y medidas necesarias y efectivas para el logro de su objetivo último. La institucionalidad incluye la COP, la CMP, el órgano subsidiario de asesoramiento científico y tecnológico (SBSTA) y el órgano subsidiario de implementación (SBI), la secretaría ejecutiva, el órgano científico-técnico (IPCC), mecanismos facilitadores, tales como grupos de expertos, programas de trabajo, órganos ejecutivos y asesores, y un mecanismo financiero.

Todas las estipulaciones de la CMNUCC y las decisiones que adoptan la COP y la CMP, se orientan al logro del objetivo último de la CMNUCC, y se fundamentan en tres principios: (1) precaución (2) el que contamina paga y (3) equidad, cuya aplicación integrada se expresa en el criterio de responsabilidades comunes pero

<sup>14</sup> Reunión de las Partes (MOP) por sus siglas en inglés



diferenciadas de acuerdo a las capacidades respectivas. El objetivo último de la CMNUCC es “lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible” (Art. 2).

Sobre la base de los principios de la CMNUCC, ésta incorpora la necesidad de que los países desarrollados transfieran recursos financieros y apoyo técnico a los países en desarrollo, para que implementen las medidas de adaptación necesarias para prevenir o reducir los efectos adversos del cambio climático. El apoyo financiero incluye el desarrollo y transferencia de tecnología, así como la creación de capacidades nacionales para hacer frente al cambio climático; y los recursos financieros deberán ser apropiados, nuevos, adicionales, previsibles y sostenibles. Por otra parte, en el marco del Art. 12 del PK, se estableció el Fondo de Adaptación, para apoyar a los países en desarrollo a enfrentar los impactos adversos del cambio climático, y cuyos recursos financieros provienen del 2% de los certificados de reducción de emisiones (CERs) generados de la ejecución de proyectos de mitigación en los países en desarrollo, en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) del PK.

## El proceso multilateral de negociaciones

En el marco del proceso multilateral, la agenda de negociaciones sobre cambio climático fue establecida con el fin de facilitar la aplicación de la CMNUCC y el PK, mediante la negociación y adopción de mecanismos de financiamiento, facilitación y seguimiento, y de marcos institucionales y de políticas apropiados. Algunos de los temas prioritarios de la agenda han sido: (1) mitigación del cambio climático mediante la reducción de las emisiones de GEI, incluyendo la adopción de una meta cuantificada

agregada mundial de reducción de emisiones de GEI posteriores al año 2012, en línea con los más recientes hallazgos científicos; (2) adaptación al cambio climático para prevenir y reducir los impactos y cubrir los costos de las pérdidas y daños; (3) desarrollo y transferencia de tecnologías para la adaptación y mitigación, incluyendo todo el ciclo tecnológico; (4) creación de capacidades nacionales en los países en desarrollo para la adaptación y mitigación; (5) promoción de la educación, sensibilización y concienciación para la participación amplia y beligerante de las sociedades en la lucha contra el cambio climático; (6) investigación y observación sistemática del clima; y (7) financiamiento para los países en desarrollo para la adaptación y mitigación, proveniente de los países desarrollados.

Dentro del régimen vigente, el cumplimiento de las metas cuantificadas de reducción de emisiones de GEI de los países desarrollados en virtud del PK, se realiza fundamentalmente a través de los tres mecanismos de flexibilidad que operan dentro de los mercados de carbono regulados bajo el PK, a saber: los dos mecanismos que operan entre países desarrollados (comercio de emisiones e implementación conjunta) y el que opera entre éstos y los países en desarrollo, el MDL. Valga decir que paralelamente operan mercados de carbono voluntarios, los cuales no intervienen en el cumplimiento de los compromisos de reducción establecidos en el proceso multilateral de las NU sobre cambio climático.

De acuerdo a evaluaciones recientes (Tyndall Centre 2008), el comportamiento actual de los mercados internacionales de carbono estaría indicando que: (1) el mayor número de proyectos bajo el MDL no se están realizando en los países en desarrollo de renta más baja, sino que se concentran en Asia (50%) y Latinoamérica (45%); proyectándose mayor concentración para 2012 en Asia (66%) y Latinoamérica (30%); (2) las mayores inversiones en términos de volumen de operaciones comerciales de carbono o certificados de reducción de emisiones de GEI (CERs) bajo el MDL se han concentrado



en Asia y Latinoamérica, proyectándose mayor concentración para 2012 en Asia (70%) y Latinoamérica (30%); (3) tanto los proyectos como los CERs se han concentrado en los países más grandes como China (15% de los proyectos de Asia), India, Brasil y México, proyectándose mayor concentración para 2012 en China (52%), India (25%) y Brasil (53%); (4) no existe un flujo de conocimientos ni de tecnología desde los países desarrollados hacia los países en desarrollo; (4) gran parte de las inversiones se han orientado hacia la reducción de los gases industriales, como los gases fluorados (SF<sub>6</sub>, PFC y HFC), CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O y no hacia el CO<sub>2</sub> de origen fósil (no biogénico), principal GEI (60% a las emisiones mundiales de GEI). Dichos proyectos no apalancan fondos ni generan empleo adicional, constituyendo el 20% de todos los proyectos bajo el MDL en 2007 y el 52% en 2012; (5) gran parte de las medidas de reducción de emisiones realizadas constituyen mega-inversiones que no han generado reducciones reales sino aparentes, por ser viables aún sin el apalancamiento financiero del MDL, ya que de todas maneras iban a realizarse pues formaban parte de los planes de inversión considerados en los escenarios socioeconómicos de referencia; y (6) las aportaciones de recursos financieros al Fondo de Adaptación del PK son bajas, ya que solamente el MDL contribuye a dicho fondo.

Hasta la fecha, los países desarrollados no han mostrado voluntad política de reducir sus emisiones y más bien las han aumentado. A pesar de que el PK les facilitó el cumplimiento de sus metas cuantificadas de reducción de emisiones a través de los mecanismos de flexibilidad, tales como los mercados de carbono, las opciones del sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), varios períodos de compromiso y un paquete de seis gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, HFC, SF<sub>6</sub>); el grado de cumplimiento actual es precario y enfocado en medidas que no generan reducciones de GEI reales ni permanentes y que muy poco contribuyen a la sostenibilidad de los países en desarrollo.



El régimen internacional actual es por ende totalmente inefectivo en términos de integridad ambiental, equidad social y solidaridad con todos los seres de la tierra.

De acuerdo al informe oficial de 2005 elaborado por la secretaría de la CMNUCC, encaminado a demostrar los esfuerzos de reducción de las emisiones de GEI para el período 1990-2004, por parte del conjunto de países desarrollados, incluyendo a los países en transición hacia economías de mercado (ET)<sup>15</sup>; todo pareciera indicar que el total de sus emisiones agregadas de GEI disminuyó un 3.3% (sin incluir el sector UTCUTS). Sin embargo, para el subconjunto de países desarrollados que no son ET dichas emisiones aumentaron un 11%. Si bien es cierto en el caso del grupo de países ET sus emisiones disminuyeron un 36.8%, esto ocurrió debido al declive de sus economías post-1990 y no a políticas nacionales deliberadas de mitigación encaminadas a reducir las emisiones de GEI. Para todo el conjunto de los países desarrollados, en el período 1990-2004 las menores reducciones ocurrieron en el sector energía (-0.4%), registrándose aumentos en los subsectores industria energética y transporte, siendo este último el de los mayores aumentos (+23.9%). Las emisiones procedentes de la venta de combustible para uso de la aviación internacional aumentaron un 52%. Las mayores reducciones se produjeron en los sectores agricultura (-20%) y procesos industriales (-13.1%).

Las tendencias crecientes observadas en los niveles de emisiones de los países industrializados en 2005, estarían indicando que dichos países no han asumido ni mostrado el liderazgo en cambiar la tendencia de sus emisiones, para lo cual tendrían que transformar sus sistemas de producción energética y de transporte y modificar sus formas de producir y consumir, para encaminarse hacia el cumplimiento de sus metas de reducción de emisiones mediante reducciones absolutas, reales (adicionales), permanentes, mensurables y verificables, realizadas fundamentalmente

<sup>15</sup> Conjunto de países ex Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas



en sus propios territorios. De continuar la tendencia actual mundial de las emisiones de GEI, el incremento máximo propuesto de la temperatura media mundial de 2oC podría ser sobrepasado en 2050 ó antes; y aunque el incremento permaneciera por debajo de dicho rango, se requerirían esfuerzos bastante significativos para adaptarse a los impactos asociados a cierto ritmo y magnitud de cambio en el clima mundial y regional.

La tendencia observada en los actores y agentes dominantes dentro del proceso multilateral propugna por la prevalencia de los mercados de carbono como mecanismos casi exclusivos para regir las políticas de cambio climático, incluyendo una amplia gama de actividades del sector UTCUTS. Estas últimas han sido altamente cuestionadas por su falta de permanencia e impactos adversos potenciales socioeconómicos y ambientales, de realizarse bajo el MDL u otros esquemas encaminados a que los países en desarrollo realicen la mitigación para complementar las metas de los países desarrollados, ya sea bajo mercados o no. Para tal efecto, han estado presionando dentro del proceso multilateral para renegociar los principios, naturaleza y alcance que rigen al MDL y a las actividades del sector UTCUTS, a fin de flexibilizar los criterios y procedimientos de elegibilidad y establecer un régimen laxo, en detrimento de la integridad ambiental del proceso multilateral de la CMNUCC y el PK. Lo anterior abriría la puerta para la incorporación de medidas de mitigación altamente cuestionadas, como son: (1) la energía nuclear, (2) el carbón mineral, (3) los agrocombustibles, (4) los esquemas de reducción de emisiones provenientes de la deforestación y degradación de los bosques (REDD) en los países en desarrollo, y su variante REDD-plus, la cual incluye además la conservación y gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas de carbono forestal. Estos últimos, bajo un enfoque de mercados de carbono orientados a complementar las metas cuantificadas de reducción de emisiones de los países desarrollados.

Con respecto a la deforestación y degradación de los bosques tropicales en los países en desarrollo, ésta constituye una fuente importante de GEI (un 17% del total mundial de emisiones de GEI) y exacerba las vulnerabilidades climáticas, particularmente en las poblaciones humanas más pobres. Sin embargo, el abordaje de las opciones forestales como medidas de mitigación en los países en desarrollo, ha sido ampliamente cuestionado (Fry 2008, Aguilar y Soto 2010a) por su naturaleza temporal, entre otros aspectos ambientales, económicos y sociopolíticos. Considerando lo anterior y el hecho de que los ecosistemas forestales son altamente vulnerables al cambio climático, se debería adoptar un abordaje sinérgico entre las opciones forestales y las estrategias de adaptación dentro del Marco de Adaptación adoptado en Cancún, a fin de obtener financiamiento del Fondo de Adaptación del PK o del Fondo Verde Climático bajo la CMNUCC. Lo anterior, sin vinculación alguna con los mercados de carbono ni con las metas cuantificadas de reducción de emisiones de GEI de los países desarrollados, a fin de preservar la integridad ambiental del esfuerzo mundial de mitigación del cambio climático.

Dado el creciente ritmo de las emisiones y rumbo del régimen internacional del clima, durante la COP-13 que tuvo lugar en 2007 en Bali, Indonesia, las partes definieron un calendario de 2 años de negociaciones referido como la Ruta de Bali, adoptado en el marco del Mandato de Bali, incluyendo el Plan de Acción de Bali (PAB). El PAB estableció el Grupo de Trabajo Especial para la Acción Cooperativa a Largo plazo (AWG-LCA), con el mandato de iniciar un proceso de negociaciones que permitiera la aplicación plena, eficaz y sostenida de la CMNUCC mediante el fortalecimiento de la acción en mitigación, adaptación, desarrollo y transferencia de tecnologías, creación de capacidades y financiamiento, en el marco de una visión compartida y de cooperación inmediata y a largo plazo. Fue a partir de la COP-13 y CMP-3 en Bali, que los dos Grupos de Trabajo Especial (AWGs) se constituyeron en el espacio de trabajo bajo el cual las Partes



desarrollaron sus textos de negociación, con la facilitación de sus respectivos presidentes y regidos por las normas vigentes del proceso multilateral de la CMNUCC.

El trabajo del AWG-LCA fue concebido para complementar la otra vía de negociación ya iniciada en 2005 en el marco del Grupo de Trabajo Especial para los compromisos adicionales bajo el PK (AWG-KP), cuyo mandato es definir las reducciones adicionales cuantificadas de emisiones de GEI de los países del Anexo I, en línea con los criterios científicos del IPCC para el segundo período de compromisos (2º PC) bajo el PK y los subsiguientes. Lo anterior, a fin de asegurar la continuidad del PK como un elemento esencial para el fortalecimiento futuro del régimen internacional sobre cambio climático. El alcance del mandato de AWG-KP incluye dos dimensiones: (1) la legal, referida a la enmienda al Anexo B del PK, así como las enmiendas requeridas para asegurar la consistencia interna de dicho instrumento legal. Dicho Anexo incluye el listado de las Partes del Anexo I con las respectivas metas cuantificadas de reducción o limitación de sus emisiones; y (2) el acuerdo sobre el nivel de reducción de emisiones de GEI de los países desarrollados en virtud del Art. 3.9 del PK, referido a los compromisos de las Partes incluidas en el Anexo I de la CMNUCC para períodos siguientes.

En el marco de la Ruta de Bali, en la COP-15 y CMP-5 que tuvieron lugar en 2009 en Copenhague, Dinamarca, las partes debían adoptar el acuerdo mundial que incluiría todo lo estipulado en el Mandato de Bali, lo cual no fue logrado, prorrogándose el cumplimiento de dicho mandato por un año más hasta 2010. Sin embargo, durante la COP-16 y CMP-6 realizadas en 2010 en Cancún, México, tampoco fue posible cumplir en su totalidad con el Mandato de Bali, pero se dio un paso en esa dirección, mediante la adopción de los Acuerdos de Cancún. Asimismo, se prorrogó una vez más el trabajo de los AWGs hasta diciembre de 2011, a fin de que durante la COP-17 y CMP-7 que tendrá lugar en Durban, Suráfrica, se cumpla eventualmente con el Mandato de Bali



mediante el fortalecimiento del régimen vigente más allá de 2012, para viabilizar la mitigación efectiva y la adaptación apropiada y oportuna al cambio climático sobre la base de los principios y objetivo último de la CMNUCC.

Para tal efecto, las partes deberán completar y superar lo negociado en los Acuerdos de Cancún, para lo cual se requerirá que el acuerdo mundial establezca una meta cuantificada agregada mundial de reducción de emisiones de GEI en el rango de 40-50%; ya que solo con niveles de estabilización de las concentraciones de GEI de 400 ppmv de CO2 eq, los riesgos de que el incremento de la temperatura media mundial sobrepase 2oC son lo suficientemente bajos (15-33% de probabilidad) como para que sea probable (66% de probabilidad) mantener la temperatura por debajo de 2oC (Meinshausen 2006) respecto al período preindustrial (1750).

### **El legado de los Acuerdos de Cancún y los retos para viabilizar la adaptación**

El objetivo principal de negociación bajo el Mandato de Bali, no fue logrado en Cancún, el cual era la adopción de una meta cuantificada agregada mundial de reducción de emisiones de GEI por parte de los países desarrollados para el 2º PC bajo el PK, a fin de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera, a un nivel que no cause perturbaciones peligrosas al sistema climático de la tierra. En esa línea, el acuerdo central de Cancún debió ser la adopción por parte de los países del Anexo I de una meta ambiciosa cuantificada agregada mundial de reducción de sus emisiones, en el rango de 40-50% en 2020 con respecto a 1990. Asimismo, debía haberse adoptado la enmienda al Anexo B del PK, para que dichas reducciones se constituyeran en compromisos legalmente vinculantes bajo el 2º PC y subsiguientes. Lo anterior complementado con la adopción de compromisos cuantificados de reducción de emisiones equiparables, comparables y verificables por parte de EEUU, en virtud del ítem 1(b)(i) del PAB adoptado por la COP-13.



Aparte de la adopción ilegal de los Acuerdos de Cancún, en términos de sustancia, la principal debilidad de dicho acuerdo radica en las precarias estipulaciones en el área de la mitigación mundial del cambio climático, pertinentes a ambos AWGs. La COP-16 tomó decisiones laxas y vagas sobre los compromisos de mitigación de los países desarrollados en el marco del PAB, en coherencia con el hecho de que la CMP-6 solamente tomó nota de las “promesas” de reducción de emisiones hechas por los países del Anexo I en un documento inexistente, y con base en las promesas realizadas por dichos países en la CMP-5 en Copenhague. Dichas promesas, fueron ofrecidas voluntariamente de “abajo hacia arriba”, y no a partir de una meta cuantificada agregada mundial de reducción de emisiones. Los Acuerdos de Cancún son inconsistentes, ya que aunque “se reconoce” la necesidad de alcanzar un aumento máximo de temperatura de 2°C, sus estipulaciones en materia de políticas y medidas de mitigación, no apuntan a contribuir a lograr dicha meta mundial, ya que al agregar las reducciones de las emisiones que han “ofrecido”, se produciría un aumento de la temperatura media mundial en el rango 2.8°C y 4.3°C, con el mejor valor estimado de 3.5°C.

Es llamativa la abundancia de mecanismos reciclados e inconclusos, así como la redundancia de las estipulaciones de los Acuerdos de Cancún con respecto a las vigentes en la CMNUCC. Esta precariedad es notoria en los temas relativos a la adaptación, desarrollo y transferencia de tecnologías, y fomento de capacidades. Tal es el caso del Marco de Adaptación de Cancún, el cual retoma las estipulaciones vigentes de los artículos 4.1, 4.3 y 4.4 de la CMNUCC, relativos a los compromisos de adaptación para los países en desarrollo y desarrollados. El Marco de Adaptación referido plantea que los países en desarrollo podrán fortalecer sus acciones en adaptación mediante la formulación de planes de adaptación, lo cual ya se establecía en el Art. 4.1, párrafos (b) y (e) de la CMNUCC; mientras que los países desarrollados deberán transferir recursos financieros y tecnologías hacia los

países en desarrollo, y apoyar el fortalecimiento de sus capacidades para implementar planes, programas, proyectos o acciones de adaptación, tal como lo estipulan los Art. 4.3 y 4.4 de la CMNUCC. Los Acuerdos de Cancún no adoptaron las modalidades y procedimientos para la elaboración de los planes de adaptación, lo cual imposibilita la operativización inmediata. Los otros dos mecanismos que en materia de adaptación fueron establecidos en los Acuerdos de Cancún, tampoco tienen operatividad inmediata, ya que el Comité de Adaptación, cuyo objetivo es promover la implementación de la adaptación, no posee modalidades ni procedimientos, y su composición está indefinida, todo lo cual deberá ser todavía discutido en el AWG-LCA para su adopción por la COP-17. El otro mecanismo vinculado directamente con la adaptación y adoptado en Cancún, fue un Programa de Trabajo en Adaptación, el cual se orienta hacia el abordaje de las pérdidas y daños, en los países en desarrollo que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo un mecanismo de seguros para casos de eventos extremos. Al respecto, no se definieron ni las actividades ni se adoptó un calendario. Asimismo, en el tema de transferencia de tecnologías de adaptación y mitigación, se estableció un Comité Ejecutivo del Mecanismo Tecnológico, el cual no es más que un reciclaje, mediante una nueva denominación, del Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnología creado por los Acuerdos de Marrakech en 2001. En cuanto al financiamiento, los Acuerdos de Cancún solamente “solicitan” a los países desarrollados que doten a los países en desarrollo con financiamiento nuevo, adicional, predecible, a largo plazo y apropiado, así como con tecnología y creación de capacidades, tomando en consideración las necesidades de aquellos “países particularmente vulnerables”; todo lo cual constituye un parafraseo de lo ya estipulado por la CMNUCC. De acuerdo al espíritu de lo acordado en este tema, el financiamiento podría restringirse discrecionalmente a favor de subgrupos de países (ej.: los pequeños estados insulares en desarrollo (SIDs), los países



menos desarrollados (LDCs)<sup>16</sup> y los países africanos), en virtud de los Art. 4.8, 4.9 y 9 de la CMNUCC. Los países desarrollados podrían adoptar medidas de financiación y transferencia de tecnología, enfocadas y/o limitadas a paliar las necesidades específicas y situaciones especiales de los países menos desarrollados. Asimismo, los fondos para la adaptación provenientes del financiamiento de inicio rápido (fast start), deberán priorizarse para los países en desarrollo más vulnerables, es decir, para los SIDs, LDCs y países africanos.

Sin embargo, en materia de mitigación, los Acuerdos de Cancún definieron toda una serie de nuevos compromisos y cargas adicionales para los países en desarrollo. Tal es el caso de sus comunicaciones nacionales de cambio climático, las cuales deberán presentarse oficialmente cada 4 años, incluyendo todos los estudios científico-técnicos que sustentan los escenarios climáticos, ambientales y socioeconómicos, las evaluaciones de vulnerabilidad e impactos del cambio climático, y los arreglos nacionales para cumplir la CMNUCC. Asimismo, deberán actualizar y presentar oficialmente sus inventarios nacionales de GEI (INGEI) cada 2 años, y someterlos a un mecanismo de consulta y análisis internacional (ICA). Las NAMAs deberán desarrollarse e implementarse con o sin cooperación internacional, y en caso de requerirse financiamiento internacional, deberán documentarse oficialmente en un registro internacional y someterse a un régimen internacional de monitoreo, informe y verificación (MRV).

## La planeación de la adaptación

En el ámbito nacional, los gobiernos de los países del CA-4 deberán cumplir con sus compromisos en virtud del Art. 4.1(a) de la CMNUCC, el cual estipula que todas las partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus

circunstancias nacionales, deberán: formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático, y medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático.

Para cumplir los compromisos vigentes y los nuevos adoptados en Cancún, los países del CA-4 se enfrentan a nuevos retos que demandarán esfuerzos y cargas adicionales para enfrentarlos; lo cual implicaría la reorientación de los escasos recursos y capacidades nacionales hacia otras actividades, en detrimento de la adaptación y otras prioridades nacionales. Sobre esa base, y considerando el ciclo de formación de las políticas públicas, los países deberán asumir lo siguiente: (a) desarrollar e implementar estrategias nacionales y regionales de cambio climático que definan los objetivos a lograr en congruencia con el objetivo último de la CMNUCC; (b) definir y adoptar marcos nacionales y regionales de políticas públicas ante el cambio climático, que faciliten la implementación de las estrategias; (c) desarrollar los instrumentos de ejecución de los marcos de política, tales como: institucionalidad, mecanismos científico-técnicos, medidas económico-financieras, medidas jurídico-legales, instrumentos de gestión, incluyendo planes, programas, proyectos y medidas, y mecanismos de fomento, organización y participación social.

Dada la gravedad del problema del cambio climático para la región centroamericana, en términos de su alta vulnerabilidad climática y de las crecientes amenazas e impactos climáticos, debido al aumento del ritmo y magnitud del cambio climático, y en virtud de los compromisos vigentes ante la CMNUCC; los gobiernos deberán iniciar y profundizar el desarrollo sistemático de toda la información científico-técnica para sustentar sus políticas, programas, proyectos y medidas de adaptación y mitigación, a fin de dotarse de los PANAs y

<sup>16</sup> El grupo LDCs está constituido por 51 estados (<http://www.unohrrls.org/en/ldc/related/62>, consultado el 8 de abril de 2011), siendo la gran mayoría países africanos y solamente Haití pertenece a América Latina. La lista es actualizada cada 3 años por el Consejo Económico y Social de las NU (ECOSOC)



de las NAMAs en cumplimiento a sus nuevos compromisos bajo los Acuerdos de Cancún, y a la vez asegurando la sinergia entre la adaptación y la mitigación, con prevalencia de la adaptación.

Los compromisos referidos más relevantes son: (1) actualización de los INGEIs cada 2 años y su sometimiento oficial para ICA; (2) desarrollo de comunicaciones nacionales de cambio climático cada 4 años, incluyendo los INGEI, los escenarios de cambio climático, ambientales y socioeconómicos, evaluaciones de vulnerabilidad e impactos del cambio climático en los diferentes sistemas naturales y humanos prioritarios, análisis de las opciones y costos de la adaptación, los PANAs, análisis de opciones y costos de mitigación, las NAMAs (incluyendo las opciones de REDD como parte del sector UTCUTS), análisis de las necesidades de tecnologías de adaptación y mitigación, entre otros arreglos nacionales para el cumplimiento de la CMNUCC; (3) sometimiento oficial de las NAMAs a un registro internacional, en caso se requiera gestionar apoyo financiero para su ejecución; (4) sometimiento de los PANAs al Comité de Adaptación para asesoría técnico-administrativa previa gestión de recursos financieros ante la ventanilla de adaptación que eventualmente se estaría creando bajo el Fondo Verde del Clima.

El cumplimiento de los compromisos referidos, requiere de capacidades humanas y de recursos técnicos y financieros para su implementación, para lo cual los países del CA-4 podrían gestionar y eventualmente obtener financiamiento total o parcial en el marco de la CMNUCC. Para tal efecto, los países podrían optar por: (1) gestionar financiamiento ante el Fondo de Adaptación bajo el PK para el desarrollo e implementación de los PANAs; (2) gestionar financiamiento ante el Fondo Verde del Clima para la ejecución de las NAMAs, incluyendo REDD-plus, y eventualmente para otras acciones ante el cambio climático (ej.: educación, capacitación). En el caso de que en la COP-17 en Durban, si se adoptara un nuevo mecanismo de mercado de carbono bajo la CMNUCC el cual podría

financiar las NAMAs, se abriría dicha opción para aquellos países que voluntariamente así lo desearan. En esa misma línea, los países podrían participar voluntariamente en la ejecución de proyectos bajo el MDL del PK, a fin de buscar financiamiento para algunas de las medidas de mitigación de sus NAMAs.

Para fortalecer la adaptación, en virtud de lo adoptado en los Acuerdos de Cancún y de la CMNUCC, los países del CA-4 deberían realizar las acciones siguientes:

1. Planificar, priorizar e implementar acciones de adaptación, incluyendo proyectos, programas y acciones identificadas en las estrategias y planes de adaptación nacionales y subnacionales (PANAs); comunicaciones nacionales, evaluaciones de las necesidades tecnológicas y otros documentos relevantes planeación nacional;
2. Evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación, incluyendo evaluaciones de las necesidades financieras y evaluaciones económicas, sociales y ambientales de las opciones de adaptación;
3. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y habilitación de los entornos nacionales para la adaptación, incluyendo el desarrollo resiliente al clima y la reducción de la vulnerabilidad;
4. Mejoramiento de la resiliencia de los sistemas socioeconómicos y ecológicos, mediante la diversificación económica y el manejo sostenible de los recursos naturales;
5. Fortalecimiento de las estrategias de reducción del riesgo por desastre relacionadas con el cambio climático, considerando el Marco de Acción de Hyogo, así como sistemas de alerta temprana, manejo y evaluación del riesgo; y siempre que sea apropiado, mecanismos de intercambio y transferencia del riesgo, tales como seguros, en el nivel local, nacional, subregional y regional;
6. Medidas para fortalecer la comprensión, coordinación y cooperación en relación a los desplazamientos, migraciones y reubicaciones de las poblaciones humanas,



en los niveles nacional, regional e internacional;

7. Investigación, desarrollo, demostración, difusión, despliegue y transferencia de tecnologías, prácticas y procesos, y creación de capacidades para la adaptación, con miras a promover el acceso a las tecnologías, particularmente en los países en desarrollo;
8. Fortalecimiento de los sistemas de datos,

información y conocimiento, así como de la educación y concienciación de las sociedades;

9. Mejoramiento de la investigación relacionada con el clima y de la observación sistemática para la recolección de datos, registro, análisis y modelación, para proveer al nivel nacional y regional decisorio de datos e información relacionados con el clima.

### **3.3. Los marcos de política vigentes para la adaptación en el ámbito regional y nacional**

La adaptación al cambio climático puede ser de naturaleza autónoma o planificada. La adaptación autónoma o espontánea, es aquella que no constituye una respuesta conciente o premeditada a los estímulos climáticos, sino que es desencadenada por cambios ecológicos en los sistemas naturales o por cambios en el bienestar de los sistemas humanos. La adaptación planificada es el resultado de una decisión de política deliberada, basada en la conciencia de que las condiciones han cambiado o están a punto de cambiar, y que la acción es requerida para retornar, mantener o lograr el estado deseado. La adaptación además puede ser anticipada o proactiva, cuando tiene lugar antes de que los impactos del cambio climático sean observados (AR4 2007c).

En virtud de los compromisos asumidos ante la CMNUCC y el PK, y sobre la base del principio de precaución, los gobiernos tienen el compromiso de adoptar estrategias, políticas y medidas de adaptación planificada, incorporándola en el marco de políticas públicas y agenda nacional prioritaria. Para tal efecto, los países del CA-4 deberán fortalecer sus marcos de políticas, incorporando la adaptación, tanto en el ámbito regional, como nacional, sectorial, municipal y local. Para asegurar la efectividad de la adaptación, los gobiernos deberán identificar los factores generadores de riesgos y vulnerabilidades climáticas, particularmente aquéllos provenientes de las políticas públicas mismas, a fin de buscar la coherencia y consistencia entre las diferentes políticas públicas, ya sea en el ámbito nacional, como en

el regional e internacional. Asimismo, los marcos de política deberán asegurar la sinergia entre la adaptación y la mitigación, ya que las medidas de respuesta encaminadas a la mitigación del cambio climático, no deberían generar efectos adversos que aumenten las vulnerabilidades climáticas o conduzcan a la desadaptación de los sistemas naturales o humanos.

Por consiguiente, los gobiernos deberán evaluar sus políticas públicas y modificar aquéllas que generen o aumenten las vulnerabilidades o provoquen desadaptación climática; y al mismo tiempo, deberán incorporar nuevas políticas y medidas que faciliten el logro de los objetivos definidos en la Estrategia Regional ante el Cambio Climático, ERCC (CCAD, 2010), o en sus estrategias nacionales para enfrentar el cambio climático. Los objetivos básicos de cualquier estrategia ante el cambio climático deberían enfocarse en: (a) la reducción de la vulnerabilidad climática, mediante políticas y medidas que favorezcan el aumento de la resiliencia y de la capacidad de adaptación; y (b) la incidencia política efectiva dentro del proceso multilateral de la CMNUCC, para frenar el ritmo y magnitud de la amenaza climática, mediante la presión política sobre los países desarrollados para que asuman metas cuantificadas ambiciosas de reducción de sus emisiones, en línea con los criterios científicos.

Dado que los países del CA-4 son miembros del SICA, la evolución de sus marcos normativos socioambientales y económicos se ha visto de alguna manera influenciada por la dinámica



regional. Los espacios políticos, tales como consejos de ministros o cumbres presidenciales, han contado con el apoyo técnico de las tres secretarías del subsistema ambiental del SICA, a saber: la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) y el Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales (CEPREDENAC), las cuales han facilitado la armonización del ámbito regional con el internacional, en lo que respecta al abordaje y tratamiento de los problemas socioambientales, y han apoyado en la movilización de recursos para acciones de intervención convergentes entre los países de la región. Tal es el caso de las políticas y leyes nacionales forestales y de medio ambiente, y de las leyes y reglamentos nacionales de protección de la vida silvestre y áreas protegidas; y más recientemente, las leyes generales de agua, las leyes de ordenamiento ambiental y territorial, y la Política Centroamericana de Gestión Integrada de Riesgos (PCAGIR). En el ámbito regional se ha estado promoviendo la adopción de un convenio regional de agua, el cual podría constituirse en un marco orientador y facilitador para la génesis de una nueva generación de leyes generales de agua en los países, que respondan a las condiciones, prioridades y retos actuales en materia de aseguramiento de la disponibilidad del agua en la calidad y cantidad requerida para los distintos usos y para los diferentes ecosistemas, bajo condiciones de cambio climático.

El avance del proceso multilateral de la CMNUCC ha propiciado el desarrollo de nuevos marcos normativos en el ámbito del SICA y dentro de los países miembros, incluyendo legislación e institucionalidad para el abordaje del tema del cambio climático; algunos de los cuales están en proceso de gestación o consulta (Cuadro 3.3.1). Es de hacer notar que a pesar de lo incipiente del proceso de formación del marco de políticas regional en materia de cambio climático (en término de estrategias, políticas y planes nacionales); todos los países ya están recibiendo financiamiento del Banco Mundial

(BM) en el marco del Mecanismo de Asociación del Carbono Forestal (FCPF), para desarrollar sus estrategias nacionales de REDD-plus, lo cual ha constituido un paso prematuro e incauto; ya que, por una parte, no se enmarcan en una estrategia nacional de cambio climático, y los países todavía no han definido sus PANAs y NAMAs, y por otra, en el proceso multilateral de negociaciones, todavía están pendientes de negociarse y adoptarse toda una serie de criterios y modalidades para la implementación de los esquemas REDD-plus (Aguilar y Soto 2010a-b).

En el caso de **Guatemala**, además de haberse dotado de la Política Nacional de Cambio Climático (MARN 2009), la cual fue adoptada por el presidente de la república en consejo de ministros, están en proceso de discusión de la iniciativa de ley marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de los GEI. Por otra parte, el tema de la adaptación al cambio climático ha sido incorporado en la estrategia institucional de cambio climático del consejo nacional de áreas protegidas, en el programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía, y en la política nacional para la gestión de la biodiversidad, la cual incluye una estrategia de protección de los componentes de la biodiversidad vinculada a los procesos de cambio climático y lucha contra la desertificación. De igual manera, a nivel del plan de trabajo de áreas protegidas se han priorizado acciones y áreas de humedales y costero marinas para el abordaje de la adaptación al cambio climático.

En cuanto a **Honduras**, la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático ya fue oficializada y divulgada durante la COP-16 en Cancún (2010), y están en proceso de consulta del plan de acción para su implementación. La estrategia nacional contempla desarrollar todo un marco de política ante el cambio climático, incluyendo una política específica de cambio climático y diversos instrumentos para su ejecución (SERNA 2010).



En el caso de **El Salvador**, la Ley de Medio Ambiente incorporó desde 1998, la obligación para el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de desarrollar un plan nacional ante el cambio climático, lo cual es retomado en el reglamento general de dicha ley. Asimismo, el Plan Nacional Quinquenal de Desarrollo 2010-2014 (GOES 2010) incluye dentro de las políticas públicas macroeconómicas y sectoriales, la política ambiental y de reducción de riesgos, conteniendo los principios y líneas de trabajo para reducir los riesgos socioambientales y el cambio climático. En lo que respecta a la incorporación de la adaptación en los marcos normativos e instrumentos de ejecución de las políticas, la estrategia forestal nacional incorpora plenamente el tema de la adaptación y mitigación del cambio climático. La política, informes nacionales y el programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía, destacan los efectos de la sequía en la producción agrícola y la seguridad alimentaria, y plantean la necesidad de la adaptación ante la sequía. Actualmente se observa una tendencia creciente al abordaje sinérgico entre la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático, siendo la expresión más palpable la reciente creación de la Secretaría de Asuntos de la Vulnerabilidad bajo la presidencia de la república, lo cual constituye una transición hacia un enfoque preventivo, que incluiría una reforma legal e institucional, absorbiendo a la actual dirección de protección civil, prevención y mitigación de desastres.

**Nicaragua** ya posee una Estrategia Nacional Ambiental y del Cambio Climático (MARENA 2010), la cual comprende 5 líneas estratégicas, siendo una de ellas la mitigación, adaptación y gestión del riesgo ante el cambio climático. Dicha estrategia incluye un Plan de Acción, definiendo las acciones y el financiamiento asignado para cada una de las 5 líneas estratégicas priorizadas. Asimismo, en 2009 fue adoptada la Ley de Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (La Gaceta, 2009), la cual constituye un instrumento normativo que

apunta a reducir la vulnerabilidad del sector agrícola y a favorecer la adaptación ante el cambio climático.

En lo que respecta a los instrumentos para la aplicación del marco de política en materia de cambio climático, los países presentan muchas similitudes en el diseño, aunque con diferentes grados de avance en cuanto al desarrollo y aplicación. Lo anterior, como resultado del proceso multilateral de la CMNUCC, cuya dinámica ha propiciado, facilitado y apoyado la definición y ejecución de las políticas y medidas para el abordaje de la adaptación y mitigación; mediante los mecanismos facilitadores y financieros, concebidos para tal fin. En materia de mecanismos facilitadores, los países han contado con el apoyo permanente del Programa de Apoyo a las Comunicaciones Nacionales, auspiciado principalmente por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) e implementado vía el PNUD. Dicho programa ha contribuido en gran medida al desarrollo de capacidades nacionales, humanas e institucionales, tanto científico-técnicas como en planeación de políticas, mediante capacitación, asesoría técnica, información técnico-metodológica, seguimiento, intercambios de experiencias y apoyo a la gestión financiera. Asimismo, los países han participado en el Programa de Trabajo de Nairobi, sobre vulnerabilidad, impactos y adaptación (2006-2010); y en el Programa de Trabajo de Nueva Delhi, sobre educación, sensibilización, concienciación y participación de las sociedades en el abordaje del cambio climático. En materia de adaptación, los países de la región participaron, a través de sus expertos nacionales, en el desarrollo de una importante herramienta metodológica para el abordaje de la adaptación, referida como Marco de Políticas de Adaptación (Lim et al 2008), la cual ha sido de gran utilidad para la orientación técnica y el tratamiento de la adaptación en los países en desarrollo.

En materia de financiamiento, los países han obtenido recursos del GEF, entidad que

actualmente opera el mecanismo financiero de la CMNUCC, ya sea para desarrollar sus comunicaciones nacionales de cambio climático, o para desarrollar y ejecutar programas y proyectos en el área operacional del cambio climático. Es de hacer notar que si bien es cierto el Fondo Especial de Cambio Climático, fue creado bajo la CMNUCC para financiar actividades de adaptación y mitigación, el cual es actualmente operado por el GEF; el financiamiento para la adaptación no ha sido la prioridad. El GEF se ha enfocado en los temas más vinculados a la mitigación (eficiencia energética, fuentes renovables de energía, actividades habilitadoras, incluyendo el fomento de la sinergia entre las diferentes convenciones multilaterales ambientales), y más recientemente, a la identificación de las necesidades de tecnología. Asimismo, el Fondo de Adaptación creado bajo el PK, ha aprobado las ideas de proyecto que dan inicio al proceso de gestión financiera, en el caso de Honduras, El Salvador y Nicaragua (Adaptation Fund 2010), para el desarrollo de proyectos en el área de la adaptación.

En lo que respecta a la institucionalidad, los países presentan una gran diversidad de instituciones, tanto en el ámbito nacional, como sectorial y local, así como diversos espacios interinstitucionales e intersectoriales de coordinación y consulta para la planeación, coordinación y ejecución de las acciones para enfrentar los retos del cambio climático. Tal es el caso de los comités nacionales de cambio

climático, las entidades que fungen como puntos focales ante la CMNUCC, el PK y el IPCC, los grupos o comités interinstitucionales, multisectoriales o intersectoriales de cambio climático, los consejos o grupos consultivos, las mesas específicas de cambio climático (ej.: indígenas, jóvenes, mujeres y campesinos) las entidades que fungen como enlaces nacionales ante el comité técnico regional de cambio climático bajo la CCAD, las entidades que fungen como enlaces ante la CRRH, CEPREDENAC y la OMM, entre otros organismos del ámbito nacional, regional e internacional.

A pesar de la existencia de un amplio marco legal e institucional regional bajo el SICA y de una gran diversidad de instrumentos para su aplicación (Cuadro 3.3.2), los problemas socioambientales han aumentado en ritmo, intensidad y amplitud, y por ende, en términos generales, la aplicación del marco normativo ha sido inefectiva, ya que la pérdida de biodiversidad ha continuado a todos los niveles, las tierras se continúan degradando, el agua contaminando y escaseando, los riesgos y efectos climáticos adversos aumentando, los humedales disminuyendo en extensión y calidad, las zonas costeras y marinas deteriorándose, los bosques reduciéndose y degradándose, y los incendios aumentando su frecuencia. Los efectos socioeconómicos del agravamiento de los problemas socioambientales han afectado la calidad y nivel de vida de las poblaciones humanas, así como las dinámicas socioeconómicas.

**Cuadro 3.3.1 Marcos normativos nacionales en materia de cambio climático del CA-4 y la región (SICA)**

País	Marco normativo	Estrategia oficial ante el cambio climático	Plan de Acción ante el cambio climático	Política marco de cambio climático	Ley de cambio climático	Inclusión del tema en normativa nacional/reg.	Espacios de planeación y coordinación sobre el tema <sup>(a)</sup>	Grupos científicos
Guatemala	☒	☒	☑	⌚	⌚	☑	☒	
Honduras	☑	⌚	⌚	⌚	☒	⌚	☒	
El Salvador	☒	⌚	☑	☒	☑	🔔	☒	
Nicaragua	☑	☑	☒	☒	⌚	🔔	☒	
América Central	☑	⌚	☒	☒	☒	☑	⌚	

Fuente: elaboración propia (a) creados específicamente para abordar el tema del cambio climático

- ☑ Adoptado(a) y en aplicación
- ⌚ En proyecto, proceso de creación, desarrollo o validación
- 🔔 Adoptado(a) o creado(a) pero inactivos
- ☒ No existe



La dinámica regional en el ámbito de la CCAD no necesariamente ha estado determinada o acoplada con las dinámicas nacionales, y la orientación de sus acciones ha estado fuertemente marcada por la visión y prioridades de la cooperación internacional y sus agencias. La institucionalidad regional ha priorizado la búsqueda de recursos para su funcionamiento, más allá de la necesaria apropiación nacional de los procesos de abordaje y tratamiento de los problemas sociales, ambientales y económicos, y de la pertinencia de las políticas y acciones regionales de intervención para la solución efectiva de los problemas, desde los intereses de los países, incluyendo el tema del cambio climático, la gestión del riesgo y los recursos hídricos, el desarrollo agrícola y rural, y la seguridad alimentaria y nutricional.

Es de hacer notar, que no ha existido el involucramiento apropiado, bajo un enfoque sinérgico, de las entidades que fungen como puntos focales nacionales de los temas socioambientales, en los procesos regionales de reforma institucional, ni en el desarrollo de la nueva normativa e instrumentos de aplicación más recientes, como es el Plan Plurianual del Subsistema Ambiental 2009-2011 (CCAD, 2009), el Plan de Acción para la Región Centroamericana 2010-2014, PARCA (CCAD, 2009), la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud 2009-2024, ERAS (CCAD, 2008), y la Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial 2010-2030, ECADERT (CAC 2010), entre otros. En el caso del desarrollo reciente de los instrumentos de política relacionados con el agua, como son la Estrategia Centroamericana para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos 2006-2016, ECAGIRH (CCAD, 2006), el Plan Centroamericano para el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos 2010-2012, PACAGIRH (CRRH, 2009) y la propuesta de Convenio Regional del Agua; no ha habido un involucramiento apropiado de los enlaces nacionales ante el CRRH, ni de los puntos focales de la Convención de Humedales. En esa misma línea, los puntos

focales de cambio climático no han tenido el involucramiento apropiado en el desarrollo de los instrumentos regionales siguientes: el Plan Regional de Reducción de Riesgos y Desastres 2006-2015, PRRD (CEPREDENAC, 2006); el recién finalizado Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental 2006-2010 (PREVDA); la Política Centroamericana de Gestión Integral del Riesgo, PCAGIR (CEPREDENAC, 2009); la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 (SICA, 2009); el proyecto regional de Impactos relacionados con el Clima en la Seguridad Nacional en México y Centroamérica, RUSI (CCAD, 2009); la Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental (EMSA) y su Plan de Acción 2010-2013 (CCAD, 2009); la Política Agrícola Centroamericana, PACA (CAC, 2008); la ERAS; la ECADERT y la Estrategia Centroamericana de Vivienda y Asentamientos Humanos 2009-2012 (Cuadro 3.3.2).

Los temas socioambientales han sido abordados y tratados sin coordinación ni sinergia entre las tres secretarías del Subsistema Ambiental del SICA, lo cual ha generado duplicación de esfuerzos, ineficiencia en la gestión y uso de los recursos y en el aprovechamiento de las capacidades regionales e ineffectividad en las acciones de intervención mediante los instrumentos de aplicación de los marcos normativos vigentes. Asimismo, no se ha fomentado el abordaje sinérgico entre la mitigación y la adaptación al cambio climático con prioridad de esta última, abriendo la posibilidad a que las iniciativas de mitigación prevalezcan sobre la adaptación y generen mayores vulnerabilidades y desadaptación climática. Tal es el caso de la promoción de los biocombustibles (ej.: PACA, ERAS, ECADERT, Estrategia Energética Sustentable Centroamericana, Programa Mesoamericano de Biocombustibles y ERCC) y de los pagos por servicios ambientales, incluyendo REDD-plus bajo esquemas de mercados de carbono (PACA, ERAS, ECADERT, EMSA y ERCC); lo cual constituye una amenaza adicional para



la producción agrícola de alimentos y para la seguridad alimentaria y nutricional, así como para el goce de las poblaciones rurales y pueblos originarios de sus derechos colectivos sobre la tierra. Tal cual está concebido el marco de políticas vigente bajo el SICA, las acciones para la adaptación y gestión del riesgo climático, se verían descompensadas o anuladas por las acciones de mitigación o aquéllas derivadas de las macropolíticas de liberalización económica que sustentan y orientan la PACA, la ERAS, la ECADERT, la EMSA y la Estrategia Energética Sustentable; y por ende, la vulnerabilidad climática del sector agrícola aumentaría y la adaptación podría ser inviable.

En materia de gestión del riesgo por desastres, el desarrollo y ejecución del marco normativo ha sido similar en los países, los cuales establecieron sus propios sistemas, leyes y fondos, para luego entrar en un proceso paulatino de armonización bajo el Marco Estratégico para

la Reducción de la Vulnerabilidad y Desastres en Centroamérica, la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD), la PCAGIR, el PRRD y el Plan Operativo 2010-2013 del CEPREDENAC. En el plano institucional, se han establecido: (a) comisiones nacionales vinculadas al CEPREDENAC, (b) sistemas nacionales que abordan el tema de la protección civil, prevención y mitigación de desastres, (c) plataformas nacionales de reducción de riesgos por desastres, entre otros. Sin embargo, a pesar de que en el alto nivel político-decisionario se ha adoptado y oficializado un abordaje sinérgico entre los temas y acciones de gestión del riesgo y cambio climático; hasta muy recientemente, ese planteamiento no había sido llevado a la práctica, ni en lo regional ni nacional. El abordaje integrado y sinérgico entre ambos temas constituye un reto prioritario e ineludible, para mejorar la efectividad de las políticas y acciones.

**Cuadro 3.3.2** Abordaje del cambio climático en el marco de algunas políticas socioambientales relevantes en el ámbito del SICA

Abordaje del cambio climático	Aborda el tema de la adaptación al cambio climático	Aborda el tema de la mitigación al cambio climático	La mitigación se enmarca y rige prioritariamente por la adaptación	Fortalece y asegura la continuidad de las políticas macroeconómicas vigentes <sup>(a)</sup>	Adopta como mecanismo central el pago por servicios ambientales, como los mercados de carbono <sup>(b)</sup>	Incorpora la gestión del riesgo, incluyendo los riesgos climáticos	Incorpora acciones para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional	Incorpora acciones para facilitar el acceso y uso de la tierra para la agricultura
Marco de políticas regional								
Política Agrícola Centroamericana 2008-2017 (PACA)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estrategia Regional Agroambiental y de Salud, ERAS 2009-2024 (CAC)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estrategia CA de Desarrollo Rural Territorial 2010-2030 ECADERT (CAC)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Estrategia Regional de Cambio Climático ERCC 2010 (CCAD)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plan Regional de Reducción de Desastres PRRD 2006-2015 <sup>(c)</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Política CA de Gestión Integral del Riesgo PCAGIR (2009) <sup>(d)</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	<input checked="" type="checkbox"/>	NA	NA
Estrategia Energética Sustentable CA 2020 (2007)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estrategia CA para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos ECAGIRH 2006-2016	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plan CA para el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos, PACAGIRH 2010-2012	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Marco de políticas regional	Abordaje del cambio climático	Aborda el tema de la adaptación al cambio climático	Aborda el tema de la mitigación al cambio climático	La mitigación se enmarca y rige prioritariamente por la adaptación	Fortalece y asegura la continuidad de las políticas macroeconómicas vigentes <sup>(a)</sup>	Adopta como mecanismo central el pago por servicios ambientales, como los mercados de carbono <sup>(b)</sup>	Incorpora la gestión del riesgo, incluyendo los riesgos climáticos	Incorpora acciones para contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional	Incorpora acciones para facilitar el acceso y uso de la tierra para la agricultura
Estrategia CA de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2009-2012, SISCA y CCVAH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>(e)</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plan Ambiental de la Región CA 2010-2014 PARCA (CCAD)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plan Plurianual del Subsistema Ambiental 2009-2011	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estrategia Forestal Regional CA, EFCA (2010) y Plan de Acción 2005-2025	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental 2010-2013 (EMSA)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: elaboración propia sobre la base de la información disponible en los portales del SICA y vinculados, <http://www.sica.int>, <http://www.sica.int/ccad>, <http://www.sica.int/cepredenac>, <http://www.sica.int/cac>

- (a) De corte neoliberal: sustentadas en la liberalización comercial, desregulación económica y reducción del papel de la administración pública
- (b) Basados en la valorización económica de la naturaleza, su dinámica y las funciones ecosistémicas, y incluyendo su comercialización y los mercados de carbono, entre otros
- (c) El PRRD plantea lineamientos generales sobre la incorporación de la gestión del riesgo en el marco normativo regional y nacional (legislación, planes, programas y acciones públicas) y el aumento de la resiliencia de las poblaciones humanas; sin hacer referencia específica al cambio climático ni a las medidas de respuesta en términos de mitigación o adaptación
- (d) La PCAGIR plantea lineamientos generales sobre la incorporación de la gestión del riesgo en todas las fases del ciclo de las políticas públicas y sus instrumentos de aplicación, y promueve el abordaje e implementación sinérgico de: ERCC, PARCA, ERAS, ECAGIRH, PCAGIRH y PRRD. Sin embargo, no hace alusión explícita al cambio climático, ni a estrategias o medidas de adaptación en particular.
- (e) La gestión del riesgo es abordada de manera genérica, con énfasis la fase durante y post desastres, y no aborda de manera explícita los impactos actuales y potenciales del cambio climático sobre los asentamientos humanos (ej.: viviendas, equipos e infraestructura vial, socioeconómica); reconociendo la importancia de desarrollar una estrategia regional de ordenamiento territorial, pero sin incorporar medidas ni indicadores para su abordaje e implementación
- Si
- No
- NA No aplica
- CA Centroamericano(a)



### 3.4. Criterios y lineamientos estratégicos para la adaptación en la agricultura, y en la seguridad alimentaria y nutricional

#### Principios y criterios para la implementación de la adaptación

El abordaje de la adaptación planificada por parte de los gobiernos, deberá realizarse fundamentalmente en el marco de los principios y estipulaciones de la CMNUCC; los cuales deberán orientar y regir las estrategias, planes, programas y medidas nacionales para viabilizar e implementar la adaptación de manera oportuna y apropiada. A fin de facilitar lo anterior, los Acuerdos de Cancún establecen el Marco de Adaptación de Cancún, el cual retoma y desarrolla los tres principios básicos de la CMNUCC, a saber: (1) precaución, considerando que el sistema climático es complejo y que cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certeza científica como razón para posponer las medidas de respuesta; (2) equidad, incluyendo las dimensiones socioeconómica, geográfica e intergeneracional, y (3) el que contamina paga, referido a la responsabilidad histórica y actual de los países desarrollados en los niveles de concentraciones acumuladas de GEI en la atmósfera terrestre. La aplicación integrada de dichos principios, sustenta uno de los criterios primordiales de la CMNUCC, referido a las responsabilidades comunes pero diferenciadas, considerando las necesidades específicas y capacidades respectivas de los países en desarrollo.

Otro de los criterios importantes a considerar en la aplicación de políticas y medidas de mitigación y adaptación, es el aseguramiento de la sinergia entre ambos tipos de medidas de respuesta al cambio climático; lo cual significa que los esfuerzos mundiales de mitigación no deberán generar desadaptación sino propiciar la adaptación, ni acrecentar la vulnerabilidad climática. En el caso de los países en desarrollo altamente vulnerables, los esfuerzos para la adaptación deberán prevalecer sobre los dedicados a la mitigación, en términos de capacidades humanas y recursos materiales y financieros dedicados a tal fin.

La CMNUCC establece que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberán ser eficaces en función de los costos, para asegurar beneficios mundiales al menor costo posible. A lo largo de los 15 años del proceso multilateral bajo la CMNUCC, dicha estipulación ha sido interpretada y aplicada de manera prevaleciente, bajo una óptica estrecha de tipo economicista, la cual considera al “mercado rector de la economía y sociedad”, planteándose que las mejores políticas y medidas de respuesta al cambio climático (mitigación y adaptación) deberían ser determinadas por la dinámica de los mercados, por ser los mecanismos más eficientes para la asignación de los recursos. Dentro del proceso multilateral de la CMNUCC y de todo el sistema de las NU la prevalencia de la racionalidad económica sobre la racionalidad ecológica se ha constituido en un paradigma incuestionable e institucionalizado. Sin embargo, más allá del criterio del costo-efectividad, la mitigación efectiva del cambio climático demanda reducciones de emisiones de GEI que sean adicionales (reales), permanentes (no biogénicas), apropiadas (meta agregada mundial en línea con el mejor conocimiento), sin desplazamientos de emisiones (fugas), mensurables y verificables (no basadas en supuestos).

Para que la adaptación sea viable para las sociedades humanas y ecosistemas más vulnerables, se requiere la adopción e implementación de una meta cuantificada agregada mundial de reducción de las emisiones de GEI, que establezca las concentraciones de dichos gases en la atmósfera a un nivel que no cause interferencias peligrosas al sistema climático. Dicha meta debería ser establecida sobre la base del mejor conocimiento científico y debería ser lograda mediante políticas y medidas de mitigación “efectivas”. Para tal efecto, no deberían adoptarse medidas aparentes, temporales, con fugas, inapropiadas, y cuya



mensurabilidad y verificación sean inviables; como es el caso de las medidas de mitigación del sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, y las actividades de REDD-plus en los países en desarrollo.

La planeación de la adaptación por parte de los gobiernos y sociedades de los países en desarrollo, deberá sustentarse en una estrategia de adaptación al cambio climático, cuyo objetivo fundamental sea la reducción de la vulnerabilidad climática; mediante un marco de políticas que propicien el aumento de la resiliencia y la capacidad de adaptación, y la contribución a la reducción del ritmo y magnitud de la amenaza del cambio climático antropogénico. Esto último, fundamentalmente a través de la incidencia política en el proceso multilateral de la CMNUCC. Asimismo, todas las políticas y medidas de adaptación y mitigación deberán fundamentarse y regirse en los principios y criterios básicos estipulados por la CMNUCC, los cuales fueron retomados por el Mandato de Bali y los Acuerdos de Cancún.

### **Lineamientos estratégicos para la adaptación efectiva ante el cambio climático**

De acuerdo al texto de los Acuerdos de Cancún, la adaptación en los países en desarrollo deberá ser dirigida e implementada desde su perspectiva y prioridades; incorporando la equidad de género, bajo un enfoque participativo y transparente, considerando los grupos, comunidades y ecosistemas vulnerables, y deberá orientarse sobre la base del mejor conocimiento científico disponible, y por el conocimiento ancestral y local, con miras a integrar la adaptación en las políticas y acciones relevantes de tipo social, económico y ambiental.

Sobre la base de los principios y criterios adoptados bajo el régimen internacional vigente, y los hallazgos científicos sobre las manifestaciones del cambio climático y la vulnerabilidad, los impactos y el potencial de adaptación en la región centroamericana; a continuación se proponen una serie de

lineamientos estratégicos, para orientar y viabilizar la adaptación del sector agrícola ante el cambio climático, priorizando la adaptación de las familias que cultivan granos básicos, y visibilizando las medidas que contribuyen a la equidad de género y etnicidad. Para tal efecto, se han identificado 3 objetivos estratégicos hacia los cuales debería apuntar el marco de política del sector agrícola ante el cambio climático, a saber: (1) lograr la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional de la población; (2) asegurar medios de sobrevivencia resilientes y adaptables a los cambios y variaciones del clima; y (3) lograr la sustentabilidad integral del sector agrícola. Los lineamientos estratégicos se han priorizado en función de su potencial de aumentar la resiliencia y la capacidad de adaptación del sector agrícola, con énfasis en las familias productoras de granos básicos; con la finalidad de contribuir al logro de los tres objetivos estratégicos para viabilizar la adaptación al cambio climático (Cuadro 3.4.1).

Asimismo, los lineamientos estratégicos se han agrupado de acuerdo a su naturaleza dentro de 6 tipos de mecanismos de implementación, a saber: mecanismos de gestión pública, científico-tecnológicos, normativos, educacionales, organizativos y económico-financieros. Los mecanismos de gestión pública incluyen estrategias, planes, programas, proyectos y medidas de fomento de la adaptación y mitigación. Los mecanismos científico-tecnológicos abarcan todas las fases del ciclo tecnológico, desde la innovación y desarrollo (I+D), hasta la difusión y despliegue, e incluyen el rescate y revalorización del conocimiento ancestral y empírico local. Los mecanismos normativos se refieren al marco jurídico-legal y a la institucionalidad pública y privada. Los mecanismos educacionales abarcan todos los tipos de educación, capacitación, sensibilización, información y concienciación de la sociedad. Los mecanismos organizativos tienen que ver con los diversos tipos de organización social, la participación en la toma de decisiones y la incidencia política. Los mecanismos económico-financieros abarcan las diferentes modalidades y prácticas encaminadas a aportar los recursos



materiales y financieros apropiados, accesibles y oportunos para viabilizar la adaptación desde los niveles locales y sectoriales hasta

los nacionales y regionales (SICA). Todos los mecanismos deberán incorporar la equidad de género y etnicidad.

**Cuadro 3.4.1** Esquema de la estrategia de adaptación al cambio climático del sector agrícola

Propósito	Objetivos estratégicos	Objetivos Específicos	Lineamientos estratégicos para 6 tipos de instrumentos de implementación					
			A	B	C	D	E	F
Reducir la vulnerabilidad climática del sector agrícola, especialmente de las familias productoras de granos básicos, con equidad de género y etnicidad	1. Lograr la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional de la población	1.1. Asegurar la disponibilidad de los alimentos	Mecanismos de gestión pública, incluyendo estrategias, planes, programas, proyectos y medidas de fomento de la adaptación y mitigación	Mecanismos científico-tecnológicos, incluyendo todas las fases del ciclo tecnológico y el rescate y revalorización del conocimiento ancestral y empírico local	Mecanismos normativos, referidos al marco jurídico-legal y a la institucionalidad pública y privada	Mecanismos educacionales abarcando todos los tipos de educación, capacitación, sensibilización, información y concienciación	Mecanismos organizativos incluyendo los diversos tipos de organización social, la participación en la toma de decisiones y la incidencia política	Mecanismos económico-financieros abarcando las diferentes modalidades y prácticas encaminadas a aportar los recursos materiales y financieros apropiados
		1.2. Asegurar el acceso continuo a los alimentos						
		1.3. Asegurar la utilidad biológica de los alimentos						
		1.4. Asegurar la adecuación de los alimentos						
	2. Asegurar medios de sobrevivencia resilientes y adaptables a los cambios y variaciones del clima	2.1. Optimizar los sistemas agrícolas						
		2.2. Mejorar fases del ciclo productivo de los cultivos						
		2.3. Entornos favorable en etapas del ciclo Económico						
	3. Lograr la sustentabilidad integral del sector agrícola	3.1. Política social agrícola efectiva						
		3.2. Política ambiental agrícola efectiva						
		3.3. Política económica agrícola efectiva						

A continuación se presenta en el Cuadro 3.4.2 el esquema integrado indicativo de todo el conjunto de lineamientos estratégicos; y en los Cuadros 3.4.3 a 3.4.8, se detallan los lineamientos estratégicos propuestos para cada objetivo específico y estratégico.

**Cuadro 3.4.2. Esquema integrado del marco de política para la adaptación efectiva del sector agrícola ante el cambio climático**

Objetivos Estratégicos		Instrumentos de política	Indicadores	Lineamientos estratégicos para cada instrumento de implementación de la adaptación				
				De gestión pública	Científico-tecnológicos	Normativos	Educacionales	Organizativos
Seguridad y soberanía alimentaria y nutricional	Disponibilidad de los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción de alimentos</li> <li>Importación de alimentos</li> <li>Balanza comercial de alimentos</li> <li>Ayuda alimentaria</li> </ul>	Ver detalle en Cuadro 3.4.2	Ver detalle en Cuadro 3.4.3	Ver detalle en Cuadro 3.4.4	Ver detalle en Cuadro 3.4.5	Ver detalle en Cuadro 3.4.6	Ver detalle en Cuadro 3.4.7
	Acceso a los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pobreza rural</li> <li>Irrigación u otras tecnologías</li> <li>Precios de los alimentos</li> </ul>						
	Utilización biológica de los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subnutrición y desnutrición</li> <li>Mortalidad de niños &lt; 5 años</li> <li>Acceso a agua segura</li> </ul>						
	Adecuación de los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso al saneamiento</li> <li>Uso de fertilizantes/plaguicidas</li> <li>Principales productos consumidos</li> </ul>						
Medios de supervivencia resilientes y adaptables a l cambio climático	Sistemas productivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monocultivos y policultivos</li> <li>Agricultura extensiva/intensiva</li> <li>Uso intensivo de agroquímicos</li> </ul>						
	Fases del ciclo Productivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selección de las semillas</li> <li>Preparación de tierra y siembra</li> <li>Cosecha, almacenaje y venta</li> </ul>						
	Etapas del ciclo económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción agrícola(primaria) y agroindustria (secundaria)</li> <li>Comercialización, transporte y mercados</li> <li>Consumo y distribución riqueza</li> </ul>						
Sustentabilidad integral del sector agrícola	Política social agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad de vida</li> <li>Medios de sobrevivencia</li> <li>Acceso a recursos naturales</li> <li>Derechos sobre la tierra y agua</li> </ul>						
	Política ambiental agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustentabilidad ambiental y social</li> <li>Ordenamiento ambiental</li> <li>Manejo sustentable de tierras</li> </ul>						
	Política económica agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oferta de bienes y servicios agrícolas</li> <li>Producción agrícola con equidad social y sustentabilidad</li> </ul>						



### Cuadro 3.4.3. Lineamientos estratégicos de adaptación en el sector agrícola para los instrumentos de gestión pública

#### A. Lineamientos estratégicos (1)

Seguridad y soberanía alimentaria y nutricional	<b>1.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir e implementar una política nacional de soberanía alimentaria, que fomente y priorice la producción nacional bajo condiciones de cambio climático, limite las importaciones y minimice la ayuda alimentaria exterior, convirtiendo o manteniendo una balanza comercial de alimentos positiva (exportaciones &gt; importaciones), incluyendo un plan de acción nacional</li> <li>Establecer programas gubernamentales de incentivos para el aprovechamiento óptimo y sostenible de las tierras agrícolas y el mejoramiento de su productividad, para la producción de alimentos, incorporando la equidad de género y etnicidad, considerando las manifestaciones del cambio climático</li> <li>Establecer programas de asistencia técnica y capacitación para el aumento de la producción nacional de alimentos, mediante el fomento de sistemas, tecnologías y buenas prácticas para el manejo integrado y sostenible de los cultivos, tierras y agua, para favorecer la adaptación al cambio climático</li> </ul>
	<b>1.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir e implementar un programa de fomento de la inversión rural, encaminado a generar un entorno que propicie nuevas y diversas oportunidades de medios de sobrevivencia para las familias que cultivan granos básicos y alimentos clave para la seguridad y soberanía alimentaria nacional, con énfasis en la equidad de género y etnicidad, y en el marco de estrategias de adaptación al cambio climático</li> <li>Establecer programas gubernamentales para el fomento de sistemas, tecnologías y buenas prácticas de producción y conservación de agua, incluyendo la irrigación a escala familiar o comunitaria, mediante capacitación, asistencia técnica, organización para el manejo del agua, y financiamiento, en el marco de los planes y políticas nacionales de seguridad y soberanía alimentaria para la adaptación al cambio climático</li> <li>Definir una política integrada de regulación de los precios de alimentos, la cual defina mecanismos diversos apropiados y efectivos, que incidan en el nivel de los precios de los alimentos evitando su alza, incluyendo medidas tarifarias, arancelarias, subsidios, impositivas (ej.: al valor agregado), regulatorias, sancionatorias, facilitadoras (ej.: incentivos)</li> </ul>
	<b>1.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir, adoptar e implementar una estrategia nacional de seguridad alimentaria y nutricional, incluyendo un plan de acción integral y presupuesto asignado, a fin de reducir los niveles de subnutrición, desnutrición, mortalidad y morbilidad infantil y materna, por deficiencias nutricionales, considerando los efectos adversos del cambio climático sobre la salud humana</li> <li>Fortalecer e implementar los programas, planes y proyectos encaminados a la conservación, captación, manejo sostenible y acceso al agua segura, en términos de calidad y cantidad, en el marco de políticas de protección y manejo sustentable de los ecosistemas fluviales bajo condiciones de cambio climático</li> <li>Definir e implementar un programa de adaptación ante los impactos del cambio climático sobre la salud humana, y diseño del marco de política para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones humanas a los cambios y variaciones del clima, considerando las diferencias asociadas al género, etnicidad, sector de actividad productiva, nivel de pobreza y condiciones territoriales específicas</li> </ul>
	<b>1.4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir y desarrollar o fortalecer programas de optimización de los sistemas productivos, en términos de la eficiencia en el uso de los recursos y sostenibilidad ambiental, incluyendo la adaptación y mitigación al cambio climático, y la adopción de tecnologías y buenas prácticas agrícolas, culturalmente apropiadas, incluyendo las prácticas ancestrales pertinentes, y que contribuyan al saneamiento ambiental, mediante el manejo sustentable de los desechos y la reducción del uso de agroquímicos</li> <li>Definir y desarrollar programas y planes de acción encaminados a mejorar la calidad ambiental de los territorios, incluyendo tierras agrícolas, asentamientos humanos y ecosistemas, mediante la eliminación de las fuentes y reducción de los niveles de contaminación del aire, tierra y agua, y el mejoramiento y ampliación de la cobertura de los servicios de saneamiento</li> <li>Definir e implementar programas de fomento de los cultivos nacionales que tradicionalmente han constituido la base alimenticia y nutricional en los distintos territorios, mediante el rescate de las especies con mayor capacidad de adaptación climática, y el mejoramiento y promoción de las dietas alimenticias asociadas</li> </ul>

## A. Lineamientos estratégicos (2)

<b>Medios de sobrevivencia resilientes y adaptables</b>	<b>2.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar una política de diversificación y sostenibilidad ambiental de la producción agrícola, a fin de reducir la vulnerabilidad a las variaciones y cambios climáticos, ambientales y económicos, promoviendo los sistemas de policultivos, como la agroforestería; rescatando y revalorizando las especies nativas mejor adaptadas al clima local; restaurando y protegiendo la vegetación, tierras, suelo, agua y ecosistemas, bajo un enfoque de agricultura sostenible que incorpore el conocimiento ancestral y local</li> <li>• Diseñar e implementar programas de capacitación y asistencia técnica, para la optimización de los sistemas productivos, priorizando aquéllos que constituyen la base alimenticia y nutricional, mediante el mejoramiento genético natural, la protección de los cultivos, y la adopción de tecnologías, insumos y buenas prácticas de manejo (reducción de agroquímicos), que contribuyan a la adaptación al cambio climático. Lo anterior, incorporando de manera proactiva a las mujeres y pueblos originarios</li> </ul>
	<b>2.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de programas de capacitación, asistencia técnica y financiera para las familias productoras de granos básicos u otros alimentos, incluyendo a las mujeres y pueblos originarios; para el fomento de sistemas productivos, tecnologías y buenas prácticas en todas las fases del ciclo de los cultivos, que contribuyan al aumento de la resiliencia y capacidad de adaptación de los cultivos y familias rurales, campesinas, pueblos originarios y comunidades afro-descendientes ante el cambio climático</li> </ul>
	<b>2.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir e implementar programas y planes de producción agrícola más limpia y que contribuya a la calidad ambiental, incluyendo la adaptación a los efectos del cambio climático, mediante el fomento de sistemas, tecnologías y buenas prácticas que prevengan la contaminación y conserven la biodiversidad, en el marco de un ordenamiento ambiental de los territorios rurales y urbanos</li> <li>• Definir e implementar programas de fomento a la comercialización y priorización de los mercados locales, apoyando la difusión y venta local de los bienes y servicios agrícolas, y desincentivando su circulación a largas distancias, en el marco de la mitigación al cambio climático en el sector transporte, y de una política nacional de soberanía alimentaria</li> <li>• Definir e implementar programas de fomento al consumo consciente y responsable con el entorno socio-ambiental, mediante la incentivación de patrones de consumo de protección y conservación de los recursos, prevención de la contaminación y adaptación al cambio climático</li> <li>• Definir e implementar políticas y medidas encaminadas a la distribución más equitativa de la riqueza generada en el sector agrícola, mediante mecanismos regulatorios que modifiquen las brechas entre los distintos niveles de ingresos, redistribuyéndolos equitativamente entre los distintos agentes económicos que contribuyen a su generación (ej.: modificando los niveles de ganancias y salariales)</li> </ul>
<b>Sustentabilidad integral del sector agrícola</b>	<b>3.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir e implementar una política social agrícola cuyo propósito busque contribuir al mantenimiento y mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones humanas, mediante programas y medidas que generen medios de sobrevivencia apropiados para la población rural, y que aseguren el acceso equitativo a los recursos naturales y el respeto a los derechos sobre la tierra de los pueblos originarios, tales como el acceso, uso, usufructo y tenencia de la tierra</li> </ul>
	<b>3.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir e implementar una política ambiental agrícola cuyo propósito se fundamente en contribuir a la sustentabilidad ambiental de los ecosistemas, asentamientos humanos y producción agrícola; mediante el ordenamiento ambiental de los territorios, y el manejo sustentable de las tierras agrícolas, sobre la base de los umbrales críticos de la dinámica natural y asegurando el acoplamiento entre la dinámica social y natural</li> </ul>
	<b>3.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir e implementar una política económica agrícola cuyo propósito se sustente en la satisfacción de las necesidades de bienes y servicios agrícolas de las poblaciones humanas, contribuyendo a la producción, circulación y consumo de bienes y servicios agrícolas, y a la generación de riqueza en el sector, incorporando la equidad social, incluyendo el género y la etnicidad, y la sustentabilidad ambiental para facilitar la adaptación al cambio climático</li> </ul>

### Cuadro 3.4.4. Lineamientos estratégicos de adaptación en el sector agrícola para los instrumentos científico-tecnológicos

#### B. Lineamientos estratégicos

Seguridad y soberanía alimentaria y nutricional	1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar programas de investigación para evaluar la vulnerabilidad e impactos observados y potenciales del cambio climático en los distintos subsectores y rubros del sector agrícola, priorizando los cultivos básicos para la seguridad alimentaria y nutricional; incluyendo propuestas de estrategias, tecnologías y buenas prácticas agrícolas para aumentar el rango de tolerancia climática (resiliencia) y la capacidad de adaptación de los cultivos y sistemas productivos ante el cambio climático, para asegurar que la producción nacional de alimentos satisfaga la demanda de alimentos</li> </ul>
	1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar una política nacional de fomento a la adopción de tecnologías agrícolas que favorezcan la adaptación a las variaciones y cambios del clima, para asegurar el acceso ininterrumpido a los alimentos; incluyendo el establecimiento de programas con presupuestos asignados, específicos para cada una de las etapas del ciclo tecnológico: IyD, difusión, transferencia y despliegue de las tecnologías. La política deberá incorporar las tecnologías ancestrales y locales que sean pertinentes para favorecer la adaptación climática</li> </ul>
	1.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar programas de investigación para evaluar los niveles de vulnerabilidad e impactos actuales y potenciales del cambio climático sobre la salud humana, incorporando los factores que inciden en los niveles de vulnerabilidad, tales como la condición de pobreza económica, los niveles de subnutrición y desnutrición en las mujeres y niños, y la ubicación y condiciones físicas de los asentamientos humanos y parcelas agrícolas; a fin de mejorar las estrategias de intervención en materia de salud pública y desarrollo rural integrado; considerando las oportunidades y limitantes derivadas de la PACA, ERAS, ECADERT, ERCC y PCGIR, entre otros instrumentos del marco de política regional bajo el SICA</li> </ul>
	1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar programas de IyD para el fomento de tecnologías que contribuyan al mejoramiento de la calidad ambiental bajo condiciones de cambio climático, para prevenir o reducir los efectos negativos sobre el saneamiento ambiental (ej: contaminación del agua subterránea y suelo, encharcamiento de vías de acceso, tierras agrícolas y asentamientos humanos, obstrucción de drenajes y canales) derivados de una mayor frecuencia de eventos extremos, tales como: inundaciones, tormentas tropicales y temporales</li> <li>Desarrollar programas de investigación sobre los valores nutricionales de las dietas alimenticias que han constituido tradicionalmente la base alimenticia y nutricional en los distintos territorios y países del CA-4, incorporando la dimensión cultural, salud pública y de adaptación de los cultivos a los factores ecológicos cambiantes; a fin de fomentar una dieta alimenticia nutritiva, inocua y culturalmente apropiada</li> </ul>
Medios de sobrevivencia resilientes y adaptables	2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar programas y proyectos de investigación, mediante el rescate de la tradición oral, sobre los beneficios socioambientales provenientes de los sistemas de policultivos ancestrales, a fin de rescatar, revalorizar y promover la adopción de los sistemas, tecnologías y buenas prácticas con mayor capacidad de adaptación ante las manifestaciones del cambio climático, basados en el conocimiento ecológico ancestral</li> </ul>
	2.2 y 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de programas y proyectos de investigación, mediante el rescate de la tradición oral, sobre el conocimiento y buenas prácticas ancestrales y locales, de las distintas fases del ciclo de los cultivos, visibilizando el papel que juegan las mujeres rurales en la gestión del riesgo y en las fases estratégicas de planeación de los cultivos y en la post-cosecha; y por ende, en la adaptación de los cultivos ante el cambio climático (ej.: selección, mejoramiento y manejo de las semillas y conservación del germoplasma)</li> <li>Desarrollo de programas de IyD encaminados al fomento de sistemas, tecnologías y buenas prácticas que faciliten la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo, en los diferentes subsectores y rubros de la producción agrícola, incluyendo la ganadería, forestería, acuicultura, apicultura y pesca</li> </ul>
	3.1 y 3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un modelo de desarrollo económico-social rural integral, encaminado al mejoramiento paulatino de la calidad de vida de los habitantes de los territorios rurales bajo condiciones de cambio climático, mediante el acceso equitativo y uso sostenible de los recursos naturales y productivos, bienes naturales y servicios ambientales, incluyendo el ejercicio de los derechos sobre la tierra de los pueblos originarios, y considerando las oportunidades y limitantes derivadas de la ECADERT, PACA y ERAS</li> </ul>
Sustentabilidad integral del sector agrícola	3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar propuestas técnicas de ordenamiento ambiental de los territorios, incluyendo la generación de criterios y recomendaciones que orienten el desarrollo de las actividades humanas y la gestión del riesgo, sobre la base de los umbrales críticos asociados a las dinámicas de los diferentes ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos, incluyendo el manejo sustentable de las tierras agrícolas, agua, aire, bosques y zonas costero marinas, bajo condiciones de cambio climático</li> </ul>

**Cuadro 3.4.5. Lineamientos estratégicos de adaptación en el sector agrícola para los instrumentos normativos**

<b>C. Lineamientos estratégicos</b>	
<b>Seguridad alimentaria y nutricional</b>	<p><b>1.1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar, aprobar o implementar de manera plena una ley de seguridad y soberanía alimentaria a fin de garantizar el derecho humano a la vida, incorporando la adecuación del marco de políticas públicas requerido para el mejoramiento de los indicadores de seguridad alimentaria y nutricional y establecidos en el SIRSAN (SICA)</li> </ul>
	<p><b>1.2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar en los marcos legales nacionales vigentes, los compromisos de los gobiernos de contribuir a la implementación efectiva de la CMNUCC, mediante estrategias, programas y medidas de adaptación para prevenir o reducir los efectos adversos del cambio climático; y la contribución a la mitigación</li> </ul>
	<p><b>1.3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Institucionalizar en los centros educativos y unidades de salud la capacitación y asesoría en seguridad alimentaria y nutricional, incorporando la promoción de la dieta alimentaria tradicional mejorada, y revalorizando los sistemas productivos de policultivos y crianza de animales, incluyendo los granos básicos</li> </ul>
	<p><b>1.4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer una normativa regional y nacional, y los instrumentos para su aplicación efectiva (ej.: institucionalidad, financiamiento) encaminada a la protección de la calidad de los alimentos, con énfasis en la prevención de los efectos nocivos en la salud humana; y al reconocimiento del valor nutritivo de los alimentos, para asegurar la adecuada nutrición a través de las dietas alimenticias</li> </ul>
<b>Medios de sobrevivencia resilientes y adaptables</b>	<p><b>2.1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Institucionalizar el fomento de la adaptación al cambio climático en las entidades públicas con mandato en la capacitación, asistencia técnica y financiamiento al sector agrícola; a fin de fortalecer las capacidades de los agricultores, priorizando a los productores de granos básicos; sobre las estrategias y medidas de adaptación más efectivas dentro de los diferentes sistemas productivos y fases del ciclo de los cultivos</li> </ul>
	<p><b>2.2</b></p>
	<p><b>2.3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar y adoptar al más alto nivel político-decisionario un Plan de Acción Nacional de Adaptación para el sector agrícola, sustentado en una estrategia de adaptación del sector ante el cambio climático, sobre la base de los resultados de evaluaciones de impactos y vulnerabilidad climática en los distintos subsectores y rubros relevantes por país, con énfasis en la adaptación de las familias productoras de granos básicos</li> </ul>
<b>Sustentabilidad integral del sector agrícola</b>	<p><b>3.1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y evaluar los factores generadores de vulnerabilidad y riesgos sociales en el sector agrícola, provenientes del diseño y aplicación del marco de políticas públicas vigentes, y definir políticas y medidas correctivas para eliminarlos y facilitar la adaptación al cambio climático, a nivel regional y nacional</li> </ul>
	<p><b>3.2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y evaluar los factores generadores de vulnerabilidad y riesgos ambientales en el sector agrícola, provenientes del diseño y aplicación del marco de políticas públicas vigentes, definir políticas y medidas correctivas para eliminarlos y facilitar la adaptación al cambio climático, a nivel regional y nacional</li> </ul>
	<p><b>3.3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y evaluar los factores generadores de vulnerabilidad y riesgos económicos en el sector agrícola, provenientes del diseño y aplicación de marco de políticas públicas vigentes, y definir políticas y medidas correctivas para eliminarlos y facilitar la adaptación al cambio climático, a nivel regional y nacional</li> </ul>
	<p><b>3.1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un proceso de evaluación y armonización de los objetivos estratégicos e instrumentos de ejecución de la PACA 2008-2017, la ERAS 2009-2024 y la ECADERT 2010-2030, que asegure su coherencia y consistencia con el propósito de reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático mediante la adaptación, considerando la ERCC 2010 y la PCAGIR 2009; a la luz de los efectos observados en el sector agrícola, como consecuencia de la aplicación de las macropolíticas económicas sustentadas en la desregulación económica y liberalización de los mercados, (ej.: tratados de libre comercio y acuerdos de asociación comercial)</li> </ul> <p><b>3.2</b></p> <p><b>3.3</b></p>



**Cuadro 3.4.6. Lineamientos estratégicos de adaptación en el sector agrícola para los instrumentos educativos**

<b>D. Lineamientos estratégicos</b>		
<b>Seguridad alimentaria y nutricional</b>	<b>1.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar programas de capacitación y campañas de información y sensibilización para los sectores empresariales productivos del sector agrícola, a fin de aumentar su conciencia y compromiso ambiental, mediante la búsqueda de la competitividad incorporando la dimensión socioambiental y la gestión del riesgo en las inversiones y procesos productivos, mediante la adopción de tecnologías y prácticas más limpias y menos vulnerables al cambio climático</li> </ul>
	<b>1.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer acuerdos regionales cooperativos, en el marco de esquemas de cooperación horizontal Sur-Sur, Norte-Sur o Triangular, para el diseño e implementación de programas de educación superior y técnico-superior para jóvenes de la región, encaminados a facilitar la adaptación de los sistemas agroalimentarios ante el cambio climático, a fin de asegurar la producción y el acceso continuo a la alimentación</li> </ul>
	<b>1.3</b> y	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar e implementar programas de sensibilización y concienciación, incluyendo campañas nacionales, regionales y locales, publicaciones, programas radiales y televisivos, en las distintas lenguas de la región, sobre: (1) salud nutricional y seguridad alimentaria, (2) la necesaria adecuación de los alimentos al contexto cultural de los países, y (3) el derecho de las personas a tener alimentación nutritiva e inocua</li> </ul>
	<b>1.4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar y adecuar el pènsum académico de los programas de educación formal, tanto en el nivel básico, como superior, en las asignaturas y carreras pertinentes, a fin de incorporar el tema de la salud nutricional, inocuidad de los alimentos, calidad ambiental y estilos de vida en armonía con el ambiente</li> </ul>
<b>Medios de sobrevivencia resilientes y adaptables</b>	<b>2.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer o fortalecer centros regionales o nacionales de educación, capacitación, sensibilización e información, para la promoción de sistemas, tecnologías y prácticas productivas que faciliten la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático, incluyendo el conocimiento ancestral y local pertinentes</li> </ul>
	<b>2.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar programas intensivos de formación y capacitación para funcionarios y técnicos de las entidades de la administración pública, para dotarlos de los conocimientos y recursos técnicos para evaluar la vulnerabilidad e impactos del cambio climático, y definir estrategias, planes y opciones para la adaptación al cambio climático, incorporando la gestión del riesgo, en los diferentes subsectores y rubros agrícolas</li> </ul>
	<b>2.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer centros y redes de información, análisis y promoción del conocimiento, a nivel comunitario, nacional y regional, enlazados a través de redes y mecanismos de comunicación, incluyendo el conocimiento ancestral y el uso de las distintas lenguas, a fin de mejorar la sustentabilidad económica y ambiental de las estrategias de sobrevivencia y fortalecer las agendas y acciones reivindicativas de las familias rurales dedicadas a la agricultura, pueblos originarios y comunidades afro-descendientes</li> </ul>
<b>Sustentabilidad integral del sector agrícola</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar procesos regionales y nacionales encaminados a la incorporación en los programas y pènsum de la educación formal, el conocimiento sobre los sistemas, tecnologías y buenas prácticas ancestrales que tengan buena capacidad de adaptación ante el cambio climático, basados en el conocimiento ecológico ancestral e incorporando la gestión del riesgo</li> </ul>
	<b>3.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer programas regionales de educación formal a nivel de grado y post-grado para fortalecer las capacidades regionales y nacionales en los conocimientos y aplicaciones de la economía agrícola, el desarrollo rural integral, la agricultura sostenible y disciplinas afines, incorporando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo; a fin de enfrentar apropiadamente los retos socioeconómicos y ambientales actuales y futuros, incluyendo la seguridad alimentaria y el mejoramiento de la calidad de vida</li> </ul>
	<b>3.2</b> y	
	<b>3.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseñar, desarrollar e implementar un programa regional, encaminado a fomentar el consumo más limpio, conciente y responsable, mediante acuerdos de cooperación entre el SICA e instancias educativas del nivel superior y técnico-superior, para fomentar la incorporación oficial de los principios, políticas y prácticas de la producción y consumo más limpios en las políticas administrativas, pènsum y programas formales académicos de investigación y proyección social de dichas entidades</li> </ul>

**Cuadro 3.4.7. Lineamientos estratégicos de adaptación en el sector agrícola para los instrumentos organizativos**

**E. Lineamientos estratégicos**

Seguridad alimentaria y nutricional	1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover y fortalecer la organización de las familias rurales productoras de granos básicos, incluyendo el desarrollo de una agenda reivindicativa, encaminada a asegurarse una vida digna con medios de sobrevivencia sostenibles, gestión del riesgo y adaptación al cambio climático; para el logro de la incorporación de sus necesidades, prioridades y propuestas en el marco de las políticas públicas, tanto en el ámbito nacional como regional; adoptando un posicionamiento ante la ECADERT, la ERAS, la PACA y la ERCC para realizar incidencia una política pertinente, oportuna y efectiva</li> </ul>
	1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover y fortalecer la organización de los pueblos originarios y etnias ancestrales productores de alimentos básicos, incluyendo el desarrollo de una agenda propia reivindicativa, que sustente su incidencia política y acciones, incorporando el derecho de acceso y uso de la tierra, la gestión del riesgo, la adaptación al cambio climático y el reconocimiento del derecho indígena internacional</li> </ul>
	1.3	
	1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover y fortalecer la participación informada y activa de las familias productoras de granos básicos, pueblos originarios y comunidades afro-descendientes, en los procesos nacionales de planeación, ejecución y seguimiento de las estrategias y planes nacionales y sectoriales (ej.: sector agrícola y salud) de adaptación ante el cambio climático, a fin de asegurar la incorporación de las medidas que reduzcan su vulnerabilidad e impactos climáticos sobre la base de sus necesidades, prioridades y propuestas</li> </ul>
Medios de sobrevivencia resilientes y adaptables	2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer la incidencia política ante los gobiernos en torno al cumplimiento de los derechos sociales relacionados con la creación de entornos favorables para el desarrollo de las actividades agrícolas de producción de alimentos básicos para la seguridad alimentaria y nutricional, mediante el desarrollo de programas de asistencia técnica, capacitación, crédito apropiado, IyD tecnológico e inversión pública en servicios básicos (ej.: agua, energía, saneamiento, educación, salud) e infraestructura social (unidades de salud, centros escolares y de capacitación) y productiva</li> </ul>
	2.2	
	2.3	
Sustentabilidad integral del sector agrícola	3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover y fortalecer las distintas formas organizativas de las familias productoras de granos básicos en el ámbito local y nacional y su vinculación a redes regionales e internacionales, para enfrentar de manera efectiva los retos socioeconómicos y ambientales, incluyendo la incorporación de la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático en los sistemas, tecnologías y prácticas agrícolas, desde la producción hasta la circulación, consumo y distribución de los beneficios generados por sus actividades agrícolas Fortalecer y consolidar las organizaciones y redes de pueblos originarios y comunidades afro-descendientes, a fin de enfrentar de manera más efectiva las amenazas y aprovechar las oportunidades del entorno socioeconómico y ambiental, optimizando la producción de alimentos dentro de los sistemas tradicionales de policultivos y fortaleciendo las tecnologías y prácticas agrícolas pertinentes, basadas en el conocimiento ecológico ancestral, incluyendo la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo</li> </ul>
	3.2	
	3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer la agenda reivindicativa de las familias rurales, incluyendo las productoras de granos básicos, pueblos originarios y comunidades afro-descendientes, en torno al respeto y cumplimiento de sus derechos colectivos de acceso, uso, usufructo y tenencia de la tierra y sus recursos, consignados en tratados y declaraciones internacionales y en el derecho internacional indígena</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer la organización económica de las familias dedicadas a la agricultura familiar campesina y a la agricultura comercial (orientada a los mercados) con el fin de: (1) competir en mejores condiciones en mercados nacionales, regionales e internacionales, (2) reducir los costos de transacción, (3) aprovechar las economías de escala, (4) mejorar las capacidades de negociación en los mercados de insumos de productos y servicios, (5) realizar incidencia política más efectiva, incluyendo la lucha por el acceso, uso y tenencia de la tierra, y la inversión pública en apoyo a la economía rural, y (6) incorporarse a redes internacionales para dar seguimiento y participar en los procesos multilaterales o bilaterales para la negociación, aplicación y evaluación de los tratados internacionales comerciales, tale como los tratados de libre comercio</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer la organización social de las familias dedicadas a la agricultura familiar campesina y a la agricultura comercial, con el fin de: (1) fortalecer la cooperación y ayuda mutua comunitaria, (2) realizar incidencia política más efectiva, incluyendo la lucha por la dotación, mejoramiento y ampliación de la cobertura de los servicios básicos de agua, energía, educación, salud, saneamiento y comunicaciones, y de la inversión pública en apoyo al área social en medio rural, y (3) incorporarse a redes internacionales para dar seguimiento y participar en los procesos multilaterales o bilaterales para la negociación, aplicación y evaluación de los tratados internacionales socioambientales, como son las convenciones multilaterales ambientales de cambio climático, biodiversidad, humedales y lucha contra la desertificación, entre otros</li> </ul>	

**Cuadro 3.4.8. Lineamientos estratégicos de adaptación en el sector agrícola para los instrumentos económico-financieros**

**F. Lineamientos estratégicos**

Seguridad alimentaria y nutricional	1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer medidas arancelarias y no arancelarias a nivel regional, a fin de ampliar la producción interna regional de granos básicos (ej.: maíz amarillo, frijol y arroz), mediante la potenciación de la producción comercial de los pequeños productores de granos básicos, considerando el crecimiento de la demanda promedio anual por habitante en la región (de 148 kg en 1961 a 161 kg en 2003, FAOSTAT )</li> </ul>
	1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer programas e incorporarlos en el marco de política existente (ej.: PACA, ERAS, ECADERT y ERCC), para fomentar la producción comercial de granos básicos, focalizados en los pequeños agricultores de granos básicos en situación de extrema pobreza, incorporando mecanismos económico-financieros y facilitadores para apoyar: (1) mejoramiento de las semillas de granos básicos, rescatando las variedades y prácticas ancestrales y locales, (2) mejoramiento del patio agrícola, diversificando las actividades y rubros, (3) mejor acceso al agua para uso doméstico y agrícola, (4) acceso y estabilidad en la tenencia de la tierra agrícola, incluyendo los asentamientos humanos, y (5) capacitación sobre salud y nutrición humana</li> </ul>
	1.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un mecanismo financiero y facilitador regional, en el marco de iniciativas ya existentes, con el fin de fomentar las inversiones en las tecnologías más limpias para los distintos subsectores y rubros de la producción agrícola, para facilitar la adaptación al cambio climático; incluyendo la asistencia técnica y capacitación para la puesta en operación, uso y mantenimiento apropiado de dichas tecnologías</li> </ul>
	1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer programas de fomento para la adopción de tecnologías agrícolas limpias, incluyendo mecanismos económico-financieros con diversas modalidades micro-créditos, a fin de facilitar la adaptación al cambio climático y el mejoramiento de la calidad ambiental. El fomento deberá incluir las fases de difusión (demostración), despliegue, transferencia y capacitación para el uso y mantenimiento de las tecnologías, incorporando los criterios y recomendaciones para la gestión del riesgo (PCAGIR)</li> </ul>
Medios de sobrevivencia resilientes y adaptables	2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer programas nacionales que faciliten el acceso a la tierra (ej.: compra-venta con apoyo estatal y arriendo) y su uso, para la producción de granos básicos, bajo sistemas de policultivos, incluyendo sistemas agroforestales, agrosilvopastoriles y los principios y buenas prácticas de la agricultura sostenible, incorporando la adaptación al cambio climático</li> <li>• Establecer políticas y programas de financiamiento, incluyendo diversas modalidades de micro-crédito, para incentivar la adopción de sistemas productivos de policultivos y agricultura sostenible, incorporando tecnologías y prácticas para la adaptación al cambio climático, incluyendo las tradicionales y locales, y los criterios para la gestión apropiada de los riesgos (PCAGIR)</li> </ul>
	2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer la institucionalidad pública responsable de la dotación de recursos financieros y asistencia financiera al sector agrícola, a fin de ofrecer financiamiento apropiado, accesible y oportuno, de acuerdo a sus características socioeconómicas y riesgos climáticos, en todas las fases del ciclo de los cultivos a las familias productoras de granos básicos y de cultivos que sustentan la seguridad alimentaria y nutricional</li> </ul>
	2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar procesos nacionales encaminados a revisar y ajustar sobre la base de la equidad social, los niveles salariales, las condiciones laborales y las inversiones públicas con enfoque de gestión de riesgos, en el área rural, para asegurar y mejorar: (1) el poder adquisitivo de los asalariados agrícolas, (2) los derechos laborales, y (3) el entorno favorable para la adaptación climática y la seguridad alimentaria y nutricional</li> </ul>
Sustentabilidad integral del sector agrícola	3.1 3.2 y 3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer mecanismos económico-financieros que incorporen programas integrados de inversiones públicas, capacitación, asistencia técnica e incentivos para las familias productoras de GB en situación de extrema pobreza, de acuerdo a las estructuras agrarias siguientes: (a) zonas de cultivos extensivos de mediana y gran escala de agroexportación, mediante el aumento de los rendimientos agrícolas y los patios mejorados en las parcelas de los asalariados permanentes o temporales; (b) zonas secas, mediante patios mejorados con sistemas agroforestales, acceso a mini-riego para producción de vegetales para el autoconsumo y alimentación de animales menores y mejor acceso al agua apta para consumo humano; y (c) zonas de frontera agrícola con ganadería extensiva de baja productividad; mediante la ganadería intensiva y la reorientación del uso de ciertas áreas de pastizales hacia la producción intensiva de granos básicos, incorporando estrategias y medidas de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo</li> </ul>



## 4. CONCLUSIONES

En la región de América Central ya se reporta el cambio climático, lo cual además de haber sido observado empíricamente ha sido registrado y analizado en diversos estudios científicos que se han desarrollado, tanto a nivel regional como nacional, durante los últimos 15 años. Las observaciones del clima reportan cambios en los patrones de parámetros climáticos relevantes y en la variabilidad asociada, incluyendo los eventos climáticos extremos; tal es el caso de las temperaturas medias y extremas, patrones de las precipitaciones y niveles de evaporación. Los aumentos en las temperaturas medias y extremas, así como los cambios en los patrones e intensidad de las lluvias, y la mayor frecuencia, intensidad y duración de algunos de los eventos climáticos extremos, ya están generando efectos adversos crecientes en los ecosistemas, especies animales y vegetales, tierras, salud pública, energía, turismo, asentamientos humanos, infraestructura, agricultura, pesca, acuicultura, ganadería y apicultura, entre otros.

Si bien es cierto, a las proyecciones climáticas futuras se les asocian diversos grados de incerteza, debido principalmente al uso de una amplia gama de modelos climáticos y de emisiones, y de técnicas de reducción de escala; los resultados indican una creciente convergencia a proyectar aumentos de las temperaturas medias y extremas en todos los horizontes de tiempo, con magnitudes de cambio muy similares a partir de 2050. En el caso de las precipitaciones, dependiendo de los modelos climáticos y de emisiones utilizados, algunos escenarios proyectan reducciones y otros, aumentos, siendo estos últimos de mayor magnitud con respecto a las reducciones proyectadas. A partir de 2050, las reducciones proyectadas para las precipitaciones medias anuales, incluyendo las de menor magnitud, son significativas y podrían representar situaciones de estrés hídrico para la agricultura, ecosistemas y usos humanos; dependiendo del comportamiento mensual o estacional

de las lluvias y de las temporadas y ciclos de crecimiento de los diferentes cultivos.

El istmo centroamericano está ubicado en la ruta de los huracanes del Atlántico y del Pacífico, y en sus territorios abundan los ecosistemas frágiles y de alta sensibilidad climática, tales como: ecosistemas montañosos, zonas costero-marinas, suelos recientes, inestables y fragmentados, debido al alto grado de sismicidad en gran parte de la región, arrecifes de coral y sistemas fluviales de corta trayectoria y pendientes pronunciadas, principalmente en la vertiente del Pacífico. En ese entorno natural, los sucesivos patrones de ocupación, uso y transformación de los territorios, a partir de la instauración de la colonia española en el siglo XVI, han configurado sociedades con una alta vulnerabilidad social, económica y ambiental. La degradación ambiental se ha ido agravando aceleradamente, y los niveles de riesgo climático han aumentado para los asentamientos humanos, la agricultura y el turismo, debido a la ausencia de planes de desarrollo territorial basados en un ordenamiento ambiental, así como a graves problemas de inequidad, pobreza y marginación social, derivados de las estructuras agrarias y sistemas económicos prevalecientes, los cuales han profundizado la concentración de la propiedad de la tierra y sus recursos, y reforzado los patrones de acumulación de la riqueza generada en la región, con políticas macroeconómicas que desfavorecen su redistribución.

Una de las manifestaciones más impactantes de la vulnerabilidad socioeconómica, es el nivel de hambre crónica en los países del CA-4, reflejándose en el índice mundial de hambre (IMH), el cual considera los niveles de subnutrición o hambre crónica, la mortalidad de niños menores de 5 años y el déficit de peso en niños menores de 5 años. En 2010, la región del CA-4 presentó un IMH con una severidad que osciló de moderada a grave. El hambre en



la región es una consecuencia directa de los niveles de pobreza, con un rango de hogares rurales en situación de pobreza entre 44% y 72%, y en pobreza extrema, entre 16% y 46%.

La mayor parte de países del CA-4 presentan un alto riesgo climático actual y futuro, debido a su alta vulnerabilidad y a las amenazas climáticas crecientes, asociadas al aumento del ritmo y magnitud del cambio climático mundial antropogénico. Las proyecciones climáticas futuras para la subregión tienden a converger en que el clima sería más cálido, la evaporación mayor, las precipitaciones más variables y los eventos climáticos extremos más intensos y frecuentes, particularmente, las sequías, olas de calor, temperaturas extremas, El Niño, huracanes, tormentas tropicales, caudales instantáneos y desbordamientos de los ríos e inundaciones asociadas. Para el período 1990-2009, Honduras y Nicaragua fueron posicionados en la tercera y cuarta posiciones respectivamente del índice mundial de riesgo climático (IRC), y en el 2009, El Salvador se ubicó en la primera posición. El IRC considera los impactos cuantificados provocados por los eventos climáticos extremos, en términos de muertes humanas y pérdidas económicas.

Uno de los sectores socioeconómicos más vulnerables a las variaciones y cambios del clima es la agricultura. Si consideramos la relevancia que este sector tiene en la subregión CA-4 para la seguridad y autonomía alimentaria, así como para la economía nacional, la generación de medios de sobrevivencia para la población rural (88% de la población total del CA-4 en 2005-2007), y para la sustentabilidad ambiental de los territorios; los efectos adversos del cambio climático sobre la agricultura trascienden más allá del sector, irradiándose a la economía y sociedad en su conjunto, incluyendo la salud humana, la calidad de vida y la estabilidad política.

La mayoría de modelos climáticos futuros proyectan impactos negativos severos para los diferentes cultivos que constituyen rubros importantes para las economías de los países,



particularmente por su contribución a la riqueza nacional a través de las exportaciones, a la generación de empleo para la población rural y a la seguridad y autonomía alimentaria. Tal es el caso del maíz, maicillo, frijol, arroz, papá y café, entre otros. El maíz, maicillo y frijol constituyen la base de la dieta alimenticia, principalmente de las familias rurales del CA-4, además de constituir una de las fuentes de ingreso del subconjunto de dichas familias que se dedican a la producción de granos básicos (un 60% del total de población rural del CA-4 en 2005-2007). De acuerdo a los estudios realizados para algunos países de la subregión, de continuar los actuales sistemas de cultivo de secano prevalecientes, a partir de 2050, el cambio climático proyectado reduciría muy significativamente los rendimientos del maíz, maicillo y frijol, volviéndolos inviables económicamente. Dichas proyecciones constituyen una enorme amenaza para la seguridad y autonomía alimentaria, y para los medios de sobrevivencia de las familias productoras de granos básicos, cuya población podría llegar a 2,5 millones en 2020 para toda la subregión CA-4; constituyéndose en un desafío para los marcos de política vigentes, tanto en el ámbito del SICA como de los gobiernos nacionales.

Más allá de la amplia gama de proyecciones futuras de las manifestaciones e impactos potenciales del cambio climático, y las incertezas asociadas; el avance actual del conocimiento científico sobre el cambio climático y sus impactos, así como sobre la vulnerabilidad climática, constituyen un soporte científico-técnico que debería sustentar y orientar a las estrategias y políticas públicas, en sus esfuerzos por mejorar la calidad de vida, lograr la soberanía alimentaria y nutricional, y la sustentabilidad de las sociedades centroamericanas, incluyendo la adaptación al cambio climático. Lo anterior, debería pasar necesariamente por la evaluación a profundidad y la reconceptualización de los marcos de política, y la redefinición de sus instrumentos de aplicación; ya que los actualmente vigentes, han sido concebidos y armonizados con las



macropolíticas de liberalización, desregulación y privatización económica, prevalecientes en América Central desde hace 30 años. Dichas políticas han generado grandes vulnerabilidades socioeconómicas y ambientales, así como enormes inequidades, altos niveles de pobreza y pobreza extrema, emigración masiva intra y extra regional, y desadaptación climática.

Sobre la base de los hallazgos científicos en cuanto a las manifestaciones e impactos del cambio climático, los factores causales de la vulnerabilidad climática y el potencial de adaptación en la región de América Central, y considerando los principios, criterios y compromisos adoptados por los gobiernos que integran el SICA bajo el régimen internacional de cambio climático vigente; las estrategias agrícolas y de desarrollo rural, y los marcos de política asociados, deberían priorizar la adaptación al cambio climático en el sector agrícola, focalizándose en las familias que cultivan granos básicos, incorporando la equidad de género y la etnicidad, a fin de revalorar el papel central y protagónico de las mujeres rurales, pueblos indígenas y comunidades afro-descendientes en la adaptación al cambio climático. En esa línea, los objetivos estratégicos fundamentales deberían converger hacia: (1) lograr la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional de la población; (2) asegurar medios de sobrevivencia resilientes y adaptables a los cambios y variaciones del clima; y (3) lograr la sustentabilidad integral del sector agrícola.

Para el logro de dichos objetivos, deberá concebirse y articularse un nuevo marco de políticas hacia el cual se transitaría de manera paulatina mediante mecanismos de gestión pública, científico-tecnológicos, normativos, educacionales, organizativos y económico-financieros, a fin de viabilizar la adaptación en los niveles locales, sectoriales, nacionales y regionales.

En el marco de la actual crisis ambiental, energética, alimentaria, económica y climática a nivel mundial, el conocimiento generado por los estudios sobre cambio climático en la región, plantea grandes desafíos al ya complejo marco regional de políticas. En el caso del sector agrícola, se plantea la urgente necesidad de definir y aplicar instrumentos de política económica, social y ambiental específicos del ámbito agrícola, a fin de satisfacer las necesidades de bienes y servicios agrícolas de las poblaciones humanas, lograr la seguridad y soberanía alimentaria, generar riqueza con equidad social, de género y de etnicidad, y transitar hacia la sustentabilidad ambiental de los ecosistemas, asentamientos humanos y producción agrícola. Lo anterior, mediante el ordenamiento ambiental de los territorios, y el manejo sustentable de las tierras agrícolas, sobre la base de los umbrales críticos de la dinámica natural y asegurando el acoplamiento entre la dinámica social y natural, contribuyendo así a la viabilización de la adaptación al cambio climático.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

1	Adaptation Fund, 2010: <a href="http://www.adaptation-fund.org/11thAFB">http://www.adaptation-fund.org/11thAFB</a> y <a href="http://www.adaptation-fund.org/12thAFB">http://www.adaptation-fund.org/12thAFB</a>
2	Aguilar E et al, 2005: Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003, J. Geophys. Res., 110, D23107, doi:10.1029/2005JD006119
3	Aguilar y Soto, 2010: Análisis Crítico: Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques (REDD) y sus implicaciones para Mesoamérica, CABAL, S.A.
4	Aguilar y Soto, 2011: Análisis Crítico del Acuerdo de Cancún: Resultados y Retos para las Sociedades Humanas, Observatorio de la Sostenibilidad, Red Latinoamérica
5	AR4, 2007(a): Informe de síntesis del Cuarto Informe de Evaluación Cambio Climático 2007 del IPCC, Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (eds), Ginebra, Suiza, 104 págs
6	AR4, 2007(b): Summary for Policy Makers y Technical Summary, Scientific Physical Basis, del Grupo de Trabajo I del IPCC, Fourth Assessment Report, Climate Change 2007, Cambridge University Press
7	AR4, 2007(c): Summary for Policy Makers y Technical Summary, Impacts, Adaptation and Vulnerability (p. 27, 39 y 53), del Grupo de Trabajo II del IPCC, 2007, Fourth Assessment Report, Climate Change 2007, Cambridge University Press
8	AR4, 2007(d): Climate Change 2007, Impacts, Adaptation and Vulnerability, Cap. 5 (Alimentos, fibras y productos forestales, p. 297-299) y Cap. 13 (América Latina, p.593-597), Grupo de Trabajo II del IPCC, Cambridge University Press
9	Baumeister E, 2010: Pequeños productores de granos básicos en América Central, cuantificación, caracterización, nivel de ingresos, pobreza, y perfiles demográficos, socioeconómicos y ocupacionales, FAO-RUTA
10	CAC, 2008: Política Agrícola Centroamericana 2008-2017 (PACA), Consejo Agropecuario Centroamericano, SICA, <a href="http://www.sica.int/cac">http://www.sica.int/cac</a>
11	CAC, 2010: Estrategia Centroamericana de Desarrollo Rural Territorial 2010-2030 (ECADERT), Consejo Agropecuario Centroamericano, SICA, <a href="http://www.sica.int/cac">http://www.sica.int/cac</a>
12	Castillo C, Rivero R, y García L, 2000: Impacto del cambio climático para los cultivos de arroz y maíz, CATHALAC, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Centro Meteorológico de Camaguey
13	CATHALAC, 2008: Síntesis Regional, proyecto Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba.
14	CCAD, 2002: Estrategia Forestal Centroamericana (EFCA), SICA, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>
15	CCAD, CAC y SISCA, 2006: Estrategia Centroamericana para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (ECA-GIRH), SICA, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>
16	CCAD, CAC y SISCA, 2008: Estrategia Agroambiental y de Salud de Centroamérica 2009-2024 (ERAS), SICA, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>
17	CCAD, CRRH y CEPREDENAC, 2009: Plan Centroamericano para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, 2010-2012 (PACA-GIRH), SICA, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>
18	CCAD, 2009(a): Plan Ambiental de la Región Centroamericana 2010-2014 (PARCA), SICA, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>
19	CCAD, CRRH Y CEPREDENAC, 2009: Plan Plurianual del Subsistema Ambiental del SICA, 2009-2011, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>
20	CCAD, 2009(b): Estrategia Mesoamericana de Sostenibilidad Ambiental (EMSA) y el Plan de Acción de la EMSA 2010-2013, SICA, <a href="http://www.proyectomesoamerica.org">http://www.proyectomesoamerica.org</a>
21	CCAD, 2010(a): Estrategia Regional de Cambio Climático 2010 (ERCC), Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, SICA, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>
22	CEPAL, 2009(a): Escenarios de Cambio Climático, Informe del Proyecto La Economía del Cambio Climático en Centroamérica, Comisión Económica para América Latina y el Caribe
23	CEPAL, 2009(b): La Economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, Síntesis 2009, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, <a href="http://www.sica.int/ccad">http://www.sica.int/ccad</a>



24	CEPAL, 2010: La Economía del cambio climático en Centroamérica, Síntesis 2010
25	CEPRENAC, 2006: Plan Regional de Reducción de Desastres 2006-2015 (PRRD), SICA
26	CEPRENAC, 2009: Política Centroamericana para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (PCAGIR), SICA, <a href="http://www.sica.int/ceprenac">http://www.sica.int/ceprenac</a>
27	Comtrade: <a href="http://comtrade.un.org/">http://comtrade.un.org/</a>
28	FAO, 2003: La mujer en la agricultura, medio ambiente y la producción rural, Guatemala, Servicios de Género y Desarrollo, FAO, <a href="http://www.fao.org">http://www.fao.org</a>
29	FAO, 2004: Seguridad alimentaria como estrategia de desarrollo rural. Memoria 28 <sup>ava</sup> Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (2004), ciudad de Guatemala, Guatemala
30	FAO, 2005: El estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo 2005, <a href="http://www.fao.org">http://www.fao.org</a>
31	FAO, 2010(a): Perfiles nutricionales de país, indicadores de seguridad alimentaria de Guatemala, El Salvador y Nicaragua, <a href="http://www.fao.org">http://www.fao.org</a>
32	FAO, 2010(b): El Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo 2010, PMA, <a href="http://www.fao.org">http://www.fao.org</a>
33	FLACSO, 1993: Historia General de Centroamérica: Historia Antigua. Robert M Carmack (ed), Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
34	Fry I, 2008: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Opportunities and Pitfalls in Developing a New Legal Regime. RECIEL 17 (2) 2008. ISSN 0962 8797
35	GGCA, 2009: Training Manual on Gender and Climate Change, Global Gender and Climate Alliance
36	GIEWS 2010: Country briefs from Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua, Global Watch, Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture (GIEWS), FAO
37	GOES, 2010: Plan Quinquenal de Desarrollo 2010-2014 de El Salvador, Gobierno de El Salvador
38	Gunderson L H & Holling CS, 2002: Panarchy: understanding transformations in human and natural systems, p.136
39	Harmeling S, 2010: Global Climate Risk Index 2011: Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2009 and 1990 to 2009, German Watch
40	IMN, MINAE-CRRH, 2008: Escenarios de cambio climático para Costa Rica, Instituto Meteorológico Nacional y Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica, y Comité Regional de Recursos Hidráulicos
41	IFPRI, 2010: The Global Hunger Index 2010, Challenge of hunger, focus on the crisis of child malnutrition, International Food Policy Research Institute, Concern Worldwide, Welt hunger hilfe
42	IPCC, 2010: IPCC Expert meeting on assessing and combining multi model climate projection, meeting report. National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA, 25-27 de enero de 2010
43	La Gaceta, 2009: Ley de Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional, Ley No. 693, publicado en Managua el 9 de julio de 2009 en La Gaceta, Diario Oficial N° 133
44	Lim B et al, 2005: Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático: Desarrollando estrategias, políticas y medidas, PNUD-GEF.
45	Magaña V, Amandor J y Medina S, 1999: The mid-summer drought over Mexico and central America. J. Climate, 12, 1577-1588
46	Magaña V, 2007: Vulnerabilidad actual de la región de Centroamérica, México y Cuba, Informe de proyecto; y CATHALAC, 2008: Síntesis Regional, Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en México, Cuba y Centroamérica
47	MARENA, 2001: Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de Nicaragua, 2001
48	MARENA, 2002: Marco de indicadores para evaluar la vulnerabilidad del cultivo del maíz y frijol ante el cambio climático. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua
49	MARENA 2010: Estrategia y Plan de Acción Nacional Ambiental y del Cambio Climático, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua



50	MARN, 2000: Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, <a href="http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php">http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php</a>
51	MARN, 2001: Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, <a href="http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php">http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php</a>
52	MARN, 2009: Política Nacional de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala
53	Meinshausen M, 2006: On the risk of Overshooting 2°C, Instituto Federal Suizo de Tecnología (ETH Zurich), Departamento de Ciencias Ambientales, Zurich, Suiza
54	MINAE, 2000: Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco sobre Cambio Climático de Costa Rica, Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica, <a href="http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php">http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php</a>
55	Najarro T, 2010: ¿Cómo afecta el cambio climático a las mujeres campesinas en Honduras?, OXFAM y Vamos al Grano
56	OMS, 2010: Estadísticas Sanitarias Mundiales 2010, Organización Mundial de la Salud
57	Oropeza, 2004: Evaluación de la vulnerabilidad a la desertificación. Cambio Climático: Una visión desde México. J. Martínez and A. Fernández Bremauntz, Eds., SEMARNAT e INE, México, 301-311
58	Palma B, 2005: Generación de escenarios de cambio climático para la zona centro del estado de Veracruz, México. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México DF
59	Petras, J, 2004: América Latina, de la globalización a la revolución
60	PNUMA, 2003: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-3), pasado, presente y futuro, <a href="http://www.unep.org/geo/geo3">http://www.unep.org/geo/geo3</a>
61	PRESANCA, 2008: Consumo de alimentos y patrones dietéticos de la población de Guatemala, Observatorio Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, OBSAN-R, Cuaderno de Trabajo, Programa Regional de Seguridad Alimentaria y nutricional para Centroamérica, SISCA
62	Rivero R, 2009: Impactos esperados del cambio climático sobre cultivos básicos en San Francisco Menéndez, Ahuachapán, El Salvador. Informe Científico Técnico, Centro Meteorológico de Camaguey
63	RUSI, 2009: Impactos relacionados con el clima en la seguridad nacional en México y Centroamérica, CCAD-SICA, <a href="http://www.rusi.org">http://www.rusi.org</a>
64	SERNA, 2010: Estrategia Nacional de Cambio Climático de Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y del Ambiente de Honduras
65	SICA, CEPAL, 2007: Estrategia Energética Centroamericana 2020
66	SISCA, 2009: Estrategia Centroamericana de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2009-2012, CCVAH, SICA
67	TAR, 2001(a):, Technical Summary, Scientific Basis (p. 32) del Grupo de Trabajo I del IPCC, Third Assessment Report, Cambridge University Press
68	TAR, 2001(b): Summary for Policy Makers (p.15) y Technical Summary, Impacts, Adaptation and Vulnerability (p. 55) del Grupo II del IPCC, Third Assessment Report, Cambridge University Press
69	Tebaldi C et al, 2006: Going to the extremes: an inter-comparison of model-simulated historical and future changes in extreme events, Climatic Change, vol. 79, 2006
70	Tyndall Centre, 2008: How do regulated & voluntary carbon-offset schemes compare?
71	UNIFEM, 2009: Explorando la ruta de la igualdad: Trabajo, género y turismo en Centroamérica. Fondo de Desarrollo de las Naciones Unidas para la Mujer, Agenda Económica de la Mujer (AGEM), 2009
72	WB, 2002a: Desarrollo en riesgo debido a la degradación ambiental: Comunicado de prensa (Development at risk from environmental degradation: News realise), No. 2002/112/S
73	WB, 2002b: World Development Report 2002: Building Institutions for Markets. The World Bank, Oxford University Press, Oxford, 228 pp
74	Zhou S, Gelman M E, Miller, A J, and McCormack J P, 2000: An inter-hemispheric comparison of the persistent stratospheric polar vortex. Geophys. Res. Lett., 27, 1123-1126



## APÉNDICE A:

### **EL CAMBIO CLIMÁTICO ANTROPOGÉNICO: DEFINICIÓN, CAUSAS Y RESPONSABILIDADES**

#### **Conceptualización y causas del cambio climático antropogénico mundial**

El cambio climático antropogénico es un problema mundial vinculado directamente al desequilibrio energético de la tierra, el cual ha sido provocado por las actividades humanas, que desde la primera revolución industrial de 1750 aumentaron los niveles de concentraciones de gases de GEI en la atmósfera de la tierra, principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). El crecimiento económico de los países altamente industrializados o desarrollados (según denominación de las UN), se basó en el uso intensivo de la energía proveniente de la quema de los combustibles fósiles (hulla, carbón mineral, gas natural, petróleo y sus derivados). Las sociedades de las economías desarrolladas adoptaron un estilo de vida consumista, derrochador y depredador de los recursos de la tierra, incluyendo la atmósfera; limitando e impidiendo a otras sociedades y seres su derecho a disfrutar y aprovechar los bienes comunes del planeta tierra.

El sistema climático, tiene como finalidad mantener el equilibrio energético de la tierra, mediante los procesos biofísico-químicos que ocurren dentro y entre los cinco componentes que lo constituyen, a saber: (1) la atmósfera, (2) la hidrosfera (océanos, sistemas fluviales terrestres), (3) la biosfera (distintas formas de vida terrestre, aérea y acuática), 4) la criosfera (hielos marinos, capas de hielo permanentes y glaciares), y 5) la litosfera (ciclo de la roca, tectónica de placas, vulcanismo, meteorización, erosión, cristalización). Dichos componentes reflejan, absorben, difunden, transforman e irradian la energía a través de procesos que ocurren entre dichos componentes, tales como los ciclos siguientes: hidrológico, carbono, fósforo, nitrógeno, vida y rocas.

El equilibrio energético de la tierra consiste en que la cantidad de energía (solar) que entra

a la atmósfera de la tierra es la misma que la cantidad de energía (terrestre) emitida hacia el espacio. De toda la energía solar entrante, una parte es reflejada inmediatamente por las nubes y aerosoles hacia el espacio, y el resto es absorbido y retenido en la atmósfera, los océanos y la corteza terrestre por diferentes períodos de tiempo. Dicha energía es posteriormente emitida hacia la atmósfera, en donde una parte sale hacia el espacio y el resto es atrapado por los GEI que se encuentran de manera natural en la atmósfera desde que ésta se formó, y cuya función principal es aumentar la absorción atmosférica (efecto invernadero) de la radiación terrestre emitida, retardando su salida hacia el espacio. Los GEI más importantes, por sus niveles de concentraciones en la atmósfera, son el CO<sub>2</sub>, el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O. Los GEI generan un forzamiento radiativo positivo, el cual contribuye al aumento de la temperatura media superficial mundial y al cual es atribuible que desde hace unos 10,000 años hasta la época preindustrial la temperatura media de la tierra haya sido de unos 14oC.

Sin embargo, durante 259 años a partir de 1750 el carbono (no biogénico) de la materia orgánica fósil contenido en la litosfera ha estado siendo extraído, quemado y liberado hacia la atmósfera, aumentando los niveles de concentraciones de CO<sub>2</sub> a un nivel mucho más alto que el promedio durante los últimos 650,000 años, pasando de 180 ppm (partes por millón por volumen de aire) a 379 ppm. En el año 2004 (AR4 2007) la contribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> no biogénico en un 60% del total de emisiones mundiales, se debió primordialmente al uso de combustibles fósiles en el sector energía (47% del total mundial). Las emisiones de gases industriales (CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) las cuales constituyeron un 23.3% del total mundial, provinieron principalmente de la industria, agricultura y desechos, mientras



que las emisiones de CO<sub>2</sub> biogénico, constituyeron el 17.3% del total de emisiones mundiales y provinieron de la deforestación y degradación de la biomasa. Los altos niveles de concentraciones de GEI, han provocado que el ritmo de salida de la energía (radiación terrestre de onda larga) de la tierra hacia el espacio sea más lento que el ritmo de entrada de la energía (radiación solar de onda corta) hacia la tierra; generando un exceso de energía en la tierra, el cual se acumula en los distintos componentes del sistema climático terrestre. Este último desencadena toda una serie de procesos de ajuste tendientes a acelerar la salida de la energía terrestre hacia el espacio para restablecer el equilibrio energético, tales como: huracanes más intensos y frecuentes, mayores niveles de evaporación, derretimiento de los hielos polares, sequías más intensas, entre otros. Dichos procesos de ajuste se manifiestan en cambios en los valores medios de los parámetros climáticos y subsecuentemente en la variabilidad climática asociada a los valores medios, incluyendo una mayor frecuencia, intensidad y duración de los eventos climáticos extremos. La gama de procesos de ajuste climático constituye las manifestaciones del cambio climático antropogénico.

Los cambios climáticos observados durante la última mitad del siglo XX tuvieron lugar durante un período de tiempo en el que los factores de forzamiento radiativo no antropogénicos (forzamiento solar y volcánico) probablemente hubiesen producido enfriamiento y no un calentamiento. Los estudios de atribución muestran que es muy probable que estos factores de forzamiento natural por sí solos no sean responsables del calentamiento observado. Asimismo, la variabilidad natural interna no puede responder por los cambios observados debido en parte a que el calentamiento se produjo tanto en los océanos como en la atmósfera, junto a las pérdidas observadas en la masa de hielo. Es muy probable que los incrementos en los GEI antropogénicos hayan causado la mayoría del incremento observado en las temperaturas mundiales promedio, y este incremento habría sido todavía mayor

al observado en los últimos 50 años, de no haber existido el efecto de enfriamiento de los aerosoles atmosféricos. De acuerdo al AR4 (IPCC 2007), lo anterior evidencia de manera inequívoca el carácter antropogénico del cambio climático actual.

El uso intensivo de combustibles fósiles en todas las fases y sectores del ciclo económico de las sociedades desarrolladas las caracteriza con un alto contenido de carbono y dependientes de dichos combustibles. Tanto la producción como la circulación y el consumo de bienes y servicios generan altos niveles de emisiones de GEI. Asimismo, las principales fuentes de dichos gases se asocian a los sectores energía, desechos, procesos industriales, agricultura y uso del suelo, tal es el caso de la producción y consumo de electricidad, transporte terrestre, aéreo y marítimo, fabricación de cemento, ganadería y prácticas agrícolas (uso de agroquímicos y quemadas), cambio de uso del suelo, desechos sólidos y líquidos de origen doméstico e industrial. Asimismo, han aparecido nuevos GEI asociados a las actividades industriales con un alto potencial de calentamiento global. Por otra parte, dado que en los países industrializados el control de las decisiones económicas estratégicas (cuánto, en qué, cómo y dónde invertir la riqueza generada) está en manos de un pequeño grupo de corporaciones multinacionales, con el apoyo o anuencia de los gobiernos; éstas han creado y moldeado a su imagen y semejanza mercados externos, induciendo formas de producir y consumir con alto contenido de carbono en los países fuera del mundo desarrollado, referidos como “Tercer Mundo”, “países periféricos” o “países en desarrollo” (según denominaciones de las NU).

En la mayoría de sociedades humanas el sistema económico prevaleciente es el capitalista, cuya dinámica se sustenta en una racionalidad económica basada en la búsqueda del lucro principalmente a través de los mecanismos del mercado; y dentro de la cual los actores económicos basarían sus decisiones de acuerdo a la oferta, demanda y precio. En



función de esa lógica, la producción mundial ha ido expandiéndose cada vez más, en respuesta a una demanda creciente, garantizada mediante el consumismo inducido por parte de los agentes económicos dominantes, tanto de las economías desarrolladas como de sus aliados económicos y políticos de las naciones en desarrollo.

El estilo de vida consumista adopta y promueve formas de producir y consumir basadas en la explotación insustentable y el derroche en el uso de los sistemas naturales de la tierra; los cuales han sido considerados como meros recursos destinados a sustentar el crecimiento económico de las sociedades humanas. Tal ha sido el caso de los océanos, tierra, ríos, lagos, bosques, rocas y minerales, especies animales y vegetales, ecosistemas y paisajes naturales. Tal es también el caso de la atmósfera terrestre, cuya composición ha sido modificada a un nivel tal que podría causar perturbaciones peligrosas irreversibles y de gran escala en el sistema climático de la tierra, y amenazar la existencia de las distintas formas de vida tal cual las conocemos actualmente.

Las emisiones de GEI hacia la atmósfera aumentaron de 70% entre 1970 y 2004 (24% entre 1990 y 2004); y en el caso de las emisiones del CO<sub>2</sub>, aumentaron un 80%, representando el 77% del total de emisiones en 2004. En el año 2000, las emisiones anuales de GEI llegaron a más 42 GtCO<sub>2</sub> y en 2004 los gases que más contribuyeron a los niveles mundiales fueron: CO<sub>2</sub> no biogénico (76.7%), metano (14.3%), óxido nitroso (7.9%) y los gases industriales (1.1%). En el caso de las actividades humanas, aquéllas vinculadas al sector energía fueron las que más contribuyeron, con 65% del total, y dentro de dicho sector, el subsector producción energética y transporte. Por consiguiente, la mitigación del cambio climático (es decir, la reducción de las emisiones de GEI) pasa necesariamente por la reducción de las emisiones del CO<sub>2</sub> no biogénico, y por consiguiente, por las transformaciones requeridas en los sistemas energéticos y de transporte prevalecientes.

En lo que respecta a las emisiones de CO<sub>2</sub> por habitante entre las distintas regiones geográficas, existen grandes brechas, desde 20 tCO<sub>2</sub>/hab. (USA y Canadá) hasta 2tCO<sub>2</sub>/hab. (América Latina), 1 tCO<sub>2</sub>/hab. (China) y 0.5 tCO<sub>2</sub>/hab. (Africa). Asimismo, la contribución regional a los niveles absolutos de emisiones mundiales por parte del conjunto de países desarrollados y los países ET, es del orden de un 60%. Lo anterior refleja la contribución importante de ese grupo de países a los niveles mundiales de emisiones de GEI, lo cual aunado a su responsabilidad histórica (existe un nivel acumulado de concentraciones de GEI en la atmósfera, debido a su larga vida útil, la cual va de unos pocos años a cientos o miles de años) en el problema y a sus altas capacidades nacionales, debería determinar los niveles de compromiso a asumir por dichos países para la mitigación del cambio climático antropogénico mundial.

### **Manifestaciones del cambio climático e impactos observados:**

De acuerdo a las observaciones realizadas en las distintas regiones geográficas, las manifestaciones del cambio climático se hacen cada vez más evidentes, observándose un aumento del promedio mundial de la temperatura del aire (0.74oC entre 1906 y 2005 y 0.76oC con respecto a los niveles pre-industriales de 1750) y del océano, el deshielo generalizado de las nieves y hielos (2.7% por decenio desde 1978), y el aumento del promedio mundial del nivel del mar (1.8 mm/año desde 1961 y 3.1 mm/año desde 1993) estimándose de unos 17cm durante el siglo XX. El aumento de temperatura ha sido más acentuado en las latitudes más altas (3 a 4oC durante 1976-2000) y las regiones terrestres se han calentado más rápido que los océanos. Durante la segunda mitad del siglo XX, en promedio las temperaturas del hemisferio norte fueron superiores a las de cualquier otro período de 50 años durante los últimos 500 años, y las más altas a lo largo de los últimos 1300 años. En promedio los glaciares de montaña y la cubierta de nieve han disminuido en ambos hemisferios.



Desde 1979 hasta 2007, la tasa de reducción del hielo marino en el Ártico (en septiembre) ha sido del 10% (72,000 km<sup>2</sup>/año); y en 2007 fue 40% mayor que la reducción durante todo el período 1979-2000. En el caso de la Antártida, después de una serie de desprendimientos de placas de hielo, el último desprendimiento (marzo de 2002) alcanzó 3,000 km<sup>2</sup> (placa de Larsen).

Con respecto a la lluvia, a nivel mundial la superficie afectada por sequías ha aumentado desde 1970. Entre 1900 y 2005 la lluvia aumentó al este de América del Norte y al norte de Europa del sur y Asia; disminuyendo en el sur de África y de algunas partes de Asia, Mediterráneo y Sahel. Se observa una tendencia decreciente de las lluvias a lo largo de toda la franja intertropical (de -10% a -20%) y parte de las latitudes medias (de -2% a -5%) durante el período 1900-1994. En la mayoría de áreas terrestres durante los últimos 50 años los días y noches fríos y las escarchas han sido menos frecuentes; los días y noches cálidos, al igual que las olas de calor, más frecuentes; y las lluvias intensas más frecuentes. Durante los últimos 30 años se ha observado que los eventos climáticos extremos son más frecuentes, intensos y de mayor duración. Tal es el caso de los eventos El Niño, de los cuales ocurrieron 2 mega Niños (1982-1983 y 1997-1998). De igual manera, desde 1970 se observa un aumento en la actividad intensa ciclónica en el océano Atlántico Norte Tropical.

En todos los continentes y océanos muchos sistemas naturales (físicos y biológicos) presentan evidencias de impactos debido a cambios en los climas regionales, particularmente el aumento de la temperatura. En los sistemas terrestres se observan cambios en el inicio y finalización de las estaciones, alteraciones en los regímenes de perturbación de los bosques (incendios y plagas) y un desplazamiento geográfico hacia los polos y hacia mayores alturas por parte de algunas especies animales y vegetales. En el caso de los sistemas acuáticos (marinos y de agua dulce), los desplazamientos y cambios en la abundancia de especies se asocian al

aumento de la temperatura superficial del agua y al cambio en los niveles de salinidad y oxígeno, y a cambios en la circulación debido al derretimiento de los hielos. Asimismo, los sistemas humanos se están viendo afectados por el cambio climático, tal es el caso de los sistemas agrícolas (duración de las estaciones, desadaptación climática de especies), salud humana (vectores de enfermedades infecciosas y olas de calor), transporte y construcción (en los polos).

### **Manifestaciones e impactos futuros del cambio climático:**

Con base en las políticas nacionales prevalecientes en la mayor parte de naciones de la tierra, se proyecta un aumento de las emisiones futuras de GEI en los próximos decenios. De seguir las emisiones de GEI con una tasa igual o mayor de crecimiento a la actual, el cambio climático aumentaría su intensidad y ritmo y se manifestarían numerosos cambios e impactos durante el siglo XXI. Dependiendo del escenario de emisiones que se concrete en el futuro, la temperatura podría aumentar en un rango entre 0.3 y 6.4°C y el nivel del mar entre 0.18 y 0.59 m para el período 2090-2099 con respecto a 1990 (AR4 2007).

El cambio climático proyectado al futuro podría incluir las manifestaciones siguientes: aumento del calentamiento en los continentes y latitudes altas, contracción adicional de las superficies cubiertas de nieve y hielos marinos, estos últimos casi desaparecerían en el Ártico al final del siglo XXI, incremento adicional de las olas de calor, valores extremos cálidos y precipitaciones intensas, aumento de la intensidad de los ciclones tropicales, y aumento de la lluvia y escorrentía en latitudes altas y disminución de los volúmenes de lluvia en la mayoría de las regiones terrestres subtropicales y áreas semiáridas.

El nivel de los impactos sobre los diferentes sistemas naturales (físicos y biológicos) y humanos, así como en los diversos sectores y regiones dependerá de la magnitud y tasa de



cambio climático. Algunos de los sistemas y regiones más vulnerables son: (1) los sistemas naturales terrestres de las latitudes altas y de mayor altitud debido a su alta sensibilidad al calentamiento, y los bosques mediterráneos y tropicales debido a la disminución de las lluvias; (2) los ecosistemas costero-marinos debido a los impactos del calentamiento, eventos extremos y la elevación del nivel del mar en los manglares y marismas, arrecifes de coral y los biomas polares; (3) los recursos hídricos y la agricultura de las regiones medias y tropicales secas debido a los cambios en los patrones de las lluvias y en los niveles de evapotranspiración; (4) la región ártica debido a los cambios de gran magnitud y rapidez; (5) el continente africano debido a su precaria capacidad de adaptación, combinada con los cambios e impactos climáticos proyectados; y (6) las pequeñas islas debido a los impactos proyectados sobre el agua dulce, infraestructura, biodiversidad, zonas costeras, pérdida de suelo y asentamientos humanos.

El cambio climático podría producir algunos impactos abruptos, irreversibles y de gran escala, como son: (1) el derretimiento de los

mantos de hielo en los polos podría aumentar de varios metros del nivel del mar (unos 7 m si se derritiera Groenlandia, a partir de un aumento de la temperatura de unos 2oC), cambios en las líneas costeras e inundaciones en las planicies; (2) entre el 20-30% de las especies podrían extinguirse si la temperatura aumentara 1.5-2.5oC respecto a 1990; (3) la acidificación más acelerada del océano, producida por la incorporación de CO2 desde 1750, con los efectos negativos sobre la biosfera marina; y (4) la gran corriente termohalina que recorre todos los océanos de la tierra, particularmente la circulación del océano Atlántico Norte, podría volverse más lenta y afectar al clima mundial. Las evidencias y señales crecientes de que el cambio climático ya está ocurriendo y que continuaría manifestándose de acuerdo a los patrones futuros proyectados por los modelos climáticos, ya han sido ampliamente documentadas y analizadas por el IPCC (<http://www.ipcc.ch>); cuyos informes reportan que los impactos asociados al cambio climático han ido en aumento, particularmente en los ecosistemas naturales más frágiles y en los grupos humanos más vulnerables y expuestos.

## APENDICE B:

**Cuadro B.1.** Terminología para describir la probabilidad de un resultado al ser estimado probabilísticamente

Terminología	Probabilidad de ocurrencia o resultado
<b>Aparentemente cierto</b>	> 99% de probabilidad
<b>Extremadamente probable</b>	> 95% de probabilidad
<b>Muy probable</b>	> 90% de probabilidad
<b>Probable</b>	> 66% de probabilidad
<b>Más probable que no</b>	> 50% de probabilidad
<b>Tan probable como que no</b>	33 a 66% de probabilidad
<b>Improbable</b>	< 33% de probabilidad
<b>Muy improbable</b>	< 10% de probabilidad
<b>Extremadamente improbable</b>	< 5% de probabilidad
<b>Excepcionalmente improbable</b>	< 1% de probabilidad

Fuente: AR4, 2007c



## Cuadro B.2. Terminología para describir los niveles de confianza de un resultado

Terminología	Nivel de confianza de ser correcto
Muy alta confianza	Al menos 9 de 10 posibilidades de ser correcto
Alta confianza	Alrededor 8 de 10 de posibilidades de ser correcto
Confianza media	Alrededor 5 de 10 de posibilidades de ser correcto
Confianza baja	Alrededor 2 de 10 de posibilidades de ser correcto
Confianza muy baja	Menos de 1 de 10 de posibilidades de ser correcto

Fuente: AR4, 2007c

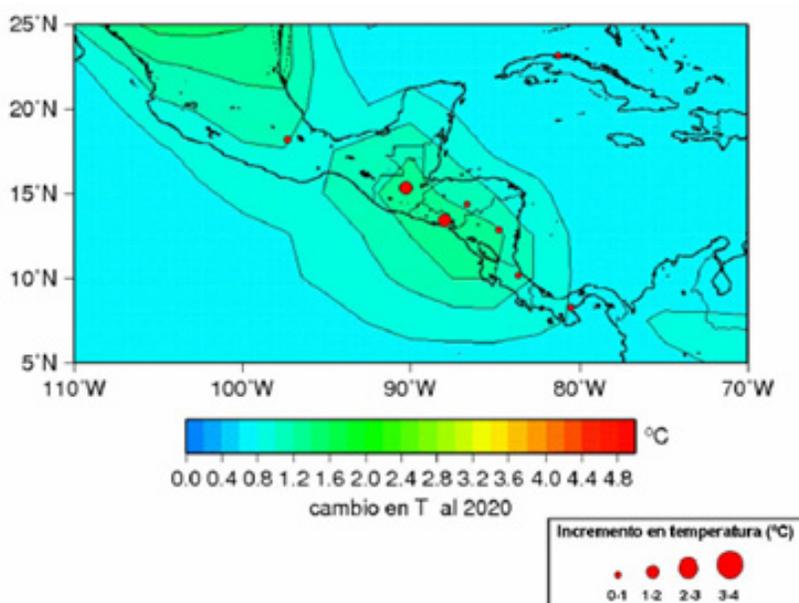
## APENDICE C:

### Cuadro C.1. Características de los escenarios de estabilización y promedio mundial de temperatura, y aumento del nivel del mar

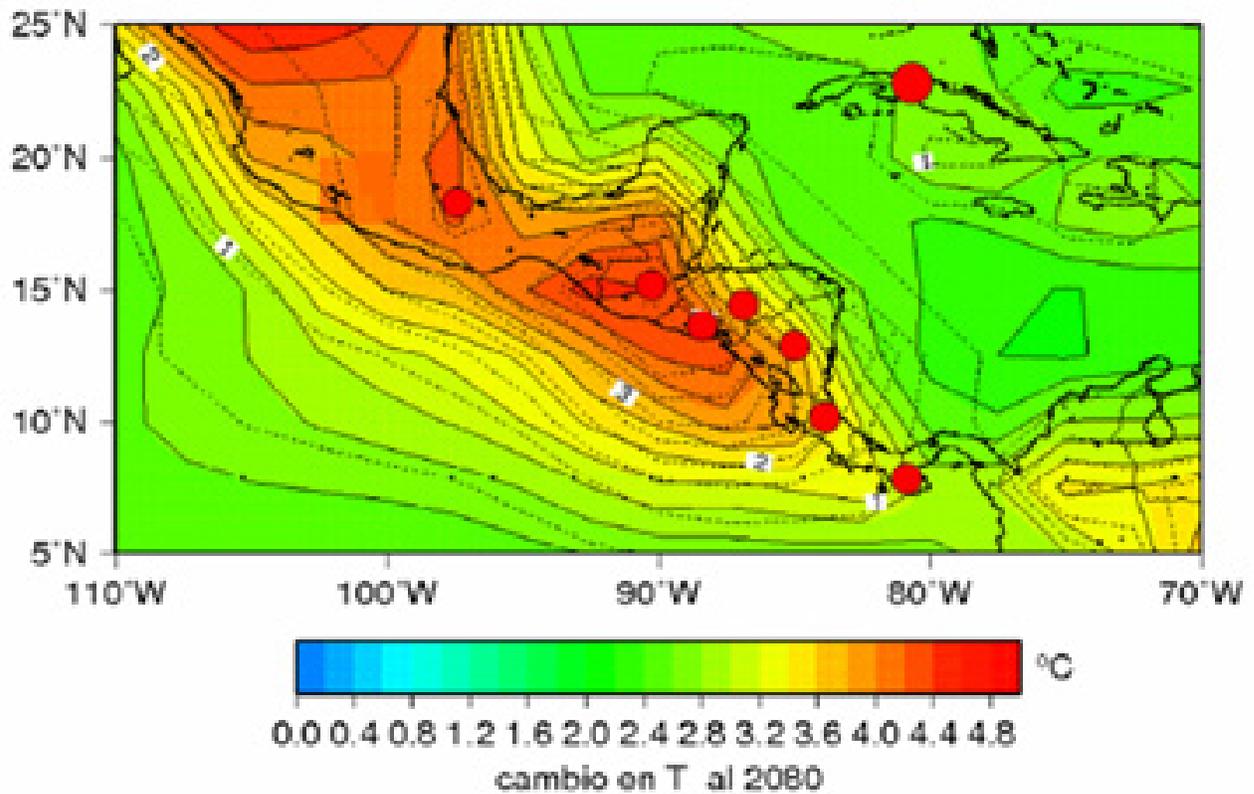
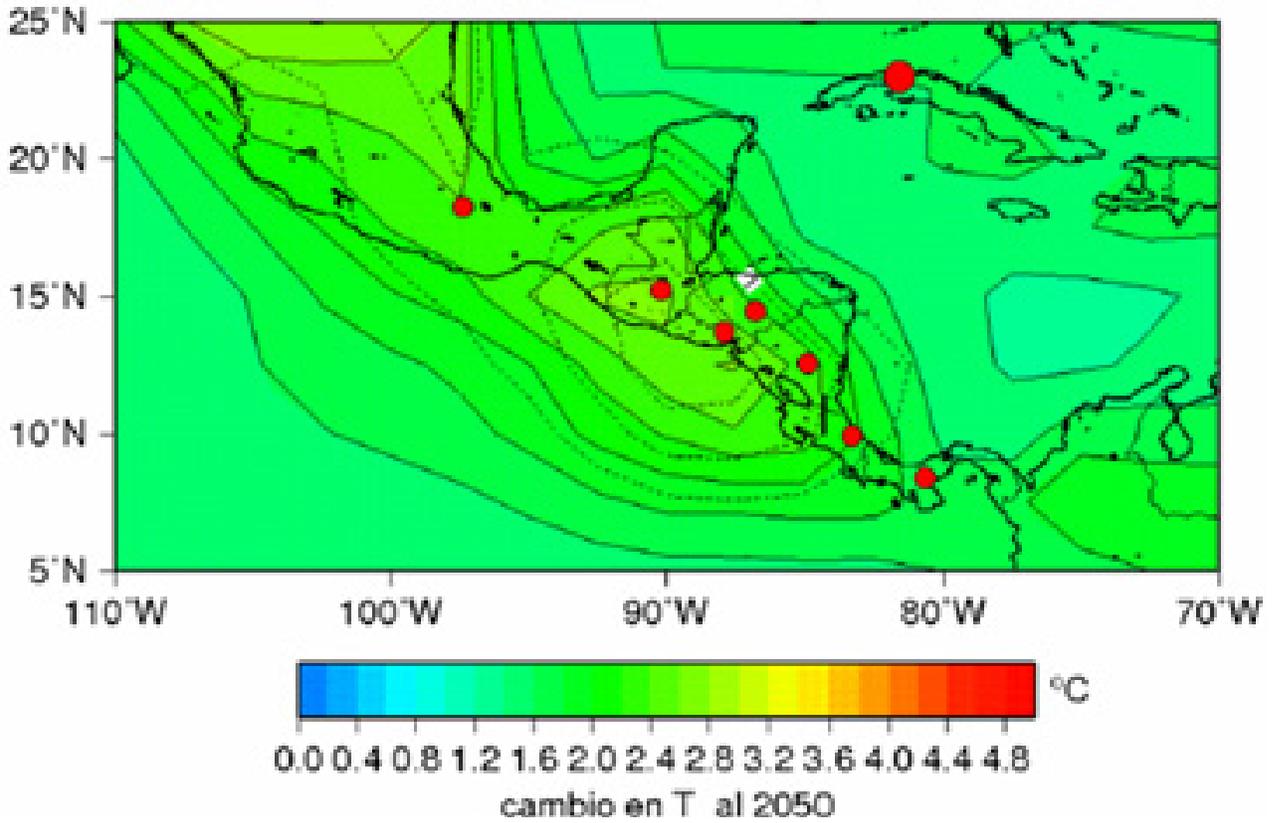
Categoría	Concentración de CO <sub>2</sub> en el punto de estabilización (2005 = 379 ppm) <sup>20</sup>	Concentración de CO <sub>2</sub> -equivalente en el punto de estabilización, incluidos los GEI y aerosoles (2005 = 375 ppm) <sup>20</sup>	Año de magnitud máxima de emisiones de CO <sub>2</sub> <sup>21,22</sup>	Variación de las emisiones de CO <sub>2</sub> mundiales en 2050 (porcentaje del nivel de emisiones de 2000) <sup>21,22</sup>	Promedio mundial del aumento de la temperatura respecto de los niveles preindustriales en condiciones de equilibrio, basándose en una "estimación óptima" de la sensibilidad climática <sup>23,24</sup>	Promedio mundial del aumento de nivel del mar respecto del nivel preindustrial en condiciones de equilibrio por dilatación térmica únicamente <sup>25</sup>	Número de escenarios evaluados
	ppm	ppm	Año	Porcentaje	°C	Metros	
I	350 – 400	445 – 490	2000 – 2015	-85 y -50	2,0 – 2,4	0,4 – 1,4	6
II	400 – 440	490 – 535	2000 – 2020	-60 y -30	2,4 – 2,8	0,5 – 1,7	18
III	440 – 485	535 – 590	2010 – 2030	-30 y +5	2,8 – 3,2	0,6 – 1,9	21
IV	485 – 570	590 – 710	2020 – 2060	+10 y +60	3,2 – 4,0	0,6 – 2,4	118
V	570 – 660	710 – 855	2050 – 2080	+25 y +85	4,0 – 4,9	0,8 – 2,9	9
VI	660 – 790	855 – 1130	2060 – 2090	+90 y +140	4,9 – 6,1	1,0 – 3,7	5

Fuente: AR4, 2007a

## APENDICE D:

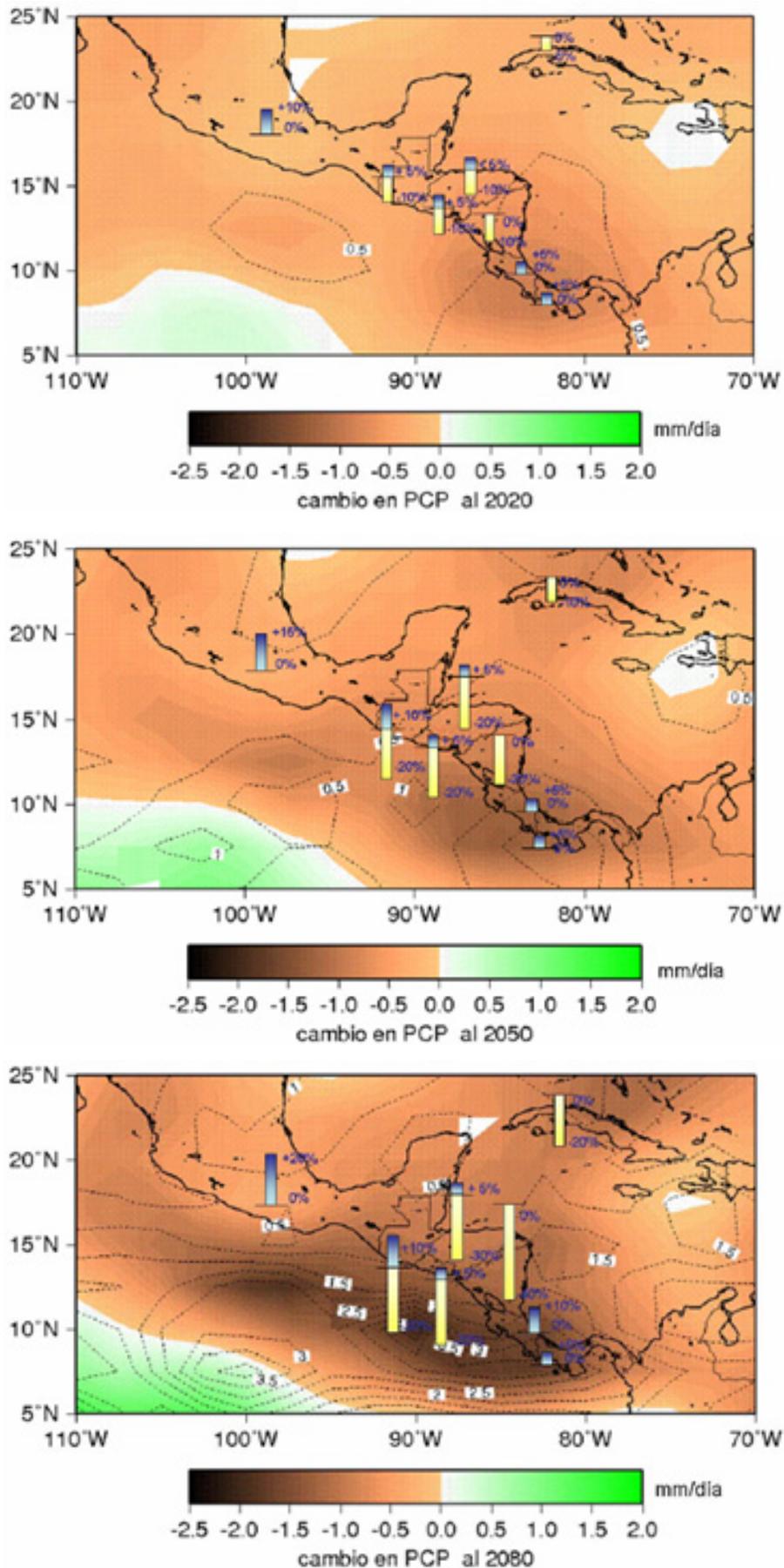


**Fig. D.1.** Escenarios de cambio de temperatura de superficie (oC) para 2020, 2050 y 2080



Fuente: Magaña, 2007

Fig. D.2. Escenarios de cambio de precipitación (mm/día) para 2020, 2050 y 2080<sup>17</sup>



<sup>17</sup> Las líneas punteadas con etiqueta corresponden a una medida de la dispersión entre modelos y escenarios de emisiones

## APENDICE E:

Cuadro E.1. Evaluaciones de los impactos del cambio climático sobre los rendimientos de los cultivos en América Central y algunos casos relevantes en América Latina

País (sitio) o región	Impacto en el rendimiento (%)						
	Maíz	Frijol	Arroz	Trigo	Café	Papa	Cereales y otros
<b>Guatemala</b>	-11 a +8 (1.5°C y -5%) -11 a +15 (2°C y +6%) 34 a +13 (3.5°C y -30%) -35 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -100 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)	-28 a +3 (1.5°C y -5%) -42 a +3 (2°C y +6%) -66 a 0 (3.5°C y -30%) -33 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -100 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)	-16 (1.5°C y -5% Pcp) -20 (2°C y +6% Pcp) -27 (3.5°C, -30% Pcp)		-10 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -100 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)		
<b>El Salvador</b>	-11 (2020) -19 a -21 (2050) -30 a -26 (2080) -40 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -100 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)	Frijol de secano Reducciones incrementales para 2020, 2050 y 2080 -35 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -100 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)			-42 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -100 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)		Maicillo -5 a -3 (2020) -17 a -15 (2050) -29 a -22 (2080)
<b>Honduras</b>	-21 a 0 +7 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -79 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)	-43 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -100 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)			0 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -65 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)		
<b>Nicaragua</b>	-11 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -58 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)	-6 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -33 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)			-53 en 2050 (+1.7 a +2.3°C y -47mm a +11mm) y -100 en 2100 (+3.8 a 5.2°C y -71mm a +9mm)		

Fuente: Elaboración propia sobre la base de: (1) TAR, 2001, WGII, p.55, (2) AR4, WG-II, p.598, (3) 1ª CN de países, (4) evaluación nacional de El Salvador y (5) CEPAL 2010  
Simbología: T: temperatura, ΔT: aumento de temperatura y Pcp: precipitación



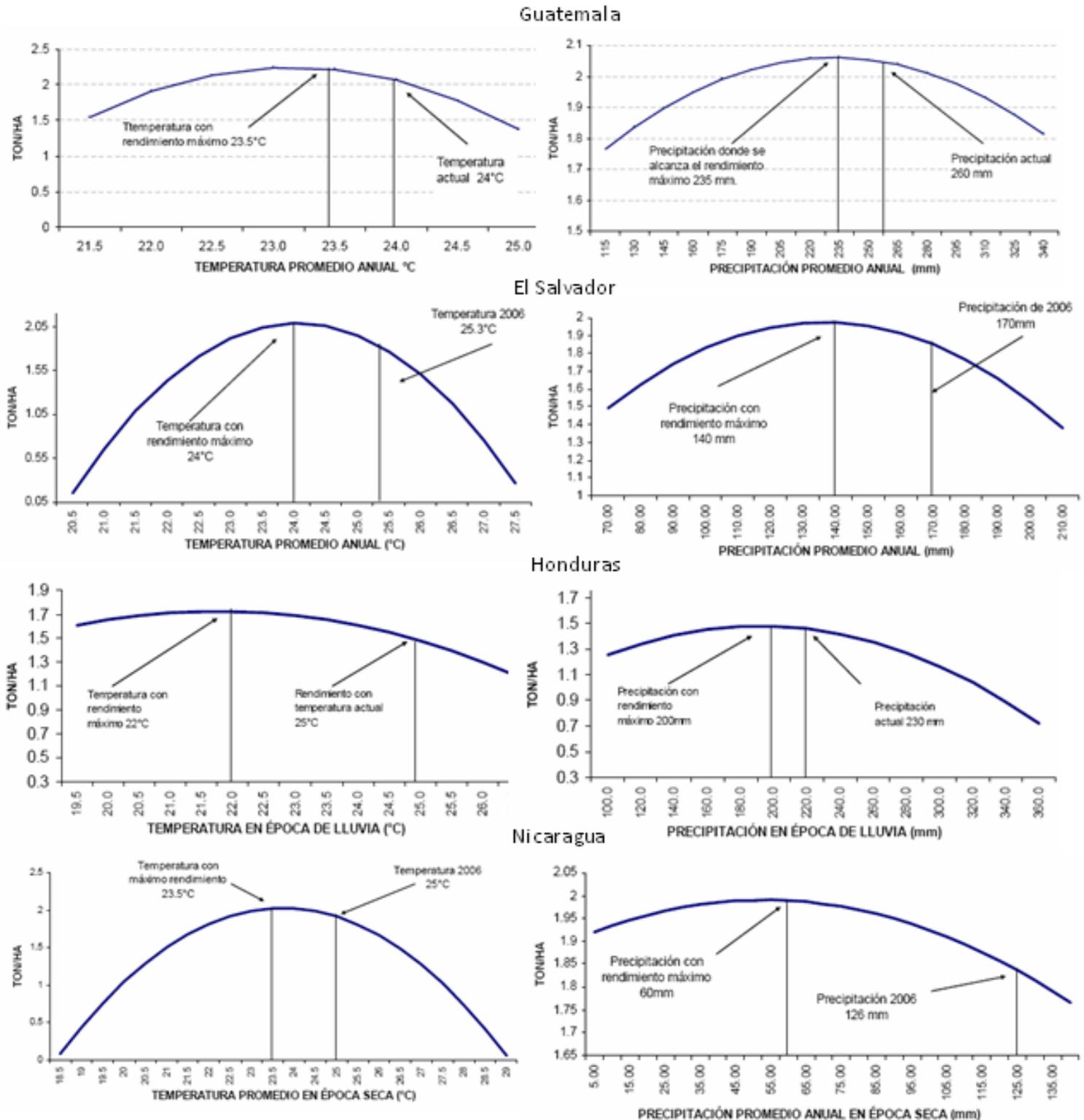
País (sitio) o región	Impacto en el rendimiento (%)						
	Maíz	Frijol	Arroz	Trigo	Café	Papa	Cereales y otros
Costa Rica			-31 (+2°C y -15% Pcp)		Incremento indeterminado (hasta $\Delta T=2^{\circ}C$ )		Plátano: Reducción
Panamá	+9 (2010) -34 (2050) -21 (2100)						
Tlaltizapán, México (1) México (2) 7 sitios, México (3)	(1) -61 a -20 (1991) (2) -61 a -6 (1994) (3) Aumento y reducción						
Brasil	-25 a -2 (550ppmCO <sub>2</sub> )			-50 a -15 (550ppm CO <sub>2</sub> )			
Bolivia	-25 (550ppm CO <sub>2</sub> ) +50 (+3°C y -20% Pcp)		-2 (550ppm CO <sub>2</sub> ) -15 (+3°C y -20% Pcp)			+2 a +5 (1CO <sub>2</sub> ) +5 a +7 (2CO <sub>2</sub> )	
Argentina	-36 a -17 (1994) -16 a +2 (1997)			-8 a +7 (1997)			
América Latina	-10						-10 a +2.5 (2020) -30 a +10 (2050) -30 a +5 (2080)
Guyana			-3 (2020-2040) -16 (2080-2100)				Sorgo: -30 (2020-2040) -38 (2080-2100)
Chile	Incremento (+3°C y -25% Pcp)			Reducción no cuantificada		Incremento no cuantificado	
Uruguay	-15 ( $\Delta T=2^{\circ}C$ )						

Fuente: Elaboración propia sobre la base de: (1) TAR, 2001, WGII, p.55, (2) AR4, WG-II, p.598, (3) 1ª CN de países, (4) evaluación nacional de El Salvador y (5) CEPAL 2010  
 Simbología: T: temperatura,  $\Delta T$ : aumento de temperatura y Pcp: precipitación

# APENDICE F:

## FUNCIONES DE PRODUCCION PARA EL MAÍZ, FRIJO Y CAFÉ EN LOS PAÍSES CA-4

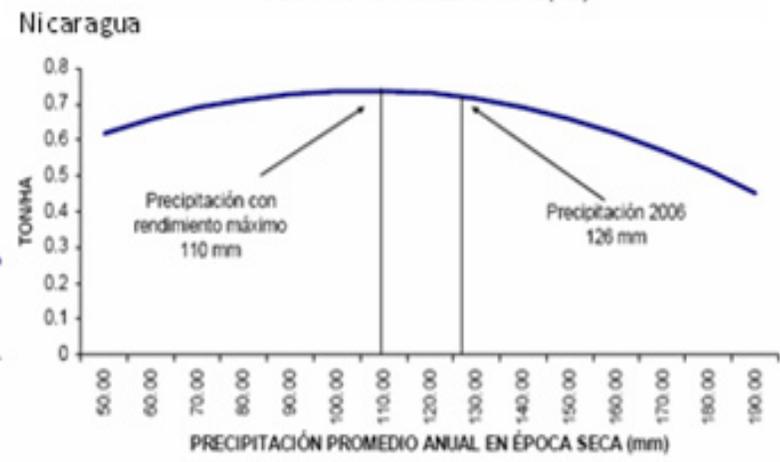
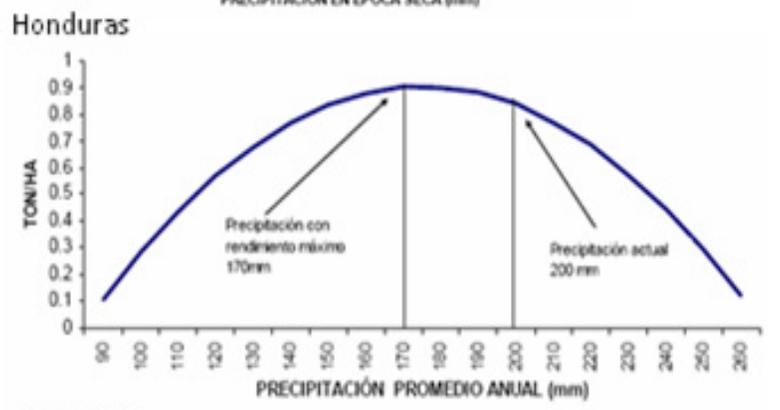
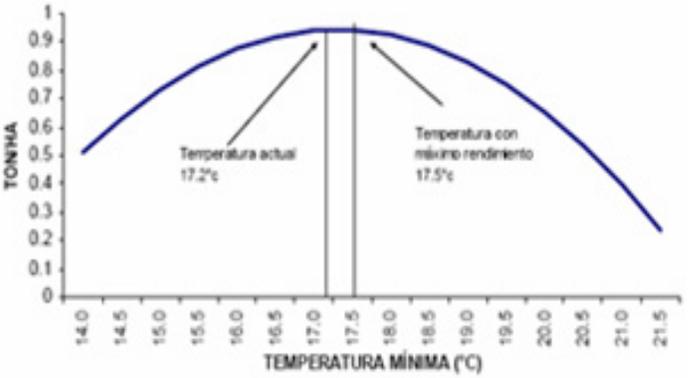
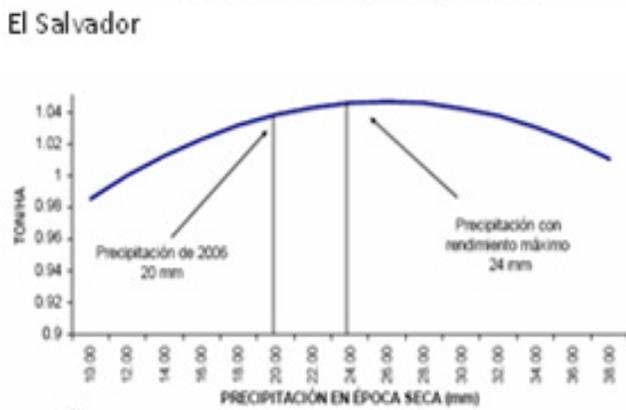
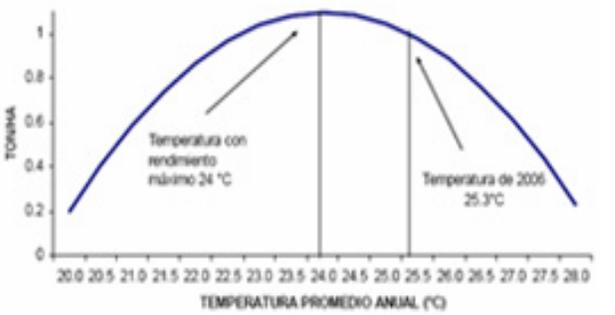
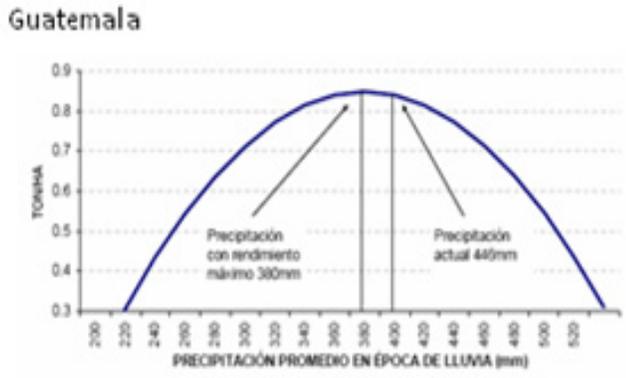
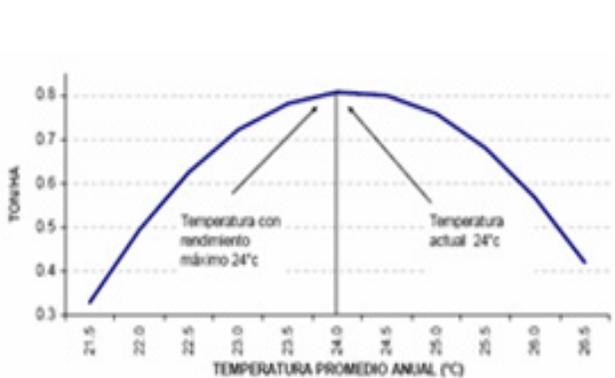
**Fig.F.1.** Funciones de producción del maíz para los países del CA-4  
 Los gráficos de la izquierda reflejan el rendimiento del maíz ante variaciones de temperatura (°C), y los de la derecha, ante variaciones de la precipitación (mm)



Fuente: CEPAL, 2010



**Fig.F.2. Funciones de producción del frijol para los países del CA-4**  
 Los gráficos de la izquierda reflejan el rendimiento del maíz ante variaciones de temperatura (°C), y los de la derecha, ante variaciones de la precipitación (mm)

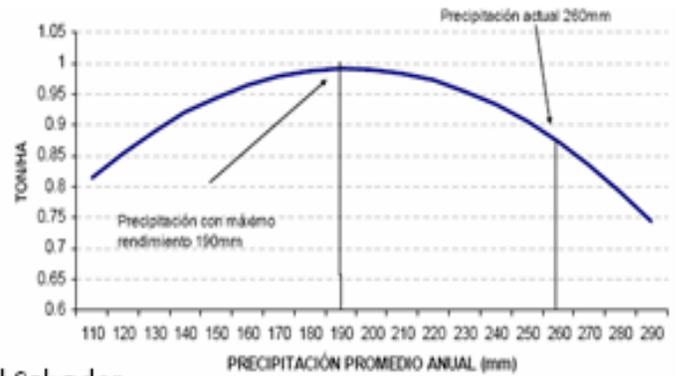
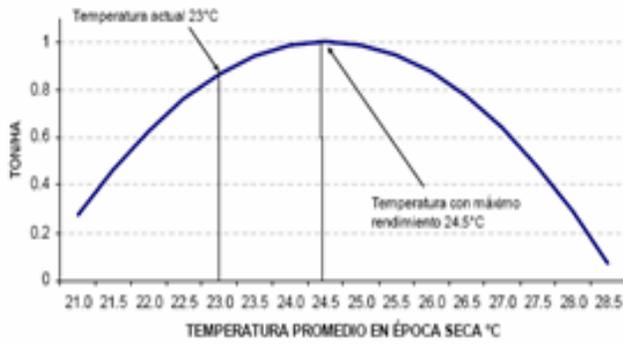


Fuente: CEPAL, 2010

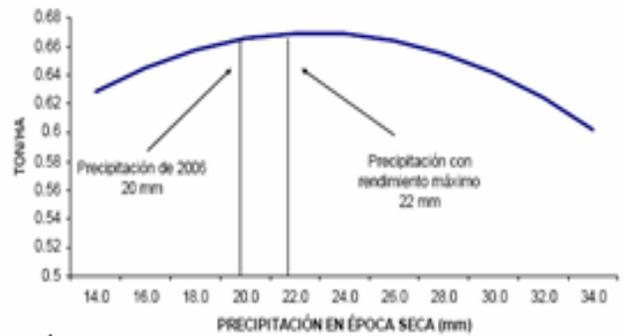
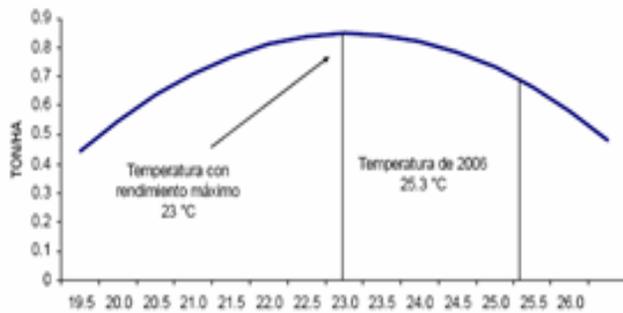
**Fig.F.3.** Funciones de producción del café para los países del CA-4

Los gráficos de la izquierda reflejan el rendimiento del maíz ante variaciones de temperatura (°C), y los de la derecha, ante variaciones de la precipitación (mm)

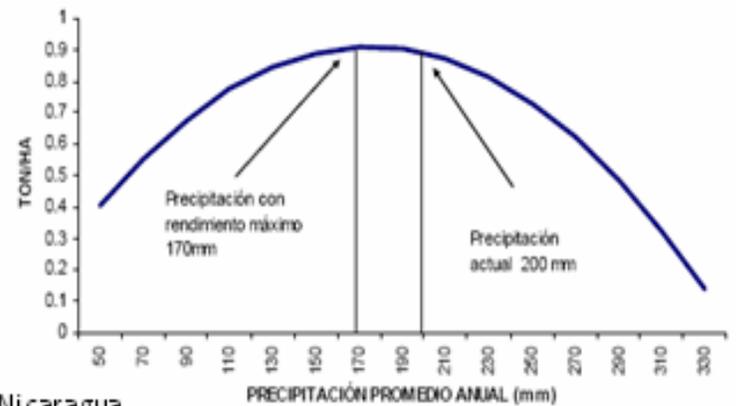
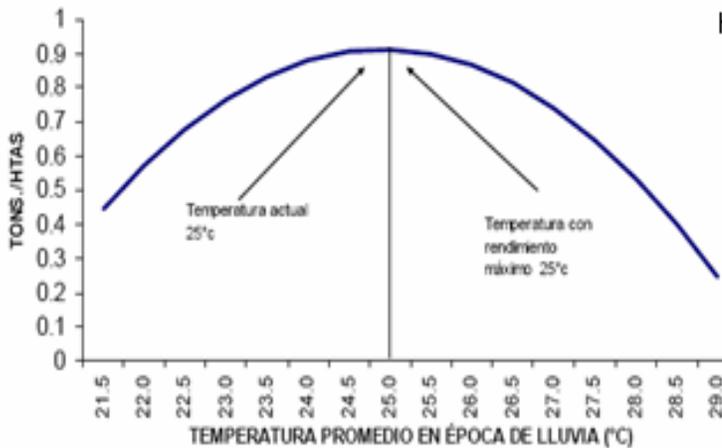
**Guatemala**



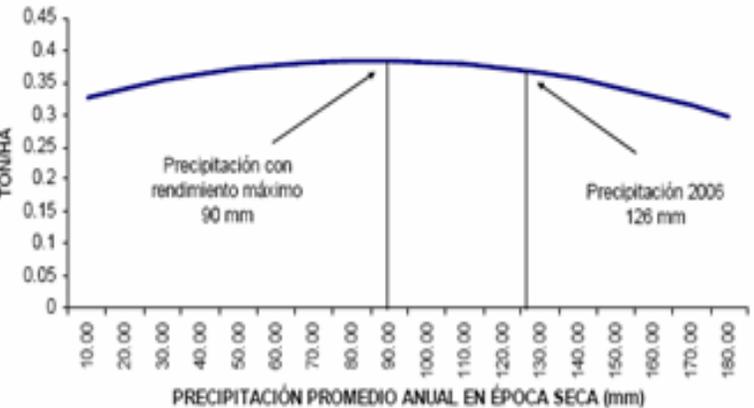
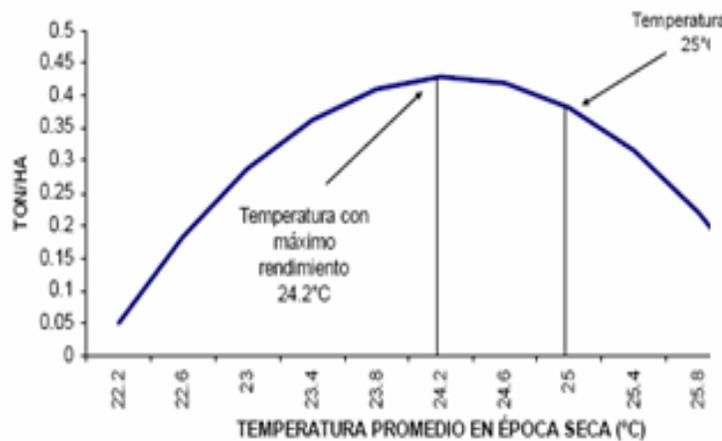
**El Salvador**



**Honduras**



**Nicaragua**



# APÉNDICE G:

Fig. G.1. Indicadores del nivel de seguridad alimentaria en los países del CA-4 para el período 2005-2007

País	Disponibilidad				Acceso			Utilidad biológica			Adecuación		
	Producción <sup>(a)</sup> (%)	Importaciones <sup>(b)</sup> (%)	Balanza comercial de alimentos <sup>(c)</sup> (%)	Ayuda alimentaria <sup>(d)</sup> (%)	Pobreza rural (%)	Irrigación <sup>(e)</sup> (%)	Precios alimentos <sup>(f)</sup> (%)	Subnutrición (%)	Tasa mortalidad <5 años /1000 nacidos vivos	Acceso a agua segura (%)	Acceso a saneamiento adecuado (%)	Uso de fertilizantes <sup>(g)</sup> (Kg/ha)	Principales productos consumidos <sup>(h)</sup> (%)
Guatemala	Harina de maíz: 99 Harina de trigo: 113 Frijoles secos: 123 Azúcar refinada: 201	Harina de maíz: 3 Harina de trigo: 6 Frijoles secos: 16 Azúcar refinada: 0	1	3	72 (2006)	8.4	172	21	35 (2008)	29 (2008)	81 (2008)	85	Harina de maíz: 36 Harina de trigo: 11 Frijoles secos: 3 Azúcar refinada: 14
Honduras	ND	ND	0.6 (2006)	ND	75 (2004)	ND	169 (2007)	12	24 (2009)	84	66	ND	ND
El Salvador	Harina de maíz: 117 Harina de trigo: 146 Frijoles secos: 86 Azúcar refinada: 110	Harina de maíz: 0.3 Harina de trigo: 4 Frijoles secos: 26 Azúcar refinada: 0	-2.4	2	36 (2006)	5	126	9	24	16 (2008)	87 (2008)	89	Harina de maíz: 26 Harina de trigo: 8 Frijoles secos: 6 Azúcar refinada: 15
Nicaragua	Harina de maíz: 121 Harina de trigo: 94 Frijoles secos: 187 Azúcar refinada: 134	Harina de maíz: 6 Harina de trigo: 19 Frijoles secos: 3 Azúcar refinada: 0	1.7	3	64 (2001)	2.7	163 <sup>(i)</sup>	19	35	79	48	27	Harina de maíz: 23 Harina de trigo: 7 Frijoles secos: 7 Azúcar refinada: 14

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de FAO 2010 Perfil de país, indicadores de seguridad alimentaria; CEPAL 2010 y del Sistema Regional de indicadores de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SIRSAN), <http://www.sica.int/SIRSAN>, consultado el 24 de marzo de 2011, y el UN Comtrade

- (a) Papel de la producción con respecto al consumo según los productos principales
- (b) Papel de las importaciones con respecto al consumo según los productos principales
- (c) Exportaciones – Importaciones de alimentos con respecto al PNB total
- (d) Contribución de la ayuda alimentaria al suministro total de energía alimentaria
- (e) Contribución de la irrigación a la tierra cultivable total
- (f) Índice de precios de alimentos al consumo (año base = 2000): mide el aumento porcentual del índice respecto al año base
- (g) En el CA-4 la práctica frecuente es uso extensivo e inadecuado de agroquímicos que contaminan las aguas superficiales y subterráneas, y el aire
- (h) Contribución a la seguridad energética alimentaria (SEA), considerando los aspectos socioculturales
- (i) Base 2000 – index base: 1999 = 100

## APÉNDICE H:

### INDICADORES SOCIOECONOMICOS DE LAS FAMILIAS PRODUCTORAS DE GRANOS BASICOS EN LOS PAÍSES DEL CA-4

**Cuadro H.1. Características sociodemográficas de las familias productoras de granos básicos del CA-4 (%)**

País	% rural	Tamaño hogar	Edad Promedio	% hombres	Educación (Años)	Indígenas (%)	Estructura de edades (% años)	
							< 30	> 65
Guatemala (2006)	77.0	5.8	46	85.4	2.1	61.3	13.7	13.0
Honduras (2005)	90.0	5.5	48	87.9	2.3	ND	12.0	15.0
El Salvador (2006)	84.4	5.6	50	85.3	2.2	6.3	9.7	17.4
Nicaragua (2005)	88.2	5.8	47	82.9	2.0	8.4	12.0	12.8
Región CA	87	5	49	85	3	ND	10	16

Fuente: Baumeister 2010

Simbología: CA: Centroamericana

**Cuadro H.2. Ocupación principal de las familias productoras de granos básicos (GB) en el CA-4 (%)**

País	Patrón	ACP <sup>(a)</sup>	Productores GB actividad principal (patrón+ACP)	% ACP/ Productor	Asalariados	Otras ocupaciones
Guatemala (2006)	1.0	48.2	49.2	98	36.5	14.3
Honduras (2005)	0.8	71.4	72.2	99	21.9	5.9
El Salvador (2006)	8.8	61.8	70.6	88	26.7	2.7
Nicaragua (2005)	1.2	67.3	68.5	98	25.6	5.9
Región CA	4	58	62	93	30	8

Fuente: Baumeister 2010

Simbología: CA = Centroamericana

(a) ACP: Pequeño agricultor por cuenta propia

**Cuadro H.3. Hogares con miembros trabajando como asalariados y hogares recibiendo remesas del exterior dentro del CA-4 (% de hogares)**

	Hogares/asalariados agrícolas	Hogares/asalariados no agrícolas	Hogares con remesas
	Guatemala (2006)	24.8	32.6
Honduras (2005)	28.9	12.3	13.5
El Salvador (2006)	33.4	19.0	28.1
Nicaragua (2005)	32.6	20.4	5.1
Región CA	32	23	ND

Fuente: Baumeister 2010

Simbología: CA = Centroamericana



**Cuadro H.4. Características de las viviendas de los hogares productores de granos básicos en el CA-4 (2005-2007)**

	% viviendas piso/terreno	% viviendas propias	% techo zinc-teja	% viviendas/energía eléctrica	% teléfono celular
Guatemala (2006)	55.6	89.2	99.0	68.7	36.3
Honduras (2005)	54.6	87.8	96.5	33.0	4.9 (*)
El Salvador (2006)	46.6	77.4	99.1	72.6	38.3
Nicaragua (2005)	67.7	79.1	69.6	39.7	3.5 (*)
Región CA	54.0	85	94	56	ND

Fuente: Baumeister 2010  
(\*) Telefonía fija

Simbología: CA = Centroamericana

**Cuadro H.5. Pobreza de familias productoras de granos básicos (GB) y de las familias rurales del CA-4 (%)**

País	Pobres extremos	Pobreza nacional extrema	Pobres	No pobres	Total	% de pobres rurales	Relación % pobres GB/% pobres rurales
Guatemala (2006)	20.5	48.0	68.5	31.5	100	71.7	96
Honduras (2005)	60.0	30.7	90.7	9.3	100	72.2 <sup>(a)</sup>	1.26
El Salvador (2006)	19.7	35.9	55.6	44.4	100	48.4	1.15
Nicaragua (2005)	35.0	41.2	76.2	23.8	100	64.3	1.19
Región CA	32	34	66	34	100	61.7	1.07

Fuente: Baumeister 2010  
(a) Banco Mundial 2006

Simbología: CA = Centroamericana

**Cuadro H.6. Remuneración media mensual campesina, por día persona y líneas rurales de indigencia y pobreza rurales en el CA-4 (US \$ corrientes de 2006-2007)**

País	Remuneración Mensual campesina (US \$)	Por hogar (US \$)	Día persona del hogar (US \$)	Línea de indigencia día persona	Línea pobreza día persona
Guatemala	92	156	1.04	1.59	2.78
Honduras	72	122	0.82	1.17	2.03
El Salvador	104	177	1.18	0.82	1.67
Nicaragua	91	155	1.03	0.75	1.31
Media región CA	104	177	1.18	1.14	2.00

Fuente: Baumeister 2010 Simbología: US \$ = Dólares de Estados Unidos de América, Simbología: CA = Centroamericana

**Cuadro H.7. Productores (%) que compran granos básicos en Guatemala y Nicaragua, 2005-2007**

País	Tortillas	Maíz	Arroz	Frijol
Guatemala	7.3	39.3	88	66
Nicaragua	12.0	15.0	83	40

Fuente: Baumeister 2010

### Cuadro H.8. Proporción de productores con tierras propias en el CA-4

País	% tierras propias
Guatemala	62
Honduras	73
El Salvador	ND
Nicaragua	72
Media región CA	63

Fuente: Baumeister 2010 Simbología: CA = Centroamericana

### Cuadro H.9. Peso porcentual de productores de granos básicos con menos de tres manzanas (2.1 ha) de tenencia en el CA-4

País	% productores granos básicos
Guatemala (2006)	92 (productores de maíz)
Honduras	62 (productores de maíz)
El Salvador (2007)	86 (total de productores con menos de 3 mz)
Nicaragua (2005)	39 (productores maiceros y frijoleros)

Fuente: Baumeister 2010

### Cuadro H.10. Proporción nacional destinada al autoconsumo familiar en el CA-4 (%)

País	Maíz	Frijol	Arroz	Maicillo/sorgo blanco
Guatemala (2007)	45	37	1	28
Honduras (2007)	46	51	4	58
El Salvador (2007)	46	45	1	44
Nicaragua (2008)	53	36	19	55
Media región CA	47	46	6	46

Fuente: Baumeister 2010 Simbología: CA = Centroamericana

### Cuadro H.11. Producción y autoconsumo promedio por familia productora de granos básicos en el CA-4 2005-2007 (qq anuales producidos y auto-consumidos de maíz y frijol)

País	Producción de maíz	Producción de frijol	Auto-consumo de maíz	Auto-consumo de frijol
Guatemala	29	7	13	3
Honduras	31	13	14	7
El Salvador	38	12	18	5
Nicaragua	39	14	21	5
Media región CA	34	13	15	4

Fuente: Baumeister 2010 Simbología: CA = Centroamericana



## APÉNDICE I:

### Cuadro I.1. Símbolos químicos

CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono,
CO <sub>2</sub> eq	Dióxido de carbono equivalente
HFC	Hidrofluorocarbono
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
PFC	Perfluorocarbono
SF <sub>6</sub>	Hexafluoruro de azufre

### Cuadro I.2. Abreviaturas de modelos climáticos

ECHAM4	Versión 4 del modelo atmosférico de circulación general del Centro Europeo para el pronóstico del tiempo, Instituto de Meteorología Max Plank de Alemania
E_INC	Conjunto incompleto de 15 modelos atmosféricos de circulación general
GFDL	Modelo atmosférico del Laboratorio de Geofísica de Dinámica de Fluidos de EEUU
HadCM3	Versión 3 del modelo acoplado atmósfera-océano del Hadley Centre, Gran Bretaña
HADGEM1	Versión 1 del modelo climático acoplado del Hadley Centre de Gran Bretaña, incorporando todos los componentes del sistema climático de la tierra

### Cuadro I.3. Unidades de medida

Símbolo	Nombre	Definición
°C	Grados Celsius	0° C = 273 K (kelvin) aproximadamente
Cal	Caloría	4,1868 Julios
Ha	Hectáreas	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
Kcal	Kilocaloría	1 Cal x 10 <sup>3</sup>
cm	Centímetros	10 <sup>-2</sup> x m (metro)
Mz	Manzana	0.7 Ha
qq	Quintal	46 Kg (kilogramo)
TM	Tonelada métrica	1000 Kg
Ton	Tonelada corta	909 kg (20 qq)



# EL CAMBIO SOY YO



## Miembros Focales de la Red SUSWATCH en Latinoamérica



**LIDEMA**  
LIGA DE DEFENSA DEL  
MEDIO AMBIENTE

EN REPRESENTACIÓN DE ABDES



Centro Humboldt



FUNDACIÓN SOLAR

Este documento es una producción del Observatorio de la Sostenibilidad  
Red Latinoamérica SUSWATCH, auspiciada por:



## CONTACTOS:

**Centro Alexander von Humboldt**  
Barrio Largaespada, Busto José Martí 5  
cuadras al este. Managua , Nicaragua  
**Teléfonos:** (505) 2248-7149  
2248-7150  
2248-7151  
**Telefax:** (505) 2248-7152

**Centro Humboldt**  
[www.humboldt.org.ni](http://www.humboldt.org.ni)  
**Libby Canales** / Facilitación  
Regional  
facilitacion@humboldt.org.ni

**Mónica López Baltodano**  
milenio@humboldt.org.ni

**Fundación Solar**  
[www.fundacionsolar.org.gt](http://www.fundacionsolar.org.gt)  
**Vivian Lanuza**  
vlanuza@fundacionsolar.org.gt

**ACICAFOC**  
[www.acicafoc.org](http://www.acicafoc.org)  
**Lily Mejía Flores**  
lmejia@acicafoc.org

**LIDEMA**  
[www.lidema.org.bo](http://www.lidema.org.bo)  
**Jenny Gruenberguer**  
jennyg@lidema.org.bo