



CUARTO INFORME ESTADO DE LA REGIÓN



Informe final

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

Investigador:
IARNA

Equipo de trabajo

MSc. Juventino Galvez, Director IARNA-URL
Dr. Juan Carlos Méndez; Investigador IARNA-URL
MSc. Rodolfo Veliz; Investigador IARNA-URL

2010

Nota: Las cifras de las ponencias pueden no coincidir con las consignadas por el Cuarto Informe Estado de la Región en el tema respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Índice

Resumen	3
Descriptores.....	3
1. El cambio climático: escenarios para Centro América	3
2. El caso de la agricultura	12
2.1 Agricultura, agricultores y cambio climático.....	18
2.2 Importancia económica y social de la agricultura en Centro América	22
2.3 La capacidad de respuesta de la Región frente a la problemática relacionada con el Cambio Climático y la Agricultura	27
2.4 Impactos actuales y potenciales a la Agricultura de la Región, derivados del Cambio Climático.....	31
3. El caso de la energía	39
3.1 Situación energética de Centroamérica	40
3.2 El Cambio Climático y el Sector Energético	45
3.3 Impactos potenciales del cambio climático en el sector energético y sus implicaciones económico-sociales	50
4. Adaptación y mitigación al Cambio Climático	59
4.1 Abordaje Integral al respecto de la Mitigación y la Adaptación	61
4.2 Mitigación y Adaptación en la Agricultura.....	64
4.3 Mitigación y Adaptación en el Sector Energético	74
4.4 Las Prioridades en los Sectores Agricultura y Energía en relación con el Cambio Climático en Centro América	77
Bibliografía.....	79

Resumen

En el siguiente documento se describen los principales escenarios para Centroamérica, como consecuencia del cambio climático. Esto con el propósito de entender la dimensión y los efectos más graves de este fenómeno sobre la región. Para ello, se analizan los efectos del mismo sobre la región en dos sectores de gran relevancia como lo son: el sector agrícola y el energético. En el sector agrícola, se reportan impactos en seguridad alimentaria, el sector la actividad turística, en la biodiversidad y los bosques y, en la salud humana; mientras que en el caso de la energía, uno de los sectores estratégicos y más vulnerable, se considera que los desafíos son amplios y de gran complejidad, sobre todo, considerando el alto grado de dependencia de la región de los productos derivados del petróleo.

Ante tal coyuntura, los países en particular, y la región en general, se encuentran ante el desafío de definir prioridades y políticas que les permita hacer frente a los efectos del cambio climático en el Istmo. Por tanto, es necesario que los países logren avances importantes en materia de adaptación y mitigación, para lo cual se necesita contar con una estructura institucional sólida, un liderazgo efectivo y recursos financieros.

Descriptor

Cambio climático, agricultura, zonas de vida, agricultores, energía, consumo energético, adaptación, mitigación, Gases de Efecto Invernadero (GEI).

1. El cambio climático: escenarios para Centro América

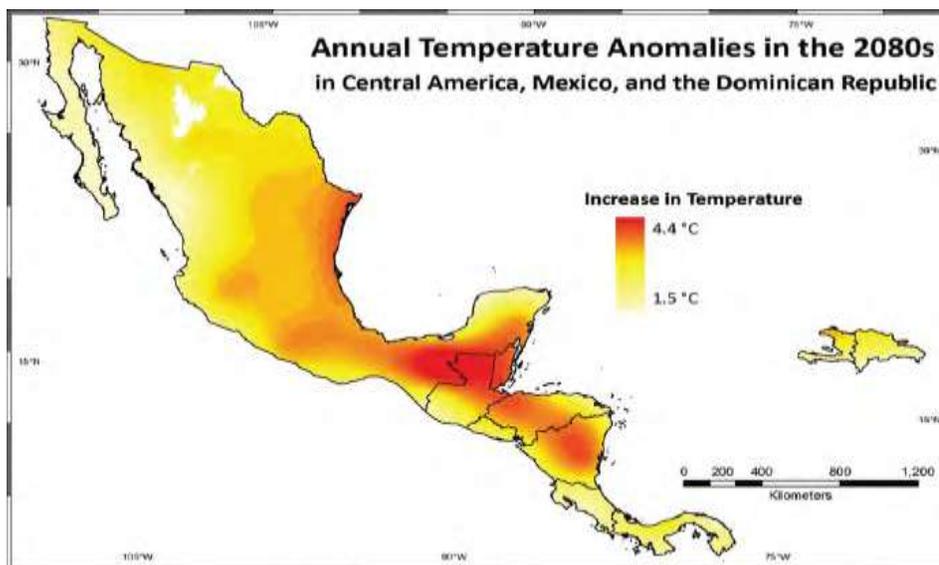
La primera pregunta a responder es acerca de que se está hablando cuando se aborda el tema del Cambio Climático. Cuál es la dimensión del evento y en donde se esperan los efectos más graves de este fenómeno global. Para ello, la comunidad científica ha desarrollado investigaciones que intentan responder a estas interrogantes de la mejor manera posible. Buena parte de los modelos de proyección del cambio climático son modelos de análisis global y es obvio que siendo un fenómeno de carácter global, los análisis iniciales en su mayoría tuvieron ese enfoque. Sin embargo, cuando se trata de medir los impactos regionales y locales de este fenómeno, los modelos de proyección regional, como en este caso tienen más sentido. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) reporta más de 30 modelos de proyección del clima a largo plazo. Habiendo modelos tan sofisticados, que incluyen corrientes oceánicas, atmosféricas, glaciares, además de las variables convencionales del clima, como temperatura y precipitación. El uso de estos modelos es tan complicado y tan de poca aplicación práctica que cuando se trata de medición de impactos, los modelos más simples de proyección climática han prevalecido. Una manera de endogeneizar las variables exógenas, por tratarse de un fenómeno de largo plazo es utilizar una clasificación propuesta por el IPCC en su Reporte Especial de Escenarios sobre Emisiones (SRES, por sus siglas en inglés), los

escenarios se identifican como A1, B1, A2 y B2ⁱ. La idea es que hay variables que no siendo climáticas están incidiendo en el clima a raíz de las emisiones que se producen dada su magnitud. Estas son población, modelo económico, tecnología, energía, agricultura y uso de la tierra, entre los principales.

En 2008 El Centro del Agua para el Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) presentó un modelo regional de proyección de clima usando sistemas de información geográfica para medir el impacto sobre los ecosistemas en la región de México, Centro América y República Dominicanaⁱⁱ. Este resulta muy apropiado para hacer inferencias generales sobre lo que le espera a la región en términos del cambio climático hacia el 2020 y 2050. Seguramente conectar estos resultados con los impactos a la agricultura y al sector energético, sería muy útil, pero hasta el momento no se reportan investigaciones en esta línea. Este hace consideraciones sobre “anomalías” y “severidad” en el clima, además de separar las variables de temperatura, precipitación y la construcción de un Índice de Severidad Climática (CCSI, por sus siglas en inglés), que combina temperatura y precipitaciónⁱⁱⁱ. Los siguientes mapas muestran el tipo de análisis realizado, presentando los resultados de las proyecciones de anomalías en temperatura y precipitación en los escenarios B2 y A2.

Mapa 1

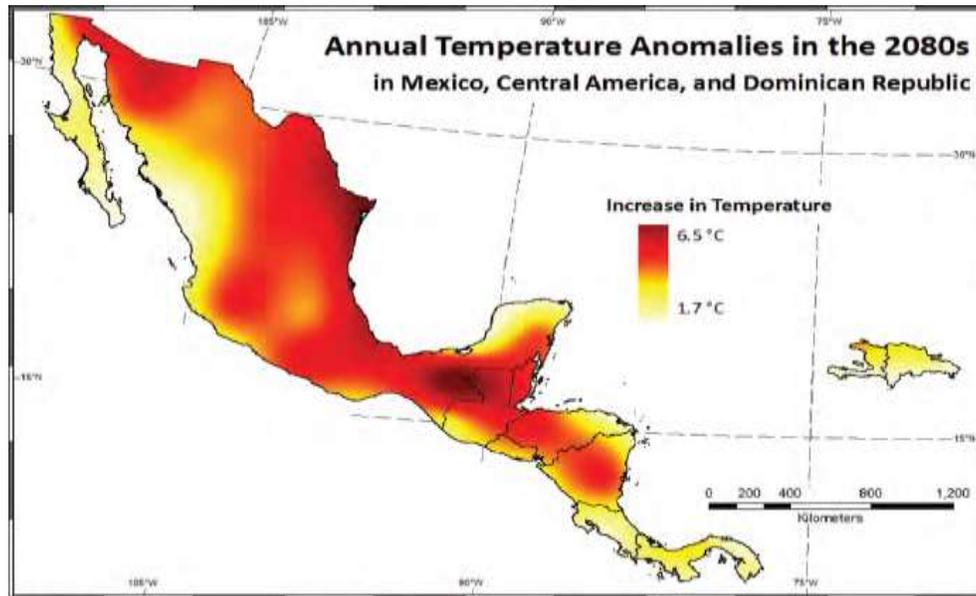
Proyecciones de anomalías en la temperatura en México, Centro América, y República Dominicana para el año 2080, escenario B2



Fuente: CATHALAC, 2008.

Mapa 2

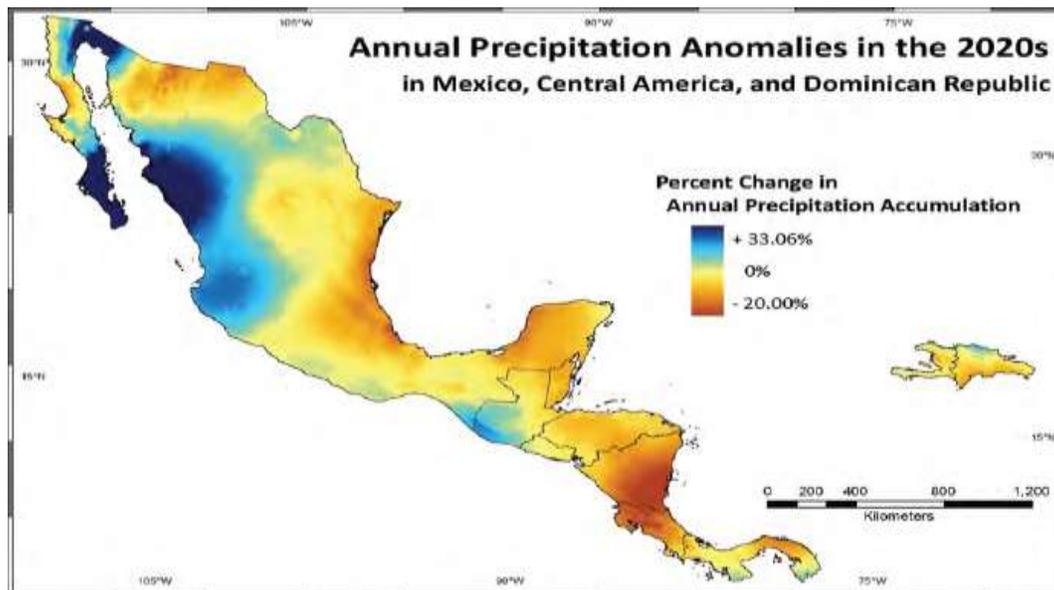
Proyecciones de anomalías en la temperatura en México, Centro América y República Dominicana, para el año 2080, escenario A2



Fuente: CATHALAC, 2008.

Mapa 3

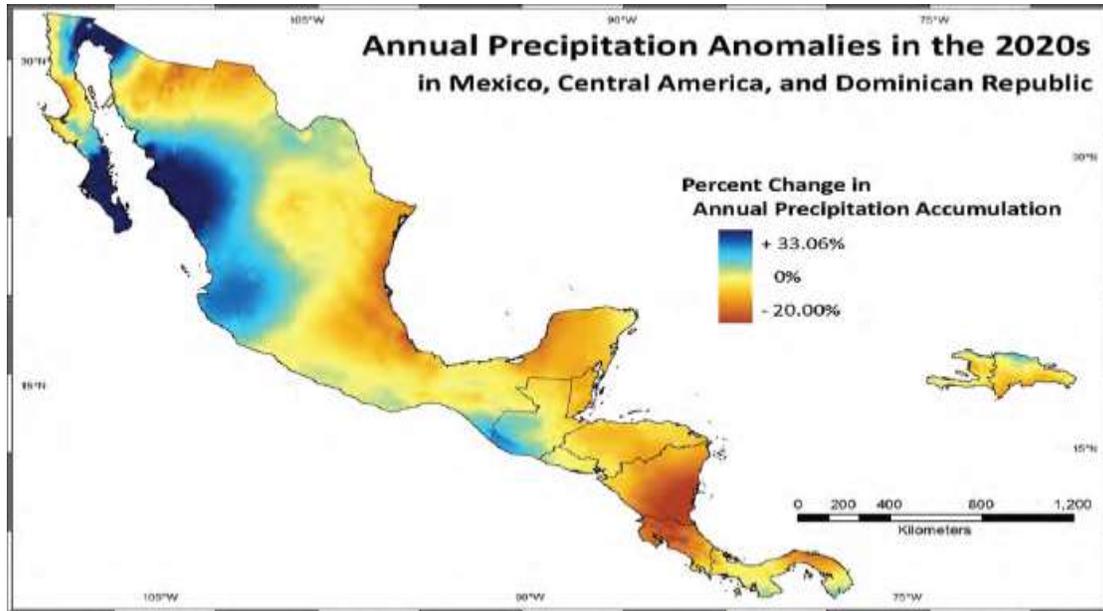
Proyecciones de anomalías en la precipitación en México, Centro América y República Dominicana, para el año 2020, bajo el escenario B2



Fuente: CATHALAC, 2008.

Mapa 4

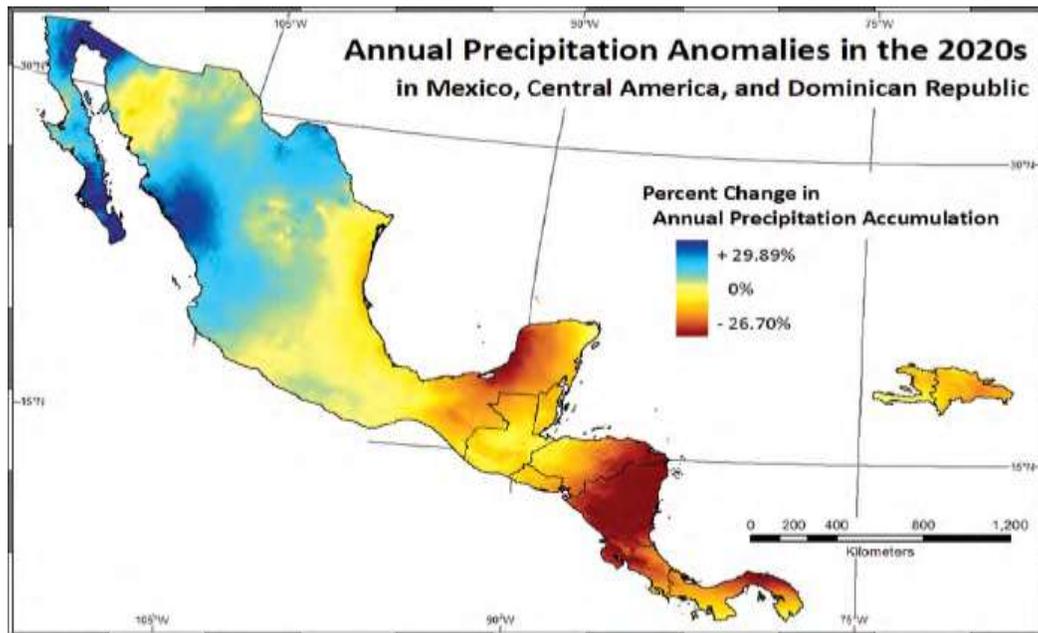
Proyecciones de anomalías en la precipitación en México, Centro América y República Dominicana, para el año 2020, bajo el escenario B2



Fuente: CATHALAC, 2008.

Mapa 5

Proyecciones de anomalías en la precipitación en México, Centro América y República Dominicana, para el año 2020, bajo el escenario A2



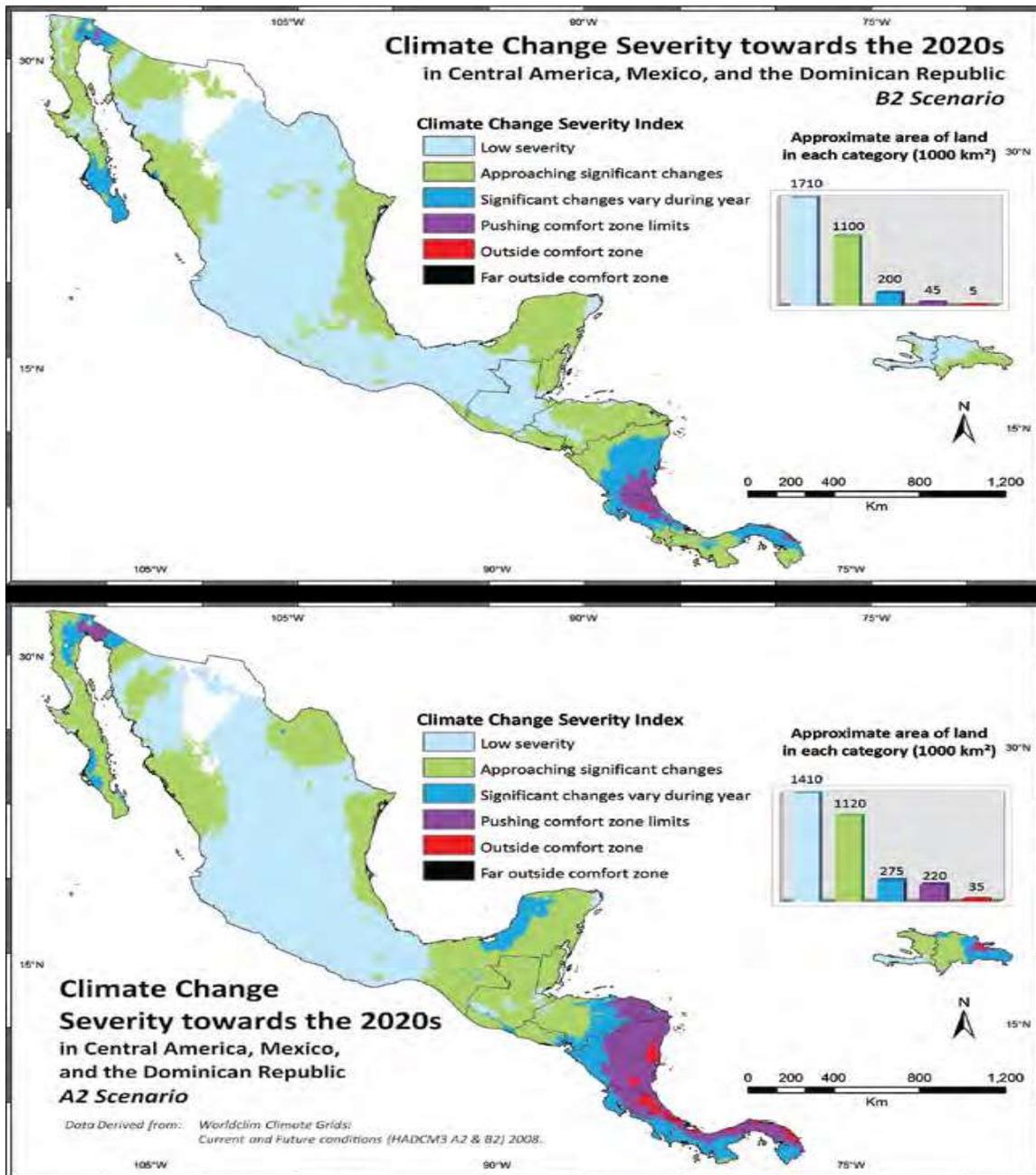
Fuente: CATHALAC, 2008.

El modelo de predicción hace algunas consideraciones importantes. Utiliza el criterio de “zona de confort del clima”^{iv}, entendiéndolo por ello, que dentro de estos límites, los cambios climáticos no afectarán el comportamiento de los ecosistemas. Es decir que sus rangos entre mínimos y máximos no traerán impactos asociados en el comportamiento de los componentes de los ecosistemas. Otra consideración importante es que se utilizaron los horizontes de predicción al 2020 y al 2050, porque con estos plazos los modelos que combinan temperatura y precipitación en el Índice de Severidad Climática mantenían cierta congruencia entre las variables del clima al utilizarse por separado, no así cuando los horizontes de predicción climática se extendían más allá en el tiempo.

Los resultados obtenidos para el clima en la región, utilizando el índice de severidad climática, se presentan utilizando 6 categorías, en relación con la distancia que el nivel de severidad afecte la zona de confort climático. Estas son en su orden del más leve al más severo: Baja severidad, acercándose a cambios significativos, se presentan algunos cambios significativos a lo largo del año, casi en los límites de la zona de confort, afuera de la zona de confort y finalmente, lejos de la zona de confort. El estudio considera que las últimas tres categorías, presentarán impactos severos en los ecosistemas. Cita por ejemplo que para el caso de las áreas agrícolas en la región, cerca del 30% será impactado severamente, apenas con el escenario 2020 A2. Estos resultados se muestran en los mapas 5 y 6.

Mapa 6

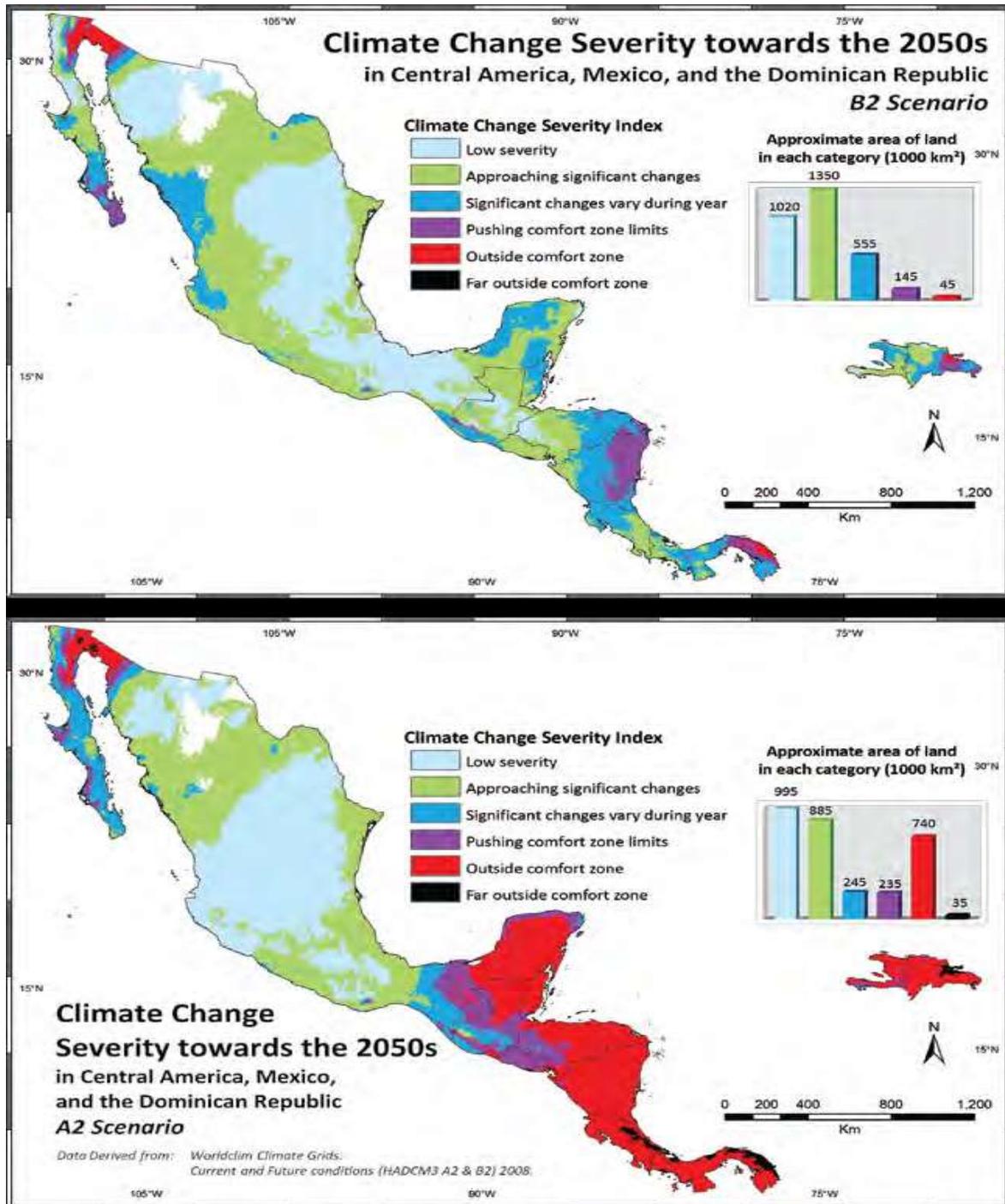
Índice de severidad climática para el 2020, en Centro América, México y República Dominicana, escenario B2 y A2



Fuente: CATHALAC, 2008.

Mapa 7

Índice de severidad climática para el 2050, en Centro América, México y República Dominicana, escenario B2 y A2



Fuente: CATHALAC, 2008.

Siguiendo los planteamientos del estudio, en el escenario 2020 B2 (es decir el más optimista), el área afectada severamente por el clima alcanza los 50,000 kilómetros cuadrados, que equivalen a 5 Millones de hectáreas (Aproximadamente la mitad del territorio de Guatemala, ó de Honduras) en este escenario no aparecen zonas impactadas con el caso más severo, es decir con la categoría de “lejos de los límites de la zona de confort”. Los países que experimentarían estos cambios climáticos extremos serían las zonas de influencia atlántica de Costa Rica, Nicaragua y en menor escala Panamá^v.

Al cambiar al escenario 2020 A2, las zonas impactadas severamente se amplían considerablemente, estas cubren la zona misquita de Honduras, buena parte de Nicaragua y Costa Rica y todo el litoral atlántico de Panamá. En total se reportan 255 Mil kilómetros cuadrados. Hasta acá solamente se presentan los casos de impacto severo y continuo, sin embargo si se considera la siguiente categoría (“cambios significativos se presentan a lo largo del año”), prácticamente todos los países centroamericanos quedan incluidos. Guatemala y El Salvador en menor escala^{vi}, más de la mitad de Honduras queda cubierto al incluir esta categoría y prácticamente Nicaragua, Costa Rica y Panamá completamente son afectados por el cambio climático. Se reportan entonces 275 Mil kilómetros cuadrados más de territorio afectado.

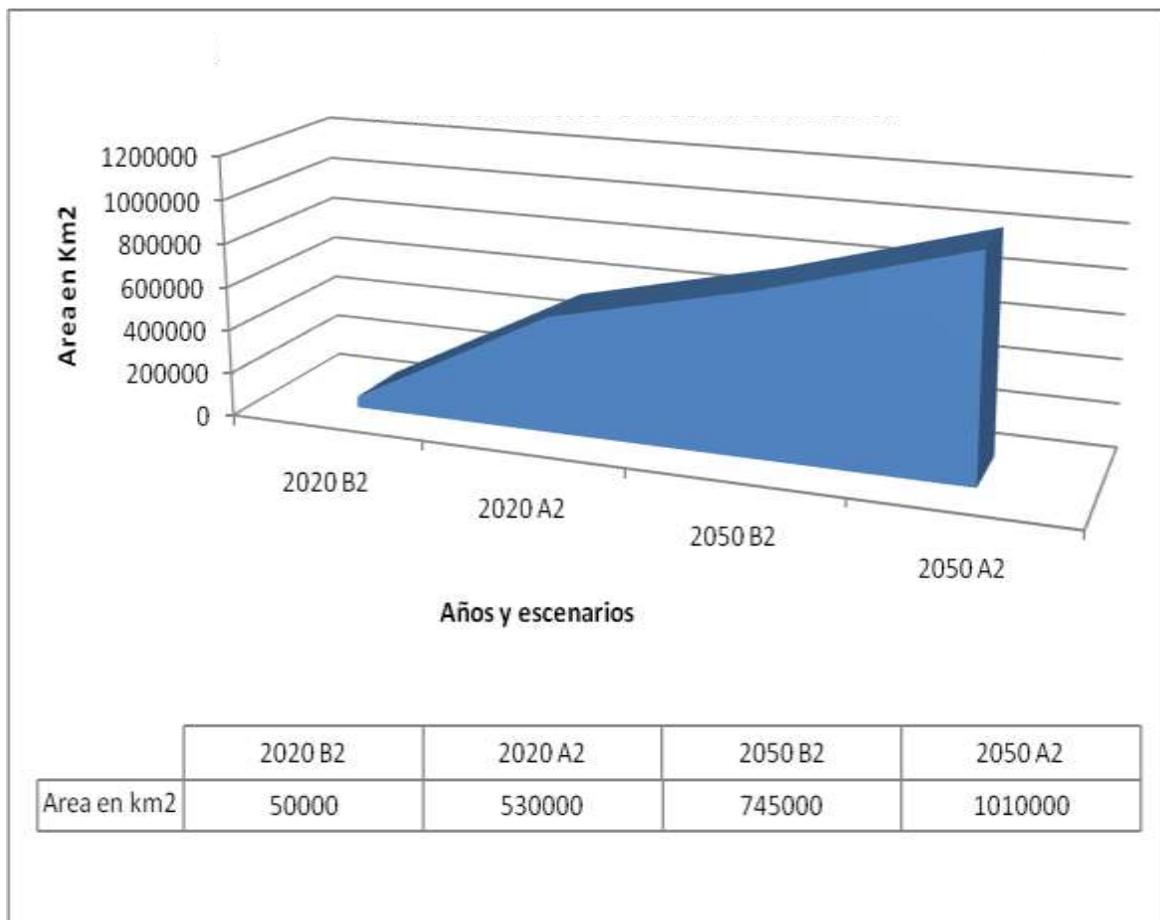
El estudio presenta luego los escenarios 2050 B2 y A2. En el primero de los casos, aparecen como zonas severamente afectadas la parte este de Panamá hacia el Darién, luego la zona misquita de Nicaragua. Al agregar la categoría de “cambios significativos...”, aparecen como zonas afectadas casi todo Panamá, Norte de Costa Rica, casi toda Nicaragua, La zona misquita hondureña y buena parte de ese país, la Costa Sur de Guatemala y la parte norte de Belice. Las áreas afectadas severamente que se reportan son 190 Mil kilómetros cuadrados y un total de 555 Mil kilómetros cuadrados más al agregar esta tercera categoría^{vii}.

Finalmente, se presenta el escenario A2 y este muestra, con toda su magnitud, el enorme impacto que el clima tendría en la región. Primero aparecen zonas en la costa atlántica de Panamá y Costa Rica con impactos medidos en la última categoría “Lejos de la zona de Confort”. Se reportan 35 Mil kilómetros cuadrados afectados por esta categoría. Luego prácticamente todo el territorio centroamericano está afectado severamente por el cambio climático, con la excepción de algunas pequeñas zonas en el altiplano y sur de Guatemala. Pero cuando se agrega la categoría de “cambios significativos...”, prácticamente todo el territorio centroamericano experimenta el cambio climático y sus consecuentes impactos. En este caso se reportan adicionalmente a los 35 Mil kilómetros cuadrados ya citados, otros 975 Mil kilómetros cuadrados de territorio severamente afectado por el clima.

A manera de conclusión y siendo realistas, todo parece indicar que el pronóstico más probable para el año 2020 será el representado por el escenario A2, es decir el escenario más pesimista. Por lo tanto, todos los países de la región estarán siendo afectados por los cambios climáticos^{viii}. Por ello, todos los países debieran estar preparándose, para implementar las medidas de adaptación más adecuadas de acuerdo con el nivel de importancia de la relación clima e impacto en sus principales

actividades económicas, que minimicen los impactos sociales que de ello pueden derivarse. Qué pasará con el pronóstico 2050, ojalá este solamente sea un alertivo, sobre lo que pasaría (escenario A2), si global y regionalmente no se toman las medidas de mitigación adecuadas. Por ello, será importante en este informe incluir las recomendaciones sobre las medidas de mitigación que desde los sectores agrícola y energético de la región deban sugerirse. Estas deberán obviamente basarse en un estado situacional que se presenta más adelante en este mismo informe.

Gráfico 1
Área afectada severamente según año y escenario de cambio climático en Centro América



Fuente: Elaboración propia con base en datos de CATHALAC, 2008.

2. El caso de la agricultura

De manera general se reportan impactos en la región, como consecuencia del cambio climático, en seguridad alimentaria, incremento en los riesgos de hambrunas, en el sector hídrico se reporta aumento de poblaciones en zonas con estrés hídrico, el impacto potencial sobre el sector hidroeléctrico, la actividad turística en las zonas costeras se ha visto mermada, impactos a la biodiversidad y los bosques, en la salud humana, se reporta mayor incidencia de malaria, dengue y cólera y por supuesto ya hay alguna información de los impactos que este tiene en la agricultura. Buena parte de lo reportado se refiere a lo que acontece con los eventos climáticos extremos, como huracanes, tormentas y sequías. Será importante anticiparse también, a lo que podría ocurrir como consecuencia de las tendencias que los modelos y escenarios de cambio climático a mediano y largo plazo sugieren en cuanto a precipitación y temperatura. Es por ello, que este estudio sobre impactos sociales y económicos del cambio climático en Centroamérica, para el caso de la agricultura, está más centrado en estas tendencias de clima en estos períodos de tiempo largos. Sobre todo porque uno de los objetivos es hacer algunas recomendaciones estructurales de adaptación y mitigación al cambio climático en esta dimensión.

Los cambios específicos en la agricultura están vinculados a los cambios que se sucederán en los ecosistemas, derivado de las variaciones climáticas. Un análisis relacionado con esto, se presenta en el cuadro 1, en este caso tomando en consideración las regiones de humedad del sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.

Cuadro 1

Matriz de principales efectos previsibles del cambio climático en regiones de humedad según zonas de vida y sus ecosistemas agrícolas conformantes

Provincias de humedad según sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge	Representatividad aproximada en ocupación del territorio en Centro América	Ecosistemas agrícolas Indicadores ^{ix}	Factores de cambio climático (los cuales actuarán de forma aditiva)	Impactos en el ecosistema y en los cultivos (los más probables para los años 2050)	Alternativas de la producción
Provincias de humedad seco y muy seco (ETP>PP)	8.20%	Ganadería bovina extensiva Caña, Maíz, Sorgo, Arroz Tabaco, Maní Achiote, Arboles frutales: mango, jocote, limón Algunas hortalizas como tomate, cebolla, chile, pepino, melón, sandía	Temperatura: Aumento abrupto de temperaturas medias y extremas especialmente máximas diarias, y estacionalidad. Precipitación: Alta variabilidad interanual y estacional de precipitación, disminución de días de lluvia (intensificación del ciclo hidrológico). Eventos extremos: Aumento considerable de sequías, aridez, incendios, inundaciones. Ecofisiología: Aumento de concentración de CO2 atmosférico, aumento	En la zona de vida: • Expansión territorial de las zonas de vida de esta provincia de humedad. Conversión de seco a muy seco. • Mayor variabilidad climática (largos períodos de sequía y aumento de la aridez, es decir mayor escasez de agua en estación seca y disminución de días de lluvia en estación lluviosa). • Pérdida de Carbono del suelo y consecuente pérdida de fertilidad natural. En los cultivos: La ganadería podrá permanecer como una actividad productiva bajo estas condiciones.	Adaptación tecnológica: • Semillas mejoradas resistentes a la sequia. • Mejores razas de ganado. • Sistemas silvopastoriles, Infraestructura para captación y almacenamiento de agua. • Implementación de sistemas de riego. Socioeconómico: • Velar por seguridad alimentaria. • Revalorización de sistemas tradicionales de cultivos. Ambiental: • Gestión de riesgo. • Prácticas de manejo

		de respiración (stress). Reducción de biotemperatura.	<ul style="list-style-type: none"> • En donde se amplíe el área con provincia de humedad seco los cultivos representativos tendrán un mayor potencial. • Al pasar a provincia de humedad muy seco, habrá Inhabilitación para cultivos. 	y conservación de suelos. <ul style="list-style-type: none"> • Manejo integrado de plagas. • Investigación específica sobre cambios en los factores temperatura y precipitación.
--	--	--	--	--

Cuadro 1

Matriz de principales efectos previsible del cambio climático en regiones de humedad según zonas de vida y sus ecosistemas agrícolas conformantes (continuación)

Provincias de humedad según sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge	Representatividad aproximada en ocupación del territorio en Centro América	Factores de cambio climático (los cuales actuarán de forma aditiva)	Impactos en el ecosistema y en los cultivos (los más probables para los años 2050)	Alternativas de la producción	
Provincias de humedad: húmedo, muy húmedo en pisos basales (hasta 1000 msnm) (PP>ETP)	70.11%	Caña de azúcar Banano Plátano Ganadería de carne Palma africana Hule Cacao Cardamomo maíz, frijol	Temperatura: Aumento abrupto de temperaturas altas y medias, y estacionalidad. Precipitación: Alta variabilidad interanual y estacional de la precipitación, disminución de días de lluvia (intensificación del ciclo hidrológico). Eventos extremos: Aumento considerable de sequías, aridez incendios,	En la zona de vida: <ul style="list-style-type: none"> • Reducción significativa, lo más probable, tendencia de transformación de estas zonas de vida hacia provincia de humedad seca. • Muy alta erosión genética y simplificación de la estructura y composición florística. • Aumento de tasas de mortalidad, de espacios abiertos dentro del bosque y consecuentemente incremento en valor de importancia de especies tolerantes a la luz (lianas, etc.), así como 	Adaptación tecnológica: <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas agroforestales. • Infraestructura para captación y almacenamiento de agua. • Implementación de sistemas de riego. • Infraestructura para disminuir los efectos de mayores caudales instantáneos.

		<p>Ajonjolí Arroz Huertos familiares con frutas tropicales Yuca papaya</p>	<p>inundaciones, tormentas. Ecofisiología: Aumento de concentración de CO2 atmosférico, aumento de respiración (stress), reducción de biotemperatura.</p>	<p>disminución de especies tolerantes a la sombra. • Incremento en emisiones netas de CO2 y pérdida de Carbono del suelo por disminución de biomasa. • Aumento de incendios, plagas y enfermedades. En los cultivos: • Mejores o iguales condiciones para ganadería, palma, hule, caña. • Condiciones críticas para banano, cacao, arroz, cardamomo, yuca, frijol y maíz.</p>	<p>Socioeconómico: • Velar por seguridad alimentaria. • Gestión de riesgo financiero. • Revalorización de sistemas tradicionales de cultivos. Ambiental: • Gestión de riesgo. • Prácticas de manejo y conservación de suelos. • Manejo integrado de plagas. • Investigación específica sobre cambios en los factores temperatura y precipitación.</p>
--	--	--	---	---	---

Cuadro 1

Matriz de principales efectos previsible del cambio climático en regiones de humedad según zonas de vida y sus ecosistemas agrícolas conformantes (continuación)

Ecosistemas agrícolas y provincias de humedad según sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge	Representatividad aproximada en ocupación del territorio	Cultivos/ ecosistemas agrícolas indicadores	Factores de cambio climático (los cuales actuarán de forma aditiva)	Impactos en el ecosistema y en los cultivos (los más probables para los años 2050-2100)	Alternativas de la producción
--	--	---	---	---	-------------------------------

<p>Provincias de humedad: húmedo y muy húmedo en pisos altitudinales arriba de 1000 msnm (PP>ETP)</p>	<p>15.24%</p>	<p>Café Ganadería de leche Maíz Frijol Papa Hortalizas: Repollo Zanahoria Cebolla Calabazas Remolacha Lechuga Espárrago Arveja china Ejote francés Flores Plantas ornamentales Aguacate Frutales deciduos Manzana Durazno Pera Ciruela</p>	<p>Temperatura: Aumento de temperaturas medias, estacionalidad. Precipitación: Alta variabilidad interanual y estacional (intensificación del ciclo hidrológico) Eventos extremos: Aumento de sequías, incendios, tormentas Ecofisiología: Aumento de concentración de CO2 atmosférico, de respiración (stress)</p>	<p>En la zona de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altas posibilidades de que esta zona de vida ocupe rangos altitudinales superiores. • Especies conformantes con altos niveles de persistencia, sobre todo alta tolerancia a sequías (tal como coníferas y encinos), podrán seguir ocupando sus nichos actuales o migrar a estratos altitudinales superiores. • Esta zona de vida será la que mejor conserve su composición, estructura y funcionalidad. • Aumento de flamabilidad e incendios, plagas y enfermedades. • Aumento de productividad primaria neta (PPN). • Especies de importancia económica tal como el pino, así como su manejo, pueden verse beneficiados en algunos aspectos por el cambio climático. <p>En los cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habrá una mayor capacidad de resiliencia a los cambios por parte de la mayoría de los cultivos • La variación en horas frío afectarán a los frutales deciduos 	<p>Adaptación tecnológica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas agroforestales. • Infraestructura para captación y almacenamiento de agua. • Infraestructura para disminuir los efectos de mayores caudales instantáneos. • Implementación de sistemas de riego. <p>Socioeconómico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velar por seguridad alimentaria. • Gestión de riesgo financiero. • Revalorización de sistemas tradicionales de cultivos. <p>Ambiental:</p> <p>Gestión de riesgo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prácticas de manejo y conservación de suelos. • Ordenamiento territorial y protección de partes altas de cuencas. • Investigación específica sobre cambios en los factores temperatura y precipitación.
--	---------------	--	---	---	--

Cuadro 1
Matriz de principales efectos previsibles del cambio climático en regiones de humedad según zonas de vida y sus ecosistemas agrícolas conformantes (continuación)

Ecosistemas agrícolas y provincias de humedad según sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge	Representatividad aproximada en ocupación del territorio	Ecosistemas agrícolas indicadores	Factores de cambio climático (los cuales actuarán de forma aditiva)	Impactos en el ecosistema y en los cultivos (los más probables para los años 2050-2100)	Alternativas de la producción
Provincia de humedad pluvial (PP>2ETP)	4.01%	Café Cacao Cardamomo Ganado de leche Plantas ornamentales Arroz	<p>Temperatura: Aumento de temperaturas medias, máximas (factor crítico), estacionalidad y variabilidad interanual.</p> <p>Precipitación: Alta variabilidad interanual y estacional de la precipitación (intensificación del ciclo hidrológico). Manifestación de una estación seca bien definida y en estación lluviosa aumento drástico de la intensidad diaria de lluvia.</p> <p>Eventos extremos: Sequías, aumento en altitud de la nube y nubosidad, incendios y tormentas.</p> <p>Ecofisiología: Aumento de concentración de CO₂ atmosférico, aumento de respiración (stress).</p>	<p>En la zona de vida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción significativa de esta zona de vida y ecosistemas conformantes. • Disminución de nubosidad y entradas de lluvia, así como el aumento de salidas de agua (evapotranspiración), y disminución de la humedad relativa (HR). Es decir, cambios drásticos del balance hídrico. Déficit hídrico estacional. • Disminución crítica de la capacidad de captación y regulación hidrológica de los ecosistemas conformantes actuales. • Aumento de disponibilidad de nutrientes del suelo. <p>En los cultivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se mantienen o mejoran las condiciones agronómicas para la mayoría de los cultivos 	<p>Adaptación tecnológica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas agroforestales. • Infraestructura para captación y almacenamiento de agua. • Infraestructura para disminuir los efectos de mayores caudales instantáneos. <p>Socioeconómico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velar por seguridad alimentaria. • Revalorización de sistemas tradicionales de cultivos. <p>Ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de riesgo. • Prácticas de manejo y conservación de suelos. • Ordenamiento territorial y protección de partes altas de cuencas. • Manejo forestal sostenible (sistemas agrosilvopastoriles). • Investigación específica sobre cambios en los factores temperatura y precipitación.

Fuente: URL; IARNA 2010.

2.1 Agricultura, agricultores y cambio climático en Centro América

Dentro de las actividades primarias, la agricultura es una de las que presentan desde siempre un alto riesgo. Por el lado de la producción, a los factores productivos en general, pero principalmente a las condiciones del clima. Por el lado de la comercialización a la volatilidad de precios y a la incertidumbre de los mercados. De allí, que en buena medida las ciencias agronómicas han invertido mucho tiempo en generar tecnologías, en donde este tipo de variables sean lo más controlado posible. La agricultura de precisión, hoy día es cabalmente un buen intento de controlar todos los factores climáticos y las respuestas fisiológicas de las plantas y los cultivos (esto aplica también para las ganaderías) a las condiciones más difíciles imaginables relacionadas con el clima.

Por el lado de la economía de mercados en agricultura, esta se ha convertido en una maquila con contratos, mercados, negociaciones a futuro, seguros agropecuarios, bien definidas que han reducido los riesgos económicos de manera dramática. Analizando esta realidad agrícola del mundo desarrollado, pareciera que el ABC de la agricultura basta para no preocuparnos de lo que en materia de adaptación al cambio climático acontece y acontecerá en los próximos cien años^x. Lamentablemente este no es el caso para la mayor parte de la agricultura ni para los agricultores centroamericanos. Es por ello, que se hace necesario conocer de mejor manera, que es lo que pasa con la agricultura y los agricultores de esta parte del mundo.

Una mirada rápida al desarrollo económico de los países, muestra que el desarrollo y capitalización de la agricultura han permitido un rápido pasaje hacia la industrialización y hacia el sector terciario de los servicios. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo, solo ciertos sectores de la agricultura han logrado estos niveles de capitalización y han permitido a los países ingresar a la industria y a los servicios; dejando un grueso sector de la agricultura en fases muy primarias de desarrollo. Esto se ha conocido, por años como la dicotomía de la agricultura: La agricultura de exportación y la agricultura de consumo interno. Que equivale a decir, con algunas excepciones en la región, la agricultura moderna y competitiva versus la agricultura tradicional y de subsistencia.

De manera general los textos clásicos de Economía agrícola indican que mientras que en los países desarrollados solo el 5% o menos de la población son agricultores, en estos países más del 50% de la población se desenvuelve en este sector. En párrafos posteriores se desarrolla este punto con detalle. Para poder inferir los posibles impactos económicos y sociales que tendrá el cambio climático en la agricultura y en los agricultores de la región habrá que hacer estas diferencias; porque de lo contrario podríamos arribar a conclusiones y recomendaciones inapropiadas.

El cambio tecnológico, como ya se indico arriba, es inherente a los procesos de transformación de la agricultura en el primer segmento de la agricultura moderna. Este costo de la transformación, normalmente es asumido como un bien público

en los países desarrollados en beneficio de sus agricultores. Esta es otra enorme diferencia en el medio centroamericano, pues la generación de tecnología, como bien público dejó de ser una prioridad para los estados. Esto implica que el impacto del cambio climático en la agricultura tradicional de subsistencia, no solamente deberá asumirse como una pérdida en producción y productividad, pero también deberá contemplar el costo que conlleva, el costo de la transformación de estos sectores, en sectores menos vulnerables, mediante las prácticas de adaptación a los efectos del cambio climático en la región.

En cifras, la región centroamericana^{xi}, para el año 2006 presentaba en millones de hectáreas: Los cultivos de consumo interno^{xii} 5.068. Esta producción, mayoritariamente se encuentra en manos de agricultores de subsistencia. Los cultivos tradicionales de exportación^{xiii} con 2.741 Millones de hectáreas y los cultivos no tradicionales^{xiv} con 1.513 millones de hectáreas. Si se considera que dentro de los cultivos de exportación, el cultivo del café para ese mismo año era de cerca de 0.9 millones de hectáreas y que buena parte de esta extensión es propia de pequeños y medianos productores, se puede decir que cerca del 60% de la superficie agrícola de la región es vulnerable, en términos del tipo de agricultura que se practica. Si bien es cierto buena parte de los cultivos no tradicionales están en manos de pequeños y medianos productores, también es cierto, que en gran medida es en este sector donde, las buenas prácticas y los paquetes tecnológicos se ha sofisticado en respuesta a una demanda exigente a la calidad de los productos. Es por ello, que este sector podría ser menos vulnerable, que el de los cultivos de consumo interno.

Si se utilizara el criterio de superficie de cultivos de consumo interno, y su peso ante la superficie total cultivada, haciendo un análisis comparado en la región, se podría decir que el país menos vulnerable sería Costa Rica, pues el peso de este tipo de agricultura con respecto al total de la superficie cultivada es de solo 15%; en tanto que el más vulnerable sería Nicaragua, donde la agricultura para consumo interno es el 73% del total. Luego se encuentra El Salvador y Panamá con un 62% y un 60%, respectivamente. En la media de la tabla se ubicarían Honduras y Guatemala con 51% y 50%, respectivamente^{xv}. Si bien es cierto que los pesos de este tipo de agricultura en El Salvador y Panamá son relativamente altos, hay que tomar en cuenta que es en estos países, donde el peso del sector servicios es relativamente más alto. Lo que supondría una consideración diferente en cuanto a utilizar este criterio de forma tan aislada. Lo cierto es que para países como Nicaragua, Honduras y Guatemala este criterio es más que contundente, como se verá más adelante.

La mayor parte de estudios realizados con relación a los efectos del cambio climático en la agricultura ha utilizado como cultivos de consumo interno Frijol y Maíz. Estos representan en la región 2.217 Millones de hectáreas en el año 2006, de los cuales 0.667 millones corresponden al cultivo del Frijol y 1.460 millones al cultivo del maíz. Para el caso de los cultivos de exportación se incluye al Café y en algunos casos a Caña de Azúcar y Banano. Para el año 2006 se reportaban, para estos cultivos, un total de 1.476 millones de hectáreas, de las cuales 0.885

millones eran de café, 0.458 millones de caña y 0.119 millones de banano. (Cuadros 2 y 3)

Cuadro 1

Superficie de cultivos de maíz y frijol en Centroamérica, en millones de hectáreas, año 2006

País	Frijol	Maíz	Total
Costa Rica	0.01404	0.00626	0.0203
El Salvador	0.08738	0.24098	0.32836
Guatemala	0.2205	0.5782	0.7987
Honduras	0.106	0.305	0.411
Nicaragua	0.22777	0.35878	0.58655
Panamá	0.01146	0.0608	0.07226
Total	0.66715	155.002	221.717

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Cuadro 3

Superficie de cultivos tradicionales de exportación en Centroamérica, en millones de hectáreas, año 2006

País	Banano	Café	Caña de azúcar	Total
Costa Rica	0.04279	0.09868	0.0556	0.19707
El Salvador	0.0022	0.1554	0.0574	0.215
Guatemala	0.0424	0.24773	0.189	0.47913
Honduras	0.0206	0.24	0.072	0.3326
Nicaragua	0.00084	0.12422	0.0477	0.17276
Panamá	0.01078	0.01957	0.03631	0.06666
Total	0.11961	0.8856	0.45801	146.322

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

La región para 2007 reportaba un poco más de 2 millones de pequeños productores de granos básicos, dentro de una población rural de 10.3 millones, en un 90% rurales. Solo hay que aclarar que mientras la población rural que produce granos básicos en Costa Rica solo representaba el 2% de la población rural total, para el resto de los países es del orden del 60%, siendo Guatemala el más alto con el 67%. Cuando se establece la proporción de población productora de granos básicos con el total de la población se tiene en promedio que un 29% de esta, se encuentra en la actividad de producción de granos básicos. Sin embargo, otra vez esa proporción para Costa Rica es de solo 0.8%, mientras que para Guatemala es del 42.5%. Cuando se analiza la tendencia en el número de productores en la década de 1987 a 2007, hay países como Guatemala y Nicaragua que casi han

duplicado el número de productores en ese período. El crecimiento observado en Guatemala es del 94% y en Nicaragua fue del 89%. El Salvador y Panamá muestran un crecimiento del 20% y 38%, respectivamente. Honduras ha mostrado cierta estabilidad, al mostrar solo un crecimiento del 2%. El único caso donde se observa decrecimiento y de gran magnitud es en Costa Rica, siendo este del -83%^{xvi} (Cuadro 4).

Cuadro 4

Crecimiento en número de productores de granos básicos, década de 1987-2007 en Centroamérica, en porcentaje.

País	Crecimiento en número de productores de granos básicos (%)
Costa Rica	-83
El Salvador	20
Guatemala	94
Honduras	2
Nicaragua	89
Panamá	38

Fuente: RUTA-FAO, 2010.

Si el criterio a seguir, fuera el del tamaño relativo de la población de los pequeños productores de granos básicos, con respecto a la población total, el país más vulnerable de la región sería Guatemala (42.5%) y el menos vulnerable sería Costa Rica (0.8%). En tanto que Honduras y Nicaragua serían intermedios con 30.5% y 31%, respectivamente. El Salvador y Panamá menos vulnerables, en el orden del 24.7% y del 17.5%, respectivamente.

Cuadro 5

Tamaño relativo de la población de los pequeños productores de granos básicos respecto a la población total, por país.

País	Tamaño relativo de la población de pequeños productores (%)
Costa Rica	0.8
El Salvador	24.7
Guatemala	42.5
Honduras	30.5
Nicaragua	31
Panamá	17.5

Fuente: elaboración propia.

En el caso de la caficultura, a inicios de la década del 2000, se reportaba que el 96.4% de las fincas pertenecían a micro fincas de menos de 3.5 hectáreas y con una participación del 68.7% en la producción; pequeñas fincas de entre 3.5 a 13

hectáreas, con participación del 16.4% y medianas fincas de entre 14 a 34 hectáreas, con participación del 11.3%. Todas ellas representan el 51.4% del total del área con café en Centro América^{xvii}. Si se considera que este tipo de caficultura sería la más vulnerable al cambio climático, su impacto en términos sociales sería muy alto, en tanto que económicamente solo impactaría al 50% del área cultivada (Cuadro 6).

Cuadro 6
Tipología de productores de café en Centroamérica

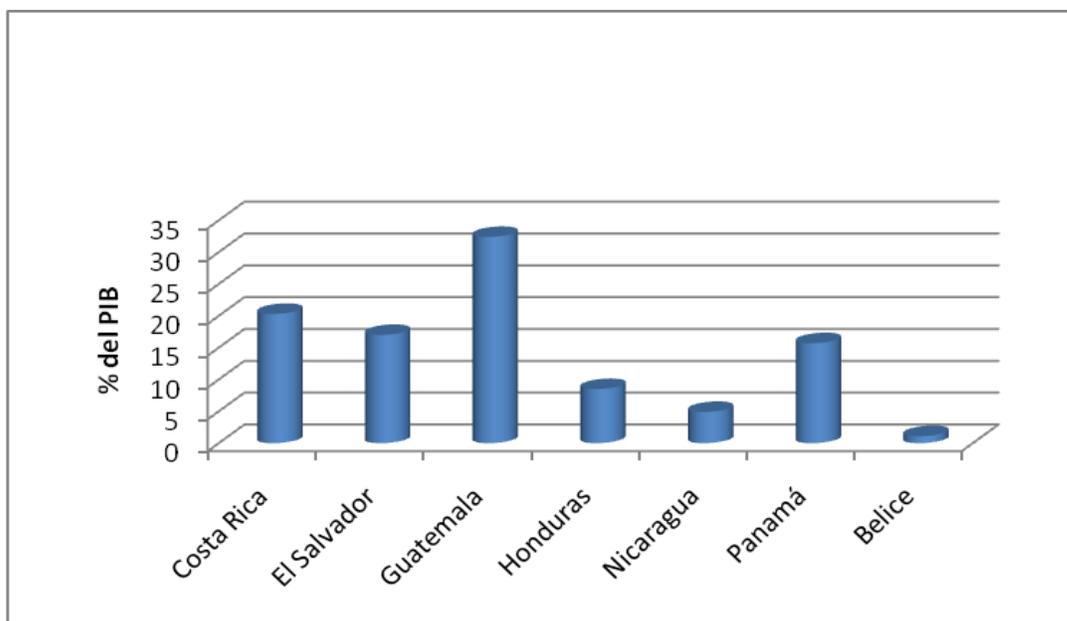
	Micro	Pequeños	Medianos	Medinos- grandes	Grandes	Total
Tamaño de la finca (ha)	< 3,5	3,5-13	14-30	35-70	>70	----
Cantidad de productores	200	47.9	33	7.3	2.9	291
Total de tierra (ha)	162	170	126	133	301	892
Rendimiento promedio (qq/ha)	11,7	14,1	20,6	26	19,8	18,3
% de productores	68,7	16,4	11,3	2,5	1	100
% de tierra	18,2	19,1	14,1	14,9	33,7	100
% de rendimiento	11,6	14,7	15,9	21,3	36,5	100

Fuente: CEPAL. 2002. Región centroamericana, La crisis cafetalera: Efectos y estrategias para hacerle frente.

2.2 Importancia económica y social de la agricultura en Centro América

La economía centroamericana, para el año 2006 reportaba un PIB del orden de los US\$109 mil millones, incluido Belice, siendo la economía más grande Guatemala con el 32.4% de participación, seguido de Costa Rica, El Salvador y Panamá con 20.3%, 17% y 15.7%, respectivamente. Con las economías más pequeñas, se encuentran Honduras, Nicaragua y Belice, con participaciones del 8.5%, 4.9% y 1.1%, respectivamente (Gráfico 2). Sin embargo, al analizar el estado del PIB per Cápita, para ese mismo año, se muestra que Costa Rica, Panamá y Belice muestran los niveles más altos. Estos en ese orden son US\$4,822.2, US\$4,737.8 y US\$3,939.2. En tanto que El Salvador, Guatemala y Honduras muestran los niveles intermedios en la región, siendo estos en ese orden de US\$2,515.3, US\$1,614.5 y US\$1,367.2. Finalmente el país con el nivel más bajo de PIB per Cápita es Nicaragua con US\$864.5^{xviii}.

Gráfico 2
Participación de cada país en el PIB de Centroamérica



Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPAL.

En 2005 la economía de la región centroamericana presentó un comportamiento por sector económico del orden del 11.7% para el sector primario, del 25.6% para el sector secundario y del orden del 62.7% para el sector terciario. En el caso del sector primario, el comportamiento por país, para ese mismo año es variado y muestra la importancia de la producción primaria y su aporte a la economía en cada país. Nicaragua es el país de la región donde este sector juega un papel más importante en la economía nacional. El sector primario tiene una participación en la economía del 19.3%. Con valores intermedios se encuentran Guatemala y Honduras, con valores del 14.3% y 13.8%, respectivamente. En tanto que con valores bajos se ubican El Salvador, Costa Rica y Panamá con niveles del orden de 10.4%, 8.5% y 8.4%, respectivamente^{xix} (Cuadro 7).

Cuadro 7
Participación en la economía del sector primario, por país de Centroamérica

País	Participación del sector en la economía (%)
Costa Rica	8.5
El Salvador	10.4
Guatemala	14.3
Honduras	13.8
Nicaragua	19.3
Panamá	8.4

Fuente: Informe estado de la región 2008, capítulo 2, seguimiento al desarrollo humano sostenible.

El comportamiento de la agricultura y su aporte a la economía en cada uno de los países centroamericanos ha disminuido. Entre 1995 y 2006, prácticamente todos

los países han reducido la importancia económica de la agricultura, sin embargo cuando se analiza el aporte del PIB agrícola ampliado se puede observar que este es un sector aún muy importante sobre todo para algunos de los países de la región. Por ejemplo Panamá redujo su aporte de la agricultura al PIB entre 1995 y 2006 del 12% al 6.8% y Costa Rica lo hizo del 11.5% al 9.8%, el resto de los países en la región han reducido la participación de la agricultura en el PIB, pero con una mayor estabilidad. Nicaragua por ejemplo, mantiene un nivel de importancia del orden del 20%. Lo mismo ocurre en Honduras, El Salvador y Guatemala, que mantienen un nivel del orden del 14%, 12% y 11%, respectivamente. Sin embargo, cuando se analiza la participación del PIB Agropecuario ampliado^{xx} en el PIB total, los niveles de aporte son relativamente más importantes. Guatemala y Nicaragua mantienen niveles del orden del 30%, para el año 2006. En tanto que El Salvador y Honduras lo hacen en el orden del 22%. No así Costa Rica y Panamá donde el aporte del PIB Agropecuario ampliado al PIB total es tan solo del 15.4% y del 10.6%, respectivamente^{xxi}.

Cuadro 8
Participación del PIB agropecuario ampliado en el PIB total

País	Participación del PIB agropecuario ampliado en % en el PIB total
Costa Rica	15.4
El Salvador	22
Guatemala	30
Honduras	22
Nicaragua	30
Panamá	106

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales.

Con relación a la participación de las exportaciones del sector agropecuario de la región, en el total de exportaciones, para el año 2007 fue del 25.1%, como media entre los países. Fue Panamá el país con una tasa de participación más alta con el 45%, seguido de Nicaragua con el 33%. Guatemala, Costa Rica y Honduras presentan en su orden 22.7%, 22.1% y 21.4%, respectivamente. El Salvador es el país que presenta una tasa menor con el 6.4%. Las exportaciones del sector agropecuario, representan uno de los rubros más importantes en el ingreso de divisas, solamente superado por el turismo y en algunos países como El Salvador, Honduras y Guatemala, por las remesas familiares provenientes de ciudadanos centroamericanos que trabajan de forma legal ó ilegal en USA. (Cuadro 9)

Cuadro 9
Participación del sector agropecuario en las exportaciones

País	Participación del sector agropecuario en las exportaciones (%)
Costa Rica	22.1
El Salvador	6.4
Guatemala	22.7
Honduras	21.4

Nicaragua	33
Panamá	45

Fuente: Elaboración propia con base en datos oficiales.

El valor de las exportaciones agropecuarias para el año 2007 fue del orden de los US\$6,466 millones, superando en casi el doble el valor de las exportaciones del sector agroindustrial que fue de US\$3,650 millones. Los rubros más importantes para la Región son en su orden café, banano y azúcar. El país con más exportaciones agropecuarias es Costa Rica con US\$2,150 millones, seguido de Guatemala y Honduras con US\$1,593 y US\$1,196 millones. Luego aparecen Panamá, Nicaragua y finalmente El Salvador con US\$764, US\$505 y US\$258 millones, respectivamente. El café, como ya se mencionó tiene una importancia no solamente económica, pero también de carácter social, por ser este uno de los cultivos con mayor participación de agricultores pequeños y medianos. La participación en el valor de las exportaciones de café de la región es de US\$1,793 millones. Guatemala y Honduras son los países con mayor nivel de exportaciones de café con US\$578 millones y US\$516 millones. Luego están Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y finalmente Panamá con US\$308 millones, US\$188 millones, US\$187 millones y US\$16 millones, respectivamente.

Cuadro 10

Exportaciones agropecuarias por país de Centroamérica, año 2007

País	Exportaciones agropecuarias en millones de US\$
Costa Rica	2150
El Salvador	258
Guatemala	1593
Honduras	1196
Nicaragua	505
Panamá	764

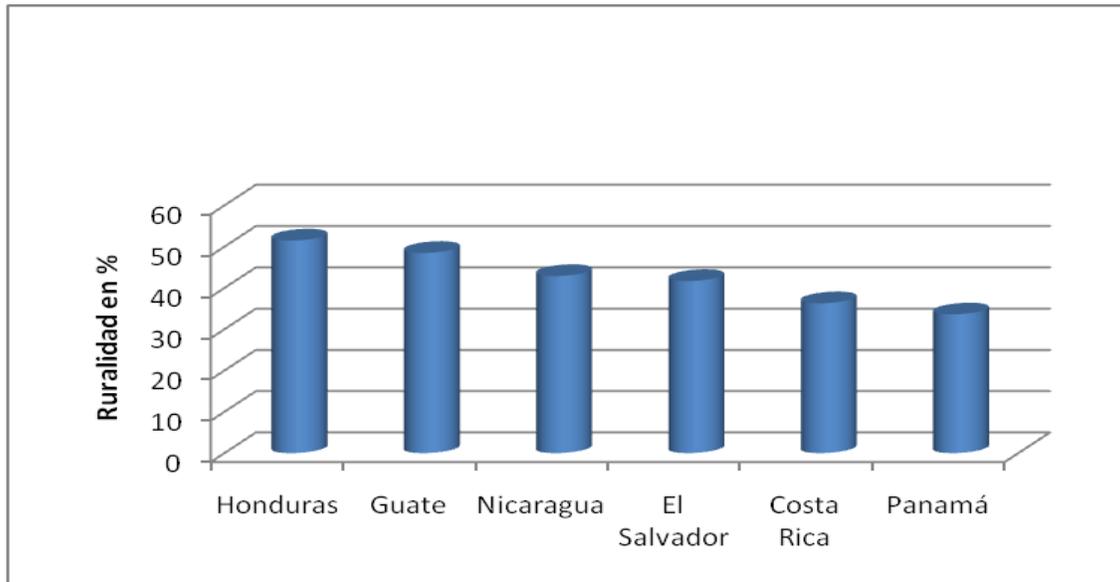
Fuente: Secretaría ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano.

La importancia social de la Agricultura, adicionalmente a lo que ya se mencionó, en relación con la importante participación de pequeños productores agrícolas, especialmente en granos básicos y en la caficultura, se puede percibir fácilmente a partir de los altos porcentajes de población económicamente activa que genera y de la distribución de riqueza que se presenta a partir de los salarios al trabajo agrícola.

En cuanto al peso de la población rural sobre la población total, evidencia que la ruralidad de la Región es del orden del 42%. Siendo el país con mayor ruralidad Honduras con el 51.5%, seguido de Guatemala, Nicaragua y El Salvador con 48.5%, 42.9% y 41.7%, respectivamente. Costa Rica y Panamá muestran los valores de ruralidad más bajos con el 36.3% y el 33.6% respectivamente. Estos altos niveles de ruralidad regional se corresponden con la participación de la Población Económicamente Activa de la Agricultura (PEAA) en la PEA Total. Nuevamente Honduras, Guatemala, Nicaragua y El Salvador muestran los más altos niveles de importancia social, que en términos de empleo presenta la

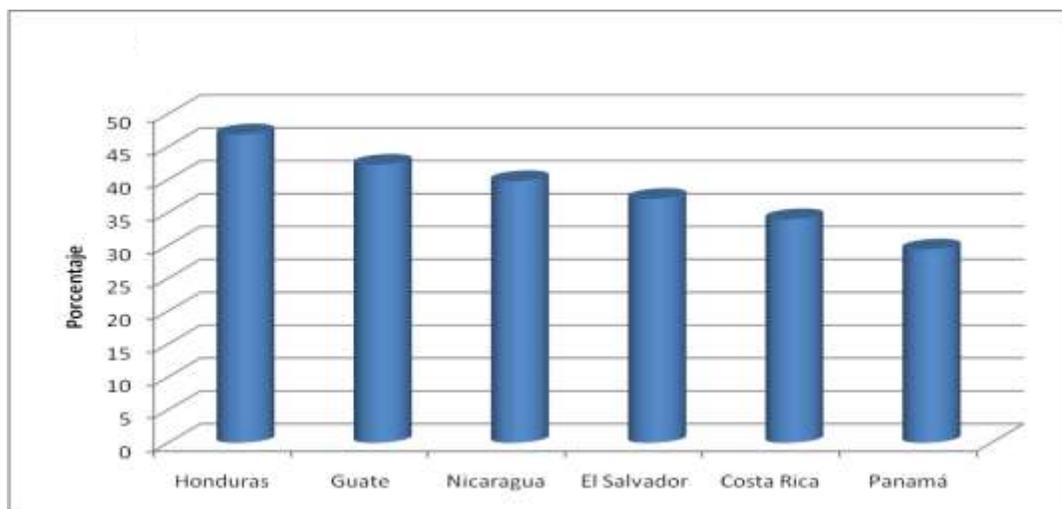
Agricultura. Los valores para cada uno de estos países son 46.9%, 42.3%, 39.8% y 37.1%, respectivamente. En este caso, Costa Rica muestra un nivel del 34%, en tanto que Panamá es del 29.4% (Gráficas 3 y 4).

Gráfico 3
Ruralidad por país de Centroamérica



Fuente: CEPAL, 2008.

Gráfico 4
Participación de la PEA agrícola en la PEA total



Fuente: CEPAL, 2008.

Un buen comparador en materia de distribución de riqueza es el salario, pero también es un buen comparador de productividad de la mano de obra, a menos que se den políticas de intervención estatal muy fuertes, que tiendan en otra dirección. Parece que ese no es el caso de Centro América. El promedio regional del salario del jornal agrícola es de US\$4.75, para el año 2006. En su orden Costa Rica presenta un jornal de US\$8.8, le siguen Panamá y Guatemala con US\$6 y US\$5.2, respectivamente. Luego están El Salvador, Honduras y Nicaragua con US\$3.3, US\$3.2^{xxii} y US\$2.0, respectivamente (Cuadro 11). Al analizar los extremos es fácil deducir, que el país que logra hacer una mejor distribución de la riqueza vía salarios en el sector agrícola es Costa Rica, pero también muestra seguramente niveles de productividad de la mano de obra más altos. El caso contrario parece ser Nicaragua. Por otro lado, el nivel del salario agrícola, dado el peso que tiene la agricultura en la economía de los países centroamericanos, es un buen reflejo de los niveles de pobreza y por ende de vulnerabilidad que cada país enfrenta.

Cuadro 11
Salario del jornal agrícola por país de Centroamérica

País	Salario del jornal agrícola en US \$
Costa Rica	8.8
El Salvador	3.3
Guatemala	5.2
Honduras	3.2
Nicaragua	2.0
Panamá	6

Fuente: CEPAL, 2008.

2.3 La capacidad de respuesta de la Región frente a la problemática relacionada con el Cambio Climático y la Agricultura

Centro América, frente al cambio climático, ha sido presentada de múltiples maneras. Recientemente se ha presentado el Índice de Riesgo Climático, calculado durante el período 1990 a 2008 y calculado con base en fenómenos meteorológicos extremos. El índice ha sido calculado para 176 países y las posiciones de los países centroamericanos son de todo rango. Honduras por ejemplo aparece como el país número 3 de los 176 de los más riesgosos. Nicaragua es el número 5, Guatemala el 24, El Salvador el 37, Costa Rica el 61 y finalmente Panamá es el 101 (Cuadro 12). Uno de los criterios con mayor peso en el índice es el número de muertes en promedio anual durante el período y en este sentido, Honduras presentó 340 personas muertas, Nicaragua 164, Guatemala 75, El Salvador 22, Costa Rica y Panamá 9. En términos económicos, el promedio de pérdidas anuales como porcentaje del PIB, muestra que Honduras ha experimentado pérdidas del 3.37%, Nicaragua 2.03%, Guatemala 0.33%, El Salvador 0.38%, Costa Rica 0.25% y Panamá 0.02%. En ese orden, Honduras y

Nicaragua son en buena medida los países con más riesgo al Cambio Climático en la región^{xxiii}.

Cuadro 12
Posición de los países centroamericanos según índice de riesgo climático

País	Posición según Índice de Riesgo Climático sobre un total de 176 países
Costa Rica	61
El Salvador	37
Guatemala	24
Honduras	3
Nicaragua	5
Panamá	101

Fuente: ICEFI, 2008.

Como responden los países al fenómeno para evitar o al menos minimizar sus consecuencias, es algo que no se conoce con certeza. En el caso de los impactos del cambio climático en la Agricultura, los países responden a sus necesidades sectoriales agropecuarias con una inversión pública en este rubro, de acuerdo con el nivel de importancia que el sector representa. Esto es importante conocerlo, para luego inferir la capacidad de respuesta que los Gobiernos puedan tener, en relación con las medidas de adaptación a los impactos del Cambio Climático. Es obvio que Guatemala, Nicaragua y Honduras deben contar con gastos sectoriales más importantes. Estos en su orden lo hacen en niveles del 2.8%, 2.5% y 1.7% del gasto total del gobierno. En tanto que El Salvador y Costa Rica lo hacen en niveles inferiores del orden del 0.9% y del 0.5%. En el caso panameño, el gasto público en el sector es, por lo menos en el nivel de las estadísticas, proporcionalmente más alto que lo esperado, de acuerdo con la importancia del sector. Este es del orden del 2.8%. Es difícil hacer una conclusión al respecto, pues para ello debiera contarse con información sobre calidad del gasto, pues en algunos casos los países con niveles de necesidad más importantes como Nicaragua y Guatemala se embarcan en medidas de política pública sectorial que incluyen el financiamiento de bienes privados, en algunos casos poco orientados a mejorar los niveles de productividad agropecuaria^{xxiv}.

Cuadro 13
Gasto público en el sector agrícola por país de Centroamérica

País	Gasto público en el sector agrícola (%)
Costa Rica	0.5
El Salvador	0.9
Guatemala	2.8
Honduras	1.7
Nicaragua	2.5
Panamá	2.8

Fuente: CEPAL, 2010.

En relación con el Crédito Agropecuario, lo mismo se puede anotar, en relación a la capacidad de respuesta sectorial a las necesidades de inversión, que los países presenten ante las inclemencias climáticas. En este sentido, el país que presenta un nivel más bajo y de alguna manera desproporcional con sus necesidades es El Salvador, pues mientras que países con su mismo nivel, en cuanto a importancia del sector agropecuario, mantienen niveles del orden del 5% o más (Honduras, Guatemala y Nicaragua), El Salvador solamente presenta para el año 2006 niveles del 3% del Crédito Agropecuario del total del Crédito asignado en el país. En el caso de Costa Rica y Panamá, las asignaciones de crédito agropecuario, en relación con la importancia del sector, parecen ser las correspondientes, pues estas son del orden del 4.4% y del 3.4% (Cuadro 14)^{xxv}.

Un análisis rápido al respecto de cómo el sector genera riqueza y la distribuye es que, en términos regionales, la agricultura genera tan solo del 12% del PIB, pero mantiene el empleo para el 38% de la población económicamente activa de la región. Esto muestra los bajos niveles de productividad y los altos niveles de pobreza. A nivel regional el 51% de los hogares rurales son considerados pobres, en tanto que el 32% son considerados hogares extremadamente pobres. Al hacer el análisis comparado entre países se muestra que Nicaragua, Honduras y Guatemala presentan los niveles más altos de pobreza rural. Siendo estos niveles del orden de 71.3%, 68.9% y 61.2%, respectivamente^{xxvi}. Panamá, El Salvador y Costa Rica, presentan niveles del orden del 46.6%, 35.8% y 23%, respectivamente. En el caso de los niveles más altos de pobreza extrema rural los presentan Honduras y Nicaragua con 60.3% y 49% (Cuadro 15).

Cuadro 14
Crédito agropecuario por país de Centroamérica

País	Crédito agropecuario (%)
Costa Rica	4.4
El Salvador	3
Guatemala	5 o más
Honduras	5 o más
Nicaragua	5 o más
Panamá	3.4

Fuente: CEPAL, 2010.

Cuadro 15
Pobreza rural por país de Centroamérica

País	Pobreza rural (%)
Costa Rica	23
El Salvador	35.8
Guatemala	61.2
Honduras	68.9
Nicaragua	71.3
Panamá	46.6

Fuente: CEPAL, 2010.

Estudios de equidad rural en la región muestran que en términos del Gini Rural, los países con mayor desigualdad rural son Panamá, Honduras y Nicaragua en el orden del 0.546, 0.508 y 0.506, respectivamente. En tanto que Guatemala, El Salvador y Costa Rica, son los menos desiguales en el orden del 0.470, 0.456 y 0.449, respectivamente^{xxvii}. Como este comparador mide desigualdades en materia de disponibilidad de recursos, se hace necesario complementarlo con un comparador que mida la dotación de capacidades, que seguramente explica mejor la capacidad productiva y de adaptación a la problemática de la producción agrícola. La escolaridad rural puede ser un buen indicador para medir la dotación de capacidades. En este sentido, Costa Rica y Panamá muestran los niveles más altos de escolaridad rural con 7.7 y 6.9 años promedio, en tanto que, Honduras, El Salvador y Nicaragua presentan 4.3, 3.9, y 3.6 años de escolaridad rural. Guatemala es el país que muestra menos años de escolaridad rural promedio con tan solo 3.1 años^{xxviii}.

Cuadro 16
Índice de Gini rural por país de Centroamérica

País	Índice de Gini ^{xxix}
Costa Rica	0.449
El Salvador	0.456
Guatemala	0.470
Honduras	0.508
Nicaragua	0.506
Panamá	0.546

Fuente: CEPAL, Anuario Estadístico de América Latina 2007.

Finalmente, el rango de competitividad global para el 2006, puede brindar algunas pistas en cuanto a la capacidad de respuesta y adaptación que los países tienen al enfrentar los retos, no solamente relacionados con la globalización económica, pero también frente a la problemática rural, que afecta la productividad y la competitividad de los agricultores y países. El país que muestra una mejor posición para ese año es Panamá, seguido muy de cerca por Costa Rica y El Salvador. Siendo sus posiciones de entre 125 países, las posiciones 56, 59 y 63, respectivamente. Luego encontramos a Honduras, Guatemala y Nicaragua en las posiciones 90, 91 y 101 (Cuadro 17).

Cuadro 17
Posiciones de los países centroamericanos según rango de competitividad global sobre un total de 125 países

País	Posición según rango de competitividad
Costa Rica	59
El Salvador	63
Guatemala	91
Honduras	90
Nicaragua	101
Panamá	56

Fuente: The Global Competitiveness Report 2009-2010 © 2009 World Economic Forum.

Resulta muy aventurado concluir sobre la capacidad de respuesta que tienen y tendrán los países al Cambio Climático. Sin embargo hay indicios de que tanto desde las esferas públicas como de los propios agricultores las debilidades mayores se observan en aquellos países donde los niveles de pobreza y la concentración de agricultura de subsistencia es más alta. A pesar de que los incrementos en temperatura, la irregularidad en las lluvias, el incremento en la frecuencia y la intensidad de sequías e inundaciones podrían presentarse en los diferentes países de la región, con mayor ó menor intensidad, como se verá en la siguiente sección, la capacidad de implementar las medidas de adaptación recomendables, tales como selección de nuevos cultivos y variedades resistentes, ampliación de los sistemas de riego, implementación de técnicas de cosecha de agua, uso de sistemas agro-forestales y la implementación de técnicas de conservación de suelos; tendrán una mayor dificultad de llevarlas a la práctica, estos países, por las diferencias en la dotación de recursos y capacidades, no solo a nivel de las instituciones, pero también a nivel de los propios agricultores. Esta discusión se retoma en las secciones finales donde se abordan ambos sectores: Agricultura y Energía.

2.4 Impactos actuales y potenciales a la Agricultura de la Región, derivados del Cambio Climático

Lamentablemente los estudios realizados a la fecha suponen un impacto generalizado en la región y no toman en cuenta los resultados de las investigaciones y proyecciones que los distintos modelos consideran, en términos de los impactos a la agricultura de forma focalizada. Por lo que desde ya esta será una fuerte recomendación a implementar en los estudios a seguir. Se estima que para el 2080 se produzca una reducción en la producción agropecuaria mundial del 16% como resultado del cambio climático, correspondiendo esta a un 25% de pérdidas en valor en los países en vías de desarrollo y solamente 6% en los países desarrollados. Es por ello, que existe una tremenda preocupación en la comunidad científica de que se cobre conciencia en estos países de la importancia que tendrá tomar las medidas de adaptación adecuadas. Esto afín de enfrentar la problemática de cambio climático en la agricultura de estos países de forma coherente con su importancia. Incluso se estima, que luego de una adecuada implementación de las medidas de adaptación, las pérdidas ocasionadas por el cambio climático podrían revertirse en una recuperación de los niveles de rendimiento. Como ya se mencionó, para los países centroamericanos la agricultura representa alrededor del 12% del PIB y cerca del 40% de la población económicamente activa de la PEA total.

De los estudios revisados, en materia de impactos en la agricultura relacionados con el cambio climático, la gran mayoría hace evaluaciones puntuales de los daños y pérdidas ocasionadas al sector como resultado de eventos extremos, tales como huracanes, tormentas tropicales, inundaciones, lluvias atípicas y sequías. Como se vio en el apartado anterior, evaluar las zonas geográficas donde

el calentamiento global ocasione más impacto a los ecosistemas o las distintas actividades económicas apenas comienza. Las estimaciones que se presentan a la fecha son generales y por lo tanto se hace muy difícil evaluar puntualmente los impactos económicos y sociales que en el caso de la agricultura se tendrán. De entrada una recomendación de este análisis, seguramente tratará sobre la conducción de estudios de terreno, en aquellas áreas donde los modelos de clima en sus distintos escenarios sugieran el mayor impacto. Dos variables importantes a determinar en terreno, el tipo de agricultura y de agricultores que en estos sitios se encuentren.

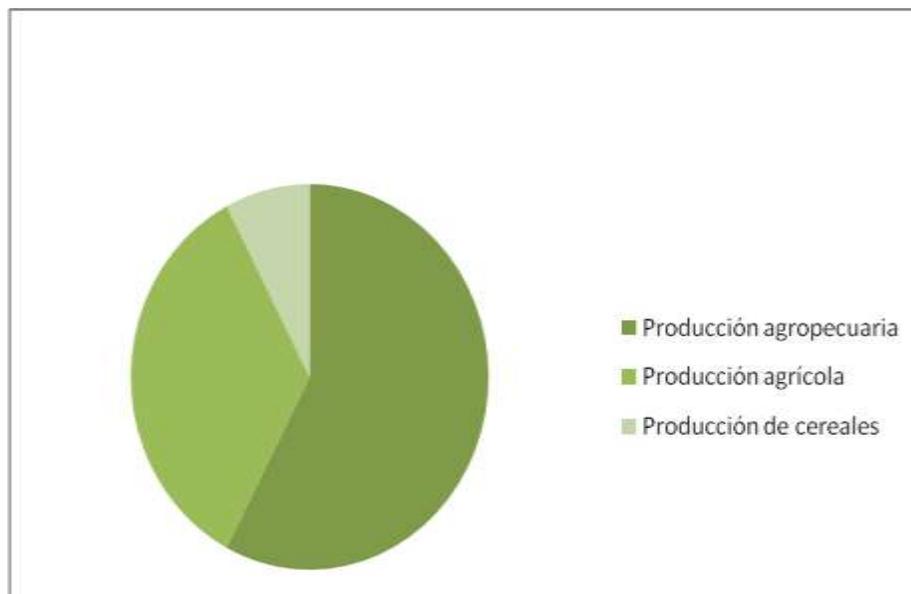
Fuera de estas evaluaciones, que se mencionan para los eventos extremos en el clima, recientemente se han presentado una serie de estudios que relacionan variaciones del clima (temperatura y precipitación), con niveles de rendimiento de los principales cultivos en la región. Hay dos enfoques, que se presentan como complementarios: El de la función de producción, que se establece a partir de series históricas el rendimiento óptimo para temperatura y precipitación. El segundo enfoque es el que relaciona la renta de la tierra a partir de los ingresos agrícolas y las variables del clima (temperatura y precipitación). Este enfoque utiliza información de corte transversal y determina el cambio en la renta de la tierra a partir de los cambios unitarios en el clima.

En ambos casos, los impactos económicos se calculan utilizando las proyecciones del clima valiéndose de los distintos escenarios que el IPCC recomienda para el efecto. De cualquier manera, los resultados de estos estudios, sientan las bases para afinar la puntería en cuanto a la estimación de impactos localizados en aquellas regiones más impactadas y las medidas de adaptación pertinentes de acuerdo con el tipo de agricultura y de condiciones socio-económicas de los productores.

A continuación se presentan de manera sucinta los resultados de estos estudios^{xxx}, que parecen más relevantes a los fines de este análisis. Por otro lado, se tiene la ventaja que por tratarse de metodologías similares, los resultados son comparables entre sí.

Se estimaron funciones de producción agropecuaria de cultivos y de cereales de forma agregada para la región. Esta función se calculó como una superficie de respuesta que relaciona el índice de productividad con la precipitación acumulada de mayo a octubre y la temperatura máxima anual, para el periodo que fue de 1961 al 2007. A partir de esta función y utilizando los modelos de clima en el escenario A2 en distintos horizontes de proyección, se estimaron las pérdidas en las tres funciones para esos años. Los resultados para el 2100 y usando una tasa de descuento del ½% estiman un impacto negativo en porcentaje del PIB del año 2007 del 19.1% para la producción agropecuaria en su conjunto, del 11.49% para el caso de la producción agrícola y del 2.53% para el caso de la producción de cereales.

Gráfico 5
Impacto negativo del cambio climático en % del PIB DEL 2007

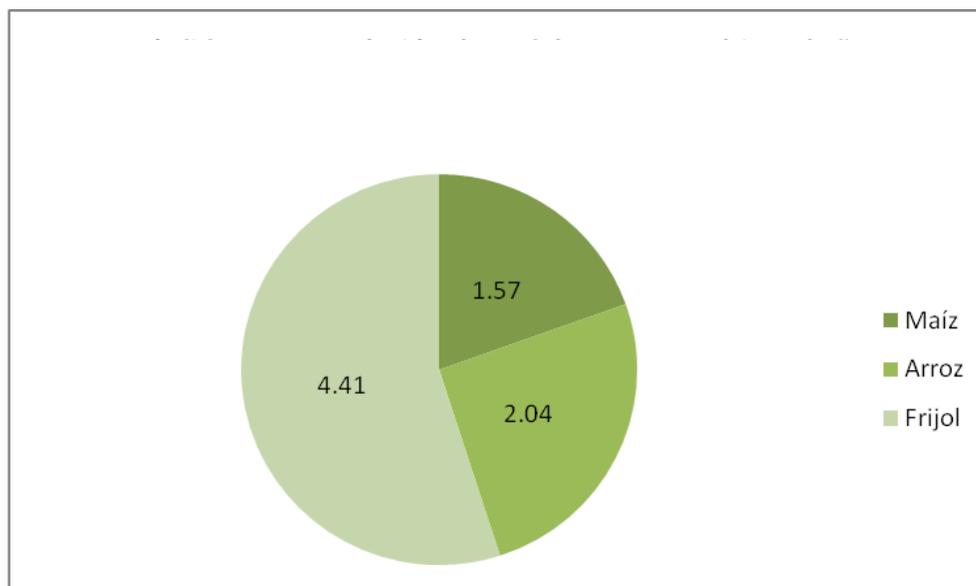


Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPAL.

Cuando se analizan los cultivos más importantes de la región de forma individual: maíz, frijol y arroz^{xxxii}. Los resultados muestran que para el caso del maíz, por no haberse alcanzado aún la temperatura máxima óptima que maximice los rendimientos de este cultivo, en los primeros años se esperarían aumentos en la producción de maíz, pero luego se presentarían pérdidas, en el rendimiento, considerables. En el caso del arroz, pasaría algo muy similar aunque se estaría más próximo a alcanzar las temperaturas óptimas, por lo que las pérdidas se observarían antes que en el caso del maíz. Para el Frijol, ya se habrían alcanzado estas temperaturas, por lo que se estima que ya se están experimentando pérdidas en el rendimiento de este cultivo, a consecuencia del cambio climático.

Al igual que en el caso de las funciones agregadas, para el caso de los cultivos estudiados; las pérdidas con relación al PIB del 2007, en el año 2100 usando el escenario A2 corresponden al maíz 1.57%, al arroz 2.04% y al frijol 4.41%. Esto comprueba lo reflejado en la estimación de la función de producción, al indicar que el caso del frijol es el cultivo más sensible a los cambios de clima. Sin embargo, es importante reconocer que el análisis regional, probablemente no sea la mejor escala. Al hacer el análisis a nivel país y solo para citar un caso, el de Belice, resulta que para el cultivo del maíz, de acuerdo con los resultados, este en las condiciones de Belice ya está teniendo pérdidas por el incremento de la temperatura, pues desde 2006, la temperatura máxima óptima fue rebasada.

Gráfico 6
Pérdidas en % del PIB del 2007, por cultivo, al año 2100, escenario A2



Fuente: elaboración propia con base en datos de CEPAL.

Los cambios en la renta de la tierra solamente fueron analizados a nivel de países individuales^{xxxii}. El estudio para la región presenta el caso de Honduras, que muestra los siguientes resultados: En el caso de la temperatura, se encontró que al incremento de un grado centígrado se producen pérdidas en las ganancias de los agricultores, que van en un rango de US\$1.72 a US\$2.50. Al incrementarse dos grados centígrados, el promedio en la pérdida de los ingresos es del 9% de las ganancias totales de los agricultores. Al analizar estos impactos en los diferentes estratos de agricultores, se muestra que para el 20% de los agricultores de menos ingresos, esta pérdida podría representar hasta el 57% de sus ingresos anuales, en tanto que para el 20% de los agricultores de mayores ingresos, esta pérdida solo representa el 1.3%. Estos resultados muestran que la atención en las medidas de adaptación debe orientarse con mayor énfasis a los productores de escasos recursos. Los resultados que se presentan al estudiar el efecto de la precipitación, en los ingresos de los agricultores, son menores. Sin embargo para el caso de los productores más pobres, el incremento en 10mm de precipitación anual, durante el período de lluvias, causa un impacto negativo del 3% en sus ingresos anuales^{xxxiii}.

En relación con las evaluaciones por país, en el caso de Guatemala se reporta, que para 2005 ya se había alcanzado la temperatura óptima para el máximo rendimiento promedio en la función de producción agregada del sector agropecuario, por lo tanto, cualquier aumento en la temperatura, como consecuencia del calentamiento global, tendrá impactos negativos en los rendimientos. Lo mismo se encontró, para la función de producción agregada de cultivos y para el sector pecuario. Sin embargo, cuando se analiza la precipitación,

se observa que aún hay margen para incrementar rendimientos, conforme aumente la precipitación^{xxxiv}. En este país se evaluaron las funciones de producción de forma individual para maíz y frijol. En el caso del maíz se encontró que hacia el 2005 la temperatura aún no había alcanzado su óptimo, por lo que se esperarían algunos incrementos en los rendimientos de este cultivo en el corto plazo. En el caso del frijol, esta temperatura óptima ya ha sido rebasada y por lo tanto este cultivo ya experimenta pérdidas a consecuencia del cambio climático.

Los estudios sobre la sensibilidad de la renta de la tierra para Guatemala muestran que un incremento en un grado centígrado representan pérdidas en el nivel de ingresos de los agricultores de US\$6 y que aumentos en 10mm de precipitación tendrían un aumento en los ingresos de estos de US\$2. Estas cifras en el largo plazo usando los distintos escenarios y plazos de proyección del clima, presentan rangos de pérdidas en el nivel de ingresos desde 7% hasta el 67%. Esta dispersión también se explica por la diversidad que presentan los distintos territorios estudiados. Sin embargo, el rango más bajo aludido, para los hogares más pobres representa una pérdida en su nivel de ingresos del 10% anual. En general, para el caso de Guatemala se reporta un impacto económico negativo hacia el 2100, por efectos del cambio climático en agricultura, del orden del 3% al 15% del PIB del 2007.

En Honduras se estudiaron frijol, maíz y café. Para el frijol se encontró que esta por alcanzarse la temperatura óptima, por lo que es inminente encontrar pérdidas en los rendimientos de este cultivo por efectos del cambio climático. En el caso del café se observarán incrementos en rendimientos, para luego iniciar una caída en los mismos. En el maíz ya se observan pérdidas a causa del calentamiento global. Los resultados con la variable precipitación, parecen indicar que para la mayoría de cultivos se esperan mayores rendimientos, mientras la precipitación aumente en los primeros años, pero a mediano y largo plazo cuando la precipitación disminuya, como efecto del cambio climático, los rendimientos tenderán a bajar de forma considerable. También se evaluó de forma agregada la función de producción de cereales y de productos pecuarios y se observó que la temperatura está muy cercana al óptimo, por lo que se esperan pérdidas en el corto plazo. En general para el 2100 se estiman pérdidas que oscilan entre el 4% y el 19% del PIB del 2007, dependiendo del escenario más optimista y menos optimista.

En Belice se estima que la producción agropecuaria para el año 2100 podría caer hasta en un 77% del PIB del 2007, al considerar el escenario más pesimista (A2), cuando se calcula con una tasa de descuento del ½%. En este país se evaluaron los cultivos de maíz, frijol, caña de azúcar y naranja. De forma general se muestra que estos cultivos tendrán pérdidas en el rango del 6% al 20% del PIB del 2007. También se estableció, que ya para el año 2005, la función de producción agropecuaria agregada, muestra que, tanto la temperatura, como la precipitación habían rebasado el óptimo, por lo que se estima que la producción agropecuaria de aquel país ya este experimentando pérdidas por efectos del cambio climático. De forma individual, el estudio plantea que para los casos de maíz, frijol y naranja, tanto para temperatura, como para precipitación, los niveles óptimos para su

rendimiento han sido rebasados desde el 2006, por lo que ya se deben estar experimentando pérdidas por efecto del cambio climático. En el caso de la caña de azúcar, este óptimo fue rebasado para ese año solo en cuanto a la variable precipitación. La variable temperatura, para este cultivo aún no se había alcanzado, pero se estaba cerca.

En El Salvador se estima que la producción agropecuaria para el año 2100 podría caer hasta en un 22% del PIB del 2007, al considerar el escenario A2. Al analizar la función de producción agropecuaria se muestra que está aún no ha alcanzado el nivel óptimo de temperatura, por lo que se pudiera observar de forma general un ligero aumento en la producción en el corto plazo, para luego decaer y causar pérdidas del rango arriba mencionado. El estudio de CEPAL evaluó de forma individual los cultivos de maíz, frijol y café. En el caso particular del maíz, en ambos casos de temperatura y precipitación se habían rebasado para el 2006, los niveles óptimos de rendimiento, por lo que para este cultivo ya habían efectos negativos en rendimientos por efecto de cambio climático. Para los casos de Frijol y Café, se habían rebasado los niveles óptimos de temperatura, no así para el caso de la precipitación. Es más en este caso de la precipitación, los modelos de clima hacen pronósticos de menor precipitación en el corto y mediano plazo, por lo que los efectos de la variación climática podrían tener efectos negativos en estos cultivos, por efecto de sequías de forma inmediata. El estudio sobre el valor de la renta de la tierra, para El Salvador, reporta que con el aumento de la temperatura en un grado centígrado, se tendría una pérdida del 2% del valor de la misma para los productores del estrato más pobre.

En Nicaragua se estima que para 2100, en el escenario más pesimista y con el ½% de tasa de descuento, habrá una pérdida en la producción agropecuaria equivalente al 54% del PIB del año 2007. En términos generales la temperatura promedio anual del año 2005 no había alcanzado el óptimo para el rendimiento máximo de la función de producción agropecuaria, por lo que se podría esperar algunos incrementos, para luego caer dramáticamente en el mediano plazo. En relación con la Precipitación, esta ya habría rebasado el nivel óptimo, por lo que ya podría haber pérdidas en la producción. Sin embargo acá, el estudio plantea que las fuertes variaciones en esta variable, de cualquier manera estarían ya causando pérdidas. Los cultivos que se incluyeron de forma individual son maíz, frijol y café. Para el caso de maíz y café, tanto en temperatura como en precipitación se habrían rebasado los niveles óptimos, por lo que ya se están teniendo bajas en los rendimientos, como resultado del cambio climático. En el frijol, al no haberse alcanzado los niveles óptimos de temperatura podrían esperarse algunos incrementos en los rendimientos en el corto plazo, para luego decaer. La precipitación ya habría rebasado el límite óptimo y por lo tanto ya habría pérdidas causadas por este fenómeno. El estudio estima que un incremento de un grado centígrado, tendría una caída del 8% en el nivel de ingresos anuales de los productores más pobres, como resultado de la baja en el valor de la renta de la tierra.

El estudio de CEPAL, para Costa Rica estima que para el año 2100 habría una pérdida en rendimiento agropecuario equivalente al 31% del PIB del año 2007, como resultado del efecto de cambio climático sobre la producción agropecuaria. Se estima que para el año 2005, la temperatura promedio anual ya habría rebasado el nivel óptimo, que maximizaría el rendimiento de la función de producción agropecuaria en el agregado. Por lo tanto ya se estaría experimentado pérdidas en la misma. Por el lado de la precipitación, aún no se habría alcanzado este nivel óptimo, sin embargo se presumen pérdidas debido a que los pronósticos en esa variable climática son hacia la baja. Sin embargo, cuando se analizan los cultivos de forma individual maíz, frijol y café, en los tres casos se observa, que ya la temperatura y la precipitación han rebasado los límites óptimos con relación al rendimiento máximo, por lo que ya habría efectos negativos en los rendimientos de estos cultivos. La evaluación del efecto de la temperatura sobre los ingresos por la renta de la tierra, en Costa Rica muestra que el incremento en un grado centígrado ocasiona una pérdida del 3% en los ingresos anuales de los agricultores más pobres.

En Panamá se estima que las pérdidas agropecuarias para el año 2100, como resultado del efecto de cambio climático podrían ser hasta del 47% del PIB del año 2007. En términos generales, el estudio muestra que la precipitación promedio para el año 2006 no ha rebasado el nivel óptimo para el rendimiento máximo de la función de producción agropecuaria. Más bien el peligro en este caso es que menores precipitaciones, tal y como predicen los modelos de cambio climático tengan efectos negativos en la producción en general. Por el lado de la temperatura, por el contrario ya se habría rebasado el nivel óptimo, por lo que se esperaría que ya haya efectos negativos de las altas temperaturas. El estudio, a diferencia del resto de Centro América evalúa de forma individual los cultivos de maíz, arroz y banano. En el caso de la temperatura, en los tres casos, esta ya habría rebasado el nivel óptimo y los efectos ya son negativos en los rendimientos de estos cultivos. En el caso de la precipitación, para el caso del maíz y el arroz ya se habría rebasado el nivel óptimo y se observarían mejores rendimientos en el caso de que esta se redujera, que es lo previsto por los modelos de cambio climático, sobre todo para el maíz, en donde el nivel de precipitación está lejos del rango óptimo. Para el cultivo del banano, la precipitación no ha rebasado el nivel óptimo y si se esperan descensos, esto podría tener algún efecto negativo en los rendimientos. Finalmente, el estudio sobre el valor de la tierra presenta que con los pronósticos de cambio en temperatura y precipitación a largo plazo, la caída de los precios de venta de los predios rurales en el país podría estar en el orden del 90%, lo que parece sumamente dramático.

En el cuadro 18 se presenta un resumen, que tomó como base los estudios de CEPAL, sobre el impacto económico bajo escenarios de cambio climático para el sector agricultura en Centro América. El cuadro presenta el escenario A2, es decir el escenario pesimista y se calcula el impacto sobre el PIB del año 2007, para cada país. La estimación del impacto se calcula utilizando una tasa de descuento del 4%, la que se considera una tasa intermedia, afín de no exagerar el impacto, como sería el caso con tasas menores. Los cultivos evaluados, que son los más

importantes de la región en relación con su valor económico y social son maíz, frijol y café. Para el caso de Belice se incluye el cultivo de la caña de azúcar (en sustitución del café) y en el caso de Panamá, se incluyen arroz y banano, en sustitución del frijol y del café, respectivamente.

Lo primero que se observa es que solamente en el caso de Guatemala, Belice y Honduras se observan impactos positivos del cambio climático sobre cultivos como maíz, café y caña de azúcar, para el caso de Guatemala en maíz y café; en Honduras en café de forma mínima y en Belice para el caso de caña de azúcar en el año 2020. En el resto de los países los impactos son negativos aún para el año 2020, incluido Guatemala, en lo que concierne al cultivo del frijol. Un análisis de mayor (en rojo) y menor impacto (en verde) por cultivo y país, nos muestra que para el caso del maíz, el país con menos impactos es Guatemala y el más impactado es Belice. Para el caso del frijol, el más impactado es Honduras y el menos afectado es El Salvador. En el cultivo del café, el menos afectado (beneficiado en realidad) es Guatemala y el más afectado es Nicaragua.

Cuadro 18

Resumen de estudio CEPAL de impacto Económico bajo escenarios de cambio climático A2 para el sector agricultura en Centro América

País	Maíz	Frijol	Café
Guatemala	2020: -1,52	2020: 0,32	2020: -2,04
	2100: -0,43	2100: 1,25	2100: -2,33
Belice	2020: 0,27	2020: 0,32	2020: -1,06**
	2100: 2,02	2100: 1,04	2100: 0,07
Honduras	2020: 0,40	2020: 0,46	2020: -0,19
	2100: 1,12	2100: 1,72	2100: 0,73
El Salvador	2020: 0,03	2020: 0,14	2020: 0,09
	2100: 1,64	2100: 1,01	2100: 1,48
Nicaragua	2020: 0,35	2020: 0,40	2020: 0,18
	2100: 1,60	2100: 1,29	2100: 1,92
Costa Rica	2020: 0,05	2020: 0,10	2020: 0,44
	2100: 0,17	2100: 0,33	2100: 1,67
Panamá	2020: 0,04	2020: 0,26***	2020: 0,00****
	2100: 0,37	2100: 1,66	2100: 1,66

*Considerando una tasa de descuento del 4%, los impactos económicos como porcentaje del PIB de 2007; **Caña de Azúcar; ***Arroz; ****Banano

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPAL.

A manera de conclusión, está claro que la agricultura en Centro América ya está siendo impactada por el cambio climático y que las proyecciones no son muy alentadoras, sobre todo para aquellos países en donde se combinan la vulnerabilidades de orden geográfico (ambiental), económico, pero sobre todo social e institucional. Es evidente que buena parte de los productores agropecuarios de la región son vulnerables a los impactos del clima. También es

evidente que existe una marcada debilidad institucional, en materia de asistencia técnica y de capacidades para la implementación de medidas de adaptación y mitigación, con algunas pocas excepciones. Esta realidad empujará a los países a afinar la puntería, en el sentido de reconocer con más detalle, las zonas que recibirán el mayor impacto y montar programas más focalizados, tanto en materia de adaptación, pero también en materia de mitigación. En las siguientes secciones se discuten estos aspectos.

Por otro lado, y como ya se mencionó, es muy difícil con este nivel de información, que arrojan los estudios actuales, medir el impacto económico y social en una escala práctica que guíe el diseño de los programas de asistencia, por ello es necesario recomendar estudios de más detalle, que identifiquen zonas y tipología de productores que requerirán este tipo de programas. Una recomendación sobre este punto, sería lograr combinar este tipo de análisis con información geográfica del nivel que sugiere el estudio de CATHALAC 2008, presentado en la primera sección de este informe. Si hay que reconocer que este nivel de estudios, es básico para el diseño del discurso técnico-político que garantice el apoyo y el respaldo al más alto nivel en la toma de decisiones en los niveles regional, nacional y local. Es recomendable en este sentido, que se monte con estos resultados una campaña agresiva de incidencia política afín de lograr que la problemática del cambio climático guíe las agendas de desarrollo rural por los próximos años.

3. El caso de la energía

Uno de los sectores más estratégicos para el desarrollo de las naciones es el sector energético. Su importancia en lo económico y social es fundamental a tener en cuenta en la definición de políticas públicas de desarrollo. La región centroamericana mantiene una posición geográfica, que la hace particularmente rica en diversas fuentes de energía renovable, sin embargo las evidencias muestran que es una de las regiones con rezagos importantes en materia de la gestión energética para el desarrollo. Como consecuencia de la crisis energética mundial, que mantuvo los precios del petróleo por los cielos y las preocupaciones cada vez más justificadas, de lo que acontece con el Cambio Climático Global, la alta dirigencia centroamericana, a través de sus instituciones regionales del Sistema de Integración (SICA) y su Unidad de Coordinación Energética (UCE), definieron luego de amplia discusión la Estrategia Energética Sustentable de América Central 2020. Esta se plantea como objetivo general el asegurar el abastecimiento energético de la región, en calidad, cantidad y diversidad de fuentes, que garanticen el desarrollo sostenible. Se indican como condiciones que la estrategia tenga en cuenta la equidad social, el crecimiento económico, la gobernabilidad y compatibilidad con el ambiente y en sintonía con los compromisos ambientales internacionales. La estrategia incluye dentro de sus líneas de acción: acceso a la energía por parte de la población más pobre; uso racional y eficiencia energética; fuentes renovables de energía; biocombustibles para el sector transporte y cambio climático^{xxxv}. La situación energética de

Centroamérica, es importante analizarla desde la perspectiva de su capacidad de adaptación al cambio climático global, por su importancia social y económica; y por supuesto desde las posibilidades de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, que el uso de las fuentes energéticas está produciendo.

3.1 Situación energética de Centroamérica

La región es importadora neta de petróleo y sigue el patrón mundial en materia energética. El 88% de la oferta de energía a nivel mundial proviene de fuentes fósiles^{xxxvi} y existe aún una fuerte dependencia del petróleo en la producción de energía. Sin embargo su consumo ha iniciado una desaceleración en los últimos años. Seguramente motivado por el encarecimiento del mismo, a raíz de la crisis de los últimos años. La región aún depende en gran medida de la importación y uso de los derivados del petróleo. En 1990 la región consumía en su equivalente en barriles cerca de 40 millones y para el 2006 lo había más que duplicado, acercándose a los 100 millones^{xxxvii}. Uno de los principales retos de la región ha sido iniciar proyectos a partir de fuentes renovables de energía, con el fin de diversificar las matrices energéticas altamente dependientes del petróleo y sus derivados.

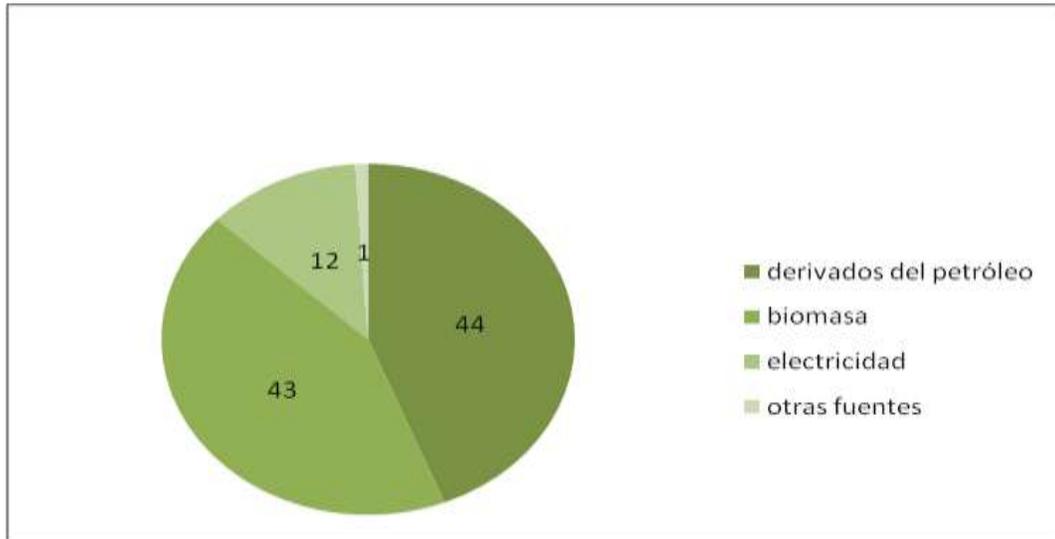
Consumo y Producción de Energía

El consumo de energía total en el año 2008 alcanzó los 179.8 millones de barriles de petróleo equivalente (Mbep), de los cuales el 44% correspondió a los derivados del petróleo, el 43% a la energía consumida a partir de Biomasa (principalmente Leña), el 12% generada por electricidad y el 1% por otras fuentes. Cuando se analizan los sectores por consumo energético se observa que el sector con más participación en el consumo es el sector hogares con 45%, dentro del cual la principal fuente energética es la leña (85%); le sigue el transporte con un consumo del 29%, la industria con el 18% y otros con 8%^{xxxviii}. La tendencia observada entre 1990 y 2008 muestra una relativa estabilidad en el sector industrial pues pasa de tener una participación del 19.1% al 18% del consumo total de energía. El sector transporte experimenta un crecimiento, pasando del 21.1% al 29%. En tanto que el sector hogares ha decrecido del 54.5% en 1990 al 45% en 2008. Finalmente en el rubro otros se observa un ligero aumento del 5.3% al 8%, seguramente motivado por el crecimiento relativo del sector comercio.

Al analizar de forma individual a los países de la región, se observan distintas estructuras en relación al consumo de energía. Panamá y Costa Rica presentan los mayores porcentajes de consumo en su sector transporte, siendo estos del 48 y el 43%^{xxxix}, respectivamente. Por el otro lado, son Nicaragua y Guatemala, los países que presentan los menores niveles de consumo de energía en este sector, siendo estos del 16% y el 22%, respectivamente. Los países que presentan mayor consumo de energía a partir de su sector hogares son Guatemala, Nicaragua y Honduras, en porcentajes del 66%, 48% y 46%. En tanto que Costa Rica y Panamá solamente consumen en este sector el 20% y el 23%. Como se puede

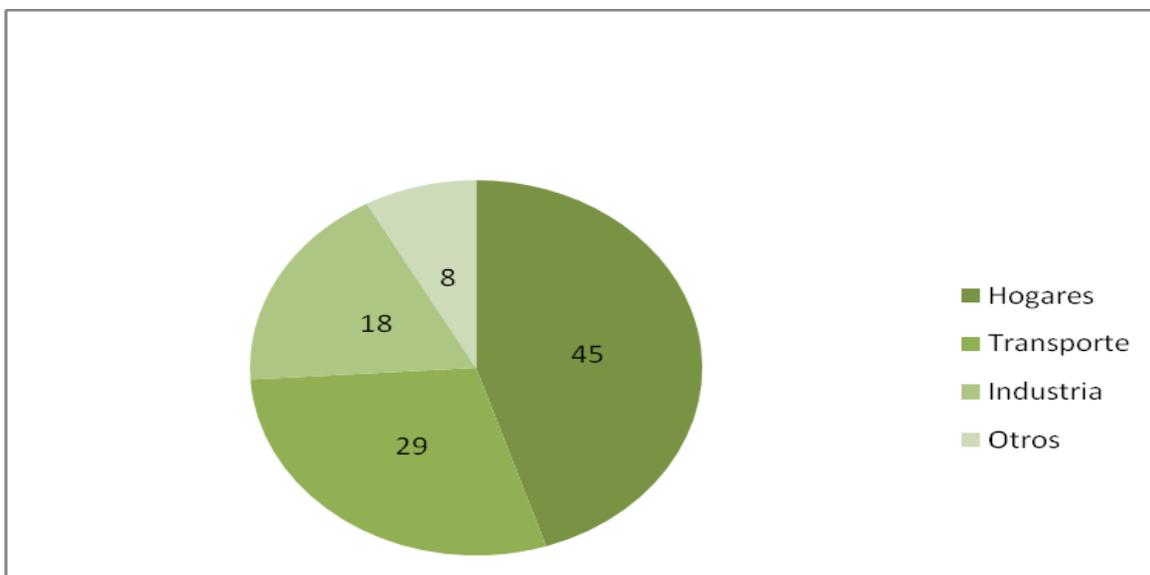
notar, las grandes diferencias en estructura de consumo hacen que el abordaje de la problemática relacionada con el cambio climático deba ser distinto, como se discutirá más adelante.

Gráfico 7
Consumo energético en Centro América según fuente de energía



Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPAL.

Gráfico 8
Consumo energético en Centro América por sector



Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPAL.

Un análisis general de dependencia a los hidrocarburos muestra que la región es altamente dependiente de ellos. En 2007 el total de hidrocarburos en el consumo energético representó el 44.5%. Del total de estos, 17.2% fueron utilizados para la generación eléctrica y 34.5% fueron utilizados para la generación con plantas a base de derivados del petróleo^{xi}. El consumo de hidrocarburos (petróleo y derivados) en 2008 en la región alcanzó los 103.7 millones de barriles. El consumo per cápita en barriles por habitante fue de 2.0 y el gasto per cápita fue de US\$273.8. El país con mayor consumo en términos absolutos fue Guatemala con 25.5 millones de barriles, debido al tamaño de su economía y su población. Sin embargo, los países con un mayor consumo de hidrocarburos per cápita fueron, para ese año, Panamá y Costa Rica con US\$566.9 y US\$462.2, respectivamente. En tanto que los que presentan un menor consumo per cápita fueron Nicaragua y Guatemala con US\$166.9 y US\$196.1, respectivamente^{xii}.

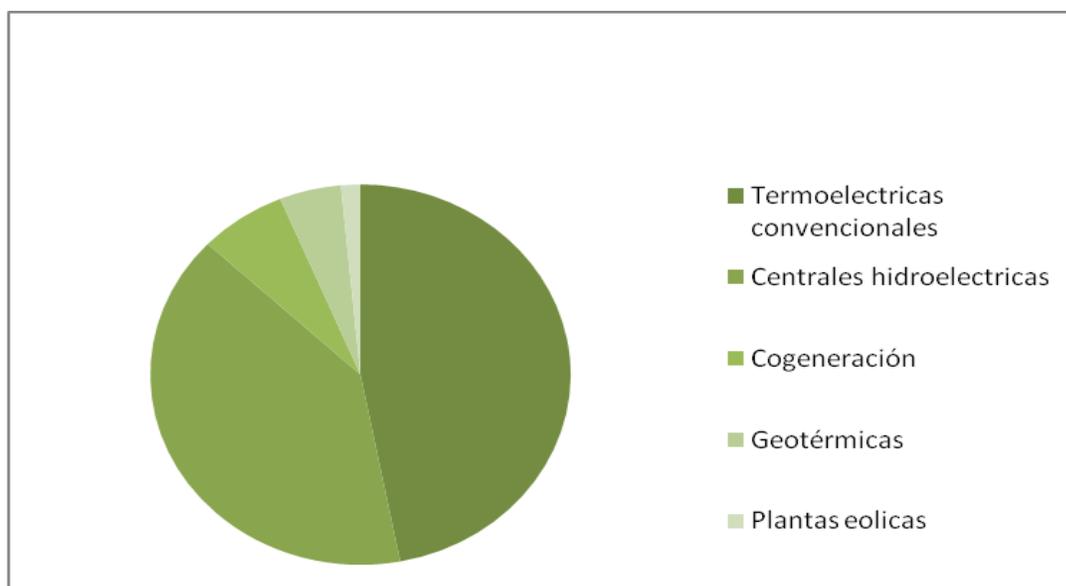
El subsector eléctrico presentó en 2009 una capacidad instalada de 10,690.8 Megavatios (MW), lo que representó un 2.7% arriba de la capacidad del año 2008. Esta capacidad está compuesta por termoeléctricas convencionales a base de combustibles fósiles (46.97%), centrales hidroeléctricas (40.07%), cogeneración (6.72%), geotérmicas (4.74%) y plantas eólicas (1.49%). Es decir que la capacidad instalada con fuentes renovables es de 53.02%. Costa Rica es el país que posee la mayor capacidad instalada en la región con 2,500.5 MW, seguido de Guatemala con 2,349.0 MW. Siendo los países con menor capacidad instalada Nicaragua y El Salvador con 974 MW y 1,490.3 MW, respectivamente^{xiii}.

Cuadro 19
Consumo de hidrocarburos por país de Centro América, año 2007

País	Consumo de hidrocarburos per cápita
Costa Rica	462.2
Guatemala	196.1
Nicaragua	166.9
Panamá	566.9

Fuente: CEPAL, Indicadores ambientales de América Latina y El Caribe 2009, 2009).

Gráfico 9
Capacidad instalada del subsector eléctrico año 2009 en Centro América



Fuente: CEPAL 2010.

En términos de generación eléctrica en 2009 se generó un total para la región de 39,114.7 GWh, que representó un decrecimiento del 0.72% con respecto al año 2008. Ya los crecimientos en generación entre 2007 y 2008 (3%) se habían desacelerado con respecto a 2006 y 2007 que presentaron crecimientos del 5.8% y del 4.8%^{xliii}. Es evidente que la desaceleración y la estabilización observada en los últimos años obedecen sin duda a la crisis de precios del petróleo por un lado, pero también a la crisis financiera mundial que recién inicia su proceso de recuperación. A nivel de los países, Costa Rica participa con el mayor porcentaje de generación eléctrica con el 23.61%, seguido de Guatemala con el 20.40%. Luego en su orden están Panamá, Honduras, El Salvador y Nicaragua con 17.03%, 16.72%, 14.07% y 8.17%, respectivamente^{xliiv}.

En materia de fuentes renovables de energía, la región ha tenido una regresión en su uso desde 1990, exceptuando a Costa Rica, país que mantiene estable su matriz de generación eléctrica a base de este tipo de fuentes. Costa Rica en 1990 generaba su energía eléctrica usando el 99% de fuentes renovables y en 2008 bajó a 93%. Honduras es el país que más ha variado en ese período de tiempo, pues en 1990 generaba toda su energía eléctrica (100%) con fuentes renovables, en tanto que en 2008, estas fuentes representan solamente el 37%. El Salvador en 1990 generó el 94% con fuentes renovables y en 2008 lo hizo en un 61%. Guatemala pasó de generar con estas fuentes, de un 92% a un 60% en ese mismo período. Nicaragua pasó del 61% al 35% y Panamá pasó del 84% al 62%. Los promedios regionales muestran que Centroamérica pasó de generar con fuentes renovables su energía eléctrica de un 91% en 1990 a un 63% en 2008^{xlv}.

Cobertura, Eficiencia y Rezagos

El índice de electrificación promedio en la región entre 2006 y 2008 pasó de 79.4% a 83.7%. Si bien es cierto este es un logro importante, aún es necesario hacer mayores esfuerzos, si se pretende alcanzar el 90% de cobertura propuesta en la estrategia 2020. A nivel de los países hay marcadas diferencias y en 2008 se observan los siguientes índices de electrificación iniciando del más alto al más bajo: Costa Rica con 98.8%, Panamá con 88.9%, El Salvador con 85.8%, Guatemala con 83.8%, Honduras con 77% y Nicaragua con 64.5%. Lamentablemente es en estos dos últimos países es donde se observan las pérdidas de electricidad por ineficiencias en los sistemas, consideradas muy altas; siendo estas del orden del 23.5% y del 27.3%, respectivamente.

En términos de intensidad energética^{xlvi}, los índices para la región, se han mantenido por encima de 1, mientras que para los países desarrollados han descendido de forma considerable, como resultado de políticas e incentivos para lograr mayores niveles de eficiencia energética. Una comparación de estos índices entre los años 1970 y 2008 muestra que, el único país de la región que incrementó este indicador fue Nicaragua, es decir bajó en nivel de eficiencia energética, pues en 1970 presentaba un índice de intensidad energética de 2.38 y en 2008 presentó uno de 3.95. Panamá y Costa Rica presentan los mejores niveles de eficiencia. Panamá inició con 1.4 y terminó con 1.05, en tanto que Costa Rica inició con 1.61 y concluyó con 1.19. El Salvador también presenta indicadores de cierto nivel de eficiencia, teniendo un nivel inicial de 1.60 en 1970 y uno de 1.30 en 2008. Finalmente Guatemala y Honduras presentaron niveles iniciales de 2.83 y 3.85, respectivamente y terminaron el período analizado en 2.77 y 2.54^{xlvii}. La explicación por estos bajos niveles de eficiencia radica en que para estos países, el peso de su economía aún recae muy fuertemente sobre la transformación primaria y el uso de los recursos naturales, aunado a una pobre mejoría en el nivel de eficiencia energética en su sector transporte^{xlviii}.

Una última consideración en relación al consumo y producción de energía se refiere al uso de la biomasa en la región. En 2007 el total de utilización de leña en el consumo energético fue del 41.1%. Siendo Guatemala, Honduras y Nicaragua

los países que presentan mayores niveles en la utilización de esta fuente energética. En su orden, estos países presentaron niveles del 62.8%, 49.4% y 42.7%, respectivamente. Luego están El Salvador, Costa Rica y Panamá con niveles del 23.0%, 15.6% y 15.4%, respectivamente^{xlix}. Con estas cifras presentadas se conoce que cerca de 19 millones de centroamericanos continúan dependiendo de esta fuente energética^l. De estos, el 86% que depende de la leña, se encuentra en Guatemala, Nicaragua y Honduras, que son los países de la Región con mayor población total y con mayor ruralidad, como se mencionó en capítulos anteriores. Si se considera, tanto la crisis energética como la crisis financiera mundial en los años 2008 y 2009, se podría haber incrementado el nivel de población en dependencia de este recurso energético y lo que esto conlleva en términos ambientales. Pero adicionalmente, esto puede ser grave en términos sociales, sobre todo si se considera que este será uno de los sectores con mayor vulnerabilidad al cambio climático, como se discutirá en los apartados a continuación.

3.2 El Cambio Climático y el Sector Energético

Al revisar la literatura reciente sobre el estado de la situación del sector energético, se capta rápidamente que la principal preocupación en este ámbito está relacionada con la crisis de precios del petróleo y de sus derivados, por el encarecimiento de la energía y su impacto económico y social que esto conlleva. Por otro lado, los estudios sobre energía y cambio climático centran su enfoque en la relación que existe entre el sector y su contribución a la emisión de gases de efecto invernadero. De estas dos grandes vertientes, deriva toda la tendencia actual hacia la reconversión del sector en la búsqueda de nuevas tecnologías que logren mejores niveles de eficiencia energética. Es importante hacer notar que esta reconversión del sector energía a nivel mundial está siendo gradual y lenta, no sin tropiezos en las negociaciones, por los grandes intereses económicos en juego. Sin embargo, hasta hoy la literatura no reporta nada relacionado con el impacto directo que el cambio climático tendrá sobre la producción de energía, cuyas fuentes primarias serán seriamente afectadas. Estas fuentes son la hidroenergía y el uso de biomasa. Una reflexión inicial al respecto de este vacío de información, es que la producción de energía, a partir de los recursos hídricos y de biomasa, es marginal en los países desarrollados. El 75% de la electricidad se produce a partir de combustibles fósiles, las fuentes renovables, aportan solamente el 13%^{li}. El promedio para América Latina es igualmente bajo. En 1971 la participación de la región en el suministro total de energía primaria a nivel mundial fue de tan solo el 4%. Este nivel de participación pasó en 2005 al 5%. Es decir, la región no pasó a ser importante, en términos de su peso en la participación, en ese período de tiempo. En referencia a las fuentes primarias de energía mencionadas, para ese mismo período, el nivel de utilización de la energía hídrica en América Latina fue de 3% en 1971 y del 11% en 2005. La tendencia de ese período fue de aprovechar los recursos disponibles y evitar la factura petrolera ya elevada para esos años. En el caso de la biomasa ó combustibles renovables,

el nivel de utilización en 1971 era del 31% y en el 2005, este porcentaje de utilización bajó al 18%, en América Latina como región^{lii}. Esto último seguramente como resultado de los procesos de urbanización que se dieron durante este período.

En Centro América pasó diferente, como ya se mencionó durante ese período, en 1990 el nivel de utilización de las fuentes renovables principalmente la energía hídrica en la producción de electricidad era del 91%, en tanto que para el 2008 este nivel de utilización bajó al 63%. Para el caso del uso de la biomasa en el consumo energético, mayormente el uso de la Leña, como ya se mencionó en el apartado anterior, es en el año 2007 del 41.1%. Baste esta reflexión para indicar que adicionalmente a la preocupación global del costo de la reconversión del sector energético y sus implicaciones económico-sociales para la región, el tema de mayor preocupación será el impacto que el cambio climático tenga sobre la producción y el consumo energético, a partir de las fuentes primarias mencionadas.

En ese orden de ideas, al revisar las principales consecuencias del cambio climático, en lo referente a las fuentes primarias mencionadas, se sabe que el ciclo hidrológico se verá alterado por la mayor evaporación del agua, lo que prevé un aumento de las lluvias, pero al mismo tiempo intensificación de las sequías. Esto sin contar la mayor frecuencia de los eventos extremos. Entre las zonas con mayor riesgo, se señalan los sistemas insulares y los istmos, dependiendo de su posición geográfica. Este es el caso de Centroamérica. Si bien es cierto, la incertitud prevalece en los modelos climáticos, lo ya visto es que la variabilidad extrema en el clima seguramente afectará la producción de energía a base de los recursos hídricos en la región. Cuanto, como y donde, son preguntas que habrá que responder lo antes posible, para contar con las medidas de adaptación adecuadas.

Por el lado de los bosques, se teme un retroceso de los mismos hacia el interior de los continentes buscando cotas más altas, seguramente sustituidos por ecosistemas degenerados, producto de la desertificación y la sequía. El calentamiento esperado excederá seguramente la capacidad de migración y adaptación de comunidades naturales, resultando en un deterioro de los ecosistemas, sin capacidad de proveer medios de vida sostenibles a las poblaciones circundantes. Este no es un fenómeno nuevo, para las comunidades rurales en Centroamérica, pues el avance de la frontera agrícola^{liii} esta ya teniendo impactos serios en la obtención de medios de vida sostenibles. La escases de leña, que es la principal fuente energética para estas poblaciones, hará que se deteriore aún más su precaria calidad de vida. Seguramente el cambio climático hará más complicado el problema de la pobreza rural que ya se vive hoy día en estas áreas de avance de frontera agrícola. Seguramente, estas áreas serán de las más vulnerables al cambio climático. Quizá la agricultura moderna y comercial, como ya se mencionó, pueda responder a la nueva situación con suficiente rapidez afín de adecuarse al nuevo entorno, por de pronto la intervención de los estados a través de políticas públicas de adaptación serán necesarias pues los

pequeños agricultores de los países en desarrollo no tienen los medios para una adaptación de este nivel.

Independientemente de los análisis específicos, en relación a población y áreas vulnerables, se sabe que, a pesar de que todos los países serán afectados, los que más sufrirán y ya están sufriendo las inclemencias del clima son los países y poblaciones más pobres, no obstante son los que menos han contribuido con el fenómeno de cambio climático. Para estos países y poblaciones el tema de adaptación al cambio climático reviste una gran importancia, pues dependerá de esta adaptación su capacidad de amortiguamiento y de reducción de costos a los niveles mínimos requeridos. Lo cierto es que está en riesgo el crecimiento y desarrollo de estos países y poblaciones pobres. Es por ello, que hay un cierto consenso en que se hace necesario tomar medidas sobre el control de emisiones, sin que esto signifique obstaculizar el crecimiento y el desarrollo de los más pobres.

Volviendo al enfoque y la preocupación global. Se atribuye a la quema de combustibles fósiles, el rápido deterioro del clima por las altas emisiones de gases de efecto invernadero, que este proceso de quema arroja a la atmósfera. Como los combustibles fósiles se queman casi exclusivamente para producir energía y estos representan entre petróleo, carbón y gas natural del 75% de la energía total producida a nivel mundial, resulta que la reconversión del sector es fundamental para lograr la estabilidad del clima y evitar los daños que en términos económicos podrían causarse si no se hace nada al respecto. En cifras, el 68% de las emisiones de CO₂ en la producción de electricidad y calor provienen del carbón, el 27% del gas y el 5% del petróleo^{liv}. Según los expertos, aún se está a tiempo de evitar las peores consecuencias del cambio climático si se adoptan las medidas correctivas lo antes posible. La justificación económica para ello, es que los beneficios de la adopción de medidas superarán en mucho los costos de los daños económicos y sociales que el cambio climático ocasione. Cálculos generales muestran que, mientras las medidas de adopción para reducir las emisiones podrían alcanzar un costo del 1% del PIB mundial anual, los daños a la economía global si no se hace nada, podrían llegar a ser del orden del 20% del PIB anual^{lv}.

Se sabe que la única respuesta razonable ante el cambio climático es la reducción drástica de emisiones de dióxido de carbono, adoptando nuevas tecnologías y haciendo más eficientes las actuales, en el sistema energético y por tanto impactar en el modelo económico, renunciando en alguna medida al desarrollo no sostenible. Se ha calculado que la estabilización de la concentración efectiva de CO₂ en la atmósfera requiere la reducción de emisiones de origen energético, para el año 2050, como mínimo un 25% inferior a los niveles actuales. Estas pretensiones mínimas exigen una revisión urgente de las políticas económicas, energéticas y de transporte del mundo desarrollado.

La satisfacción de las necesidades básicas del Tercer Mundo, conformado por el 80% de la humanidad y donde tiene lugar el mayor crecimiento de la población,

podría requerir un crecimiento de la demanda energética del orden del 4 o 5% anual en las actuales condiciones. Cumplir con el reto global y al mismo tiempo no descuidar las necesidades de desarrollo en los países pobres es un doble reto. En la región centroamericana se inició en 2005 y concluyó en 2007 un proceso de negociación, que permitió formular y llevar a la práctica La Estrategia Energética Sustentable de América Central 2020. En grandes rasgos, está promueve, por un lado, el ahorro de energía mediante la racionalización del uso y el empleo de tecnologías eficientes, y la obtención de energía por métodos renovables de bajo impacto ambiental.

Un estudio de escenarios para la producción de electricidad, a partir de fuentes renovables en Centro América^{lvi} muestra la posibilidad, de crecimiento futuro afín de diversificar las matrices energéticas y cumplir con las metas estratégicas. En el caso del potencial hidroeléctrico en 2004, Centroamérica contaba con un potencial de 22,068 MW, de los cuales aún hay por desarrollar 18,271 MW. Costa Rica es el país con más potencial hidroeléctrico con 5,802MW, seguido por Guatemala y Honduras con 5,000 MW cada uno. Estos son los países con mayor espacio de crecimiento. Honduras con 4,525MW por desarrollar, Costa Rica con 4,499MW y Guatemala con 4,360MW por desarrollar^{lvii}. En relación con los recursos geotérmicos, la región cuenta con un potencial de 2,928MW y por desarrollar aún hay espacio de crecimiento de 2,501MW. Los países con más potencial son Nicaragua y Guatemala con 1,200MW y 1000MW, respectivamente. El potencial de generación con energía solar, para la Región se estima en 250MW. Estudios específicos en Honduras y Nicaragua dan cuenta de que estos países poseen un potencial en áreas rurales del orden de 51MW y 34MW, respectivamente. La capacidad instalada para el año 2004 era de solo 3MW en Guatemala y 1MW en Honduras, de suerte que hay casi un 100% de espacio de crecimiento^{lviii}. En Cogeneración a base de bagazo de caña de azúcar en el año 2006 se generaron en la región 602.6MW, que significó el 3.7% de la generación eléctrica de ese año. Son Guatemala y Nicaragua los que tienen la mayor capacidad instalada, con 306.5MW y 126.8MW, respectivamente y participaron ese año en la generación eléctrica de sus países en un 10.9% y un 9.1%, respectivamente.

El tema de los biocombustibles arrancó con mucho ímpetu en la región, sobre todo motivado por los altos precios del petróleo y el de los combustibles derivados gasolina y diesel. Los estudios preliminares señalaron a la caña de azúcar y a la palma africana como las principales fuentes para la producción de bio-etanol y bio-diesel. Las previsiones eran que aportar el 10% de bio-etanol en las gasolinas y el 5% de bio-diesel, no tendría problemas en la expansión de estos cultivos con estos fines. Con esta visión, la expansión de estos cultivos tuvo auge en Guatemala sin mayores dificultades en los últimos 5 años, sin embargo en Honduras y en El Salvador esta expansión se encontró con la limitante de que muchas de las tierras aptas estaban en manos de pequeños propietarios sin ninguna experiencia en plantaciones y sin mentalidad empresarial. Costa Rica fue el único país que finalmente desarrolló un programa con producción efectiva de bio-combustibles, pues echo andar un programa piloto para lograr el suministro del 7% de bio-etanol en gasolinas, este arrancó en 2006. Adicionalmente se iniciaron

en Guatemala y Honduras proyectos de producción de biodiesel a partir de *Jatropha curcas* (piñón) y de *Ricinus Communis* (higuerilla). En la región también han proliferado pequeñas empresas que recolectan aceites vegetales y grasas de origen animal usados para producir biodiesel^{lix}. Una evaluación posterior realizada por CEPAL en 2009 constató los avances y los tropiezos de los programas.

En El Salvador se montó una fábrica de biodiesel en 2009 con capacidad de producir 10,000 litros diarios utilizando diferentes materias primas. En Guatemala entre 2007 y 2008 luego de la expansión de cultivos como Caña y Palma Africana, se cuenta con 5 destilerías que producen 180 millones de litros anuales. El 80% es etanol y se exporta a USA y Europa. Existen 8 fábricas de biodiesel con capacidad de producir 4,000 galones por día. En Honduras pasaron una Ley en 2007, con el fin de incentivar y regular el tema de la producción y utilización de biocombustibles. El reglamento de la Ley se hizo vigente hasta inicios del 2009. En ese mismo año montaron una fábrica de biodiesel en Colon (Costa Norte) con capacidad de 10,000 litros diarios. En Nicaragua hay una planta que produce biodiesel a partir de cebo animal y una planta (SER) que procesa 18 millones de litros por año y que exporta a Europa. Costa Rica, como ya se mencionó, montó un proyecto piloto de mezclas de biocombustibles con gasolinas para lo cual desarrolló todo un marco regulatorio. El resto de los países carecen de este marco legal para comercializar biocombustibles en el transporte automotor. Esta carencia se convirtió en la principal limitante para desarrollar este mercado a nivel regional. Otro aspecto importante a considerar es que, a nivel mundial, la demanda de biocombustibles se trajo los precios de algunos alimentos básicos hacia arriba, lo que provocó una crisis alimentaria y serias preocupaciones en el nivel político de los países de la región, que motivo de alguna manera bajar el ímpetu de los inicios de esta experiencia de producir energía a base de biocombustibles.

Definir el potencial de recurso “Biomasa” en Centroamérica es un tanto complicado, pues no existe información confiable al respecto. Este recurso está conformado principalmente por leña, residuos agrícolas (principalmente el bagazo y la cachaza) y otros residuos de aserraderos, arroceras, bananeras, plantaciones de piña y beneficios de café, plantaciones de palma africana, criaderos de animales, Etc. Estos vacíos de información representan una dificultad muy grande, para poder definir mejores estrategias regionales del uso de la biomasa como fuente energética. De hecho como se menciona al inicio de este capítulo, la biomasa representa en promedio el 41.1% del consumo energético en la región. Y para países como Guatemala, Nicaragua y Honduras representa el 62.8%, 49.4% y 42.7%, respectivamente; del consumo nacional de energía. De manera que es un reto para la región y para los países generar esta información, que entre otras cosas ayuda a estimar el potencial de uso sustentable que este recurso representa y podría representar dados los efectos, que el cambio climático tendrá sobre el mismo.

3.3 Impactos potenciales del cambio climático en el sector energético y sus implicaciones económico-sociales

Un primer rubro de análisis se presenta a partir de lo que significa, en términos económico sociales la reconversión del sector energético en Centroamérica. Independientemente que este tenga su origen en una crisis de distinto orden al marcado por el cambio climático. En una segunda instancia se discuten los posibles impactos que el cambio climático tendrá de forma directa sobre la matriz energética y su abastecimiento futuro y sus implicaciones económico-sociales.

CEPAL-SICA en 2007 hizo una evaluación ex-ante de los resultados que podría tener la ejecución de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020. Para ello se seleccionaron 6 escenarios posibles, donde se combinaron los tres planes de electrificación del Consejo de Electrificación de América Central (CEAC), diferentes grados de participación de las fuentes renovables de energía y de las medidas de Uso Racional de Energía: El escenario I representó un desarrollo energético tendencial, es decir el testigo (Plan Eléctrico I, hidro hasta 75MW), el escenario II incluyó el Plan Eléctrico II, hidro hasta 150MW, el escenario III consistió en el Plan Eléctrico III, hidro libre, el Escenario IV incluyó el Plan Eléctrico I más las medidas de Uso Racional de Energía (9,000GWh), el escenario V consistió en el Plan Eléctrico I más biocombustibles más cogeneración y finalmente el escenario VI incluyó el Plan Eléctrico III más las medidas de Uso Racional de Energía más biocombustibles más Cogeneración más Cocinas Mejoradas más Medidas de Transporte (10%). La evaluación de los distintos escenarios consistió en medir seis parámetros proyectados al año 2020, siendo estos el consumo total de combustibles, el consumo total de energía, la participación de fuentes renovables en la producción de electricidad, la participación de fuentes renovables en la oferta primaria de energía, el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero en el año 2020 y las inversiones requeridas en el período 2007-2020. El año de referencia empleado fue el año 2005 para comparar los diferentes escenarios.

En cuanto a consumo total de combustibles el escenario ideal (VI) experimenta un aumento del uso de combustibles fósiles de tan solo 25%, en tanto que el escenario tendencial lo hace en 85%. El escenario III, que incluye la entrada importante de centrales hidroeléctricas lo hace en un 61%. El resto están por encima de este último. El consumo total de energía, para el escenario VI, que incluye todas las medidas favorables presenta un crecimiento de solamente el 41%, en tanto que el escenario tendencial crece hacia el 2020 en 51% con respecto al consumo del año 2005. La participación de fuentes renovables en la producción de electricidad en 2005 fue de 61%; para el año 2020 solo es posible superarlo si se ejecutan los escenarios III y VI. En los otros escenarios esta participación decrece. La participación de fuentes renovables en la oferta de energía primaria está muy por encima de los compromisos internacionales para el 2010, que es del 10%. Aún en el escenario tendencial, para el año 2005 el nivel de participación de la fuentes renovables era del 80% y la proyección hacia el 2020 se reduce al 73% aún muy por encima del requerido. El alto margen de solvencia

que tiene la región en este parámetro se debe al alto consumo de Leña^{lx}. Sin embargo, aún eliminando la leña de las fuentes renovables el nivel de participación del resto, estaría por encima del requerimiento internacional para el año 2020, pues el rango entre 2005 y 2020 es del 32% al 25%, respectivamente.

En relación con las emisiones de gases de efecto invernadero, estas en el escenario tendencial tendrían un incremento de 48Mton de CO₂ entre el año 2005 y el 2020. Es decir un incremento del 67%. El escenario ideal presenta un incremento de solo 20Mton de CO₂ equivalente a un 28% de incremento. La incorporación de centrales hidroeléctricas en el escenario III tiene un impacto intermedio, pues aumenta 36Mton de CO₂. En tanto que el escenario que incluye medidas de ahorro de energía solo reduce 7Mton de CO₂ con respecto al escenario tendencial. Por otro lado la aplicación del programa de biocombustibles tiene un impacto mínimo, pues la reducción con respecto al escenario tendencial es de solo 1.6Mton de CO₂. En relación con el nivel de emisiones de CO₂ por parte de los sectores, en cualquiera de los escenarios siempre es el sector hogares el que presenta las mayores emisiones, situación que se mantiene hacia el 2020, a pesar de la implementación de los programas de cocinas eficientes.

Finalmente, la evaluación de escenarios incluye una comparación de costos y beneficios derivados. El escenario menos favorable tiene un costo de US\$ 12,860 millones para el período 2007-2020. En tanto que el escenario más favorable tiene un costo para el mismo período de US\$17,938 millones. Los sectores de más alto costo, para los escenarios I y VI son: Generación de Electricidad con US\$11,000 y US\$14,000, respectivamente; Infraestructura Gas Natural US\$1,020 millones y US\$340 millones, respectivamente; Uso Racional de Energía US\$0 millones y US\$1,930 millones y Electrificación Metas del Milenio US\$760 para ambos escenarios^{lxi}. La evaluación concluye que la mínima inversión requerida (escenario tendencial) requiere US\$13,000 millones^{lxii}, pero que la inversión adicional de tan solo US\$5,000 millones en más centrales hidroeléctricas, aumentar la cogeneración, introducir biocombustibles, mejorar la eficiencia energética, tendría un tremendo impacto en términos económico y sociales a nivel regional en el año 2020.

El listado de los beneficios que presenta la evaluación son: a) Reducción de la importación de 4 millones de toneladas de carbón, 28 millones de barriles de derivados del petróleo y 1.272 millones de m³ de gas natural. b) Reducción de 28 Mton de GEI, más otros contaminantes primarios y secundarios, en el año 2020. c) Minimización de los costos de inversión y operación y mantenimiento en la expansión del sistema de generación eléctrica, lo cual se debería traducir en menores incrementos a las tarifas eléctricas. d) Reducción del gasto familiar en concepto de pago de energía eléctrica, por la utilización de fluorescentes compactos y refrigeradores más eficientes. e) Aumento de la competitividad de la industria centroamericana, al reducir el gasto energético, por la utilización de motores más eficientes. f) Incremento de la actividad agrícola, por la extensión de las áreas sembradas para caña de azúcar y palma africana, con el consecuente aumento en el trabajo rural, de 100.000 nuevos puestos como máximo. g)

Aumento de la cobertura eléctrica para 691.700 viviendas. h) Reducción del 10% de consumo de leña mediante la instalación de un millón de cocinas más eficiente. i) Reducción de los efectos sobre la salud de la población centroamericana, debido a la menor emisión de contaminantes primarios y secundarios (no cuantificados).j) Cumplimiento de los compromisos de Johannesburgo, con respecto al porcentaje de la oferta de energía primaria cubierta por fuentes renovables, en los años 2005, 2010 y 2020.

En cuanto a los posibles impactos que el cambio climático tendrá de forma directa sobre la matriz energética y su abastecimiento futuro, como ya se mencionó se prevé, que de forma directa serán dos las fuentes primarias más afectadas. La producción de energía con fuerza hidráulica y la biomasa como fuente primaria de energía, particularmente el caso de la Leña. En ambos casos se carece de información específica. Se sabe que las marcadas variaciones en el régimen de lluvias, entre sequías y copiosidad afectan seriamente la programación adecuada de generación hidroeléctrica, tanto en las grandes centrales como en las plantas medianas, pequeñas y micros. Probablemente en estas últimas con mayor severidad. Esta situación de hecho está teniendo ya consecuencias de forma directa en los precios de la energía y en los racionamientos en algunos países de la región. Sin embargo a la fecha no se han encontrado informes que aborden este tema de forma directa, por lo que es muy prematuro conocer los impactos directos en lo económico y social y sobre todo las localidades geográficas donde estos fenómenos causaran mayores daños. Como dato general, el informe de CEPAL sobre la factibilidad económica del cambio climático en Centro América reporta que el impacto en la escorrentía podría ser entre un 10% a 20% en la región^{lxiii}. De forma puntual este mismo informe reporta un estudio en Nicaragua, que relaciona pérdidas en escorrentía y generación hidroeléctrica. Se señala que las reducciones en generación pronosticadas podrían estar en los rangos de 12% utilizando un escenario optimista en 2010 y podrían llegar hasta un 60% en el escenario pesimista para el 2100. En los siguientes párrafos se incluye información de base, que podría utilizarse para inferir posibles impactos del cambio climático en la producción hidroenergética en algunos de los países de la región.

El IARNA de la URL en Guatemala realizó un ejercicio preliminar tendiente a estimar posibles impactos en la producción de hidroelectricidad. Para ello, utilizando el escenario de cambio climático A2 en relación con las anomalías en precipitación y proyectando los plazos 2020, 2050 y 2080 estima que hacia el primer plazo, incluso la producción hidroeléctrica, por los incrementos en precipitación, podría verse beneficiada, para luego mantenerse hacia el 2050 y luego decaer hacia el 2080 (Figura 1).

Figura 1

Tendencias en las precipitaciones máximas y mínimas para Guatemala, en el escenario A2 de cambio climático, para los años 2020, 2050 y 2080.



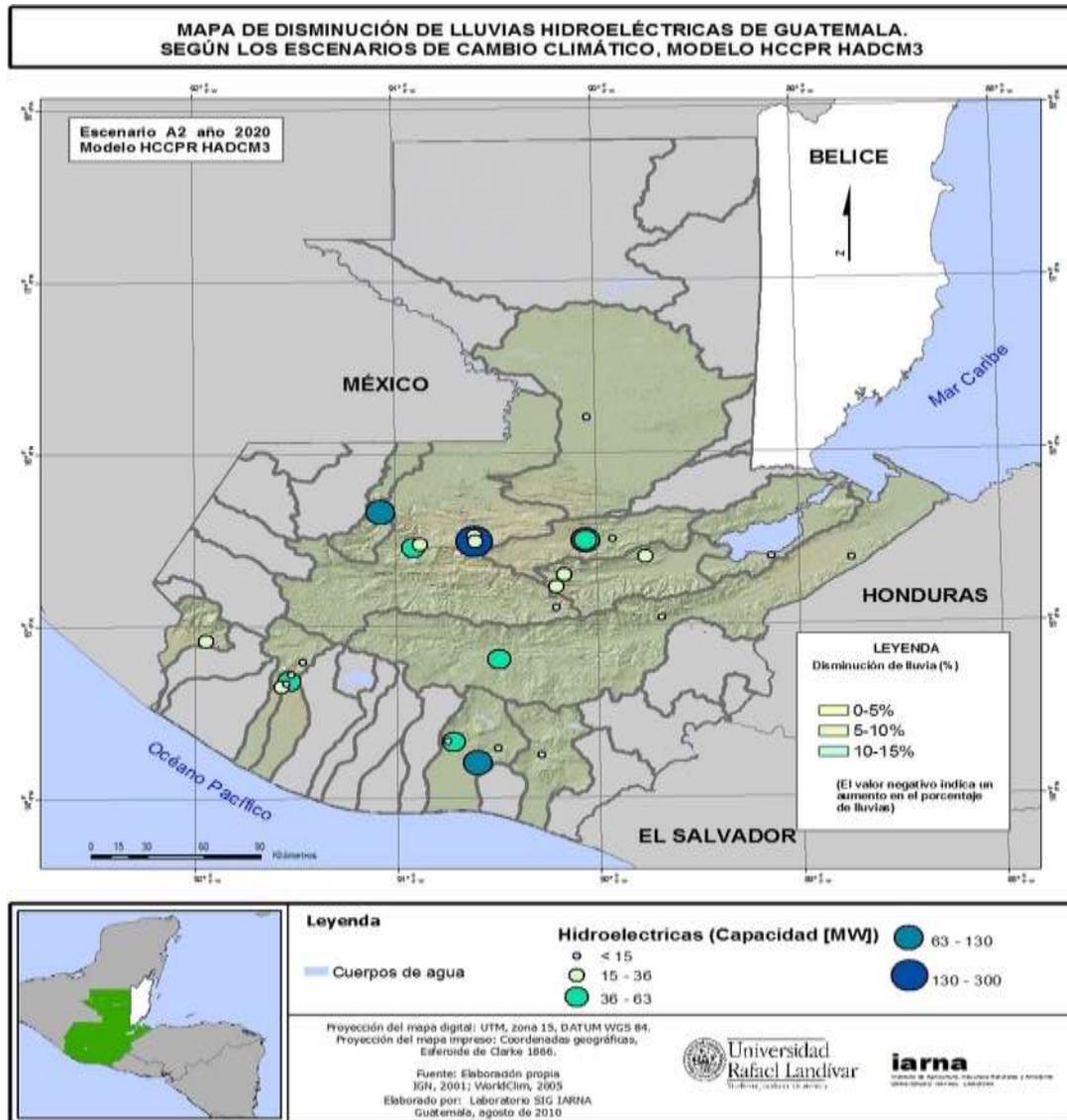
Fuente: URL/IARNA, 2010.

Si bien es cierto, es un ejercicio preliminar, éste podría ser una línea de trabajo muy promisoría en cuanto a anticiparse a los posibles impactos económicos y sociales que estos cambios en el clima podrían tener a futuro.

En el ejercicio en mención se identificaron las hidroeléctricas en sus correspondientes cuencas hidrográficas y se observa el nivel de impacto que la variación en precipitación tendrá siguiendo los distintos escenarios y plazos, como se indicó anteriormente (Mapas 8, 9 y 10).

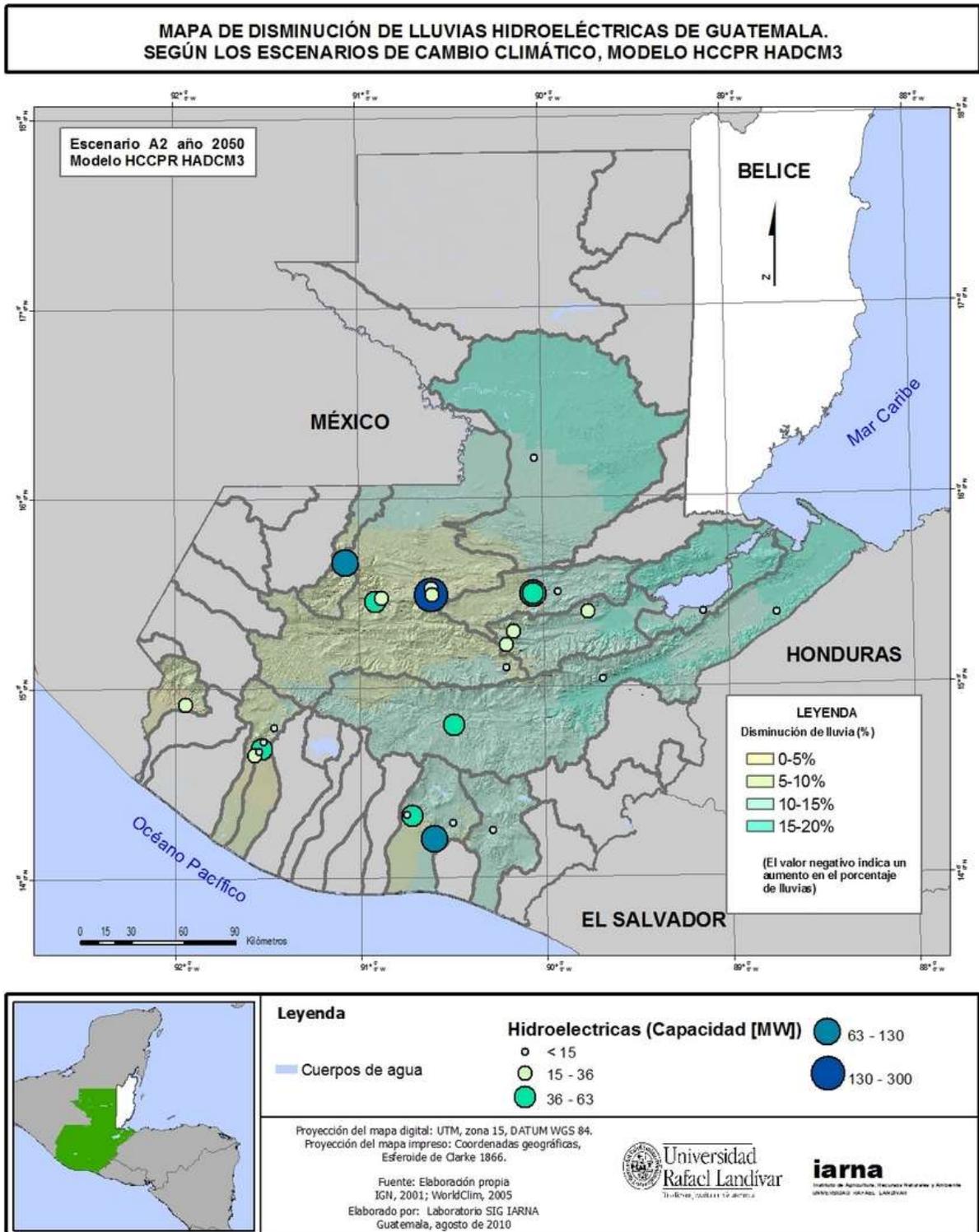
Mapa 8

Disminución de lluvias hidroeléctricas de Guatemala, según los escenarios de cambio climático, modelo HCCPR HADCM3, escenario A2, año 2020.



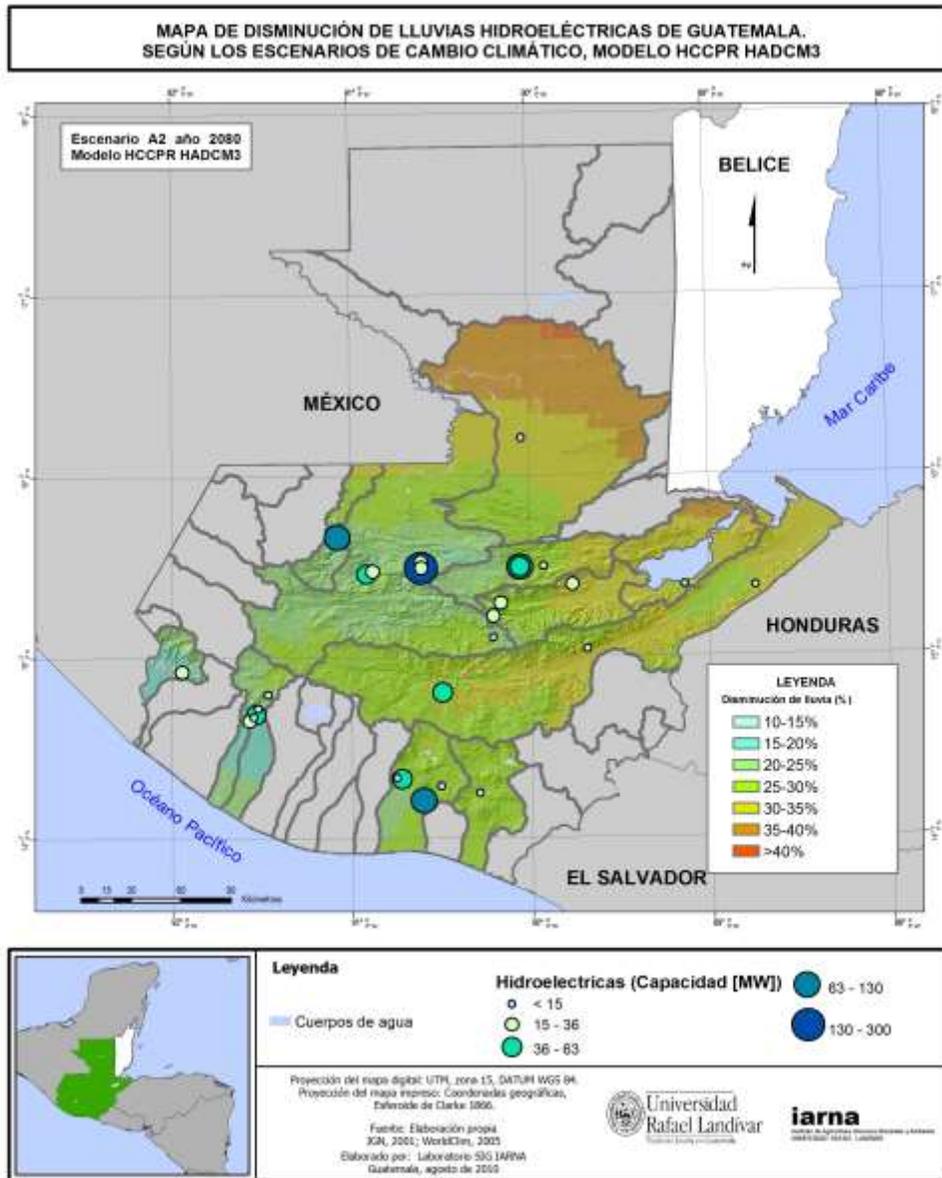
Fuente: URL/IARNA, 2010.

Mapa 9
Disminución de lluvias hidroeléctricas de Guatemala, según los escenarios de cambio climático, modelo HCCPR HADCM3, Escenario A2, año 2050.



Fuente: URL/IARNA, 2010.

Mapa 10
Disminución de lluvias hidroeléctricas de Guatemala, según los escenarios de cambio climático, modelo HCCPR HADCM3, escenario A2, año 2080



Fuente: URL/IARNA, 2010.

El estudio se encuentra en fase preliminar, pero sería aconsejable derivado del mismo, recomendar estudios similares en los distintos países de la región, afín de contar con información geográfica de los posibles impactos en la producción hidroenergética en Centro América.

Derivado de este estudio, se puede inferir que hacia el año 2020, el cambio climático más bien podría beneficiar la producción eléctrica a partir de más recursos hídricos; pero hacia el año 2050, se podrían experimentar mermas en las cuencas hidrográficas en donde se encuentran las hidroeléctricas del país en rangos del 5 al 20%; y en el año 2080 este rango podría ampliarse del 20 al 35%.

En el caso de El Salvador, La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SGET), presenta información geográfica que pudiera ser base para desarrollar evaluaciones similares a las que se conducen en Guatemala y determinar los posibles impactos del cambio climático en la generación hídrica. En el mapa 11 se muestra la ubicación las plantas hidroeléctricas del El Salvador, se incluyen los proyectos en operación, en desarrollo y en estudio.

Mapa 11
Plantas hidroeléctricas de El Salvador



Fuente: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones de El Salvador.

Panamá cuenta con cinco hidroeléctricas en operación, de las cuales cuatro están en la provincia de Chiriquí y una en la provincia de Panamá. Luego la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) mantiene en operación 6 generadoras en el Lago Gatún y las operadoras Maden 1, 2 y 3 en el área del Canal de Panamá. Luego el Plan de desarrollo proyecta dos embalses más y 19 generadoras a filo de agua. Para estos Proyectos, no se contó con una ubicación geográfica precisa, que permita inferir impactos.

Lo que sí se puede inferir desde ya, de manera general y dadas la tendencias mostradas de una mayor precipitación en el corto plazo (2020) y una caída más o menos drástica de la precipitación a mediano y largo plazo (2050 y 2080), es que un encarecimiento de la producción hidroenergética por estas causas vendría a sumarse a la ya conocida dependencia de la producción con fuentes fósiles y el encarecimiento de la energía. La tendencia es que habría más espacio para la co-generación y los biocombustibles, por un lado, pero también lo que ya se sospecha, pero de lo cual aún no se tienen cifras, es que buena parte de la población que había dejado de depender de la Leña ha vuelto a recurrir a este fuente primaria por el empobrecimiento que habrían dejado las recientes crisis financiera mundial, de precios de petróleo y ahora los posibles impactos del clima en la producción hidroeléctrica.

Se desconoce exactamente, por no tener cifras actuales, la dependencia de la región de la leña como fuente energética. Si la tendencia se mantiene, con la salvedad del comentario del párrafo anterior que podría haber acentuado la dependencia al recurso, las últimas cifras conocidas del 2007, muestran que buena parte de las poblaciones rurales de Guatemala, Honduras y Nicaragua estarían en alto riesgo de no solamente mantener su dependencia energética de la Leña, pero incluso empeorar sus condiciones de vida en función de la escases del recurso por lo impactos del cambio climático. Los altos índices de pobreza y pobreza extrema en las áreas rurales de estos tres países podrían incluso agudizarse en función de lo anterior, haciendo que estas poblaciones puedan ser más vulnerables aún de lo que ya son a los efectos del cambio climático. Los procesos de desertificación en buena medida resultado de las variaciones climáticas ya han hecho que el enrarecimiento de los bosques presionados por las poblaciones por la extracción de leña estén acelerando el proceso de pauperización que en algunas áreas del corredor seco centroamericano en Guatemala, Honduras y Nicaragua hayan cobrado víctimas humanas por hambruna en 2008 y 2009. Con cifras de 2007, se sabe que cerca de 3.5 millones de hogares en la región estarían en alto riesgo por las razones antes expuestas^{lxiv}. A este respecto, un estudio reciente que relaciona cambio climático con el cumplimiento de los objetivos del milenio plantea que en relación con garantizar la sostenibilidad ambiental, el cambio climático alterará la calidad y la productividad de los recursos naturales y ecosistemas, reducir la biodiversidad y acentuar la degradación ambiental. Además, este mismo estudio asevera que en relación con la erradicación de la pobreza extrema y el hambre, se proyecta que el cambio climático afectará los modos de vida de la población más pobres a raíz de las mayores dificultades de acceso a los recursos naturales, principalmente el agua;

se proyecta inamovilidad social debido a los cambios en los sistemas naturales y la productividad; se esperan alteraciones en la seguridad alimentaria, como consecuencia en la baja en productividad de la agricultura de subsistencia, mayormente de granos básicos^{lxv}. A demás se esperaría tensión social por el uso de los recursos, ingobernabilidad rural y migraciones masivas en busca de mejores opciones de vida.

4. Adaptación y mitigación al Cambio Climático

Si bien es cierto el Cambio Climático es un fenómeno global, el mismo tiene raíces en lo local y aunque se sabe que la región centroamericana contribuye marginalmente en la conformación de la problemática^{lxvi}, si es importante tener en consideración que es lo que pasa regionalmente a nivel de emisiones para adecuar medidas de mitigación apropiadas y acordes a la magnitud del problema. De acuerdo con esto, el tema estratégico para la región será la adaptación al fenómeno, aunque las medidas de mitigación, como se verá más adelante, son parte de un problema viejo para algunos de los países en la región, que incluso podrían estar causando más impacto que el mismo cambio climático en lo local y que además son claves en lo que se refiere a las medidas de adaptación. Se trata de los procesos de deforestación que en países como Guatemala, Honduras y Guatemala están aconteciendo.

Una mirada rápida a la región en cifras, muestra que el istmo emite Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el orden de 235.7 millones de toneladas de CO₂ equivalente^{lxvii}. Guatemala, Honduras y Nicaragua resultan ser los emisores más importantes de la región con 89.9, 63.0 y 49.4 MtonCO₂e, respectivamente. El país con menores emisiones en la región es Belice, con tan solo 1.1 MtonCO₂e; sin embargo cuando se compara el gasto de CO₂ per cápita entre países se puede observar que Belice, fuera de Guatemala y Honduras^{lxviii} es el país con mayor consumo en este orden. Siendo el mismo de 2.8 Toneladas de CO₂e per cápita, mientras que países como El Salvador, Costa Rica y Panamá mantienen emisiones per cápita del orden de 1.1, 1.6 y 1.9 Toneladas de CO₂e. Lo que muestra que el modelo económico es más emisor de gases de efecto de invernadero y por lo tanto debería haber medidas de mitigación diferentes. El cuadro 20 completa la información de emisiones por país y por los gases de efecto invernadero.

Cuadro 20
Emisiones totales de GEI en Centro América en 2005

País	CO ₂ MtonCO ₂ e	CO ₂ Per Cápita en Ton equivalente	CH ₄ MtonCO ₂ e	N ₂ O MtonCO ₂ e	Totales MtonCO ₂ e
Belice	0.8	2.8	0.2	0.10	1.10
Costa Rica	7.0	1.6	2.6	1.20	10.80
El Salvador	6.7	1.1	3.1	1.20	11.00

Guatemala	74.6	5.9	8.3	7.00	89.90
Honduras	55.2	8.1	5.2	2.60	63.00
Nicaragua*	49.2	ND	0.2	0.01	49.41
Panamá	6.2	1.9	3.2	1.10	10.50
Totales	199.7		22.8	13.21	235.71

Fuente: World Resources Institute (WRI), 2006.

*PNUD-MARENA, 2000

Cuando se analizan las emisiones del sector energía^{lxi}, se observa en aquellos países donde el fenómeno de cambio de uso del suelo no es importante, como Costa Rica, El Salvador y Panamá, que el sector eléctrico es cerca del 50% de las emisiones en cada uno de ellos, sin embargo esto no pasa en países como Guatemala, Honduras y Nicaragua, donde las emisiones del sector eléctrico apenas corresponden al 10% de las emisiones totales. A nivel general en promedio el sector energético en la región emite un 16% del total de emisiones. A continuación un cuadro resumen con las emisiones del sector energía y su participación a nivel de las emisiones totales.

Cuadro 21
Emisiones de GEI del Sector Energía en Centroamérica para el 2005.

País	Emisiones del Sector Energía MtCO₂e	Participación por País en las Emisiones Totales en %
Costa Rica	5.4	50
El Salvador	5.9	54
Guatemala	10.9	12
Honduras	6.4	10
Nicaragua	4.1	08
Panamá	5.7	54
Total/Media	38.4	31

Fuente: World Resources Institute (WRI), 2010 y Elaboración Propia.

Las emisiones de GEI del sector agricultura son realmente marginales, cuando se comparan con el sector energético y más aún cuando se comparan con el renglón de cambio de uso del suelo. La comparación de los distintos niveles de emisiones de entre países es difícil de establecer, porque no todos los países se encuentran con el mismo avance en la estimación de inventarios de emisiones. Costa Rica es el único país de la región que ha concluido su inventario del año de referencia 2005, Luego Guatemala y Nicaragua han presentado el Inventario del año 2000. Honduras 1995 y El Salvador y Panamá 1994. En todo caso en el cuadro 22 se resume el nivel de emisiones para los distintos GEI. Se hace la salvedad que las comparaciones pueden no ser validas, pero marcan la tendencia y el comportamiento de cada país.

Cuadro 22
Emisiones de GEI de la Agricultura en Centro América.

País	Año del Inventario	CH ₄ MtCO ₂ e	N ₂ O MtCO ₂ e	NOX MtCO ₂ e	CO MtCO ₂ e	Total MtCO ₂ e
Costa Rica	2005	0.13	0.006	0.000	0.01	0.146
El Salvador	1994	0.08	0.012	0.002	0.07	0.164
Guatemala	2000	0.13	0.053	0.015	0.49	0.688
Honduras	1995	0.13	0.002	0.002	0.05	0.184
Nicaragua	2000	0.16	0.012	0.003	0.07	0.245
Panamá	1994	0.09	0.008	0.001	0.02	0.119
Totales		0.72	0.093	0.023	0.71	1.546

Fuente: Elaboración propia con información de Inventarios Nacionales.

Guatemala es el país con más emisiones de Gases de Efecto Invernadero, provenientes de la actividad agrícola con cerca del 45% del total de las emisiones en Centro América. Luego aparece Nicaragua con cerca del 16% del total de emisiones. El país que menos emite GEI es Panamá con tan solo 8% seguido de Costa Rica con 9%. Como se puede ver, el sector agrícola en la región no es significativo como fuente de emisiones de GEI. Su nivel de participación es de apenas el 0.7% del total de emisiones totales y apenas el 4% del total de emisiones del sector energía. Por lo tanto el problema de mitigación de GEI en la región no es de primer orden, pero es más significativo para el sector energético, que para el sector agrícola, sobre todo si se considera la tendencia que se pudo observar en los últimos años al pasar de producir energía casi en su totalidad de fuentes renovables a depender cada vez más de la quema de combustibles fósiles.

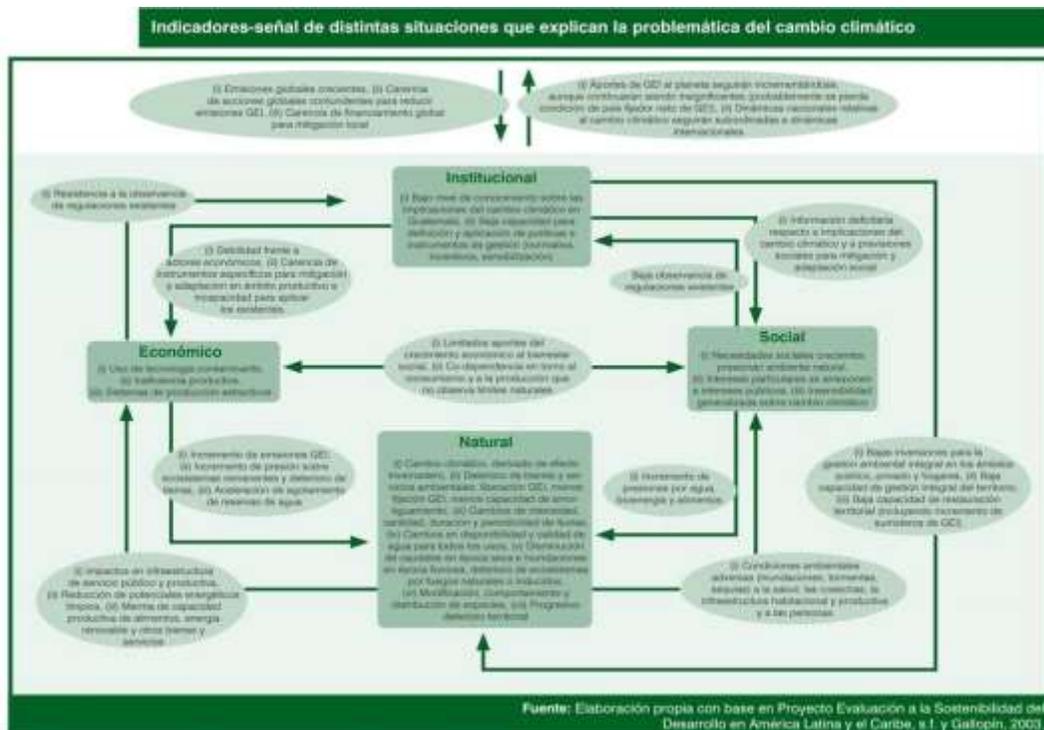
El reto, para la región, en el tema de mitigación radica en evitar el cambio de uso del suelo de bosque a agricultura^{lxx} de subsistencia y esto está estrechamente relacionado con las medidas de adaptación que los países deberán implementar para el manejo y uso sostenible de biomasa con fines energéticos. Por otro lado, como se discute adelante, estas medidas de adaptación también están relacionadas con lo que la comunidad científica recomienda en materia de agricultura en las poblaciones más vulnerables que en países como Guatemala, Honduras y Nicaragua en buena medida coinciden en las zonas de avance de frontera agrícola.

4.1 Abordaje Integral al respecto de la Mitigación y la Adaptación

El abordaje a la problemática del cambio climático en sus procesos de adaptación y mitigación desde lo sectorial se quedarían cortos, para la magnitud del problema. Es por ello, que en esta sección se propone el abordaje del problema, desde su análisis hasta sus posibles cursos de acción para su solución, desde una perspectiva más integral. El IARNA-URL, en el Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009, en su capítulo Cambio Climático: “La necesidad de actuar

integralmente”, propone un modelo basado en un enfoque sistémico socio-ecológico^{lxxi}. En la figura 2 se muestran indicadores genéricos que reflejan el estado de situación en los subsistemas institucional, económico, social y natural y las interacciones entre estos. Lo predominante en este análisis en cuanto al estado de situación es que este, en los subsistemas económico, social e institucional es causa directa o indirecta del deterioro del subsistema natural e incide en cada uno de estos estados situacionales, de forma tal que incluso favorece los efectos perniciosos del cambio del clima. Por ejemplo el hecho de que en el subsistema económico se produzca con tecnologías contaminantes y/o extractivas impacta lo que acontece en el subsistema natural. Las interacciones, por otro lado, identifican flujos de intercambio entre subsectores. Estos afectan directamente al subsistema natural. Un ejemplo claro en este sentido es que el subsistema económico genera emisiones de gases de efecto invernadero al subsistema natural. Otro ejemplo es la presión que el subsistema social ejerce sobre los recursos naturales, mediante la utilización de estos como medios de vida. El modelo permite identificar aquellos estados de situación y de intercambio con el subsistema institucional y el contexto internacional, tan importante este último en la definición no solo del problema global, pero también de las posibles soluciones al mismo.

Figura 2
Indicadores señal de distintas situaciones que explican la problemática del cambio climático

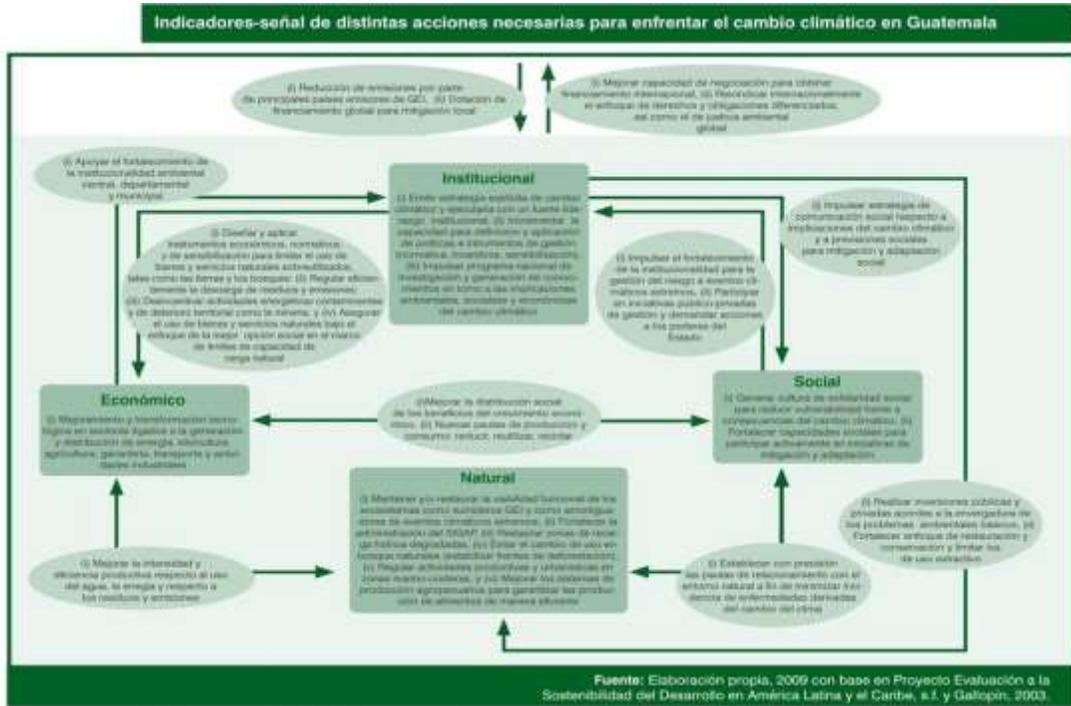


Fuente: URL, IARNA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente), 2009.

Del estado situacional presentado para el subsistema natural, económico, social e institucional que se presenta en la figura 2 y de las interacciones que entre ellos ocurren, es fácil inferir que los aportes de GEI continuarán incrementándose, aunque como ya se menciona aún de manera poco significativa dentro del contexto global. Tal y como se menciona para el caso de Guatemala, muy probablemente la región en su conjunto pasará a ser emisor neto de GEI, mientras a nivel de los países serán pocas las excepciones. Al menos en el corto plazo no se prevén cambios en el esquema internacional y sus flujos hacia la región. Las emisiones de GEI seguirán incrementándose, por lo que los escenarios pesimistas, podrían ser los reales; El nivel de negociaciones será lento y se carecerá al menos en el corto plazo de acciones contundentes, que reduzcan las emisiones de GEI a nivel global. Los flujos de financiamiento, hacia los países más pobres y vulnerables para apoyar acciones de mitigación y adaptación, serán raquíticos; por lo que las acciones de financiamiento local serán la fuente de financiamiento a lograr. Esto implica acuerdos nacionales importantes que incluyan, no solo el incremento de los presupuestos públicos en esta dirección, pero también la atracción de financiamientos del sector privado y de la cooperación internacional.

En la figura 3, siguiendo el mismo modelo y enfoque, se plantean indicadores relacionados con aquellos ámbitos en donde se deberán impulsar acciones de mitigación y de adaptación al cambio climático. El planteamiento central de la propuesta parte de la necesidad de impulsar políticas y estrategias en lo regional y nacional de cambio climático de aplicación inmediata. Estas toman como base la necesidad de reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático con acciones positivas a favor de aquellos que hoy son los más vulnerables. Uno de los ejes centrales en la estrategia es lograr los liderazgos institucionales que mediante los incentivos correctos coordinen las inversiones público-privadas en aquellas acciones de mitigación y adaptación más convenientes.

Figura 3
Indicadores señal de distintas acciones necesarias para enfrentar el cambio climático en Guatemala



Fuente: URL (Universidad Rafael Landívar), IARNA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente), 2009.

Siguiendo el marco de referencia anterior a continuación se describen las medidas de mitigación y adaptación sugeridas por la comunidad científica y aquellas que derivan del propio marco de análisis propuesto para la región, tanto para la agricultura, como para el sector energético. En la medida de la información disponible se evalúan los logros en la implementación de las medidas recomendadas.

4.2 Mitigación y Adaptación en la Agricultura

A nivel general se sabe que aproximadamente el 70% de las emisiones de GEI provenientes de la agricultura son resultado del uso de fertilizantes y de la fermentación entérica en las ganaderías^{lxvii}. Los resultados de los inventarios en la región no contienen suficiente información de base para corroborar la tendencia en Centro América. En todo caso, se sabe que las emisiones directas de la agricultura son marginales. Sin embargo, de forma indirecta, la agricultura participa en el cambio de uso del suelo, que es la mayor fuente de emisiones en la región y particularmente en países como Guatemala, Honduras y Nicaragua. Esto hace que si bien el principal reto para la región sean las acciones de adaptación,

el tema de mitigación revista especial interés en aquellos países donde las tasas de deforestación anuales son altas.

En relación específica con el tema agrícola, recientemente La FAO publica un documento (Octubre, 2010) que plantea un concepto englobante, para referirse al tipo de agricultura que será necesaria de incentivar para enfrentar los retos actuales de la agricultura incluido el cambio climático. Una agricultura “inteligente” con relación al clima. El documento asegura que las medidas inteligentes son conocidas, pero que el reto es doble porque, quienes las requieren no solo son vulnerables al cambio climático, pero también a su seguridad alimentaria y a la comercialización de sus productos. En coherencia con la discusión acá presentada en la primera parte de este documento, La FAO aclara que aumentar productividad, reducir pérdidas post-cosecha y mejorar los canales de comercialización son grandes desafíos en el medio de los pequeños productores de subsistencia. El cambio climático agrava la situación y debería poner en alerta a políticos e instituciones relacionadas con el desarrollo del agro en los países. La definición de la agricultura “clima inteligente” es aquella agricultura que logra incrementos sustentables en la productividad, es resiliente a los cambios de clima (adaptación), reduce o elimina las emisiones de GEI y al mismo tiempo es capaz de contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo.

Llevar a la práctica un tipo de agricultura tal, requiere de la interacción y transformación en múltiples frentes. Siguiendo el esquema planteado en la sección anterior, se hacen necesarias transformaciones importantes en los diferentes subsistemas. En lo institucional es importante la coordinación interinstitucional, afín de lograr armonización y consistencia en políticas relacionadas con agricultura, seguridad alimentaria y cambio climático; el fortalecimiento institucional en lo técnico y financiero es importante afín de lograr la asistencia necesaria a todos aquellos pequeños productores de granos básicos que hoy resultan ser los más vulnerables en este ámbito.

En el subsistema social, el esquema de trabajo requerirá mejorar los niveles asociativos para lograr mecanismos solidarios de intervención público-privados en materia de seguridad alimentaria y acciones de adaptación al cambio climático. La participación de los fondos sociales en los países deberán mediante políticas armonizadas con agricultura, ambiente y economía desarrollar programas de apoyo a los pequeños productores agrícolas para que se adapten las acciones “clima inteligentes”, que la comunidad científica propone y que se discute más adelante.

El subsistema natural incluye el asumir a la agricultura de pequeños productores dentro de esquemas de manejo eco sistémico y de manejo del paisaje, lo que sin duda es clave en hacer de la agricultura un instrumento de gestión de recursos naturales (agua, suelo y bosque). El reto para este tipo de agricultura es romper con el círculo vicioso del agotamiento de la materia orgánica del suelo. Este ciclo de degradación, trae consigo el agotamiento de la fertilidad natural de los suelos, la menor productividad agrícola y de la biomasa, así como el incremento en las

emisiones de GEI. La consecuencia inmediata para los agricultores es la inseguridad alimentaria, la desnutrición y el hambre^{lxxiii}. El rompimiento de esta cadena de desastre natural, conlleva prácticas de adaptación al cambio climático y a la reducción de emisiones; esto último sin poner en peligro la seguridad alimentaria y el desarrollo rural.

Uno de los retos más importantes en la región, para romper este círculo vicioso de agotamiento de los ecosistemas es frenar los frentes de deforestación y avance de frontera agrícola^{lxxiv}. Una recomendación puntual en este sentido, sería localizar con precisión geográfica estos puntos calientes de deforestación y concentrar esfuerzos en estas zonas. Esto tendría un enorme impacto en materia de mitigación y de adaptación al cambio climático en la región. Sobre todo si se considera que buena parte de las poblaciones más vulnerables están en estas zonas de avance de frontera agrícola en Guatemala, Honduras y Nicaragua.

En relación con el subsistema económico, las transformaciones necesarias en agricultura requieren logros en mayor productividad, mayor resistencia a sequías, inundaciones, plagas, enfermedades; entre lo más urgente. Para el caso de la agricultura comercial existe la tecnología y los medios para que estos agricultores implementen las medidas correspondientes. En el caso de la agricultura de subsistencia, los retos inician desde lograr mejores niveles de organización de productores, identificación de áreas, cultivos y tipo de agricultores. Desarrollar investigación que retome prácticas de integración sistémica del manejo de los recursos naturales agua, suelo y bosque; redescubrir y modernizar prácticas tradicionales amigables con el ambiente, que parten de la utilización de recursos fitogenéticos adaptados y propios de los ecosistemas y combinación de prácticas como los sistemas agroforestales, agro-silvo-pastoriles, rotación e intercalado de cultivos, prácticas de conservación de suelos y agua, bosques energéticos, Etc^{lxxv}.

Se han identificado esfuerzos regionales para el montaje de estrategias de adaptación al cambio climático, que no se refieren exclusivamente al sector agrícola, pero que lo incluyen de manera importante. Una iniciativa de planificación en este sentido fue impulsada por CATHALAC, PNUD y GEF en 2008. A continuación las principales líneas de acción, en relación al tema agropecuario. Un elemento común planteado por todos los países participantes es la necesidad del fortalecimiento de las capacidades locales, para adaptarse al cambio climático. En relación con las prioridades temáticas, todos coincidieron en que el manejo integrado de los recursos hídricos es central a la estrategia. Luego en su orden se incluyen temas relacionados con la mejora de la productividad de los suelos y reducir los impactos de las sequías, reducir el alto uso de plaguicidas, el excesivo laboreo y la sobreexplotación de los suelos y de los acuíferos. En relación con los temas jurídicos e institucionales, se incluyen: garantizar el fortalecimiento del marco legal e institucional a nivel municipal, impulsar el desarrollo de procesos de comunicación y sensibilización dirigidos a promover el cambio, implementar campañas de educación ambiental con énfasis en adaptación al cambio climático y se insiste en fortalecer las capacidades de las organizaciones de base.

El documento plantea que los países de la región encuentran ciertas barreras que dificultan el proceso de implementación de este tipo de estrategias. Entre las principales se citan: Baja prioridad política, desconocimiento de la problemática de los tomadores de decisión, falta de visión y de integralidad de los programas globales y regionales, no se cuenta con políticas sobre el tema en la mayoría de los países, los marcos jurídicos (en aquellos países que los tienen) son difusos, falta de coordinación interinstitucional, la iniciativa privada aún no se integra de forma significativa. Todas estas barreras se traducen en inadecuadas políticas de asignación de recursos a la problemática de cambio climático en general.

Otra esfuerzo importante de planificación regional, lo constituye la Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental (EMSA, 2008). Este esfuerzo fue patrocinado por SEMARNAT de México, El Plan Puebla Panamá, CCAD, CEPAL y el Banco Mundial. Los Ministros de Ambiente de la región en la declaración de Campeche oficializan la estrategia, que incluye en sus grandes líneas de acción: Biodiversidad y Bosques, Cambio Climático y Competitividad Sostenible. Tanto en cambio climático, como en competitividad sostenible queda incluido el tema de la agricultura. En temas relacionados con reducción de la vulnerabilidad, reducción de emisiones y producción más limpia. Este esfuerzo de planificación y estrategia define líneas de cooperación y financiamiento, que de alguna manera han dado pauta a proyectos específicos.

En 2008 El SICA y La CCAD oficializan los Lineamientos de la Estrategia Regional de Cambio Climático. Estos lineamientos resultan del acuerdo de la Cumbre Presidencial de Cambio Climático que se sostuvo en Junio de 2007 en San Pedro Sula, Honduras. Esta Cumbre de Presidentes instruyó al Consejo de Ministros de CCAD, para que estos emitieran las bases de la estrategia regional de cambio climático. Estos lineamientos incluyen: Vulnerabilidad y adaptación, Mitigación, Desarrollo institucional y de Capacidades, Educación, Concienciación y Sensibilización Pública, y Gestión Internacional. Con ese orden en el mandato, la estrategia regional instruye al Consejo de Ministros de Agricultura, para que con el apoyo de las autoridades de ambiente, tanto regional como nacional, refuercen las iniciativas para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria ante los impactos del cambio climático y que desarrollen programas para enfrentar dicho fenómeno^{lxxvi}. Así mismo se les instruye para que contribuyan con la gestión de los ecosistemas forestales.

Existe desde 2008 la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS 2009-2024), misma que fue auspiciada por El SICA, COMISCA (Consejo de Ministros de Salud de Centro América), CCAD y CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano). La estrategia presenta cinco componentes: Manejo Sostenible de Tierras, Cambio Climático y Variabilidad Climática, Biodiversidad, Negocios Agroambientales y Espacios y Estilos de Vida Saludables. Es importante señalar también que el Consejo Agropecuario Centroamericano hizo oficial la Política Agrícola Centroamericana 2008-2017: Agricultura Competitiva e Integrada para un Mundo Global. Esta política incluye la Gestión Ambiental como eje transversal y

ERAS se reconoce oficialmente como el mecanismo de implementación de este eje transversal.

Dentro de ERAS, el manejo sostenible de la tierra se refiere a la optimización de la capacidad del territorio de proveer sosteniblemente bienes y servicios ecosistémicos para el bienestar humano. En tanto que el componente de Cambio Climático presenta dentro de sus objetivos: Fortalecer la capacidad regional para adaptarse a la variabilidad y al cambio climático, considerando la vulnerabilidad de los distintos territorios, minimizando principalmente, los impactos sobre la salud humana, la agricultura y la biodiversidad y identificar y aprovechar oportunidades económicas de la mitigación de GEI, de manera que contribuyan al desarrollo sostenible de la región. Las líneas de acción que se incluyen se refieren a: Fortalecer las capacidades para la adaptación al cambio climático, considerando las vulnerabilidades desde los territorios; Propiciar la generación y el uso de información para los procesos de adaptación; Identificar y fortalecer las capacidades humanas y tecnológicas para la mitigación y la adaptación al cambio climático y variabilidad climática; Crear conciencia acerca del uso eficiente de la energía y de la producción de biocombustibles y agro-energía con criterios de sostenibilidad ambiental y social; y fortalecer el desarrollo y el acceso a mercados de servicios ambientales para la adaptación y mitigación al cambio climático.

Como queda claro, la región cuenta con el andamiaje legal y de planificación estratégica suficiente para implementar medidas de adaptación y mitigación de forma ordenada, coordinada y armonizada a nivel regional/nacional. Pero pareciera que a nivel nacional aún no ocurre mucho. Es probable que aún sea muy temprano para esperar programas nacionales vigorosos y en acción; pues también queda claro que muy recientemente se han presentado informes consistentes y programáticos sobre los impactos probables del cambio climático en la agricultura de la región. Pero también es importante señalar que las barreras encontradas para la incorporación del cambio climático en los programas de desarrollo económico, social y en específico en la agricultura aun estén atravesando por procesos de negociación interna que seguramente darán resultados más adelante.

En los cuadros 23, 24 y 25 se presentan los resultados de talleres de consulta que a nivel regional se han realizado, que presentan un panorama más o menos objetivo de cómo a nivel técnico se aprecia el escenario actual en términos de fortalezas, debilidades y prioridades de adaptación a nivel de los países.^{lxxvii}

Cuadro 23
Debilidades para la adaptación en el sistema agricultura por país

País					
Costa Rica	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Panamá
Debilidades					
Sociedad poco preparada	Mal manejo de los recursos hídricos y malas prácticas	<ul style="list-style-type: none"> • La falta de financiamiento local para la ejecución de 	Falta de apoyo económico	Que las medidas de adaptación	Limitaciones financieras

<p>para eventos extremos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mala infraestructura a vial. • Poca intervención de las municipalidades. • Contaminación de fuentes de agua. • Desarticulación a gestión de la administración del agua. • Mal manejo de desechos y aguas residuales. • Problemas de financiamiento y adjudicación de obras. • Infraestructura pluvial colapsada. • Infraestructura de distribución del agua dañada. • Escasa valoración del recurso agua para consumo. • Poca participación ciudadana en la gestión. • Poca planificación del desarrollo urbano. 	<p>agrícolas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Débil estructura local para atender emergencias a los eventos hidrometeorológicos extremos. • Falta de esfuerzos nacionales y locales para actividades y proyectos de prevención. • Concentración de esfuerzos nacionales en atención a la respuesta de emergencia. • Falta de fondos para adaptaciones locales de reducción de vulnerabilidad (capacitación, apoyo técnico, económico y organizativo). • La pérdida de cosechas aumenta la migración a áreas urbano-marginales que aumenta la vulnerabilidad local. • Falta de proyectos de adaptación que sean integrales y participativos. • Débil promoción y divulgación sobre cambio climático, impactos y adaptación local y nacional. No se cuenta con una estrategia nacional de comunicación sobre impactos, vulnerabilidades y adaptaciones. • No existe una cultura social local y nacional sobre el agua. • Ausencia de una 	<p>las medidas de adaptación por parte de las familias rurales y sus organizaciones locales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bajo nivel de adopción de tecnologías apropiadas, lo cual se expresa en un grado significativo de sensibilidad de los rubros agropecuarios ante las inundaciones y las sequías. • El marco de políticas nacionales de desarrollo contribuyen a aumentar la vulnerabilidad climática de las poblaciones rurales (privatización, reducción de la administración pública, TLC). • La burocracia y consecuente inoperancia de los mecanismos financieros establecidos dentro del proceso multilateral de la Convención Marco sobre Cambio Climático (FMAM-GEF). • La falta de capacidades nacionales en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico, para evaluar la vulnerabilidad y los impactos climáticos, y para definir o ejecutar la adaptación. • La debilidad de los 	<p>para la implementación de la Estrategia y su Plan de Acción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de voluntad política en el desarrollo de la estrategia. • Cambios en las autoridades de gobierno y de prioridades nacionales. • Falta de inversión y sistematización de la información meteorológica para un análisis integrado de la amenaza climática y la generación de nuevos escenarios climáticos. • Inestabilidad laboral de los equipos de trabajo y escaso recurso humano nacional capacitado en el tema, requiere de mayor inversión y decisión política. 	<p>no sean congruentes con los “planes de negocio o de expansión” de los grandes productores privados de los cultivos de agro exportación (caña de azúcar, maní).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que los gobiernos municipales puedan solventar de una forma eficiente e inteligente los conflictos actuales y futuros por el agua, y que no apoyen la “mala adaptación”. • Que las medidas de adaptación a implementar no sean equitativas, en el sentido de que beneficien más a la iniciativa privada y a los grandes productores, y que sean menos favorecidos los pequeños productores, en función de las políticas del 	<p>para la implementación de las medidas de adaptación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de una estrategia para definir la transferencia de tecnología adecuada. • Costo efectividad en el uso del recurso. • Cambio en el uso del suelo (agricultura extensiva) como factor detonante en el uso del agua. • Carencia de una institucionalidad de la información hidrometeorológica para un análisis integrado de la amenaza climática. • Falta de concordancia entre los intereses ambientales y la promoción de la política
--	--	---	--	--	--

	estrategia nacional sobre conservación de suelos, conservación de recursos naturales con enfoque de cambio climático.	sistemas de observación del clima y la carencia de expertos en las ciencias de la tierra, y en abordajes interdisciplinarios.		gobierno de turno, o viceversa. •Deficiente aplicación de las leyes ambientales que disminuya el impacto de la estrategia de adaptación en aspectos de contaminación.	agropecuaria nacional, lo que genera una competencia por los recursos naturales.
--	---	---	--	--	--

Fuente: CATHALAC, PNUD, GEF, 2008.

Cuadro 24
Fortalezas para la adaptación en el sistema agricultura por país.

País					
Costa Rica	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Panamá
Fortalezas					
Buenos índices de desarrollo socioeconómico. •Información detallada para diagnósticos. •Amplia legislación. •Experiencia en protección y conservación ambiental. • Sector forestal consolidado. • Liderazgo del Instituto Meteorológico Nacional. • Liderazgo de la CNE. • Educación	Se cuenta con una Ley de Descentralización del Estado. • Existencia de organizaciones de base comunitarias y de estructuras organizativas como los Consejos de Desarrollo a nivel Comunitario (COCODES) y a nivel municipal (COMUDES). • Capacitación local y nacional en gestión de riesgo. • Desarrollo de capacidades en vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. • Incidencia local de organizaciones gubernamentales	<ul style="list-style-type: none"> • La estrategia ha sido adoptada por los actores locales que participaron en su elaboración. • Hay conocimiento y conciencia local sobre la vulnerabilidad climática y la amenaza que representa el cambio climático futuro. • Algunas medidas de adaptación serán adoptadas y ejecutadas por los actores locales dentro de sus iniciativas de desarrollo local. • La existencia de alianzas entre los actores locales y las municipalidades, facilitaría la incidencia para que se ejecuten las medidas de 	Apropiación por las autoridades locales y líderes comunitarios de la estrategia. • Interés de organismos financieros de apoyar en la implementación de la estrategia. • Las medidas	Involucramiento de los actores clave en el proceso de identificación y priorización de medidas de adaptación viables y confiables. • Territorio priorizado por el Plan Nacional de Desarrollo Rural Productivo (PRORURAL). •Programas Estratégicos Nacionales con presencia en la cuenca como:	Marcado compromiso gubernamental. • Capacidad instalada en la identificación de las medidas de adaptación. • Identificación de nuevos proyectos a partir de los estudios realizados. •Las medidas de adaptación fueron priorizadas por los grupos claves involucrados en el proyecto. • Se ha iniciado un proceso para definir estrategias de adaptación al cambio climático que será complementada con el desarrollo de la segunda comunicación nacional.

<p>ambiental formal e informal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iniciativas privadas de ahorro en consumo agua. • Método replicable de análisis al resto del país. • Creación de capacidades en tema ambiental. • Buen nivel de organización local. • Cultura ecológica. 	<p>y no lucrativas que coadyuvan en la difusión y concienciación locales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La cooperación internacional participa en actividades de rehabilitación y restauración de infraestructura incluyendo la productiva. • Establecimiento de sistemas de alerta temprana. • Experiencias exitosas locales en adaptación a sequía e inundaciones. • Implementación de proyectos y actividades que mejoran la seguridad alimentaria. • Aprovechar las capacidades administrativas existentes de los macroproyectos en ejecución. 	<p>adaptación que son responsabilidad municipal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La existencia de programas locales de incidencia en las políticas públicas, facilitaría la ampliación de dichos programas incorporando las medidas de adaptación pertinentes de acuerdo a la estrategia de adaptación local. • El grado de protección de las áreas naturales y el interés y el compromiso por parte de las organizaciones y pobladores locales, de fomentar la restauración, conservación y manejo sostenible de éstas. • Existe una amplia normativa legal en la materia ambiental. 	<p>fueron propuestas y priorizadas por los gobiernos y organizaciones locales.</p>	<p>“Hambre Cero”, Cuenta del Reto del Milenio (agro – negocios, infraestructura).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de expertos y organizaciones que trabajan en la cuenca en estudio. • Nivel de responsabilidad civil y empresarial de la empresa privada localizada en la Cuenca No. 64. • Cumplimiento de las cuotas de exportación de los rubros azúcar y maní, en el marco del DRCAFTA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transformación de la cultura ambiental de los principales actores claves.
--	--	---	--	--	---

Fuente: CATHALAC, PNUD, GEF, 2008.

Cuadro 25
Medidas de adaptación en el sistema agricultura por país

País					
Costa Rica	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Panamá
Medidas de adaptación					

<p>1. Mejorar el manejo de la fertilización nitrogenada.</p>	<p>1. Prácticas de conservación de suelos y de agua.</p>	<p>1. Fomento de la diversificación de la base productiva con especies y variedades de animales y plantas tolerantes a la variabilidad y cambio climático (plantas, medicinales, animales menores, acuicultura) que incorporen el enfoque de cuenca y paisaje natural.</p>	<p>1. Investigación y desarrollo de nuevos productos agrarios sostenibles.</p>	<p>1. Plan de ordenamiento municipal de acuerdo a la vocación del suelo: (a) Uso del suelo de acuerdo a su potencialidad y vocación productiva; (b) restauración de las microcuencas de acuerdo a la vocación del suelo.</p>	<p>1. La utilización de la caña de azúcar, sorgo forrajero y otros pastos para ser cortados en forma escalonada para consumo fresco.</p>
<p>2. Promoción de la producción y comercialización de la agricultura orgánica.</p>	<p>2. Establecimiento de plantaciones y sistemas agroforestales.</p>	<p>2. Introducción de procesos de transformación para agregar valor a las materias primas agropecuarias (v.g.: tomate, marañón, plantas medicinales).</p>	<p>2. Incrementar obras de conservación y protección del suelo en laderas y montañas.</p>	<p>2. Desarrollar capacidades de manejo de las fincas para mejorar la productividad del suelo y aumentar los rendimientos de los cultivos agrícolas: (a) semillas mejoradas; (b) fomento de producción orgánica e implementación de mínima labranza; y (c) diversificación de cultivos e intensificación de la agricultura intensiva con especies enriquecedoras del suelo.</p>	<p>2. Utilización de semillas mejoradas más resistentes a las nuevas condiciones ambientales y tolerantes a enfermedades.</p>

	3. Mejoramiento de la infraestructura social y productiva, capacitación y fortalecimiento organizacional.	3. Desarrollo de un programa de micro-finanzas para el fomento de actividades de alto valor agregado dentro de la producción agropecuaria.	3. Estimular el cooperativismo agrario a través de ayudas en asistencia técnica y financiamiento.	3. Implementación de buenas prácticas agrícolas: (a) controlar las quemas agrícolas para evitar los incendios forestales; y (b) impulsar cultivos no tradicionales y el uso de insecticidas y abono orgánico.	3. Utilización de secadores de plástico tipo túnel con energía solar para evitar la pudrición de la cosecha (manejo postcosecha).
--	---	--	---	---	---

Fuente: CATHALAC, PNUD, GEF, 2008.

Cuadro 25
Medidas de adaptación en el sistema Agricultura por país (continuación)

País					
Costa Rica	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Panamá
Medidas de adaptación					
	4. Educación para servicios de apoyo a la producción; generación de ingresos y empleo rural en la ejecución de actividades productivas.	4. Intensificación y tecnificación de la actividad agropecuaria a fin de enfrentar apropiadamente los impactos del cambio climático, mediante programas de riego por goteo, que utilicen fuentes renovables de energía, tecnologías, sistemas y prácticas amigables con el ambiente.	4. Extender el seguro agropecuario a los pequeños y medianos productores.	4. Diversificación e intensificación de la actividad agrícola y silvícola: (a) riego en pequeña escala por goteo; (b) introducción de insecticidas y abono orgánico.	4. Siembra de pastos mejorados con mayor contenido proteico que permiten una mayor preservación tanto para henificación (pastos en estado seco) como ensilaje (pastos en estado verde) y por ende, contribuirá a una mejor alimentación y producción.

	<p>5. Aprovechamiento de las condiciones climáticas y físicas para establecer sistemas productivos (selección de material genético, diversificación de cultivos, conservación de suelos, combinación de fertilizantes químicos y orgánicos, uso racional del agua a través de un sistema de riego).</p>		<p>5. Mejorar bancos de semillas para producir materiales genéticos adaptados a los más probables escenarios climáticos.</p>	<p>5. Establecimiento de canales de comercialización que apoyen al productor. Reactivación y fortalecimiento de la infraestructura productiva.</p>	
--	---	--	--	--	--

Fuente: CATHALAC, PNUD, GEF, 2008.

4.3 Mitigación y Adaptación en el Sector Energético

Contrario a lo que ocurre en el sector agrícola, el sector energético plantea como principal reto en la región las acciones de mitigación. En tanto que las acciones de adaptación se circunscriben a reducir los impactos de lo que acontecerá con la producción de energía hidráulica y aquello que acontezca con la producción de energía a partir del uso de biomasa, particularmente la leña. Como se vio en las secciones anteriores, en estos temas, la región aún no se ha planteado ni las estrategias, menos las acciones concretas; por lo que poco se puede informar a este respecto. Sin embargo, si es importante señalar que en estos puntos en particular, hay un cruce de trabajo que debiera ser coordinado y armonizado con los sectores, agrícola, forestal y ambiental, pues están directamente relacionados con el Manejo Sostenible de la Tierra, el enfoque eco sistémico, el manejo de paisaje y de cuencas hidrográficas. En otras palabras el ordenamiento del territorio según su potencial de conservación, manejo y producción de bienes y servicios que los recursos naturales y ambientales presten a la economía y particularmente a las comunidades rurales en Centro América. Como se vio en la sección anterior, existen los marcos legales e institucionales a nivel de la región para implementar políticas, estrategias, programas y proyectos en esta línea. El reto es dar coherencia y aplicación a los instrumentos regionales a nivel de los países y las localidades que así lo requieran.

Como se mencionó anteriormente, el sector energético a nivel mundial es el malo de la película^{lxxviii} y aunque a nivel de la Región las emisiones de este sector no sean determinantes, si hay todo un proceso de reconversión sectorial en marcha. Este no necesariamente responde a las presiones internacionales para la mitigación de gases de efecto invernadero, pero si tiene sus efectos sobre este fenómeno. Las razones de peso tras esta reconversión, tal y como se mencionó en las secciones anteriores responde a la crisis energética, por un lado y a la crisis financiera mundial de los últimos años. En todo caso, las medidas que se han venido implementando responden a una estrategia regional, negociada por los países. Otro detalle importante es que mientras que en el sector agrícola, las decisiones públicas tienen poco impacto en las acciones privadas de lo que ocurre en el campo, en el sector eléctrico los actores institucionales responsables se alinean con mayor facilidad a los lineamientos regionales.

Al igual que en el sector agrícola, el sector energético se desenvuelve en el marco de un andamiaje jurídico institucional regional bien coordinado, con la diferencia que se menciona en el párrafo anterior, acá las directrices regionales se adoptan con mayor facilidad. Las bases de la estrategia regional de cambio climático instruyen a las autoridades e instituciones de la política energética nacional, para que estas pongan en práctica la reciente aprobada Estrategia Regional de Energía Sustentable, desarrollando las políticas coherentes que permitan una mayor eficiencia en el uso de los recursos energéticos domésticos e importados y una mayor participación de energías renovables en las matrices energéticas nacionales.

Por ejemplo La Estrategia Regional de Cambio Climático en el Área Estratégica 2, sobre Mitigación, en su Objetivo Operacional 2 insta a impulsar programas de energía renovable, eficiencia energética, ahorro de energía, transporte sostenible. En sus Líneas de Acción, incluye Medidas como: Fomentar una mayor participación de fuentes renovables de energía eléctrica en la matriz regional de fuentes de generación de energía, revisar y ajustar el marco regulatorio de los países para permitir mayor inversión en proyectos de generación de energía renovable, incluyendo la bioenergía; proyectos de eficiencia energética y ahorro de energía, Fortalecer los centros de formación profesional en ingeniería de fuentes renovables de energía, incluyendo las metodologías de preparación de proyectos aplicables al Mecanismo de Desarrollo Limpio u otros mercados del carbono, Producir y divulgar ampliamente guías técnicas sobre eficiencia energética y ahorro de energía a todos los niveles: industrial, urbano, doméstico, Apoyar a la Unidad de Coordinación Energética de la Secretaría General del SICA UCESICA y a las autoridades nacionales de energía en la implementación de la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 mediante la ejecución de las acciones contenidas en la Matriz de Acciones para la Integración y el Desarrollo Energético de Centroamérica y promover la participación de los proyectos de energía renovable y reducción de emisiones en el sector transporte.

La Estrategia Energética Sustentable 2020 se trazó 10 metas en 5 categorías de indicadores: a) acceso a la energía por parte de la población con menos recursos,

b) uso racional y eficiencia energética, c) fuentes renovables de energía, d) biocombustibles para transporte y e) cambio climático. Siendo las metas hacia el 2020 las siguientes: 1) Alcanzar al menos el 90% de cobertura eléctrica en cada uno los países de la región. 2) Reducir en 10% el consumo de leña para cocción, mediante la utilización de cocinas más eficientes, en un millón de hogares rurales centroamericanos. 3) Reducir en 12% el uso de energía eléctrica en los sectores residencial, comercial, industrial y alumbrado público, mediante la sustitución de sistemas de iluminación eficientes. 4) Reducir en 35% el uso de energía eléctrica para refrigeración en el sector residencial, mediante la sustitución de refrigeradores antiguos por unidades más eficientes, en 2,7 millones de hogares. 5) Reducir en 10% el uso de energía eléctrica en el sector industrial, mediante el uso de motores eficientes. 6) Llevar al menos al 12% el nivel de pérdidas en los sistemas eléctricos de los países de la región. 7) Reducir en 10% el consumo de derivados del petróleo en el transporte público y privado, mediante medidas de manejo eficiente, aplicación de normas para la importación de vehículos, fomento al transporte público, entre otros. 8) Aumentar en 11% de energía la participación en el mercado eléctrico regional de fuentes renovables en la producción de electricidad, principalmente mediante la construcción de centrales hidroeléctricas. 9) Sustituir el 15% del consumo de derivados del petróleo en el transporte público y privado mediante el uso de biocombustibles. 10) Reducir en un 20% la emisión de gases de efecto invernadero con respecto al escenario tendencial en el 2020, maximizando la aplicación de los certificados de reducción de carbono.

Al momento no hay una evaluación formal del nivel de logros de la estrategia energética sustentable, sin embargo algunos informes como el de CEPAL sobre fuentes renovables de energía (2009), plantean algunas tendencias que se presenta a continuación. Por ejemplo la participación de la energía renovable en la generación eléctrica a nivel de la región subió a 63% en 2008, luego de que en el 2007 solo fue del 59%. Esto como resultado de nuevos proyectos y de que el 2008 fue un buen año hidrológico. Este avance es positivo y en la dirección planteada por la estrategia 2020. Pero el análisis por país, podría diferir, como ocurrió con Nicaragua y Honduras. Por otro lado el índice de electrificación regional promedio en 2008 fue de 83.7%, superando el presentado en 4.3% al registrado en 2006. Si bien es un salto importante, aún resta por lograr un incremento del 7.3% para llegar a la meta propuesta en la estrategia. El único país de la región que ya se encuentra por encima de la meta al momento es Costa Rica, mientras Nicaragua es el país que más esfuerzos deberá hacer en esta línea. En términos de eficiencia energética, la región en 2008 presento perdidas del 16% y no presentó mejoras sustantivas, con relación al 2006. Lograr el 12% en la estrategia será un esfuerzo enorme para países como Guatemala, Honduras y Nicaragua que mantienen niveles altos de perdidas en el orden del 17.1%, 23.5% y 27.3%, respectivamente.

No hay datos confiables para evaluar la reducción del consumo de leña para cocción de alimentos en la región, pero se asume que en este sentido, las cifras luego de las crisis de precios del petróleo, contrario a mejorar podrían haberse deteriorado. Principalmente en países como Guatemala, Honduras y Nicaragua.

Esta meta de reducir en un 10% el consumo de leña, a través de de la utilización de cocinas eficientes, no solamente parece difícil de cumplir, para también de medir adecuadamente. Con relación a las emisiones de GEI diferentes a CO₂ provenientes de la quema de biomasa parecen importantes, pero no se cuenta con información. Sin embargo, las cifras preliminares de las emisiones por quema de combustibles fósiles entre 2006 y 2008, provenientes principalmente en el sector transporte e industria muestran un ligero aumento, contrario a cumplir la meta hacia el 2020 de reducir estas emisiones en un 20%. Las estimaciones que se dieron para el año base (2005) de emisiones para el sector transporte fueron del 22%, segundo luego del sector residencial. Las proyecciones hacia el 2020 son, de que este sector sea el responsable del 29% de las emisiones de CO₂ siempre solo por debajo del sector residencial. En cuanto a las medidas a implementar en este sector, estas no fueron cuantificadas por carecerse de información precisa en cuanto a las inversiones requeridas en los proyectos que se incorporan en la estrategia energética sustentable 2020.

4.4 Las Prioridades en los Sectores Agricultura y Energía en relación con el Cambio Climático en Centro América

Queda claro, que para cada país de la región en ambos sectores hay retos importantes a considerar y que dependerá del nivel de prioridad que cada nivel asigne a sus problemas específicos. La viabilidad de lograr acciones integrales para enfrentar el cambio climático, pasa por cuatro niveles importantes de interacción: 1) Las bases técnico-científicas para la gestión; 2) Las políticas y estrategias públicas explícitas, 3) El respaldo social y del sector privado que se logre y 4) La estructura institucional, el liderazgo efectivo y los recursos financieros que se asignen^{lxxix}. Sin embargo, la región en su conjunto y luego de repasar en este informe lo que acontece en materia de impactos sociales y económicos del cambio climático en Centro América, se podría llegar a la conclusión de que los verdaderos problemas en agricultura, coinciden con el principal problema de generación de emisiones de GEI y que a la postre es el tema de mayor impacto en el sector energético.

El cambio de uso del suelo de áreas de bosque a agricultura de subsistencia de granos básicos es desde siempre el principal problema ambiental de la región. El cambio climático solo viene a desnudar con crudeza esta problemática. Los frentes de deforestación más importantes se encuentran en Guatemala, Honduras y Nicaragua y estos coinciden con las zonas en donde se encuentran los agricultores más vulnerables y las zonas más impactadas por el cambio climático. En estos casos, las prácticas de adaptación que reduzcan la inseguridad alimentaria y la obtención de fuentes energéticas sustentables coinciden con aquellas que reducen la emisión de GEI que provienen de la deforestación y de la degradación de la cobertura boscosa. Es claro que los países de la región sobre todo los ya mencionados no están preparados para enfrentar integralmente el problema y es por ello, que los esfuerzos regionales e internacionales deben

apoyar estas iniciativas con mayor fuerza y decisión. Por supuesto que esta postura no descarta la intervención armonizada en la región de la atención de la problemática presentada a lo largo de este informe del estado de situación de ambos sectores: Agricultura y Energía.

Bibliografía

- AVANCSO. 2001. Regiones y zonas agrarias de Guatemala: una visión desde la reproducción social y económica de los campesinos. Guatemala, Asociación para el avance de las Ciencias Sociales en Guatemala.
- CATHALAC, et al. 2008. Síntesis regional, fomento de las capacidades para la etapa 2 de adaptación al cambio climático en Centro América, México y Cuba, en http://www.cathalac.org/dmdocuments/2008/acc2_150.pdf. Panamá, Centro del Agua para el Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe.
- CATHALAC. 2008. Potential impacts of climate change on biodiversity in Central América, México an Dominican Republic. Panamá, Centro del Agua para el Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe.
- CCAD. et al. 2008. Estrategia mesoamericana de sustentabilidad ambiental. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Comisión Económica de América Latina y El Caribe, Banco Mundial.
- CCAD. Mapa de zonas de vida de Centroamérica, en <http://www.ccad.ws/documentos/mapas.html>. El Salvador, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.
- CCAD-SICA. 2010. Estrategia Regional de Cambio Climático. Antiguo Cuscatlán, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Sistema de la Integración Centroamericana.
- CCAD-SICA. 2010. Líneamientos de la estrategia regional de cambio climático, en <http://www.sica.int/ccad/temporal/LINEAMIENTOS.pdf>. El Salvador, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Sistema de la Integración Centroamericana.
- CEPAL y SICA. 2007. Estrategia energética Sustentable Centroamericana 2020, en <http://www.enee.hn/PDFS/EstrategiaCentroamericana2020.pdf>. México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL, GTZ. (2009). Cambio climático y desarrollo en América Latina. CEPAL, GTZ.
- CEPAL. 2002. Región Centroamericana, la crisis cafetalera: efectos y estrategias para hacerle frente. Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL. 2007. Anuario estadístico de América Latina y El Caribe, Índice de Gini en áreas Urbanas y Rurales, en http://websie.eclac.cl/anuario_estadistico/anuario_2007/esp/index.asp. Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

- CEPAL. 2008. Subregión norte de América Latina y el Caribe: información del sector agropecuario, las tendencias alimentarias, 1995-2007. México, Comisión Económica para América Latina.
- CEPAL. 2009. Indicadores ambientales de América Latina y El Caribe 2009, en <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/3/41253/LCG2459e.pdf>. Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL. 2009. Istmo centroamericano: las fuentes renovables de energía y la estrategia 2020, en <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/38216/L953.pdf>. Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL. 2010. Estadísticas de América Latina y el Caribe, en <http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp>. Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPALSTAT. 2010. Sitio oficial, en <http://websie.eclac.cl/infest/ajax/cepalstat.asp?carpeta=estadisticas&idioma=i>.
- COMISCA, et al. 2009. Estrategia Regional Agro-Ambiental y de Salud. Un instrumento estratégico de la Integración Regional Centroamericana, 2009-2024, en http://www.ruta.org/documentos_no_indexados/ERAS/ERAS-21-MAYO-FINAL.pdf. San José, Sistema de Integración Centroamericana.
- FAO. 2010. THE HAGUE CONFERENCE ON AGRICULTURE, FOOD SECURITY AND CLIMATE CHANGE “Climate-Smart” Agriculture. Roma: Autor.
- FAOSTAT. 2010. Sitio oficial, en <http://faostat.fao.org/default.aspx>.
- Forum, World Economic. (2009). The Global Competitiveness Report 2009-2010. Recuperado de: <http://www.weforum.org/documents/GCR09/index.html>.
- Latinoamerica, MSN. (18 de Octubre de 2010). El Salvador, granos básicos vulnerables al cambio climático. págs. Recuperado de http://verde.latam.msn.com/articulo_afp.aspx?cp-documentid=25992420.
- Mora, J. et al. 2010. Guatemala: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Ciudad de México, CEPAL.
- Ordaz, J. L. et al. 2010a. Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Ciudad de México, CEPAL.
- Ordaz, J. L. et al. 2010b. Honduras: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Ciudad de México, CEPAL.
- Ordaz, J. L. et al. 2010c. El Salvador: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Ciudad de México, CEPAL.

- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2009). La solución natural? el papel de los ecosistemas en la mitigación del cambio climático. Autor.
- Programa de Asistencia Holandés para Estudios de Cambio Climático. (S.F.). Proyecto de Evaluación del Impacto del Cambio Climático. Costa Rica: Autor.
- Programa estado de la nación (Costa Rica). (2008). Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible un informe desde Centroamérica y para Centroamérica. Costa Rica: Autor.
- Ramírez, D. et al. 2009. Istmo Centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Ciudad de México, CEPAL
- Ramírez, D. et al. 2010. Nicaragua: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Ciudad de México, CEPAL.
- RUTA-FAO. (2010). Pequeños productores de granos básicos en América Central. Autor.
- Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano. (2010). Estadísticas Económicas Regionales 2003-2009. Cuadro 1. Principales Variables del Sector Real. Recuperado de http://www.secmca.org/Informe_Anual.html en Julio de 2010. Recuperado de http://www.secmca.org/Informe_Anual.html en Julio de 2010.
- SEMARNAT; PLAN PUEBLA PANAMA; CCAD; CEPAL, BM (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, Plan Puebla Panamá, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y El Caribe, Banco Mundial). (2008). Estrategia mesoamericana de sustentabilidad ambiental. México: Autor.
- Stern, N. 2007. The economics of climate change: the Stern review. Cambridge, Cambridge University Press.
- URL, IARNA. 2009. Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo, en <http://www.infoiarna.org.gt/media/file/PERFAM2008/PERFAM2008.pdf>. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.
- URL, IARNA. 2010. Evaluación de los efectos del cambio climático en la biodiversidad de Guatemala. En proceso de publicación. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.
- WRI. 2006. Informe de emisiones de GEI. Washington, DC, World Resources Institute.

Notas

ⁱ Siendo el escenario A2 el que combina las peores condiciones a las que algunos países se enfrentan: Crecimiento económico insostenible e inequitativo y sin participación de la cooperación global en la búsqueda de soluciones. El B2 representa aquel escenario en el que los países aplican un modelo de desarrollo humano sostenible y equitativo, pero aún se manejan en condiciones sin cooperación global. En tanto que A1 y B1 son lo opuesto a los primeros.

ⁱⁱ Se sabe que CATHALAC también trabajó utilizando este mismo modelo de predicción climática, para medir el efecto en la agricultura. Lamentablemente, hasta el momento no fue posible contar con esta información.

ⁱⁱⁱ Nótese que para el caso de la temperatura se usa hasta el horizonte de tiempo 2080, en tanto que para la variable precipitación solo se usa el año 2020. Esto porque esta variable presenta resultados muy confusos en horizontes de tiempo más largos.

^{iv} Otro término técnico usado en la literatura para identificar este concepto es el de “espacio climático”. Esta se define como el rango histórico de clima (Temperatura, Precipitación ó alguna otra variable). El cambio climático sería las variaciones de clima que se salen de estos rangos o espacios climáticos ó zonas de confort.

^v Como el estudio considera a México y República Dominicana, y además el mismo siguió un enfoque geográfico, es difícil calcular las verdaderas cifras para la región centroamericana. Sin embargo, es de aclarar que para el caso de México, las únicas áreas impactadas con estos niveles de severidad son Quintana Roo y en menor escala la Baja California. El caso de República Dominicana por la extensión de su territorio, pues no sesga tanto la información.

^{vi} Para el caso de Guatemala, tanto su nivel altitudinal, como su dependencia más directa a la vertiente del Océano Pacífico, lo hacen menos vulnerable al cambio. En tanto que El Salvador, por esta segunda razón pareciera estar reguarnecido a los cambios de clima hacia el año 2020.

^{vii} Esta última cifra si debe ser tomada con reserva, pues buena parte del territorio de la península de Yucatán en México queda incluida, así como algunas áreas en el Norte de aquel país y de República Dominicana.

^{viii} Se recuerda que este planteamiento solo considera el cambio climático en sus tendencias a largo plazo y no incluye aquellos eventos extremos que seguramente tendrán impactos más allá de lo previsto en la escala de más largo plazo.

^{ix} Los ecosistemas agrícolas indicados acá hacen referencia a una agricultura ampliada.

^x Hay estudios que muestran que mediante prácticas de adaptación bien implementadas, los impactos percibidos por efectos del cambio climático, pueden ser minimizados e incluso eliminados. Pero esto requerirá de una capacidad de respuesta por parte de los agricultores y los gobiernos muy significativa.

^{xi} La región centroamericana, a lo largo de este estudio comprende 5 países de Centro América y Panamá; cuando se incluye Belice se hace la aclaración.

^{xii} Con algunas pocas variantes por país estos incluyen: Maíz, frijol, arroz y sorgo.

^{xiii} Al igual que en el caso de los cultivos de consumo interno, con algunas variantes estos incluyen: algodón, banano, cacao, café y caña de azúcar.

^{xiv} En este rubro se incluyen hortalizas, ornamentales y frutales de forma general.

^{xv} Superficie cosechada 1995-2006. Tomada de FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Base de Datos FAOSTAT.

^{xvi} RUTA-FAO Pequeños Productores de Granos Básicos en América Central. 2010.

^{xvii} CEPAL. Región centroamericana, La crisis cafetalera: Efectos y estrategias para hacerle frente. 2002.

^{xviii} Estas cifras son tomadas de La Comisión Económica para América Latina y el Caribe: Con base a Información Oficial de cada país. Estadísticas oficiales de América Latina y el Caribe, recuperado en línea en 2010.

^{xix} Tomado del informe estado de la región 2008, capítulo 2, seguimiento del desarrollo humano sostenible.

^{xx} PIB Agropecuario ampliado incluye adicionalmente al PIB Agropecuario, el PIB de la Industria de manufactura que emplea como materia prima, aquellas provenientes de la producción agropecuaria.

^{xxi} Esta información es una elaboración propia de estadísticas oficiales, presentadas por cada uno de los países citados.

^{xxii} En el caso de Honduras se consigna el salario del jornal agrícola del año 2004, pues no fue disponible el del año 2006.

^{xxiii} Estos datos han sido tomados de ICEFI con base en German Watch (2008) y "Global Climate Risk Index 2010".

^{xxiv} Al respecto existen estudios sobre calidad del gasto público que ponen en evidencia esta situación. Se podrían revisar estudios de este tipo realizados por RUTA-Banco Mundial en Guatemala en 2008.

^{xxv} No es del alcance de este estudio hacer un análisis acucioso sobre la pertinencia del nivel del crédito agropecuario en relación con las necesidades sectoriales en cada país. Es solamente un análisis de correspondencia derivado del análisis comparado entre los países.

^{xxvi} Las cifras de Nicaragua y Guatemala, corresponden a los años 2001 y 2002, el resto de las cifras corresponden al año 2006.

^{xxvii} El Coeficiente Gini muestra mayor desigualdad con forme el índice se aproxima a 1.00 y menos desigualdad cuando ese se aproxima a 0.00.

^{xxviii} Para el caso de Guatemala se reporta el dato para el año 2004, para el caso de Nicaragua y Panamá se reporta el dato para el año 2005. Los datos para el resto de los países es el del año 2006.

^{xxix} Los índices de Gini para cada país corresponden a diferentes años.

^{xxx} CEPAL/CCAD/DFID: Istmo Centroamericano: Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. Enero 2010. CEPAL: Guatemala, Honduras, Belice, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá: Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura. 2009, 2010.

^{xxxi} Las superficies cultivadas de estos rubros para el año 2007 eran de 1.76 Millones de hectáreas de maíz, 0.73 Millones de hectáreas de Frijol y 0.23 Millones de hectáreas de Arroz.

^{xxxii} Las razones son obvias, pues este tipo de estudios relacionan variables socio-económicas que pierden coherencia al hacerlo a nivel de la región. Tal el caso del tipo de productores y los mercados de tierras tan distintos entre países.

^{xxxiii} El caso de los impactos de la precipitación en relación con los ingresos anuales de los agricultores, parece tener mayor importancia cuando se trata de eventos extremos que resultan en inundaciones y anegamiento de cultivos.

^{xxxiv} Algunos de estos estudios, plantean el escenario en que el largo plazo, la precipitación disminuye y las ganancias en rendimiento logradas en el corto plazo serán superadas por las pérdidas en los horizontes de tiempo más lejanos.

^{xxxv} CEPAL 2007, La Estrategia Energética sustentable Centroamericana 2020.

^{xxxvi} Informe estado de la Región 2009. Capítulo 11.

^{xxxvii} CEPAL.

^{xxxviii} CEPAL: Fuentes Renovables de Energía. 2009.

^{xxxix} Esto de alguna manera los hace más vulnerables a la crisis del petróleo y sus derivados, pues el sector transporte depende de esta fuente de energía. Sin embargo esto no es ninguna buena noticia para los países que dependen de la leña, primero porque esto denota un nivel de pobreza superior y segundo, porque en teoría este sector podría ser a la larga el más afectado por el cambio climático global.

^{xl} CEPAL, OLADE 2007.

^{xli} CEPAL, 2009.

^{xlii} CEPAL, 2010.

^{xliii} CEPAL, 2010 y CEPAL, 2009.

^{xliv} CEPAL 2010.

^{xliv} CEPAL 2009 Fuentes Renovables de Energía.

^{xlvi} Esta se refiere a la relación que existe entre el consumo energético y el PIB. Un menor índice muestra que con menos consumo de energía se produce más riqueza. Para el caso de la región, CEPAL lo calcula a partir del Consumo total de energía (en miles de barriles equivalentes de petróleo) por cada millón de dólares de PIB a precios constantes de 2000.

^{xlvii} CEPAL, 2009 Indicadores Ambientales de ALyC.

^{xlviii} CEPAL-GTZ. 2009.

^{xlix} CEPAL-OLADE 2007.

^l CEPAL, 2009 Fuentes Renovables de Energía.

^{li} Estern Report. (Stern Nicholas, 2006).

^{lii} CEPAL-GTZ, 2009 CC y Desarrollo en AL y C.

^{liii} Al menos en países como Guatemala, Honduras y Nicaragua el avance de la frontera agrícola es un fenómeno actual con consecuencias graves en término de deterioro ambiental. A diferencia de

lo que se esperaría con el cambio climático este es un cambio en el uso de la tierra dramático y no gradual, como si podría ser el impacto del cambio climático.

^{liv} Stern Report. (Stern, 2006).

^{lv} Stern Report (Stern, 2006).

^{lvi} CEPAL-SICA, 2007 Estrategia Energética Sustentable. CEPAL, 2009. Fuentes Renovables de Energía.

^{lvii} Es importante señalar que para los casos de Guatemala y Honduras, por razones políticas y de grupos de poder existe una seria confrontación entre inversionistas, políticos y poblaciones en cuanto al desarrollo hidroeléctrico en estos países.

^{lviii} CEPAL-SICA, 2007 Y CEPAL, 2009.

^{lix} CEPAL. 2009 Fuentes renovables de energía.

^{lx} El uso sostenible de esta fuente renovable es incierto, por lo que deberán hacerse esfuerzos para asegurar este uso sostenible de la leña en la región.

^{lxi} Este costo incluye llevar electricidad a 691.7 Miles de viviendas en Guatemala, Nicaragua y Honduras. Esta inversión permite alcanzar el 90% de cobertura en electrificación en estos tres países.

^{lxii} El 92% de esta inversión corresponde la construcción de nuevas centrales de generación eléctrica.

^{lxiii} CEPAL, 2009.

^{lxiv} CEPAL, 2009 Fuentes Renovables de Energía.

^{lxv} CEPAL-GTZ, 2009. Cambio Climático y desarrollo en América Latina y el Caribe.

^{lxvi} En términos relativos, Centroamérica es marginal en las emisiones que inciden sobre el cambio climático, su contribución a las emisiones globales es de apenas el 0.03%.

^{lxvii} Estas cifras son estimadas a partir del informe de World Resources Institute (WRI) en 2006. Los datos corresponden al año 2005, con la excepción de la estimación de emisiones de Nicaragua, que se usó la información provista por el PNUD/MARENA, 2000. Corresponden estas últimas cifras del año 2000.

^{lxviii} Las grandes diferencias en los niveles de emisión de GEI (Gases de Efecto Invernadero) en estos países responde a las emisiones que se presentan como resultado del cambio de uso del suelo. Es decir, marcados procesos de deforestación y conversión en agricultura de granos básicos de subsistencia.

^{lxix} Se refiere al sector energía, aunque realmente corresponde al sector eléctrico, pues el uso de la biomasa, particularmente leña, se considera neutral en relación con las emisiones y absorciones que presentan.

^{lxx} No existe suficiente información confiable en los inventarios nacionales para establecer el balance entre emisiones y absorciones de CO2 equivalente, para poder hacer comparaciones válidas. Se sabe que Costa Rica en 2005 presentaba un balance a favor de las absorciones de 2.356 Millones de Toneladas de CO2 equivalente. El resto de la información en la región es un tanto ambigua, sin embargo se sabe que en Guatemala, Honduras y Nicaragua por las emisiones

netas reportadas el nivel de absorciones ya no compensa las emisiones producidas por este concepto de cambio de uso del suelo.

^{lxxi} Este sistema se basa en el uso de indicadores clasificados en tres categorías: i) indicadores que señalan el estado o situación de los subsistemas, ii) indicadores de flujo de materiales o energía entre subsistemas, y iii) indicadores de intensidad o eficiencia aplicados al uso de bienes y servicios intercambiados entre subsistemas. Los subsistemas son: El económico, el Social, el Natural y el Institucional.

^{lxxii} Stern Report, (Stern, 2006).

^{lxxiii} PNUMA: La solución natural? El papel de los ecosistemas en la mitigación del cambio climático. 2009.

^{lxxiv} Tal y como se planteó en secciones anteriores, el principal emisor de GEI en la región lo constituye el cambio de uso del suelo de áreas de bosque a pastizales y agricultura de granos básicos. El problema más que un problema ambiental es a la base un problema económico y social. El reto es reducir la pobreza en estas zonas y estabilizar la frontera agrícola.

^{lxxv} Algunos autores plantean redescubrir sistemas tradicionales como los sistemas “milpa”, que combinan rotación de cultivos como maíz, frijol y otras plantas comestibles ó los sistemas conocidos como huertos familiares, en el concepto tradicional de producción de alimentos, medicinales y leña.

^{lxxvi} En seguimiento a estos mandatos es que CEPAL formula y desarrolla el Proyecto de la Economía del Cambio Climático en Centro América.

^{lxxvii} CATHALAC, PNUD, GEF, 2008.

^{lxxviii} El 24% de las emisiones totales de GEI proviene de este sector (WRI, 2006) con 10.3GtCO₂. De estos el carbón cuenta con el 68%, el gas con 27% y el petróleo con 5%. Obviamente la región no responde a este patrón de emisiones, pues mientras a nivel mundial las fuentes de energía renovable solo son el 13%, en Centro América esta cifra rebasa el 50%.

^{lxxix} Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009. IARNA, URL