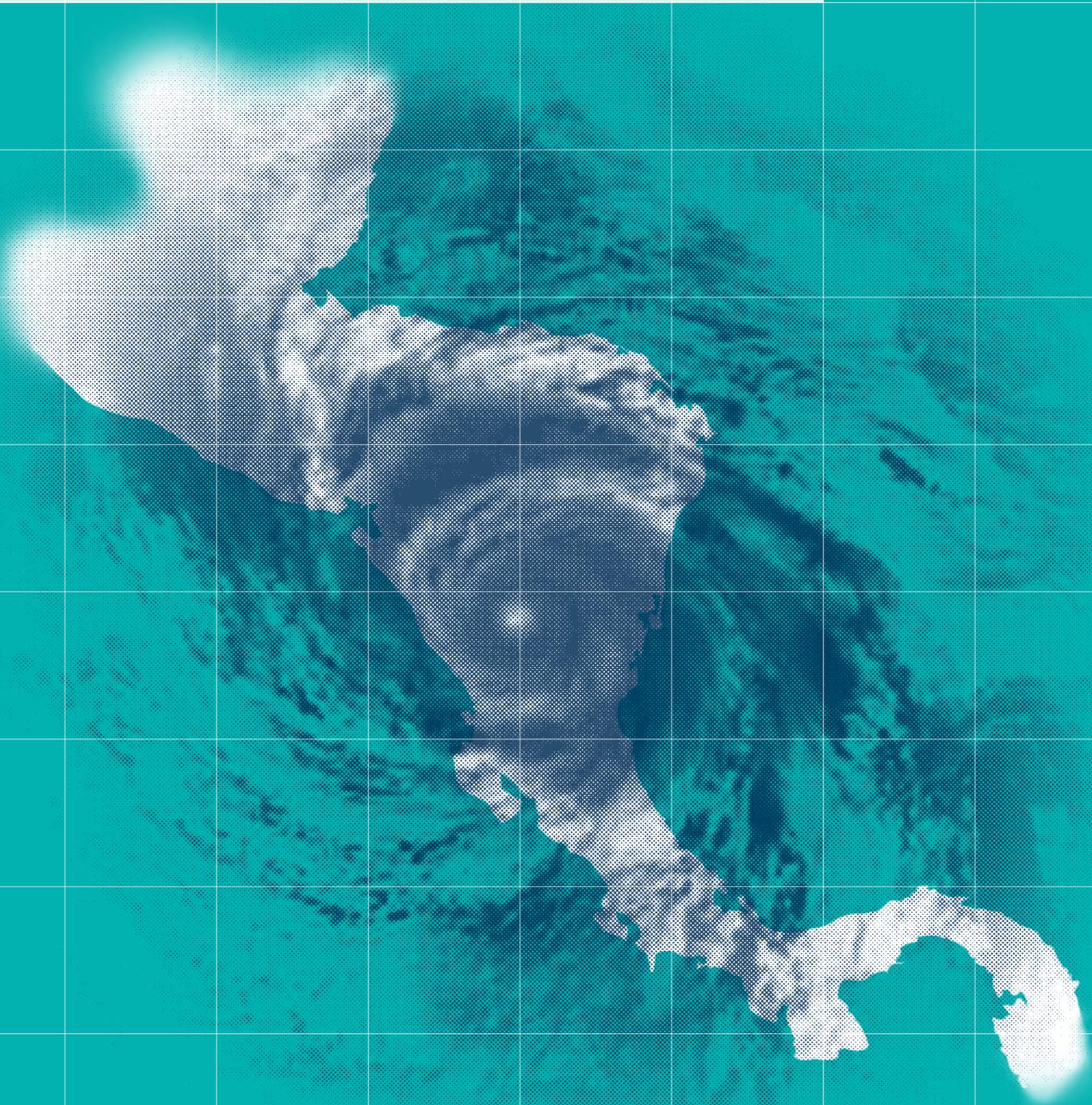


La economía del cambio climático en Centroamérica

Serie
técnica 2012

Evidencia de las enfermedades
sensibles al clima



La economía del cambio climático en Centroamérica: Serie técnica
Evidencia de las enfermedades sensibles al clima 2012

Alicia Bárcena
Secretaria Ejecutiva
Antonio Prado
Secretario Ejecutivo Adjunto
Hugo E. Beteta
Director
Sede Subregional de la CEPAL en México
Joseluis Samaniego
Director
División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
y Punto focal de cambio climático de la CEPAL
Luis Miguel Galindo
Jefe de la Unidad de Cambio Climático
División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
Julie Lennox
Punto focal de cambio climático y Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola
Sede Subregional de la CEPAL en México

Esta publicación fue realizada en el marco del Convenio entre el Programa de asistencia del Ministerio para el Desarrollo Internacional del Gobierno británico (UKAID) y la Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y del Convenio entre la Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA) y la CEPAL dentro del proyecto “La economía del cambio climático en Centroamérica.”

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

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

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

LC/MEX/L.1069

Copyright © Naciones Unidas, octubre de 2012. Todos los derechos reservados.

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

Diseño de portada: José Luis Lugo.

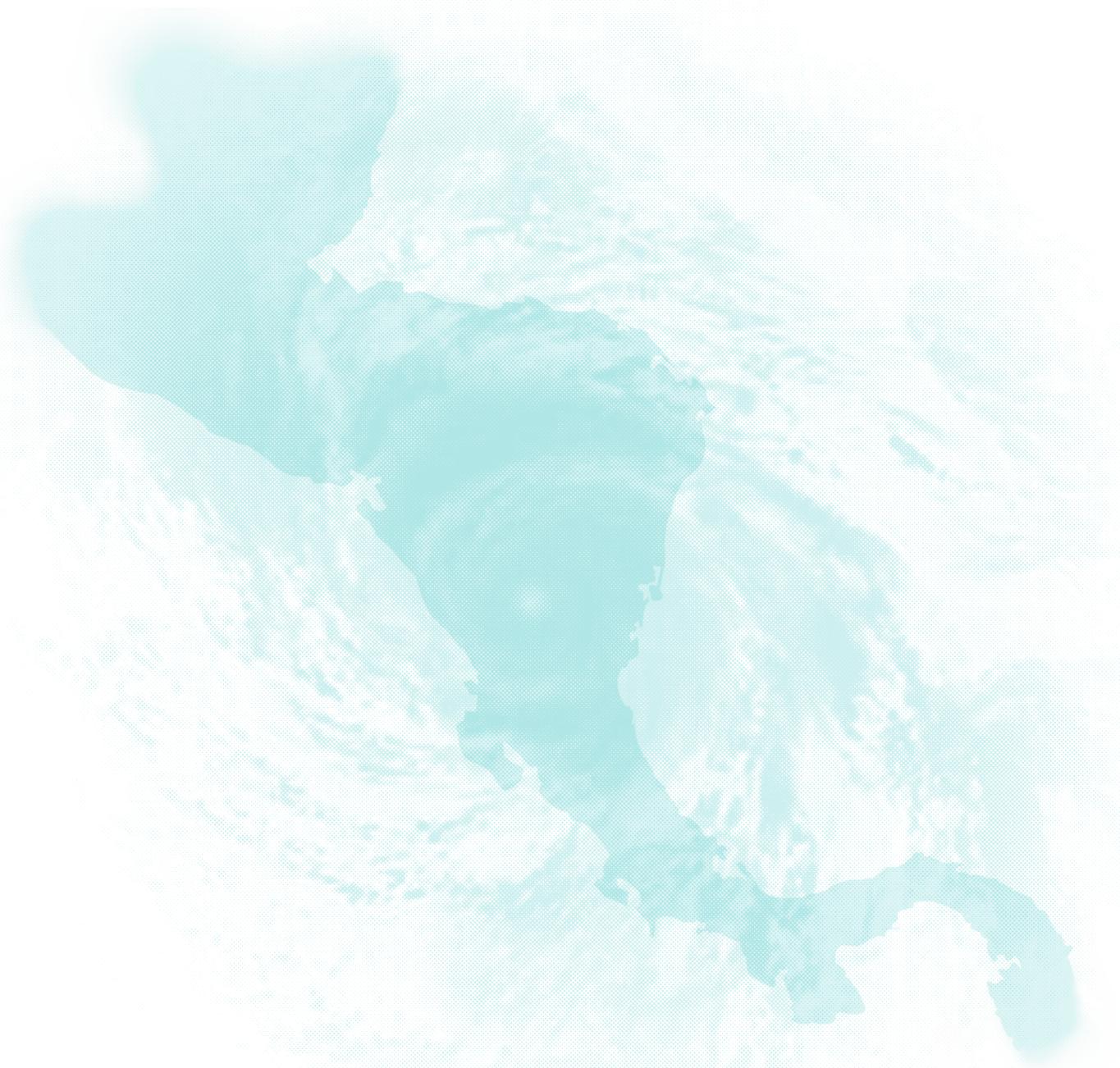
El interior de esta publicación fue impreso en papel “Recicla100” (100% reciclado).

Impresión: Maule Ediciones.

La economía del cambio climático en Centroamérica

Serie
técnica 2012

Evidencia de las enfermedades
sensibles al clima



COMITÉ DIRECTOR

Ministros/as de Ambiente:

Liselie Alamilla, Ministra del Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Belice (MNREI); Juana Argeñal, Ministra del Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente de Nicaragua (MARENA); René Castro, Ministro del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica (MINAET); Lucía Chandeck, Administradora General de la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (ANAM); Rigoberto Cuellar, Secretario de Estado para la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras (SERNA); Herman Rosa, Ministro del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador (MARN); y Roxana Sobenes, Ministra del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (MARN). Autoridades anteriores: Javier Arias, Ligia Castro, Teófilo De la Torre, Roberto Dobles, Luis Alberto Ferraté, Carlos Guerrero, Jorge Rodríguez, Tomás Vaquero y Gaspar Vega.

Ministros/as de Hacienda o Finanzas:

Iván Acosta, Ministro del Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Nicaragua (MHCP); Edgar Ayales, Ministro del Ministerio de Hacienda de Costa Rica (MH); Carlos E. Cáceres, Ministro del Ministerio de Hacienda de El Salvador (MH); Santiago Castillo, Ministro del Ministerio de Finanzas de Belice (MOF), Pavel Centeno, Ministro de Ministerio de Finanzas Públicas de Guatemala (MINFIN); Frank De Lima, Ministro del Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá (MEF) y Wilfredo Cerrato, Secretario de Estado para la Secretaría de Finanzas de Honduras (SEFIN). Autoridades anteriores: Edgar Alfredo Balsells, Dean O. Barrow, William Chong Wong, Alfredo Rolando del Cid, Juan Alberto Fuentes, Alberto José Guevara, Héctor Guillermo Guillén, Fernando Herrero, Jenny Phillips, Rebeca Patricia Santos, Alberto Vallarino y Guillermo Zúñiga.

COMITÉ TÉCNICO REGIONAL (CTR)

Delegados/as de los Ministerios de

Ambiente: Sonia Baires, MARN El Salvador; Ana Rita Chacón, MINAET Costa Rica; Luis Fiallos, MARENA Nicaragua; Manuel López, SERNA Honduras; Carlos Mansilla, MARN Guatemala; Javier Morales, ANAM Panamá y Safira Vásquez, MNREI Belice.

Delegados/as de los Ministerios de

Hacienda o Finanzas: Rogelio Alvarado, MEF Panamá; Rina Castellanos MHCP El Salvador; Juan Manuel de la Cruz MINFIN Guatemala; Manuel Deshon, MHCP Nicaragua y Lourdes González, SEFIN Honduras.

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD-SICA): Nelson Trejo, Secretario Ejecutivo; Raúl Artiga, delegado en el CTR.

Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (COSEFIN): Martín O. Portillo, Secretario Ejecutivo y delegado en el CTR.

Secretaría de Integración Económica Centroamérica (SIECA): Ernesto Torres, Secretario General; Oscar Morales, delegado en el CTR. Autoridad anterior: Yolanda Mayora de Gavidia.

Delegados/as anteriores del CTR:

Gherda Barreto, Guillermo Barquero, Juan Sebastián Blas, Cecilia Carranza, Edgar Chamorro, Cynthia Deville, Paul Flowers, Ramón Frutos, Aristides Hernández, Leonel Lee, Darysbeth Martínez, José Francisco Rodríguez, Roberto Rodríguez, Bernardo Torres.

Colaboradores del CTR: Luis Alejandro Alejos, William Alpizar, Roberto Araquistain, Jorge Cabrera; Beverly D. Castillo, Carlos Fuller, Carlos Gómez, René López, Leslie Marin, Roberto Motta, Carlos J. Pérez, José Francisco Rodríguez, Martha Ruiz, Bernardo Torres.

UNIDAD COORDINADORA (UC) EN LA SEDE SUBREGIONAL DE LA CEPAL EN MÉXICO (CEPAL México)

Hugo E. Beteta, Director; Julie Lennox, coordinadora de la iniciativa, punto focal para cambio climático y jefe de la Unidad de desarrollo agrícola (UDA) de la CEPAL México; Jaime Olivares y Allan Beltrán, consultores y asistentes de investigación; Almudena Fernández, asistente de programación de la iniciativa; Blanca Urrea, asistente de programa de la UDA; Nohemí Vázquez, asistente administrativo; Ramón Cota, editor; María Eugenia Urzúa, diagramadora. Se agradece el apoyo de los equipos de dirección y administración de la oficina.

La División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL proporcionó asesoría, particularmente Joseluis Samaniego, Director y Luis Miguel Galindo, Jefe de la Unidad de cambio climático.

UKAID/ GOBIERNO DEL REINO UNIDO

Julie Chappel, Embajador del Reino Unido en Guatemala, Honduras y El Salvador; Ian Hughes, Anterior Embajador del Reino Unido en Guatemala, Honduras y El Salvador; Tom Kennedy, anterior Embajador del Reino Unido para Costa Rica y Nicaragua; enlaces con el proyecto.

Josceline Wheatley y Su Lin Garbett-Shiels de UKAID.

Se agradece la asesoría de Lord Nicholas Stern, Chris Taylor y Dimitri Zenghelis del Equipo Stern.

DANIDA/ AGENCIA DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DE DINAMARCA

Søren Vøhtz, Embajador; Thomas Nielsen, Asesor Regional y Bayardo Quintero, Oficial de Programas

EQUIPO TÉCNICO DEL ESTUDIO DE SALUD

Julie Lennox, coordinadora y Jaime Olivares, consultor de la UC de la CEPAL México; Horacio Riojas, consultor principal del Instituto Nacional de Salud Pública de México con la colaboración de Magali Hurtado, Grea Moreno, Alhelí Brito, Silvia Chuc, Luis Antonio Arias, José Texcalac, Mónica Resto y Aldo Castañeda.

Se agradece la colaboración de la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana (COMISCA) así como a los miembros de la Comisión Técnica de Vigilancia de la Salud y Sistemas de Información (COTEVISI) quienes proporcionaron orientaciones y sugerencias sobre el estudio.

ÍNDICE

	Página
Resumen ejecutivo	9
Introducción.....	14
1. Impactos del cambio climático en la salud humana	19
2. Datos y estudios disponibles de enfermedades sensibles al clima	32
3. Conclusiones	66
4. Recomendaciones	68
Bibliografía.....	71
Anexo I. Descripción de los campos de la base de estudios en Access	81
Anexo II. Centroamérica: Principales instituciones involucradas en la evaluación de clima y salud por país.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Metodologías para evaluar la vulnerabilidad en el sector Salud	30
2. Términos de búsqueda en español e inglés para artículos indexados.....	34
3. Términos de búsqueda en español e inglés para artículos no indexados	36
4. Tipo de documentos por país y región	37
5. Artículos y documentos por enfermedad, país y región	38
6. Centroamérica: Eventos hidrometeorológicos con mayor impacto, 1997-2011.....	40
7. Centroamérica: Patrones de estacionalidad de EDA en población infantil	45
8. Centroamérica: Casos reportados de dengue y dengue hemorrágico por país, 2008.....	49
9. Centroamérica: Casos reportados de dengue por país, 2010	49
10. Centroamérica: Indicadores de transmisión de malaria, 2011	53
11. Centroamérica: Indicadores de los principales agentes etiológicos de leishmaniasis.....	59
12. Costa Rica: Componentes de sensibilidad y exposición al clima según evento en salud	63
13. Centroamérica: Información del sector salud en las comunicaciones nacionales 2000-2009.....	65

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

1. Vías por las que el cambio climático afecta la salud humana.....	19
2. Efectos del cambio climático en la seguridad alimentaria	21
3. Estrategia de investigación para artículos indexados.....	33
4. Estrategia de investigación para artículos no indexados	35

ÍNDICE DE MAPAS

1. América Latina y el Caribe: Brotes activos de dengue, 2009.....	46
2. América Latina y el Caribe: Distribución de la malaria, 2008.....	51
3. Centroamérica: Distribución endémica de los principales vectores de Chagas, 2004.....	55

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente, Panamá
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COMISCA	Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana
COP 15	15ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas en Copenhague 2009
COP 16	16ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas en Cancún 2010
COP 17	17ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas en Durban 2011
COSEFIN	Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
CTR	Comité Técnico Regional de la iniciativa
D	Dengue
DANIDA	Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca
DENV	Virus del dengue
DENV-1	Virus del dengue 1
DENV-2	Virus del dengue 2
DH	Dengue hemorrágico
ECCCA	Iniciativa La economía del cambio climático en Centroamérica
EDA's	Enfermedades diarreicas agudas
EHE's	Eventos hidrometeorológicos extremos
ENOS	El Niño-Oscilación Sur
ERAS	Estrategia Regional Agroambiental y de Salud de Centroamérica
ETEA	Escuela Superior de Técnica Empresarial Agrícola, Córdoba, España
ETV's	Enfermedades transmitidas por vectores
EVI	Índice de Vegetación Mejorada (por sus siglas en inglés)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FHD	Fiebre hemorrágica por dengue
GEI	Gases de efecto invernadero
IAC	Índice de amenaza climática
ICGES	Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud de Panamá
IMN	Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica
INCAP	Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá
INSMET	Instituto de Meteorología de Cuba

INSP	Instituto Nacional de Salud Pública de México
IOS	Índice de Oscilación del Sur
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IRA's	Infecciones respiratorias agudas
IV	Índice de vulnerabilidad
LC	Leishmaniasis cutánea
LCA	Leishmaniasis cutánea americana
LCD	Leishmaniasis cutánea difusa
LMC	Leishmaniasis mucocutánea
LTA	Leishmaniasis tegumentaria americana
LV	Leishmaniasis visceral
MACVAH/AREEC	Modelo para la variabilidad de la anomalía y cambio del clima en la salud humana/valoración del riesgo epidémico y estimación de los costos
MARENA	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador
MINSA	Ministerio de Salud de Costa Rica
MINSAL	Ministerio de Salud de El Salvador
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PACA	Política Agrícola Centroamericana
PESA	Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de la Organización de las Naciones Unidas
PIE	Período de incubación extrínseca
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PRESANCA	Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica
SICA	Sistema de Integración Centroamericana
SIECA	Sistema de Integración Económica Centroamericana
SIG	Sistemas de Información Geográfica
TSM	Temperatura Superficial del Mar
UC/CEPAL	Unidad Coordinadora de la iniciativa ECCCA de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe
UE	Unión Europea
UKAID	Programa de Asistencia del Ministerio para el Desarrollo Internacional del Gobierno Británico (por sus siglas en inglés)
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN EJECUTIVO

Aunque se estima que Centroamérica seguirá emitiendo niveles mínimos de gases de efecto invernadero (GEI), ya es una de las regiones más expuestas a sus consecuencias. Sus vulnerabilidades socioeconómicas históricas están siendo amplificadas por sus características de istmo estrecho entre dos continentes y dos sistemas oceánicos, el Pacífico y el Atlántico. La región siempre ha sido gravemente afectada por patrones de sequía, ciclones y el fenómeno de El Niño-Oscilación Sur (ENOS). El cambio climático está magnificando estas vulnerabilidades históricas e incidirá cada vez más en la evolución económica y ambiental de la región, pues los factores climatológicos son muy significativos en agricultura, generación hidroeléctrica y muchas otras actividades.

En respuesta a este reto, los Presidentes del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) acordaron un conjunto de mandatos para sus instituciones nacionales y regionales en la cumbre de mayo de 2008. Estos mandatos han sido ampliados en las cumbres de junio 2010, noviembre 2011 y junio 2012. En este marco, los Ministros de Ambiente y Hacienda o Finanzas, con sus instancias regionales, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y el Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (COSEFIN), la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) emprendieron la iniciativa “La economía del cambio climático en Centroamérica” (ECCCA), con financiamiento del Programa de Asistencia del Ministerio para el Desarrollo Internacional del Gobierno Británico (UKAID) y la Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA).

En el marco de esta iniciativa, el presente estudio tiene como objetivo analizar la relación entre el clima y la incidencia de las principales enfermedades de Centroamérica. Examina las investigaciones y los análisis disponibles, incluyendo resultados y metodologías desarrolladas. El estudio considera las repercusiones directas e indirectas causadas por fenómenos meteorológicos extremos y por cambios inducidos por el clima. Presenta una revisión bibliográfica del tema en revistas científicas indexadas y en otros documentos no indexados a fin de contar con estos antecedentes para futuras investigaciones. Ya que la investigación científica acumulada es una base importante para el avance del conocimiento en estos campos y la orientación de políticas de adaptación. Las enfermedades consideradas son dengue, malaria, enfermedades diarreicas (EDA's), infecciones respiratorias agudas (IRA's), enfermedad de Chagas, leishmaniasis y leptospirosis. Se buscaron análisis que correlacionan la incidencia de estas enfermedades con tendencias o con eventos de temperatura precipitación, contaminación del aire y enfermedades transmitidas por agua, alimentos, vectores y zoonosis. El período de análisis seleccionado es 1960 a 2012, utilizando las fuentes de información científica MEDLINE, COCHRANE y LILACS con las bases de datos de Pubmed, Academic Search Premier de EBSCOhost Web y Scielo y a través del buscador google académico. Finalmente se realiza un análisis de la vulnerabilidad del sector salud.

Históricamente, los países centroamericanos han enfrentado los efectos directos e indirectos de los fenómenos hidrometeorológicos en la salud. En los últimos años, ha surgido la preocupación por el aumento de la intensidad, la cantidad de estos eventos y por el cambio climático. Lo cual no impide reconocer que hay condiciones de vida, una importante parte de la vivienda, infraestructura de salud pública y ambientales que ponen la salud de la población en estado de alta vulnerabilidad aun sin al cambio climático. Varios países han avanzado en evaluaciones de su vulnerabilidad usando distintas metodologías, lo cual limita la posibilidad de comparar y sumar resultados.

El estudio identifica valiosos esfuerzos de los países de la región para estimar la variabilidad climática y su influencia en la salud. Algunos de ellos incorporan las variables climáticas para explicar la epidemiología de determinadas enfermedades, y otros las estratifican según las épocas del año (frío-calor, secas-lluvias) para explicar su estacionalidad. A pesar del considerable volumen y la calidad de los trabajos publicados, existe una agenda estratégica de análisis por cubrir, tanto en establecer la relación entre temperatura y precipitación con la incidencia de enfermedades claves, como la generación de futuros escenarios de cambio climático y su impacto sobre la salud humana en la región, y proponer medidas de adaptación intersectoriales. Según la información disponible sobre enfermedades sensibles al cambio climático en Centroamérica se puede señalar que:

- La región tiene experiencia valiosa en investigación, tratamiento y prevención de enfermedades tropicales, incluidas las transmitidas por vectores. Los registros de dengue, por ejemplo, indican la existencia de zonas endémicas con patrón estacional, principalmente en centros urbanos, pero los estudios que asocian la enfermedad con variables climáticas son escasos.
- La malaria fue preocupación constante durante todo el siglo pasado, especialmente durante la construcción del canal de Panamá. Como se muestra en la sección sobre la salud en cada país, la región tiene un activo sistema de vigilancia de esta enfermedad. Esto se ha traducido en una tasa de mortalidad baja y en la atención eficaz a brotes en años específicos. También se cuenta con bastante información sobre la distribución de los vectores y su relación con la degradación ambiental.
- La enfermedad de Chagas se considera una enfermedad desatendida en la región. Aunque existen iniciativas locales e internacionales para controlarla, su registro es deficiente y se desconoce su asociación con patologías crónicas. A pesar de la promoción de la investigación epidemiológica de esta enfermedad, los estudios que la relacionan con variables climáticas son escasos y están orientados a definir sus características de distribución, estacionalidad y hábitat del vector.
- La incidencia de las EDA's tiene una larga trayectoria en la región, principalmente porque es un padecimiento asociado a la pobreza, concentrado en población infantil. Aunque son varios los estudios que ayudan a comprender las variaciones estacionales de la enfermedad, no se cuenta con estudios que proyecten cambios de ocurrencia bajo diferentes escenarios de temperatura y precipitación.
- La seguridad alimentaria y nutricional, los episodios de estrés y ansiedad y las enfermedades de la piel después de eventos hidrometeorológicos han sido poco exploradas; la aparición de cuadros de deshidratación, golpes de calor o estrés por calor y

diversas patologías cardiorrespiratorias relacionadas con la contaminación atmosférica y el incremento de la temperatura en grandes ciudades tampoco han sido estudiadas.

El análisis constata que son varios los países que han incursionado en los estudios de clima y salud, como Guatemala, Nicaragua, Panamá y El Salvador en dengue; Belice y Panamá en malaria, y Guatemala y Belice en Chagas. Mención especial merecen las investigaciones desarrolladas en Costa Rica, ya que además de tener adecuados sistemas de información meteorológica y de salud, sus comunicaciones nacionales reportan avances del análisis de la salud en relación con el cambio climático.

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

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

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

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

Instituto de Meteorología (INSMET) de Cuba, y las Universidades de Miami y Michigan de los Estados Unidos de América, entre otros.

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) considera que el principal requisito para la adaptación de la salud humana ante el cambio climático es mejorar los sistemas de salud pública, especialmente los sistemas de vigilancia epidemiológica. Para ello es necesario evaluar la capacidad de recuperación y respuesta del sector salud ante los eventos causados por el cambio y la variabilidad climática. Hace falta una evaluación amplia que considere las posibles interacciones entre las diversas variables en los contextos más vulnerables: interculturalidad, infraestructura, pobreza e inequidad. Además de prever las potenciales repercusiones del resto de los sectores (agricultura, servicios, energía) en la salud: seguridad alimentaria, desnutrición, migración, diseminación de enfermedades y aumento de la pobreza.

INTRODUCCIÓN

Aunque se estima que Centroamérica seguirá produciendo una mínima parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, ya es una de las regiones más vulnerables a sus consecuencias. Sus vulnerabilidades socioeconómicas históricas se exacerban por su ubicación geoclimática en un istmo estrecho entre dos continentes y entre los océanos Pacífico y Atlántico. La región es recurrentemente afectada por sequías, ciclones y el fenómeno El Niño-Oscilación Sur. El cambio climático está magnificando estas vulnerabilidades e incidirá cada vez más en la evolución económica de la región, dado que los factores dependientes del clima son decisivos para las actividades productivas, como la agricultura. En términos fiscales, el cambio climático constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas en forma creciente; las cuales ya enfrenta mayores demandas por los impactos de un creciente número de eventos extremos como huracanes, lluvias intensas e inundaciones.

La región contiene valiosos acervos que requieren ser preservados y valorados por su contribución al desarrollo de las generaciones actuales y futuras. Tales son sus ecosistemas y biodiversidad abundante, que proveen múltiples servicios. Estos ecosistemas se están deteriorando por el patrón de desarrollo insostenible y lo serán más por el cambio climático. La población de la región, relativamente joven, con gran diversidad cultural, étnica y de estilos de vida, es un tesoro que requiere mayor reconocimiento e inversión para revalorar y desarrollar sus capacidades de respuesta.

En su cumbre de mayo de 2008, los Presidentes del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) acordaron un conjunto de mandatos para sus instituciones nacionales y regionales sobre la respuesta al cambio climático. A partir de entonces, la preocupación por los impactos de este fenómeno se ha mantenido en la agenda regional, y los Presidentes han ratificado y ampliado sus mandatos originales en las cumbres de junio 2010, noviembre 2011 y junio 2012.

En este marco, los Ministros de Ambiente y Hacienda o Finanzas, sus instancias regionales, la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y el Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (COSEFIN), la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), han emprendido la iniciativa “La economía del cambio climático en Centroamérica”. Dicha iniciativa busca generar evidencia de la vulnerabilidad de la región al cambio climático, estimar impactos y costos potenciales en diferentes sectores, alertar a los tomadores de decisiones y actores clave de la región sobre la urgencia de enfrentar este reto y propiciar un diálogo sobre opciones de políticas y acciones nacionales y regionales. La iniciativa ha contado con financiamiento del Ministerio para el Desarrollo Internacional del Gobierno Británico (UKAID) y de la Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA) y se apoya en un mecanismo de gestión conjunta con los Ministerios de Ambiente y Hacienda o Finanzas. El mecanismo incluye las instancias ministeriales y un Comité Técnico Regional (CTR) con delegados de dichos ministerios,

CCAD, COSEFIN y SIECA. Recientemente se han realizado consultas y establecido acuerdos con los Consejos de Ministros de Agricultura y Salud (CAC y COMISCA) y sus secretarías ejecutivas sobre la agenda de cambio climático en estos dos sectores.

El análisis considera el impacto potencial del cambio climático en Centroamérica en diversos escenarios de desarrollo y trayectorias de emisiones, frente a los costos y beneficios de posibles respuestas de inacción (conocidas como *business as usual*), opciones de reducción de vulnerabilidad, adaptación y transición hacia una economía sostenible baja en carbono. Establece un escenario macroeconómico tendencial sin cambio climático contra el cual se mide el costo del fenómeno. El análisis de impactos es “de abajo hacia arriba” por sectores y ámbitos como agricultura, recursos hídricos, eventos extremos y servicios ecosistémicos, los cuales son valorizados en función del PIB. Se exploran ampliamente los retos y opciones de adaptación y desarrollo de economías bajas en carbono por sectores también. Los escenarios futuros son estimados al año 2100, con cortes los años 2020, 2030, 2050 y 2070. Para las opciones de mitigación se adopta un marco temporal hacia el año 2030 con cortes a 2010 y 2020 por la incertidumbre sobre cambios tecnológicos. Por tratarse de escenarios a largo plazo que integran diversas “capas” de análisis con incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas, no como predicciones ni como magnitudes exactas.

Los primeros resultados sugieren que los impactos del cambio climático en Centroamérica en un escenario más pesimista de emisiones crecientes e inacción global (llamado A2 por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) son significativos y crecientes, con cierta heterogeneidad entre los países. Se confirma la asimetría de que los países desarrollados que han contaminado más sufren menos impactos y tienen recursos para adaptarse. En cambio, los países que menos contribuyen al problema sufren mayores impactos y tienen menos resiliencia. Se confirma también que los costos de los impactos en un escenario de inacción global, particularmente de los países emisores grandes, serían más elevados que los de un escenario con un acuerdo internacional equitativo e incluyente que lograra reducir significativamente las emisiones. Tendría que ser un acuerdo con responsabilidades compartidas y diferenciadas entre los países, que facilite a los países altamente vulnerables, como los de Centroamérica, avanzar con medidas de adaptación y mitigación en un marco de desarrollo sostenible e incluyente.

Desde la óptica económica es más rentable actuar ahora que dejar el problema a las generaciones futuras, además de las consideraciones éticas de esta posición. Los resultados de la investigación demuestran que el valor presente del costo de los impactos del cambio climático resultará demasiado alto a la postre si no tomamos medidas ambiciosas e inmediatas. Se confirma también que el cambio climático es el mayor fracaso del mercado jamás visto por no internalizar el valor del clima como bien público global y no registrar adecuadamente sus impactos en la sociedad y en los servicios ambientales. Esto implica que, más allá de la valorización económica, se requiere tomar decisiones éticas respecto a la inequidad entre generaciones y a cómo valorizar las necesidades de las generaciones futuras y de los ecosistemas, los cuales nos prestan múltiples servicios ambientales que perderemos antes de que el mercado incentive su manejo adecuado. Se concluye también que el cambio climático no puede ser tratado como responsabilidad exclusiva de las instituciones ambientales, sino como problema económico central y transversal con serias implicaciones fiscales.

El reto de adaptación de Centroamérica exige redoblar esfuerzos para reducir la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental, y aumentar la capacidad adaptativa de

las sociedades, poblaciones específicas y ecosistemas conexos. Debe admitirse asimismo que habrá límites a la adaptación, con pérdidas y daños no reparables aun si hubiera financiamiento abundante, sobre todo en el escenario de inacción con una economía mundial alta en carbono.

Las sociedades centroamericanas necesitan evitar estrategias ad hoc de lógica inercial que podrían resolver urgencias pero profundizarían los riesgos. En esta lógica, el cambio climático puede considerarse importante pero no atendible a fondo dadas las restricciones presupuestarias profundizadas por la actual recesión global y la presión de las urgencias sociales y económicas que podrían enfrentarse convencionalmente. Además, en las negociaciones internacionales hay una tendencia a separar las medidas de adaptación de las de mitigación. Esta solución puede ser impráctica para países con recursos fiscales y de inversión limitados.

Más recomendable sería lograr acuerdos nacionales, regionales e internacionales para impulsar estrategias adaptativas incluyentes y sustentables que integren las acciones de reducción de vulnerabilidad y de pobreza con las de adaptación y transición a economías más sostenibles y bajas en carbono. Esto incluye acciones de interés para la agenda de desarrollo sostenible e incluyente que pueden generar cobeneficios de reducción de emisiones, como la protección o restauración de bosques y la eficiencia energética e hídrica. En este escenario, la actual recesión económica global y los riesgos de cambio climático serían convertidos en oportunidad para revisar a profundidad la especialización productiva de las economías. Esto incluiría sus formas de inserción en los mercados regional y global, los vínculos entre sus patrones energéticos y las externalidades negativas por emisiones contaminantes, pérdidas de salud pública y de cosechas, debilidades de la infraestructura rural y urbana, degradación de ecosistemas y pérdida de sus servicios.

Las sociedades centroamericanas necesitan volverse gestoras audaces del recurso hídrico, asegurando su uso sostenible y eficiente para beneficio de la población y la producción. Blindar la seguridad alimentaria ante el cambio climático, particularmente los granos básicos, y transitar hacia una agricultura más sostenible es un reto enorme pero impostergable para proteger a la población pobre del campo y la ciudad. La protección de los ecosistemas naturales y su biodiversidad (bosques, sistemas montañosos y fluviales, zonas costero-marinas, corales y manglares) es vital para mantener sus múltiples servicios a la población humana y otros seres vivos. Un elemento esencial de adaptación al cambio climático y transición a economías bajas en carbono es el cambio tecnológico, entendido como acceso a tecnologías modernas y rescate de conocimientos y tecnologías tradicionales locales, particularmente de los pueblos indígenas y comunidades campesinas. La región ha desarrollado una gran dependencia de fuentes energéticas importadas y de origen fósil altamente contaminantes. El tránsito a una matriz energética de fuentes renovables locales mejoraría su seguridad energética, ahorraría divisas y reduciría los impactos negativos de los combustibles fósiles. Las ventajas y desventajas de las diversas opciones pueden variar entre países y dependen de acuerdos internacionales aún por establecerse. Debido a este contexto variable e incierto, la iniciativa busca proporcionar un análisis amplio, no necesariamente vinculado a la posición de países en particular.

Con el propósito de discutir, divulgar y aprovechar los resultados de esta iniciativa en la formulación de políticas nacionales y estrategias regionales, se publicaron los documentos Síntesis 2010 y Reporte Técnico 2011, los cuales se han presentado en casi veinte eventos nacionales y regionales con la participación de aproximadamente 800 funcionarios públicos, representantes de organizaciones no gubernamentales, de gremios, sector privado, universidades y otros centros de investigación. En coordinación con los Ministros de Ambiente, los resultados han sido presentados

en las últimas tres Conferencias de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COPs 15, 16 y 17), en eventos “paralelos” organizados por los Ministros de Ambiente, la CEPAL y otras agencias internacionales. Los resultados han servido de insumo para capacitar los comités nacionales de cambio climático y equipos de negociadores. Los análisis técnicos fueron incluidos en la Estrategia Regional de Cambio Climático, aprobada por los Ministros de Ambiente en 2010 y utilizados en la preparación de proyectos de financiamiento internacional y la discusión de diversas políticas nacionales.

En función de estos avances, los socios de la iniciativa acordaron avanzar en la generación de evidencia que apoye la formulación de políticas de adaptación, tomando en cuenta las necesidades específicas de los países y sectores. Se ha dedicado atención a los análisis desagregados sectoriales, espaciales y temporales, con énfasis en las tendencias climáticas de las últimas décadas y escenarios de las próximas. Así, la iniciativa ha analizado las tendencias del clima en las últimas décadas, escenarios futuros a escala departamental y por patrones intraanuales, cambios potenciales en indicadores de aridez e impactos potenciales en generación de hidroelectricidad en Guatemala y El Salvador.

La iniciativa desarrolla un análisis de tendencias históricas y sostenibilidad fiscal con los Ministerios de Finanzas o Hacienda de la región. Incluye dos cursos técnicos para funcionarios de los ministerios y un foro técnico. Apoya también a los Ministerios de Energía con asesoría para una propuesta de mayor integración de la respuesta al cambio climático en la Estrategia Regional Energética Sustentable Centroamericana 2020; prepara un análisis de variabilidad climática sobre la base de las series históricas de estaciones meteorológicas de la región para los Ministerios de Ambiente; y está preparando una agenda de trabajo técnico con los Ministerios de Agricultura y el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC).

Con los Ministerios de Salud y el Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana (COMISCA), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y varias instituciones expertas incluyendo el Instituto Nacional de Salud Pública de México (INSP), el Instituto Meteorológico de Cuba (INSMET) y el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de Salud de Panamá (ICGES), se ha acordado desarrollar la iniciativa “Salud y cambio climático” para analizar el impacto potencial del cambio climático en las enfermedades sensibles al clima. Como primer paso se ha preparado éste análisis del estado actual de conocimiento sobre la relación del clima y la incidencia de enfermedades como malaria, dengue y enfermedades respiratorias, entre otras.

Para apoyar la divulgación de los nuevos resultados se publica esta Serie técnica 2012, incluyendo esta publicación sobre patrones intraanuales climáticos históricos y escenarios futuros. Estos estudios contaron con la participación de diversos equipos de expertos coordinados por la Unidad Coordinadora de la CEPAL (UC/CEPAL) y revisados y aprobados por el Comité Técnico Regional (CTR) de la ECCCA.

De los aproximadamente 41 millones de habitantes de Centroamérica, dos terceras partes habitan en asentamientos que combinan pobreza con condiciones insalubres y servicios de saneamiento básico y de salud deficientes (FAO-E TEA, 2008). Estas carencias hacen vulnerable a la población al cambio climático. De hecho, algunas enfermedades asociadas a la pobreza, como malaria, dengue, infecciones parasitarias intestinales, enfermedad de Chagas, leptospirosis y leishmaniasis, también están asociadas a los cambios del clima (Hotez y otros, 2008).

La pobreza se combina con otros factores de vulnerabilidad social y ambiental. Centroamérica posee un mosaico de nichos ecológicos idóneos para la transmisión de enfermedades asociadas a los cambios de clima, además de su exposición permanente a eventos hidrometeorológicos, debido a que el istmo está estrechamente limitado por los océanos Atlántico y Pacífico. Además de sus efectos inmediatos, los desastres naturales tienen importantes efectos secundarios en la salud pública por las inundaciones, la destrucción de cultivos y la reubicación de afectados en espacios hacinados e insalubres (Noji y Toole, 1997).

En el marco de esta iniciativa, el presente estudio tiene como objetivo analizar la relación entre el clima y la incidencia de las principales enfermedades de Centroamérica. Examina las investigaciones y los análisis disponibles, incluyendo resultados y metodologías desarrolladas. El estudio considera las repercusiones directas e indirectas causadas por fenómenos meteorológicos extremos y por cambios inducidos por el clima. Presenta una revisión bibliográfica del tema en revistas científicas indexadas y en otros documentos no indexados a fin de contar con estos antecedentes para futuras investigaciones. Ya que la investigación científica acumulada es una base importante para el avance del conocimiento en estos campos y la orientación de políticas de adaptación. Las enfermedades consideradas son dengue, malaria, enfermedades diarreicas (EDA's), infecciones respiratorias agudas (IRA's), enfermedad de Chagas, leishmaniasis y leptospirosis. Se buscaron análisis que correlacionan la incidencia de estas enfermedades con tendencias o con eventos de temperatura precipitación, contaminación del aire y enfermedades transmitidas por agua, alimentos, vectores y zoonosis. El período de análisis seleccionado es 1960 a 2012, utilizando las fuentes de información científica MEDLINE, COCHRANE y LILACS con las bases de datos de Pubmed, Academic Search Premier de EBSCOhost Web y Scielo y a través del buscador google académico. Finalmente se realiza un análisis de la vulnerabilidad del sector salud.

En la primer sección se incluye una discusión de los impactos conocidos del cambio climático en la salud a nivel global, incluyendo la mortalidad asociada a temperaturas extremas, las enfermedades de origen hídrico, las transmitidas por vectores y las asociadas a la contaminación atmosférica, así como las consecuencias en la salud asociadas a eventos hidrometeorológicos y otros desastres provocados por el clima. En la segunda sección se presenta un análisis epidemiológico de la literatura sobre enfermedades sensibles al clima, consideradas prioritarias en términos de salud pública en Centroamérica. Finalmente se identifican necesidades de investigación en apoyo a la formulación de políticas de adaptación al cambio climático.

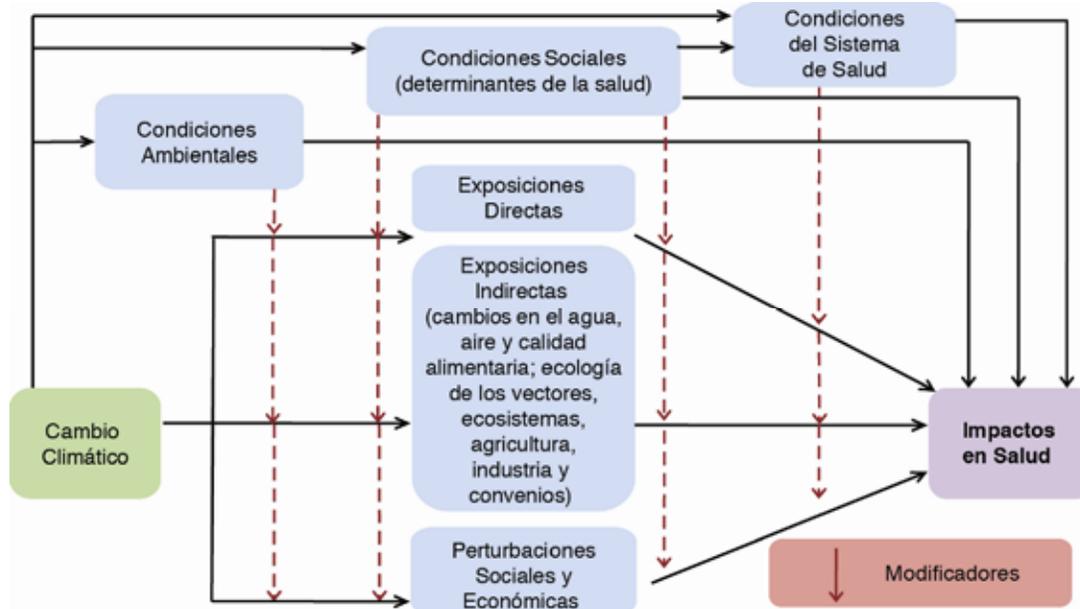
I. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD HUMANA

Para evaluar la relación clima/salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha utilizado estudios epidemiológicos basados en datos cronológicos de temperatura y precipitación y de enfermedad/mortalidad en poblaciones delimitadas geográficamente (ciudad, región, país, etc.) (OMS, 2008).

Los eventos considerados por la OMS para evaluar el estado de salud de poblaciones (carga global de la enfermedad) atribuidos a las variaciones meteorológicas a corto plazo, incluyen impactos directos del calor y del frío, disponibilidad de alimentos, impactos de eventos hidrometeorológicos, enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica, enfermedades transmitidas por vectores, agua, alimentos y zoonosis.

En el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2007), el grupo de trabajo “Impactos, adaptación y vulnerabilidad” precisó que los impactos pueden ser directos o indirectos por múltiples vías, y que su asociación con las variables climáticas puede ser modificada por factores ambientales, sociales y propios de los sistemas de salud (Véase el diagrama 1).

DIAGRAMA I
VÍAS POR LAS QUE EL CAMBIO CLIMÁTICO AFECTA LA SALUD HUMANA



Fuente: IPCC, 2007.

IMPACTOS DIRECTOS

Los efectos directos del cambio climático en la salud ocurren cuando los valores extremos de una o más variables como temperatura, precipitación, radiación solar, etc., impactan el organismo humano hasta provocar alteraciones fisiopatológicas.

EVENTOS DE MORBI-MORTALIDAD RELACIONADOS CON LA TEMPERATURA

El impacto directo más evidente de los cambios de clima en la morbi-mortalidad está asociado a las temperaturas extremas. Los primeros estudios sobre la relación del incremento de temperatura y mortalidad datan de principios del siglo XX. Destaca la evaluación realizada por Gover, que relacionó el exceso de muertes con las altas temperaturas entre 1925 y 1938 en 86 ciudades de los Estados Unidos de América (Gover, 1938).

El incremento significativo de la temperatura durante un período prolongado es conocido como ola de calor (Robinson, 2001). La ola de calor del 2003 en Europa trajo consigo una crisis sanitaria, política y social, y puso en evidencia las deficiencias del sistema de vigilancia epidemiológica de varios países desarrollados (Pirard, 2003). Tal evento orilló a evaluar el impacto de las temperaturas extremas sobre casos de morbi-mortalidad en el continente (Garssen y otros, 2005; Grizea y otros, 2003; Hutter y otros, 2007; Johnson y otros, 2005; Michelozzi y otros, 2005; Nogueira y otros, 2005; Pirard y otros, 2005; Simon y otros, 2005). Los estudios encontraron que, pese a la heterogeneidad de los métodos de análisis, los grupos de edad más afectados por la exposición a altas temperaturas fueron los mayores de 75 años, las personas con enfermedades previas o que vivían solas, los indigentes y las personas de bajo nivel socioeconómico en general.

Tales hallazgos sentaron las bases para desarrollar sistemas de alerta temprana a fin de reducir la morbi-mortalidad asociada a las altas temperaturas. Sin embargo, Centroamérica no cuenta con un programa específico de prevención o mitigación de los efectos directos de las temperaturas extremas en la salud humana.

EFFECTOS EN LA SALUD POR CAMBIOS EN LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS

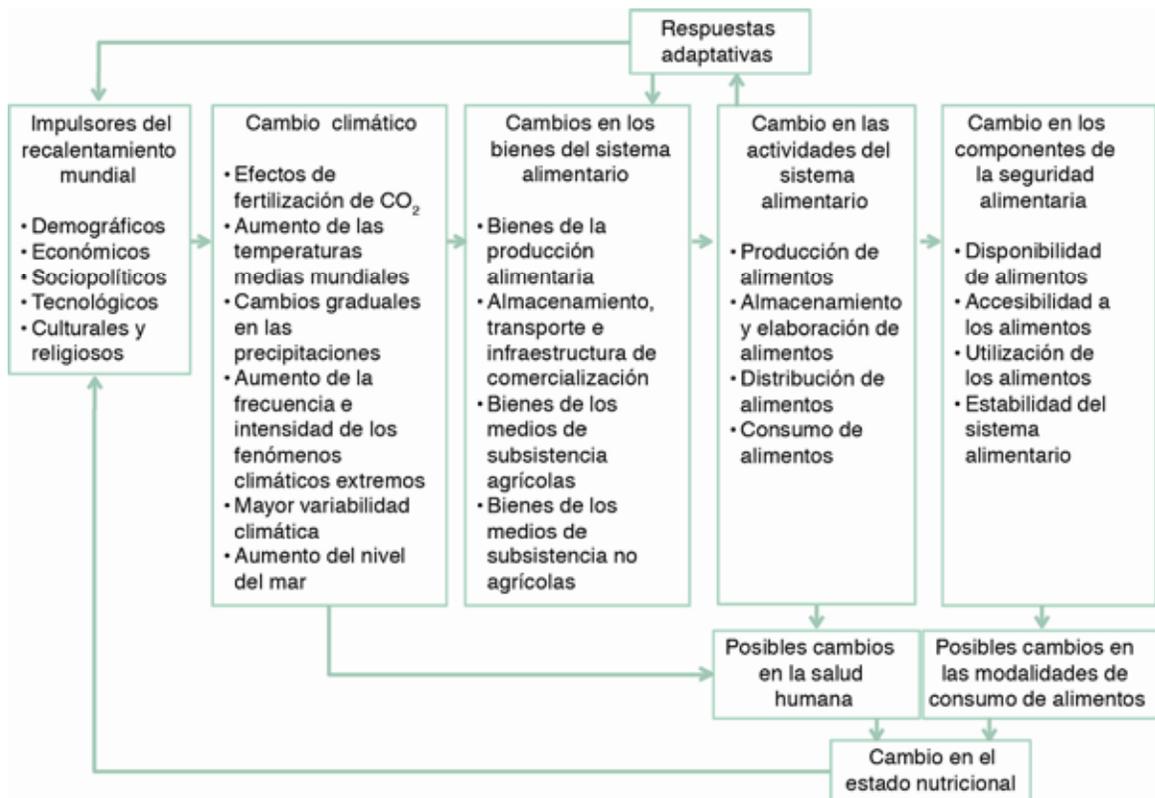
La vulnerabilidad de la población está relacionada con su nivel de seguridad o inseguridad alimentaria. Se puede definir como “la probabilidad de una disminución drástica del acceso a los alimentos o de los niveles de consumo, debido a riesgos ambientales o sociales, o a una reducida capacidad de respuesta”, la cual incluye diversas formas de malnutrición y hambre (FAO, 1996).

Diversos estudios han cuantificado los impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria global (Amthor, 2001; Fuhrer, 2003; Jones y Thornton, 2003; Gregory e Ingram, 2000). Recientemente, los estados nutricional y de salud de las personas han sido asociados con la insuficiencia de alimentos en países de bajos y medianos ingresos (Sorsdahl y otros, 2010) y poblaciones de bajos ingresos en países desarrollados (Hilary y Laraia, 2010).

Las evaluaciones de los efectos del cambio climático en la salud por la disponibilidad de alimentos son incipientes. En el último año se han desarrollado estudios que cuantifican el impacto negativo del cambio climático sobre la producción y rendimiento agrícola en Centroamérica, incluyendo la producción de granos básicos para la seguridad alimentaria, como maíz, frijol y arroz (Mora y otros, 2010a y 2010b; Ramírez, y otros, 2010a y 2010b; Ordaz, y otros, 2010a, 2010b y 2010c).

Dado que la inseguridad alimentaria incluye la falta de alimentos y de una nutrición adecuada, los estudios deberían incluir todos los factores del sistema de producción agrícola (producción, almacenamiento, elaboración, distribución, intercambio, preparación y consumo), calidad nutricional y contextos social y ambiental de las poblaciones (véase el diagrama 2).

DIAGRAMA 2
EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA



Fuente: FAO, 2007.

IMPACTOS INDIRECTOS

Los impactos indirectos del cambio climático en la salud son mediados por cambios inducidos por el clima en procesos biogeoquímicos complejos y por las influencias climáticas en otros riesgos ambientales de la salud.

El cambio climático ha sido asociado al aumento de frecuencia e intensidad de los eventos hidrometeorológicos extremos (EHE's) a nivel mundial. Estos eventos a menudo causan cuantiosas pérdidas materiales y humanas. Entre los desastres causados por EHE's hay impactos directos, como muertes y lesiones, e indirectos, como pérdidas agrícolas, diarreas, zoonosis y contaminación de suelos y mantos freáticos, entre otros (OMS, 2008).

EFFECTOS DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN LA SALUD

Los cambios de los patrones de temperatura y precipitación, aunados al deterioro ambiental en los últimos años han provocado perturbaciones significativas de los regímenes hidrológicos de Mesoamérica y de muchas otras regiones del mundo (Kabat, 2003).

Los EHE's tienen impactos directos e indirectos. Un ejemplo de los primeros son las inundaciones de Bombay por las lluvias extremas en 2005, las cuales provocaron alrededor de 1.800 muertes, según la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2005). El huracán más devastador en Centroamérica ha sido Mitch que en 1998, que dejó alrededor de 30.000 muertos y desaparecidos, así como cuantiosas pérdidas económicas, destruyendo viviendas, puentes, caminos y gran parte de las plantaciones de café y plátano (Cupples, 2007).

Los daños de EHE's a la infraestructura de comunicación, saneamiento y servicios básicos como luz, agua potable y servicios de atención de salud, así como las inundaciones posteriores al evento, pueden generar condiciones para la proliferación de múltiples enfermedades infecciosas, como cólera, dengue y diarreas (Shultz y otros, 2005).

Entre los impactos indirectos de los EHE's están las inundaciones de los cultivos, que traen consigo escasez de alimentos y contaminación de los suelos. A largo plazo, la población desarrolla trastornos de salud mental, como estrés post-traumático y depresión (OMS, 2008).

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA SALUD

Uno de los aspectos relevantes del cambio climático es el incremento de la temperatura en ciudades con contaminación atmosférica, debido a que las condiciones climáticas condicionan de manera directa la acumulación y dispersión de contaminantes (Ebi y McGregor, 2009). Éstos presentan distintos potenciales de daño a la salud humana, dependiendo de sus propiedades físicas y químicas, de las dosis inhaladas, del tiempo y frecuencia de exposición y de las condiciones de salud de la población expuesta (OMS, 2005).

Dos de los contaminantes más dañinos por la dificultad de controlarlos y por su impacto en la salud humana son el ozono y el material particulado. Ambos son sensibles al clima, en especial el ozono, contaminante secundario formado en la atmósfera por reacciones de contaminantes primarios como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles en presencia de la luz solar (radiación). Por ello sus niveles y variabilidad se relacionan con las condiciones climáticas calurosas (Liao y otros, 2007).

El incremento de las concentraciones de ozono se ha asociado a altos niveles de ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias (Schwartz, 1995), asma (Moore y otros, 2008) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (Schwartz, 1994; Moolgavkar y otros, 1997; Medina-Ramon y otros, 2006) en personas de 65 años y más.

Estudios recientes han evaluado los riesgos de mortalidad asociados al aumento de niveles de ozono por cambios de temperatura. Así, durante distintas olas de calor en Londres durante los años 2003, 2005 y 2006, se encontró un exceso de 6.000 muertes atribuibles a los niveles de ozono y 5.000 relacionadas directamente con el efecto de la temperatura (Doherty y otros, 2009).

En las ciudades de Centroamérica aún no se cuenta con estudios similares por la falta de datos de salud y, en algunos casos, por falta de monitoreo atmosférico. Las ciudades de la región requieren

especial atención porque han experimentado un crecimiento poblacional desordenado, el cual, ligado a factores económicos, aumenta los niveles de contaminación. Las principales fuentes de emisión son el obsoleto parque vehicular y el uso de combustibles de baja calidad (Swisscontact, 2000).

A fin de mejorar la calidad del aire de las zonas urbanas centroamericanas se han establecido estaciones de monitoreo atmosférico y se han adoptado medidas para reducir las emisiones de contaminantes, como el uso de gasolinas sin plomo. Costa Rica prohibió el uso de gasolina con plomo en 1996 y estableció la inspección anual de emisiones automotrices, logrando reducir los niveles ambientales del metal en un 60% (Onursal B y otros, 1997). No obstante, se estima que casi el 70% de la contaminación del aire urbano en la región es causada por el tráfico vehicular. Pero los estudios que estiman los daños a la salud por contaminación del aire urbano en la región son pocos (Strukova, 2007). El impacto de la temperatura en la contaminación del aire de la región tampoco se ha estudiado.

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUA Y ALIMENTOS

Las alteraciones de los patrones de precipitación asociadas a los cambios climáticos impactan la disponibilidad y calidad del agua superficial, lo que podría aumentar la carga de enfermedades de origen hídrico.

Las enfermedades diarreicas agudas (EDA's) presentan un patrón estacional, cuya mayor incidencia ocurre en las temporadas cálidas, las cuales favorecen la propagación de patógenos (Lesmana y Subekti, 2001). Los cambios en los patrones globales de precipitación contribuyen al brote de estas enfermedades (Patz y otros, 2008). En países de clima templado, las infecciones virales predominan en invierno, mientras que en los países tropicales ocurren todo el año, aumentando durante la estación seca y los meses más fríos. Las diarreas por bacterias suceden con mayor frecuencia en los meses más cálidos de la estación lluviosa. Además, el fenómeno de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) ha sido reconocido como factor influyente en EHE's y en la transmisión de enfermedades infecciosas. El calentamiento anormal de las aguas del Pacífico tropical altera la ecología regional y local. Los impactos extremos provocados por estos eventos han estado asociados al aumento de ingresos hospitalarios por EDA's, debido a que el incremento de temperatura favorece la proliferación de bacterias y parásitos que se ingieren con el agua de consumo humano (Checkley y otros, 2000; Hashizume y otros, 2007). Se ha demostrado que los ingresos a urgencias hospitalarias por infecciones gastrointestinales están relacionados con la turbidez del agua para beber (Schwartz y otros, 1997). Otros estudios muestran asociación entre EDA's y el consumo de mariscos crudos, mal cocidos o alimentos contaminados, cuya mayor incidencia ocurre durante los meses cálidos (Tangkanakul y otros, 2000; Daniels y otros, 2000).

Algunos estudios sugieren que el cambio climático puede afectar la salud por sus efectos en la floración nociva de fitoplancton o algas en aguas superficiales, estuarios y aguas costeras en cantidad suficiente para producir cambios en la coloración del agua (Harvell y otros, 1999). Otros estudios reportan que su proliferación podría incrementarse por cambios en la temperatura superficial del mar (TSM), la cual, junto con la fuerza de los vientos, contribuye a la proliferación de fitoplancton tóxico y a la intoxicación de humanos por consumo de moluscos (Colwell, 1996).

En Centroamérica persisten las malas condiciones de saneamiento básico, la mala calidad del agua para consumo humano y la contaminación fecal de los alimentos, lo que favorece la diarrea por infección intestinal.

La desigualdad económica de Centroamérica se refleja en el acceso al agua y al saneamiento. Las familias más pobres consumen agua de calidad notablemente inferior por la falta del servicio de agua potable domiciliar y los altos costos de los sistemas de desinfección. Por ejemplo, en Nicaragua más de la mitad de la población carece de servicios de saneamiento básico y tiene acceso limitado a la atención sanitaria (Banco Interamericano de Desarrollo, 2007).

ZOONOSIS

Las zoonosis son enfermedades transmitidas por animales vertebrados a los humanos, y algunas de ellas presentan patrón estacional. Los cambios en los patrones de temperatura y precipitación afectan la dinámica de la fauna silvestre y en menor proporción la dinámica de la fauna doméstica, influyendo a su vez en la transmisión de enfermedades. Una de las enfermedades zoonóticas más comunes es la leptospirosis.

La leptospirosis es causada directamente por espiroquetas de especies patógenas del género leptospira, cuyos portadores o vectores son los animales. La infección de humanos ocurre por contacto accidental con animales portadores o con el medio ambiente contaminado por leptospiras, cuya principal fuente es la orina del animal excretor, frecuentemente ratas, perros, bovinos, equinos y porcinos.

La mayoría de las infecciones por leptospirosis son sub-clínicas, es decir, enfermedades leves de recuperación rápida sin mayores consecuencias. Sin embargo, un pequeño porcentaje de ellas desarrolla diversas complicaciones por la implicación de múltiples sistemas orgánicos. La manifestación clínica depende de los órganos involucrados y la tasa de letalidad es de alrededor de 40% (Ashford y otros, 2000).

La leptospirosis resulta mal diagnosticada a menudo y suele pasar inadvertida. Aunque los principios básicos de prevención, como la reducción de la fuente, el saneamiento ambiental, la higiene laboral y personal, etc., son iguales en todas partes, no hay ningún método de control universal. La completa comprensión de las características epidemiológicas, ecológicas y culturales de una comunidad amenazada por leptospirosis es esencial para desarrollar e implementar medidas de control eficaces (Ashford y otros, 2000).

La leptospirosis ha sido reconocida como problema emergente de salud pública global por su creciente incidencia en países en desarrollo y desarrollados. En los últimos años se han producido brotes en Nicaragua, Brasil y la India. Algunos de ellos ocurrieron por inundaciones posteriores a eventos hidrometeorológicos (Vijayachari y otros, 2008). En Centroamérica los EHE's son comunes y resulta lógico esperar enfermedades asociadas a ellos.

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTOR

En las dos últimas décadas ha habido un intenso debate sobre los efectos de las variables climáticas en las enfermedades transmitidas por vector (ETV's). La influencia de la temperatura y la precipitación pluvial en ellas está bien documentada (Kuno y Gubler, 1995; Koopman y otros, 1991; Reiter, 1988; Foo y otros, 1985; Watts y otros, 1987; Gubler, 1998). Las enfermedades de este tipo más estudiadas son el dengue, la malaria, el mal de Chagas y la leishmaniasis. (Epstein y otros, 1998; Patz y otros, 1996).

DENGUE

El virus del dengue es la causa más común de enfermedades por arbovirus a nivel mundial. Su transmisión ocurre por picadura del mosquito *Aedes aegypti* mediante cuatro serotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4. Se distribuye fundamentalmente en los trópicos, donde se estima que hay entre 50 millones y 100 millones de enfermos anualmente (Wong y otros, 2009).

Los macro factores de riesgo del dengue son el área geográfica, clima, altitud, densidad poblacional, urbanización no planificada, alta densidad de viviendas, inadecuada disposición de basura, etc. Los micro factores son las características de los huéspedes/sexo, edad, estado inmune, condiciones de salud, ocupación, factores del agente/nivel de viremia, factores del vector/densidad de mosquitos hembras adultos, edad, frecuencia de alimentación, preferencia, y susceptibilidad innata a la infección (OMS, 1996).

Un factor sujeto a debate es el efecto del cambio climático en la diseminación del dengue. Al igual que otras enfermedades transmitidas por vector, el dengue presenta un claro patrón estacional: la temperatura y la lluvia fomentan la diseminación de los mosquitos y aumentan la probabilidad de transmisión humana del virus.

La temperatura cálida reduce el tamaño de las larvas de la *A. aegypti*, afectando el tamaño del mosquito adulto. Los adultos pequeños necesitan alimentarse más frecuentemente para incubar sus camadas de huevos, lo que aumenta la frecuencia de picaduras (Halstead, 1980). El período de incubación extrínseca (PIE) se abrevia con las altas temperaturas, incrementándose así la proporción de mosquitos infectados. Se ha demostrado que el PIE para el virus del dengue 2 (DEN-2) es de doce días a 30 °C y sólo siete días a 32 °C a 35 °C. Esto significa un incremento potencial de transmisión de la enfermedad tres veces mayor (Rodhain y otros, 1997). Así pues, un ligero incremento de temperatura en el rango de viabilidad de los mosquitos favorece la proliferación de mosquitos infectados y la frecuencia de picaduras. Si se consideran además períodos de lluvia, los lugares de alimentación de las larvas y de supervivencia de los mosquitos adultos también aumentarán (Sehgal, 1997).

Hales y otros (1999) investigaron la relación entre incidencia de dengue y eventos ENOS en 14 países insulares del Pacífico sur mediante correlaciones de los promedios anuales del Índice de Oscilación del Sur (IOS), temperatura local, precipitación y casos de dengue. Encontraron correlación positiva entre IOS y dengue en diez islas y correlación débil o negativa entre IOS y dengue en cuatro islas. De manera similar, Gagnon y otros (2001) establecieron una correlación temporal consistente entre eventos ENOS y epidemias de dengue en la Guyana Francesa, Indonesia, Colombia y Surinam. Los datos mensuales de temperatura e hidrología (precipitación y altura de los ríos) del mismo estudio mostraron que las epidemias de dengue en el norte de América del Sur están asociadas con temperaturas más cálidas y menor pluviosidad en años de El Niño.

La relación dengue-clima también ha sido estudiada mediante modelos de factores climáticos y mapas de distribución global de la enfermedad. Se han analizado áreas geográficas pequeñas con datos semanales agregados y se han evaluado las variables temperatura y precipitación como los principales factores del proceso biológico que afecta a la salud (Brunkard y otros, 2008; Hales y otros, 2002; Hopp y Foley, 2003; Hurtado-Díaz y otros, 2007).

Otros autores han propuesto estudiar las relaciones que permiten describir los impactos potenciales en la salud e identificar las vulnerabilidades mediante el procedimiento del modelo para

la variabilidad de la anomalía y cambio del clima en la salud humana / valoración del riesgo epidémico y estimación de los costos (MACVAH/AREEC). El modelo incluye tres índices complejos desarrollados en Cuba para estudiar la vulnerabilidad ante el cambio climático. Con estos índices se analizaron las interacciones entre las variables climáticas y la carga de la enfermedad, considerando que los procesos de enfermedad son multicausales. Las variables más importantes resultan ser el porcentaje de viviendas sin agua potable, el porcentaje de viviendas con piso de tierra, la tasa de analfabetismo de adultos (≥ 16 años de edad) y las actividades de control de vector (densidad de larvas, densidad de picaduras por hora, índice de hogares positivos –la relación entre el número de hogares positivos para larvas y el número de hogares inspeccionados– e índice de infección mensual basado en el número de hogares donde se observó la presencia del vector). El estudio también estima los costos atribuibles a los impactos del clima en la salud para el año 2010 y las posibles medidas de adaptación, entre ellas el desarrollo de un sistema de pronósticos de brotes de dengue basado en variables climáticas de cada provincia y municipio (Ortíz y otros, 2006).

El dengue ha tenido un incremento significativo en las últimas décadas en toda América Latina prácticamente, donde ahora pululan los cuatro serotipos. El riesgo de dengue hemorrágico (DH) se ha incrementado en Centroamérica (OMS, 1992).

MALARIA

La malaria es una enfermedad mortal transmitida a los humanos por parásitos del género *Plasmodium* mediante la picadura del mosquito *Anopheles* infectado. Existen aproximadamente 400 especies de *Anopheles*, de las cuales unas 30 o 40 transmiten cuatro especies de parásitos capaces de infectar al hombre: *P.falciparum*, *P. vivax*, *P.malariae* y *P.ovale*. Las especies *P. falciparum* y *P. vivax* son los más comunes, mientras que la *P. falciparum* es la más virulenta y mortal.

La malaria es uno de los grandes problemas de salud pública global por su nivel de incidencia, extensión de las áreas de transmisión y costo económico. En el año 2008 hubo 247 millones de casos en el mundo y casi un millón de muertes, principalmente en la población infantil del continente africano (OMS 2010).

El diagnóstico oportuno y el tratamiento reducen el tiempo de enfermedad, los casos graves y las muertes, lo que contribuye a interrumpir el ciclo persona/vector/persona (Hetzl y otros, 2007). La duración del tratamiento depende de la cepa, por ejemplo, catorce días para la infección por *P. vivax*, lo cual es la causa del 70% de los casos en América.

Las condiciones básicas de la infección son: a) abundancia del parásito, el cual puede provocar recaídas de sujetos previamente curados, o ser reintroducido por movimientos migratorios de humanos o de mosquitos infectados; b) presencia suficiente de mosquitos susceptibles, y c) número suficiente de humanos susceptibles en una localidad determinada. Para que la transmisión ocurra debe haber contacto entre humanos y vectores.

La abundancia del vector, la prevalencia de la infección en el parásito y las probabilidades de contacto humano/vector dependen de variables biológicas, geográficas, ambientales, demográficas y socioeconómicas, así como de las intervenciones preventivas y del acceso a los servicios de salud. La abundancia del vector está relacionada con los sitios favorables al desarrollo larvario de mosquitos, lo que a su vez depende de la topografía, hidrología, precipitación pluvial, temperatura y disponibilidad de fuentes de alimento sanguíneo. Esto fue identificado por un estudio desarrollado en Sucre, Venezuela, el cual correlacionó los casos de malaria en un período de 15 años (1986 a 2000)

con las variaciones climáticas. Los resultados mostraron que los patrones climáticos impactan en la biología y la ecología del vector, abreviando su período de incubación extrínseco (PIE) (tiempo necesario para que el patógeno sea infectante) debido a la temperatura, la precipitación y la humedad (Delgado y otros, 2004).

Otros estudios también han reportado relaciones entre eventos climáticos e incidencia de la enfermedad (Poveda y otros, 2001a; Poveda y otros, 2001b; Githeko y Ndegwa, 2001). Algunos estudios han utilizado modelos de transmisión espacio/temporales (Bouma, 1996; Zhou y otros, 2004) y predicción (Patz y otros, 1998; Thomson y otros, 2004; Ceccato, 2004), basados en variables climáticas. Así han mostrado que las altas temperaturas y la lluvia podrían ampliar el radio de transmisión de la enfermedad y modificar sus patrones (Tanser y otros, 2003; Patz y Olson, 2006).

ENFERMEDAD DE CHAGAS

La enfermedad de Chagas o tripanosomiasis americana es una enfermedad parasitaria causada por el protozoo flagelado *Trypanosoma cruzi*, el cual es transmitido a humanos por la deyección (después de la picadura) de determinados insectos artrópodos hematófagos de la subfamilia Triatominae entre ellos se encuentran: *Triatoma infestans*, *Triatoma dimidiata*, *Triatoma nítida*, *Rhodnius prolixus* y *Rhodnius pallescens*), o por otros medios, como transfusiones sanguíneas y trasplante de órganos, así como por la ingesta de alimentos contaminados o de la madre infectada al feto.

La enfermedad de Chagas es una patología endémica de América Latina que afecta principalmente a los habitantes de zonas pobres de Centroamérica y América del Sur. El principal vector en Centroamérica es *T. dimidiata*, el cual abunda en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, y es el segundo en importancia en Honduras y Colombia, después de la variedad *R. prolixus* (Dorn y otros, 2007).

La presencia de *T. dimidiata* en diferentes hábitats, dentro y alrededor de viviendas rurales y urbanas, y su carácter eurifágico, que incluye al hombre como huésped, lo convierten en vector importante de transmisión de la infección por *T. cruzi*. Este comportamiento y la baja eficacia de los insecticidas utilizados han provocado que los programas de intervención no logren los mismos resultados obtenidos en zonas infestadas con *T. infestans* y *R. prolixus*.

El curso de la enfermedad de Chagas se divide en fase crónica y fase aguda. La fase aguda o etapa indeterminada dura de seis a ocho semanas (en algunas personas puede extenderse indefinidamente), y generalmente ocurre sin manifestaciones clínicas detectables. Entre el 10% y el 40% de los individuos seropositivos presentan la forma crónica de la enfermedad, con daño en órganos y tejidos, incluyendo corazón, sistemas digestivo y nervioso periférico. Esta forma de infección se queda en el individuo por el resto de su vida.

El hábitat del vector y sus patrones de dispersión están determinados por factores climáticos y geográficos. El *Triatoma* sobrevive en climas cálidos con temperaturas que oscilan entre los 16 °C y los 32 °C. La prevalencia del vector en zonas con inviernos fríos se puede atribuir a su capacidad de hospedarse en microclimas más cálidos que la temperatura ambiente, como los hogares y la parte interior de ciertas plantas.

La distribución del *Triatoma* se relaciona con áreas tropicales y subtropicales con altitudes entre 100 y 1.800 msnm. No obstante *T. infestans* ha sido encontrado en altitudes de 4.100 msnm,

como es el caso de Bolivia (Monroy y otros, 2003a). De aquí se infiere que cambios bruscos en las características del hábitat modificarán los patrones de distribución y prevalencia de la enfermedad.

La tala de árboles y el aumento de la temperatura pueden fomentar la expansión del reservorio silvestre y de los vectores de *T. cruzi* hacia zonas de mayor concentración humana. Algunos estudios muestran que las altas temperaturas podrían acelerar el metabolismo del *Triatoma*, mientras que bajas concentraciones de humedad relativa podrían provocar su deshidratación, lo que aumentaría la frecuencia de su alimentación, pues la sangre provee una importante cantidad de agua (Carcavallo, 1999). Así, el incremento global de la temperatura afectaría la prevalencia de la enfermedad en zonas endémicas y aún en aquellas donde se considera erradicada (OMS, 2002).

LEISHMANIASIS

La leishmaniasis es una enfermedad parasitaria causada por más de veinte especies de protozoos del género *Leishmania*. Es transmitida al ser humano y a animales por picadura de insectos hematófagos hembras de la familia Phlebotominae, que incluye los géneros *Phlebotomus* y *Lutzomia* en Europa y América Latina, cuya sobrevivencia es mayor en climas cálidos y húmedos (Azpurua y otros, 2010).

El hombre puede ser infectado por parásitos provenientes de reservorios animales (ciclo zoonótico) o por parásitos tomados por el vector de otro huésped humano (ciclo antroponótico). La sintomatología clínica de la leishmaniasis puede presentar las siguientes manifestaciones: cutánea (LC), cutánea americana (LCA), mucocutánea (LMC), cutánea difusa (LCD) y visceral (LV). Las manifestaciones cutáneas también se conocen como leishmaniasis tegumentaria americana (LTA). La leishmaniasis cutánea presenta una forma no ulcerada conocida como leishmaniasis cutánea atípica (Nogueira y otros, 2005).

La leishmaniasis es una enfermedad de distribución global, endémica en al menos 88 ciudades, y se estima que 350 millones de personas están en riesgo de contraerla. Su mayor prevalencia ocurre en América Latina, el sur de Asia y África. El 90% de los casos LV ocurren en India, Asia y Brasil, y el 90% de los casos de LC se presentan en países de Asia y Centroamérica y América del Sur (Bern y otros, 2008).

Los agentes más importantes de LC, LV y LCA en América Latina son *L. braziliensis*, *L. guyanensis*, *L. panamensis*, *L. mexicana* y *L. infantum*, los cuales son transmitidos principalmente por especies caninas a humanos a través de vectores del género *Lutzomia*. Cada especie presenta patrones epidemiológicos y demográficos distintos. Los países más afectados son Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, México, Perú y Venezuela. La LV es endémica en áreas de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua (OPS, 2007).

VULNERABILIDAD DE SALUD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es un factor de riesgo emergente para la salud humana. Su irreversibilidad y su amplia gama de amenazas para la salud se encuentran en una etapa de desarrollo temprana.

La salud humana es resultado de la interacción de factores, los cuales incluyen la biología humana, el medio ambiente, procesos socioeconómicos, hábitos, costumbres, estilos de vida personales y comunitarios y, en un nivel de mayor agregación, la infraestructura socio-sanitaria.

Debido a la complejidad de los factores del cambio climático, algunos investigadores han tratado de estrechar la brecha de las ciencias sociales y las naturales para crear un marco metodológico apropiado para el estudio de la vulnerabilidad (Rodríguez, 2000; Hahn y otros, 2009; Gómez, 2001).

Füsel y Klein (2006) dividen las tendencias de estudios de la vulnerabilidad al cambio climático en dos: una basada en la evaluación del impacto climático en relación con las condiciones básicas de la región en estudio y otra que incorpora el concepto de capacidad de adaptación o de respuesta. Otros autores adoptan la definición de vulnerabilidad del IPCC, la cual se basa en el grado de susceptibilidad y/o incapacidad de las poblaciones y los sistemas ante los efectos adversos del cambio climático. Desde este punto de vista, la vulnerabilidad está en función de la exposición, sensibilidad y adaptación de las poblaciones y los sistemas de salud (IPCC, 2007).

Los métodos más usados para evaluar la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático consisten principalmente en la construcción de indicadores que incluyen variables sociales, ambientales y, a menudo, agregados de índices de vulnerabilidad. Mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG), este enfoque ha permitido identificar posibles efectos diferenciados del cambio climático entre regiones de un mismo país y plantear estrategias para mitigar los impactos.

La principal debilidad de este enfoque es que a menudo sus indicadores son seleccionados y ponderados en función de suposiciones y marcos teóricos poco sustentados. Por otro lado, ya que la dinámica de la vulnerabilidad está íntimamente ligada a contextos locales, resulta muy difícil establecer indicadores estándar, validados en otros contextos o niveles de agregación, puesto que los indicadores de escala nacional pueden perder poder explicativo de contextos específicos dentro de un país. Debido a esto se ha ido formando el consenso de que es preferible complementar los índices nacionales con variables locales y usar enfoques interdisciplinarios para mejorar la capacidad de respuesta de los sistemas y de la población (Manuel-Navarrete y otros, 2007).

Una propuesta que combina ambos enfoques es el “Marco de políticas de adaptación al cambio climático” del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005). Su principal propósito es evaluar la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático e incluye cuatro puntos: 1) selección del enfoque teórico y de la escala de evaluación/nacional, regional o local; 2) definición de una línea multidimensional base que delimite grupos vulnerables y sus características socioeconómicas, exposición a amenazas climáticas y manejo de recursos de adaptación; 3) evaluación de la vulnerabilidad actual como condición de riesgos y desastres; 4) evaluación de la vulnerabilidad futura.

La vulnerabilidad de los países ante condiciones climáticas extremas está en relación inversa a: la difusión y comprensión de los pronósticos climáticos, la capacidad técnica de adoptar medidas preventivas y la disponibilidad de recursos financieros para aplicarlas (ISDR, 2008).

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL SECTOR SALUD

La discusión científica sobre la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático ha sido muy fructífera al subrayar la salud humana como una de las categorías de análisis más importantes (IPCC, 2007; English y otros, 2009). Debido a esto se han desarrollado algunas metodologías para

evaluar la vulnerabilidad, destacando las enfermedades transmitidas por vector y los desastres causados por eventos hidrometeorológicos.

Algunos países han empezado a incorporar programas integrados de capacitación del personal de salud local, departamental y nacional, destacando el espíritu interdisciplinario e intersectorial del tema y de las medidas de adaptación, así como la construcción de indicadores de vulnerabilidad para municipios prioritarios. Esto con el fin de monitorear el avance de las medidas de adaptación y la promoción de la participación de las comunidades y del personal de salud en cada realidad concreta (Ministerio de Planeación y Desarrollo de Bolivia, 2006).

Los estudios de vulnerabilidad ante el cambio climático deben identificar los procesos que determinan la variabilidad climática para identificar las condiciones que amplifican los riesgos y los daños (Leary, 2006). En el cuadro 1 se hace una síntesis de los métodos presentados en la literatura reciente para evaluar la vulnerabilidad del sector salud.

**CUADRO I
METODOLOGÍAS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD EN EL SECTOR SALUD**

Metodología o herramienta	Descripción	Indicadores	Amenaza	Autor
Modeling Framework for Health Impact Assessment of Man-Induced Atmospheric Changes (MIASMA).	Modela los impactos de los cambios atmosféricos en la salud	Estrés térmico: Temperaturas mínimas y máximas Línea basal de la enfermedad: Tasas de prevalencia e incidencia Pérdida de ozono estratosférico: nivel de rayos UV-b que llega a la tierra.	Cáncer de piel, ETV	(Martens, 1997)
Estimación de la carga global de la enfermedad.	Estima la magnitud de los impactos en salud de varios factores ambientales, incluyendo el cambio climático a niveles regional y local.	Línea basal de las enfermedades sensibles al clima Estimar el incremento del riesgo de la enfermedad por cada unidad que incremente la exposición. Calcular la población expuesta presente y futura	Desastres, cambio climático.	(OMS, 2003)
UNFCCC Guidelines Methods to Assessing Human Health, Vulnerability and Public Health adaptation to Climate Change.	Evalúa la evidencia del impacto del cambio climático en la morbi-mortalidad de varios daños a la salud	Búsqueda de literatura Construcción de escenarios en base a emisiones. Escenarios no climáticos del impacto en salud. Morbilidad y mortalidad por golpes de calor, enfermedades por vector, contaminación del aire, inundaciones, inseguridad alimentaria, EDA's.	Cambio Climático	(OMS, 2008)
Lym Sim.	Simula la dinámica de la población del vector y del agente (Borrelia Burgdorferi) en varios huéspedes vertebrados.	Proporciones de bosques, praderas y ecotonos. Lecturas semanales de temperatura, precipitación, humedad relativa y déficit de saturación. Densidad poblacional de 4 a 5 tipos de huéspedes vertebrados comunes en la zona.	Enfermedad de Lyme	(Hayes y otros, 1999)
Índice de vulnerabilidad de los medios de vida.	El índice otorga el mismo peso a cada componente. Diseñado para uso a nivel local.	Perfil sociodemográfico. Medios de vida. Salud. Redes sociales. Alimento. Agua. Desastres y variabilidad climática.	Cambio Climático	(Hahn y otros, 2009)

(continúa)

(Continuación Cuadro 1)

Síndrome de vulnerabilidad a desastres hidrometeorológicos.	Interdisciplinario. Interacción sistema humano/ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> a) Pobreza, marginación. b) Debilidad institucional y democrática. c) Urbanización no planeada o no regulada. d) Población en áreas riesgosas. e) Crecimiento poblacional. f) Migración población rural a la ciudad. g) Aumento de la población afectada en desastres. h) Conversión de ecosistemas j) Erosión, k) Incremento en la intensidad de eventos hidrometeorológicos. k) Aumento de daños económicos por desastres. l) Dificultades de comunicar el conocimiento apropiadamente; m) Expansión de la agricultura. Eventos Hidrometeorológicos (Manuel-Navarrete y otros, 2007) 	Eventos Hidrometeorológicos (Manuel-Navarrete y otros, 2007)
---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la vulnerabilidad al cambio climático ayuda a comprender el impacto que la temperatura, la precipitación y otras variables climáticas pueden tener en la salud humana y posibilita el diseño e implementación de medidas de adaptación efectivas. La ventaja de la evaluación de la vulnerabilidad presente a la variabilidad climática es que incluye la comprensión de la enfermedad, las relaciones entre la exposición a factores climáticos y la respuesta a algunas enfermedades sensibles al clima, además de que sus resultados pueden servir como instrumentos para implementar intervenciones o medidas de adaptación que ayuden a reducir la carga de tales enfermedades.

Un ejemplo de lo anterior es el estudio realizado por Ortiz y otros (2004), que evalúa los efectos potenciales de la variabilidad climática sobre diferentes eventos de salud de la población en Cuba. El estudio incluye infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas agudas, meningitis bacteriana y viral, dengue, y asma bronquial, demostrando que con datos oficiales mensuales se puede ofrecer información apropiada a los tomadores de decisiones.

Otro ejemplo es el de los sistemas de alerta temprana de brotes de enfermedades transmitidas por vectores, los cuales permiten al sector salud dirigir los programas de control y otras actividades para reducir el número de casos (Madoff, 2004).

Las investigaciones de daños potenciales a la salud por el cambio climático dependen de que, al observar los efectos del clima con métodos epidemiológicos, se consideren otras variables, como los factores determinantes de la enfermedad y la vulnerabilidad de la población estudiada. Por ello habría que generar escenarios epidemiológicos asociables al cambio climático, considerando tres variables interrelacionadas: variables climáticas que puedan relacionarse directa o indirectamente con la salud, variables relacionadas con la etiología de cada enfermedad y variables de la vulnerabilidad de la población ante los impactos del cambio climático (PNUD, 2004).

Para entender la vulnerabilidad asociada al cambio climático existen estudios que incluyen variables demográficas (Hurtado-Díaz y otros, 2007). Otros estudios desarrollan índices complejos que reflejan las anomalías climáticas en diferentes escalas, por lo que incorporan información ecológica y social para explicar los mecanismos y las relaciones entre las condiciones climáticas y la enfermedad (Ortiz, 2006).

2. DATOS Y ESTUDIOS DISPONIBLES DE ENFERMEDADES SENSIBLES AL CLIMA EN CENTROAMÉRICA

El objetivo de este apartado es realizar un primer análisis del estudio de la salud y el cambio climático en los países de Centroamérica para establecer el estado del arte en la región, examinando las investigaciones y los análisis disponibles, incluyendo los resultados y las metodologías desarrolladas.

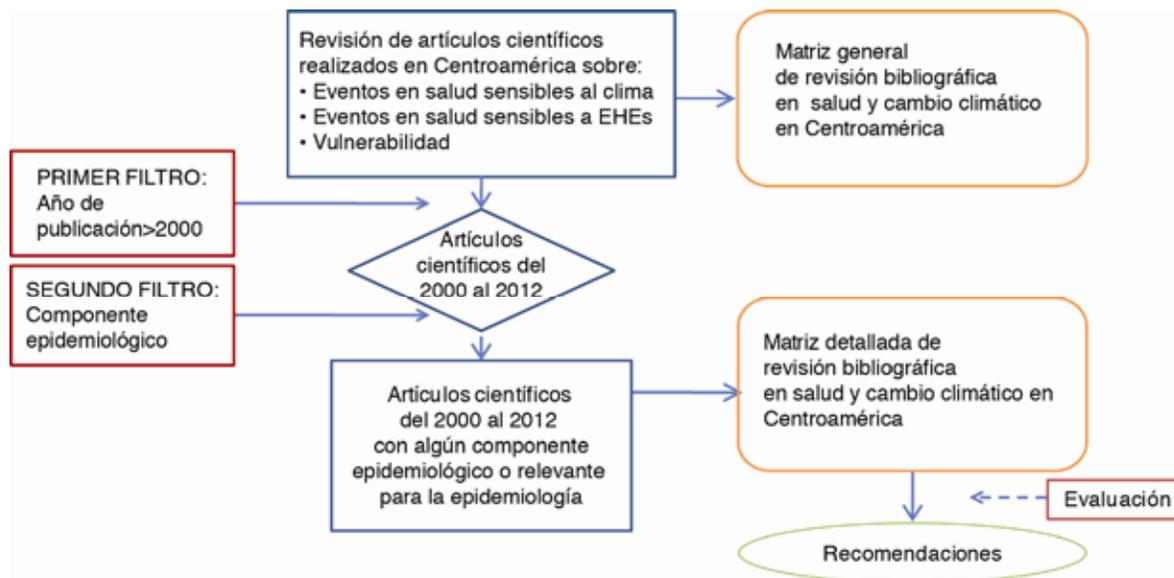
Específicamente se realiza una revisión sistemática de la literatura indexada y de no indexada como reportes, informes técnicos y publicaciones en bases de datos electrónicas de eventos de salud asociados al cambio climático, selecciona enfermedades sensibles al clima prioritarias en términos de salud pública en Centroamérica, analiza la literatura sobre enfermedades sensibles al clima basada en estudios epidemiológicos, identifica las instituciones y grupos de trabajo que generan investigaciones y se elaboran recomendaciones a partir de los hallazgos para orientar futuras investigaciones

Para examinar y evaluar el avance del conocimiento sobre el impacto del cambio climático en la salud humana de los países de Centroamérica, la estrategia de investigación consistió en dos tipos de búsquedas: la de información indexada (véase el diagrama 3) y la de documentos no indexados (véase el diagrama 4), ambas referentes a eventos de salud sensibles al cambio climático potencial. A continuación se describen ambas.

BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN INDEXADA

En base a la prevalencia/incidencia de los eventos de salud sensibles al potencial cambio climático, se realizó una revisión bibliográfica general en revistas científicas indexadas (Véase el diagrama 3) sobre: enfermedad de Chagas, enfermedades diarreicas agudas, dengue clásico y hemorrágico, leishmaniasis, leptospirosis y malaria. Además se revisaron artículos sobre los siguientes tópicos: vulnerabilidad de salud ante el cambio climático, adaptación y eventos hidrometeorológicos.

DIAGRAMA 3
ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN PARA ARTÍCULOS INDEXADOS



Fuente: Elaboración propia.

Esta revisión permitió tener una primera matriz general de artículos indexados sobre los eventos de salud sensibles al clima, eventos de salud sensibles a eventos hidrometeorológicos extremos, y vulnerabilidad y/o adaptación.

Los criterios considerados para la selección de artículos científicos fueron:

Países: Belice, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Panamá.

Años: 1960 a 2012.

Ejes temáticos: Salud, clima, cambio climático, variabilidad climática, estacionalidad, desastres naturales, vulnerabilidad y adaptación.

Temas transversales: estudios serológicos, evaluación de tratamientos, distribución geográfica de vectores y/o enfermedades, relación eco-epidemiológica entre el vector y su hábitat, vectores y variabilidad climática, evaluaciones de estrategias de educación y sistemas de información geográfica.

Enfoques: Epidemiológico, clínico, biológico, ecosistémico y geográfico.

La metodología de la búsqueda de artículos indexados fue la de utilizar fuentes de información científica MEDLINE, COCHRANE y LILACS, las bases de datos en Pubmed, Academic Search Premier de EBSCOhost Web y Scielo de manera electrónica y a través del buscador de Google académico. Se seleccionaron los términos de búsqueda de artículos indexados. Con los vocabularios de términos (descriptores) controlados más conocidos: el MeSH (MEDLINE/PubMed) y el DeCS (BIREME). La identificación de los términos relacionados con los ejes temáticos y los temas transversales se presentan en el cuadro 2. Se emplearon los términos conectores AND, OR y NOT, los cuales permiten combinar los descriptores usados en la búsqueda. AND es una combinación

restrictiva, OR una combinación de adición y NOT una combinación excluyente. Ejemplos del uso de estos operadores: (Climate Change) OR (Global Warming) OR (Climate). Los términos de búsqueda se combinaron de manera tal que incluyeran el nombre del país, la enfermedad, el evento de interés o el vector de la enfermedad y la variable o evento climático.

CUADRO 2
TÉRMINOS DE BÚSQUEDA EN ESPAÑOL E INGLÉS PARA ARTÍCULOS INDEXADOS

Término en Español	Términos en Inglés	Término Normalizado DECS , MESH
Belice	Belize	Belize
Guatemala	Guatemala	Guatemala
El Salvador	El Salvador	El Salvador
Costa Rica	Costa Rica	Costa Rica
Honduras	Honduras	Honduras
Panamá	Panama	Panama
Nicaragua	Nicaragua	Nicaragua
Centroamérica	Central America	Central America
Latinoamérica	Latin America	Latin America
Anopheles	Anopheles	Anopheles
Arbopictus	Arbopictus	Arbopictus
Áscaris	Ascaris	Ascaris
Helminths	Helminths	Helminths, Parasitology
Leishmania	Leishmania	Leishmania
Nematodos	Nematodes	Nematoda
Parásitos	Parasites	Parasites
Plasmodium	Plasmodium	Plasmodium
Triatoma	Triatoma	Triatoma
Tripanosoma	Trypanosoma	Trypanosoma
Asma	Asthma	Asthma
Chagas	Chagas	Chagas Cardiomyopathy
Dengue	Dengue	Dengue Virus, Dengue Hemorrhagic Fever, flavivirus, Aedes aegypti, Aedes Albopictus
Diarrea	Diarrhea	Diarrhea
Enfermedad diarreica aguda		Rotavirus Infections
Infecciones respiratorias	Respiratory Infections	Respiratory Tract Infections
Leishmaniasis	Leishmaniasis	Leishmaniasis
Leptospirosis	Leptospirosis	Leptospirosis
Paludismo	Malaria	Blackwater Fever, Malaria
Neumonía	Pneumonia	
Zoonosis	Zoonosis	Zoonoses
Virus del Nilo	West Nile Virus	West Nile Virus
Ciclones	Cyclones	Cyclones Cyclonic Storm, Cyclonic, Cyclonic, Cyclone, Cyclones, Typhoons, Typhoon
Desastre natural	Natural disaster	Natural disaster
Deslave	Landslide	Rockslide, Mudslides
Huracán	Hurricane	Hurricane
Inundación	Flood	Floodings, Catastrophic
El Niño	El Niño	
ENOS	ENSO	
Olas de calor	Heatwaves	Heat waves
Sequías	Drought	Droughts
Tormentas	Storms	Tropical Storm, Tropical
Calentamiento global	Global Warming	Global Warming
Calor	Heat	Hot Temperature
Cambio climático	Climate change	Climate Change
Clima	Climate	Climate
Contaminación del aire	Air Pollution	Air Pollution
Estacionalidad	Seasonality	
Nicho	Niche	Habitat, ecologic system, ecosystem
Pluvial	Pluvial	Rain
Precipitación	Precipitation	Climatology
Temperatura	Temperature	Temperature
Variabilidad climática	Climate Variability	

Fuente: Elaboración propia.

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN NO INDEXADA

La estrategia sobre información no indexada (véase el diagrama 4) consistió en una búsqueda general de las Comunicaciones Nacionales ante el Convenio Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), acuerdos, actas de congresos, folletos, libros y presentaciones disponibles sobre los eventos de salud referidos.

DIAGRAMA 4
ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN PARA ARTÍCULOS NO INDEXADOS



Fuente: Elaboración propia.

Los criterios considerados para la selección de documentos varios fueron:

Países: Belice, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Guatemala, Panamá y Nicaragua.

Años: 1960- 2012

Ejes temáticos: Salud, cambio climático, variabilidad climática, desastres naturales, vulnerabilidad y adaptación.

La metodología de la búsqueda de artículos no indexados fue de utilizar Google académico mediante la introducción de los términos boléanos combinados clave. Los términos de búsqueda que se emplearon en la compilación de información se presentan en el cuadro 3. Los términos anteriores se combinaron usando los nombres de los países y los vectores y/o enfermedades con los EHE's.

CUADRO 3
TÉRMINOS DE BÚSQUEDA EN ESPAÑOL E INGLÉS PARA ARTÍCULOS NO INDEXADOS

Países o extensiones geográficas	Vector	Enfermedades	Eventos hidrometeorológicos	Factores ambientales	Otros términos
Belice	Aedes	Asma	Ciclones	Calentamiento global	Acuerdos
Guatemala	Anopheles	Chagas	Desastre natural	Calor	Actas de congreso
El Salvador	Arbopictus	Dengue	Deslave	Cambio climático	Comunicaciones
Costa Rica	Áscaris	Diarrea	ENSO	Clima	Nacionales
Honduras	Helmintos	Enfermedad diarreaica	Huracán	Contaminación del aire	
Panamá	Leishmania	Infecciones respiratorias	Inundación	Estacional frío	
Nicaragua	Nematodos	Leishmaniasis	Niño	Nicho	
Centroamérica	Parásitos	Leptospirosis	Olas de calor	Pluvial	
Latinoamérica	Plasmodium	Malaria	Sequias	Temperatura	
	Triatoma	Neumonía	Tormentas	Variabilidad climática	
	Tripanosoma	Paludismo			
		Rabia			
		Virus del Nilo			
		Zoonosis			

Fuente: Elaboración propia.

CAPTURA Y SISTEMATIZACIÓN DE ARTÍCULOS Y DOCUMENTOS ENCONTRADOS

La máscara de captura se efectuó en Microsoft Office Access 2007, la cual comprende una descripción general del artículo o documento, una segunda sección más detallada y un apartado para el resumen y notas.

En la sección de datos generales del documento se incluyen los siguientes campos: autor, título, mes, año, revista, número, volumen, edición, páginas, diseño, período de estudio, unidad geográfica, población de estudio, unidad temporal y resultados.

En detalles del artículo se encuentran los siguientes campos: análisis estadístico, evento climatológico de estudio, variable climática bajo estudio, fortalezas, impacto en salud, grupo de investigación, fuente de datos de salud, fuente de datos de las variables ambientales, medida de tiempo entre la variable climática y la enfermedad y validez del estudio. En el apartado Resumen se encuentran dos campos, uno para resumen y otro para notas.

En el anexo I se describe cada uno de los campos de base en Access.

ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO

La base incluye 293 documentos publicados entre los años 1963 y 2012. El 80,2% son artículos científicos. Los países que aportaron más evidencia científica son Honduras y Costa Rica con 15,3% y 14,5%, respectivamente. Del total de documentos, el 9,2% son reportes, la mayoría realizados en Centroamérica (25,9%) y en América Latina (22,2%). El resto de documentos se encuentra distribuido en artículos de revisión, comunicaciones nacionales, artículos de divulgación y otros (véase el cuadro 4).

CUADRO 4
TIPO DE DOCUMENTO POR PAÍS Y REGIÓN

(Porcentaje)

País/Región	Tipo de documento					
	Artículos de investigación (n=235)	Artículos de revisión (n=4)	Artículos de divulgación (n=4)	Comunicaciones nacionales (n=8)	Reportes (n=27)	Otros (n=16)
Belice	15 (6,4 %)	*	*	*	*	*
Costa Rica	34 (14,5%)	1 (25%)	1 (25%)	2 (25%)	1 (3,7%)	1 (6,2%)
El Salvador	11 (4,7%)	*	*	1 (12,5%)	3 (11,1%)	2 (12,5%)
Guatemala	33 (14,0%)	*	*	2 (25%)	4 (14,8%)	3 (18,7%)
Honduras	36 (15,3%)	*	*	1 (12,5%)	2 (7,4%)	*
Nicaragua	29 (12,3%)	*	1 (25%)	1 (12,5%)	*	2 (12%)
Panamá	19 (8,1%)	*	*	1 (12,5%)	3 (11,1%)	1 (6,2%)
Centroamérica	22 (9,4%)	*	*	*	7 (25,9%)	3 (18,7%)
Latinoamérica	32 (13,6%)	2 (50%)	*	*	6 (22,2%)	1 (6,2%)
Global	4 (1,7%)	1 (25%)	2 (50%)	*	1 (3,7%)	3 (18,7%)

Nota: * No tienen el tipo de documento referido.

Fuente: Elaboración propia.

Se localizaron 239 artículos y documentos realizados durante y posterior al año 2000, de los cuales fueron seleccionados 123 por la utilidad de su información epidemiológica. Éstos fueron analizados en función del impacto en salud evaluado, campo de estudio, relación con variables y eventos climáticos, fuentes de datos epidemiológicos y meteorológicos y grupos de investigación responsables. Con respecto a este último punto se destaca la participación de las universidades nacionales autónomas de los países y los hospitales nacionales, así como la coparticipación de instituciones y agencias internacionales (Véase el Anexo II).

De manera general, los impactos en salud evaluados con mayor frecuencia son dengue, chagas y malaria (Véase el cuadro 5). El resto de los impactos han sido poco estudiados. Guatemala aporta el mayor porcentaje de artículos sobre Chagas (25,9%), seguida por Panamá (16,7%) y contribuciones del resto de América Latina (16,7%) y Centroamérica (14,8%). Para el caso del estudio de la incidencia del dengue, los países con más artículos publicados son Costa Rica (36,8%) y Nicaragua (17,5%). Un importante aporte para la información científica sobre malaria lo proporcionó Belice (38,5%), seguido por Honduras (23,1%) y Guatemala (15,4%).

CUADRO 5
ARTÍCULOS Y DOCUMENTOS, POR ENFERMEDAD, PAÍS Y REGIÓN
(Porcentaje)

Impacto en Salud	País /Región										Total
	Belice	CR	SLV	GTM	HND	NIC	Panamá	CA	AL	Global	
Chagas	1(1,8%)	5(9,2%)	1(1,8%)	14(25,9%)	3(5,5%)	4(7,4%)	9(16,6%)	8(14,8%)	9(16,6%)	*	54 (100%)
Dengue	*	21(36,8%)	4(7,0%)	3(5,3%)	6(10,5%)	9(17,5%)	3(5,3%)	2(3,5%)	8(14,0%)	*	57 (100%)
EDA	*	*	3(25,0%)	3(25,0%)	*	4(33,3%)	1(8,3%)	*	1(8,3%)	*	12 (100%)
IRA	*	1(33,3%)	*	*	*	2(66,7%)	*	*	*	*	3 (100%)
Leishmaniasis	1(4,7%)	*	*	3(14,2%)	2(9,5%)	*	3(14,2%)	3(14,2%)	4(19,0%)	2(9,5%)	19 (100%)
Leptospirosis	*	*	*	*	1(20%)	2(40%)	*	*	1(20%)	1(20%)	5 (100%)
Malaria	10(38,5%)	2(7,7%)	*	4(15,4%)	6(23,1%)	*	2(7,7%)	1(3,8%)	1(3,8%)	*	26 (100%)
Salud mental	*	*	*	*	2(50%)	2(50%)	*	*	*	*	4 (100%)
Otros	*	3(5,1%)	8(13,6%)	7(11,9%)	8(13,6%)	5(8,5%)	1(1,7%)	14(23,7%)	8(13,6%)	5(8,5%)	59 (100%)

Nota: CR = Costa Rica, SLV = El Salvador; GTM = Guatemala; HND = Honduras; NIC = Nicaragua; CA=Centroamérica; AL=América Latina, * No se analizaron impactos en salud.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante notar que impactos en salud como las IRA's y la salud mental han sido poco abordados. Se destacan los aportes de Costa Rica respecto a la información de la relación sobre las IRA's y contaminación atmosférica, y de Honduras y Nicaragua sobre salud mental posterior a EHE's.

Los eventos climáticos ligados a impactos en salud más estudiados en la región son los huracanes, los cuales se mencionan en 22 artículos, y las inundaciones, reportadas en doce artículos.

Para evaluar la relación entre clima y salud en 53 artículos se utilizaron las variables climáticas de temperatura y precipitación. Solo un artículo realizado en Costa Rica incluye la variable Temperatura Superficial del Mar (TSM).

Se evaluó la validez de cada uno de ellos según su propia metodología y tipo de análisis estadístico. El documento fue considerado válido si el análisis era congruente con los objetivos planteados y si la muestra o población de estudio eran representativas.

MORBILIDAD Y MORTALIDAD RELACIONADAS CON LA TEMPERATURA

Uno de los principales impactos del cambio climático es el incremento de la temperatura ambiente, que tendría mayores repercusiones en la salud en zonas tropicales, como es el caso de Centroamérica.

La revisión bibliográfica no encontró estudios que evaluaran el efecto del incremento de la temperatura ambiente en la población, pero se obtuvieron dos artículos sobre el estrés por calor en trabajadores de la caña de azúcar de Costa Rica y Nicaragua. Estos estudios evalúan las condiciones de trabajo, las horas de exposición directa al sol y los índices de temperatura en las

zonas de estudio sobre el estrés por calor en los trabajadores, determinando que el ambiente laboral los expone a mayores riesgos y que la hidratación mejora su salud y productividad (Crowe y otros, 2009; Delgado, 2009).

Lo anterior abre el panorama de investigación del impacto de la temperatura ambiente a nivel poblacional, tema primordial porque, según investigaciones sobre escenarios climáticos para Centroamérica, se prevé un aumento general de la temperatura de 3 °C a 5 °C hacia el año 2100 y que los niveles de precipitación aumenten o disminuyan según las zona y escenarios proyectados (IPCC-UNAM, 2010).

Los escenarios climáticos de la iniciativa “La economía del cambio climático en Centroamérica” estiman cambios de temperatura y precipitación, según los escenarios y modelos climáticos recomendados por el IPCC. En un escenario de emisiones inferior a la tendencia actual al año 2100 (Escenario B2 del IPCC), la temperatura aumentaría de 2,2 °C a 2,7 °C con variaciones por país, con un promedio regional de 2,5 °C respecto al promedio de 1980 a 2000. En el escenario A2, que mantiene la tendencia actual de emisiones crecientes, la temperatura podría aumentar entre 3,6 °C y 4,7 °C con variaciones por país, con un promedio regional de 4,2 °C.

La trayectoria esperada de los niveles de precipitación es más incierta. En el escenario de emisiones globales B2 al año 2100, la precipitación disminuiría 3% en Panamá, 7% en Guatemala, entre 10% y 13% en Costa Rica, Belice, El Salvador y Honduras, y 17% en Nicaragua. La reducción promedio regional sería 11%. El escenario A2 al año 2100 prevé que la precipitación disminuiría en un 18% en Panamá, 35% en Nicaragua y entre 27% y 32% en Costa Rica, Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras. Para la región se espera una reducción promedio de 28% (CEPAL/UKAID/CCAD/SICA, 2010).

EFFECTOS DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS EN LA SALUD

Entre 1930 y 2008, en Centroamérica se han registrado 248 eventos extremos asociados a fenómenos climáticos. Los más recurrentes son hidrometeorológicos (huracanes, tormentas tropicales, ciclones, sequías, inundaciones, deslizamientos y aluviones). Se estima que la intensidad de huracanes y tormentas podría aumentar entre 5% y 10% durante este siglo, impactando en mayor medida a Belice, Honduras, Costa Rica y Panamá (CEPAL/UKAID/CCAD/SICA, 2010).

Tan solo en esta última década, Centroamérica ha experimentado más de trece fenómenos hidrometeorológicos extremos, en los cuales se tiene registro de pérdidas humanas y materiales (véase cuadro 6).

CUADRO 6
CENTROAMÉRICA: EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS CON MAYOR IMPACTO, 1997-2011

(Número de muertos y damnificados)

Año	Evento	País	Muertes	Damnificados	Fuente
1997-1999	Sequías (El Niño)	Costa Rica		1 19 279	(Turcios I, 2005)
		Costa Rica	4	16 500	
		El Salvador	240	48 316	
		Guatemala	268	10 5000	
1998	Huracán Mitch	Honduras	5 657	617 831	(Turcios I, 2005)
		Nicaragua	3 045	368 261	
		Panamá	2		
		Belice	11		
		Belice	19	57 400	
2000	Huracán Keith	Nicaragua	12	13 000	(Turcios I, 2005)
		Honduras	9		
2001	Huracán Michelle	Nicaragua	4	1 000	(Turcios I, 2005)
		Honduras	6	>20 000	
2004	Inundaciones	El Salvador	9	232	(SNET, 2004)
		Honduras		30	(OPS, 2005)
2005	Tormenta Tropical Stan	El Salvador	25	55 000	(CEPAL, SEGEPLAN 2005)
		Guatemala	664	285 000	(BBC, 2005)
2007	Huracán Félix	Nicaragua	175	322 000	(CEPAL, 2008)
2008	Tormenta Tropical 36	Belice	14	31 520	(OPS/OMS, 2008)
2008	Tormenta Tropical Alma	Belice	8	5 328	(OPS/OMS, 2008)
2009	Huracán Ida	El Salvador	184	14 000	(Redhum, 2009)
		Guatemala	152		
2010	Tormenta Tropical Agatha	Honduras	17	420 000	(Telesur tv, 2010)
		El Salvador	10		
2010	Huracán Alex	Nicaragua	6		
		El Salvador	6		(AFP, 2010)
		Guatemala	2		
		El Salvador	1	3 128	
2010	Tormenta Tropical Matthew	Honduras	4	3 662	(Eliza, 2010)
		Nicaragua	4 a 70	4 000	
		Guatemala	39	500 000	
2011	Huracán Rina	El Salvador	34	56 000	
		Honduras	29	2 341	(SWISSINFO, 2011)
		Nicaragua	16	150 000	
2011	Depresión Tropical 12-E	Costa Rica	4	46 695	
		El Salvador	35	1 424 091	(CEPAL, 2011)
		Guatemala	51	254 903	

Fuente: Elaboración propia.

Se estudiaron 23 documentos, de los cuales 13 son artículos indexados sobre daños a la salud posteriores al huracán Mitch. Los resultados reportados son los siguientes: el mejoramiento de la estructura sanitaria (abastecimiento de agua) y los programas educativos de higiene (lavado de manos y manejo de alimentos) en Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala consiguieron disminuir los casos de diarrea en las comunidades afectadas (Moll y otros, 2007).

En Guatemala se realizó un estudio del estado nutricional en niños menores de cinco años de tres poblaciones antes y después del huracán Mitch. Haciendo un comparativo entre ambos períodos en el posterior al huracán la frecuencia de emaciación en las tres zonas fue mayor. Aparentemente las familias desplazadas sufrieron escasez de alimentos después del huracán por la pérdida total de las cosechas ese año (Barrios y otros, 2000).

En Istoca, Honduras, se detectó una importante contaminación de suelos por plaguicidas después del huracán Mitch. Las concentraciones de clorpirifos y paratión fueron de 30 a 100 veces mayores que las permitidas (Balluz y otros, 2001).

En un estudio realizado en Nicaragua, la prevalencia del síndrome post traumático en las zonas más dañadas por el huracán Mitch fue del 9% (Caldera y otros, 2001). Los pacientes con problemas mentales previos al huracán y los que contaban con educación básica fueron los más propensos a buscar ayuda. La experiencia del desastre se asoció a la prevalencia de la idea de suicidio (Caldera y otros, 2001). Por lo tanto, el área de salud mental no debe olvidarse dentro de las acciones de recuperación después de EHE's.

La mayoría de las intervenciones en Centroamérica tras el paso del huracán Mitch y otros EHE's se han orientado a la vigilancia de brotes en el corto plazo y a la reducción de riesgos por amenazas específicas, no a modificar procesos para el manejo integral de riesgos (Rocha y Christoplos, 2001).

EFFECTOS EN LA SALUD POR CAMBIOS EN LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS

En materia de seguridad alimentaria y nutricional, Centroamérica sigue siendo una región con grandes grupos de población afectados por la subalimentación y la desnutrición crónicas. Así lo muestra la FAO al indicar que para el año 2006, entre los países con mayores niveles de pobreza y subnutrición en América Latina, destacan Guatemala, Honduras y Nicaragua, resultando más afectados los niños menores de cinco años. De acuerdo al análisis, Guatemala es el país con mayor prevalencia de desnutrición, con niveles de bajo peso severo de 3,7% y bajo peso moderado de 22,7% (FAO-ETEA, 2008). Además, se estima que 393.335 y 17.445 familias se encuentran en alto y muy alto riesgo de inseguridad alimentaria, respectivamente (Presidencia de la República de Guatemala). Costa Rica es el país con mejores indicadores, con prevalencias de 0,4% de bajo peso severo y 5,1% de bajo peso moderado. Lo anterior indica la necesidad de poner mayor atención al problema (FAO-ETEA, 2008).

Hoy en día, parte de la población de El Salvador muestra signos de desnutrición. El retardo de talla en menores de cinco años es de 19,2%, siendo más afectada la población rural (24,2%) que la urbana (13,5%). Los departamentos con mayores retardos en esta categoría son Sonsonate con 27,1%,

Chalatenango con 26,3% y Morazán con 24,7%. Datos del año 2009 muestran que niños entre uno y tres años de edad padecen anemia por deficiencia de hierro y déficit de retinol sérico (23% y 5,3%, respectivamente). La población adulta también padece problemas nutricionales, ya que el 37% tiene sobrepeso y el 23% obesidad (OPS, 2012).

La desnutrición no sólo afecta a los niños con todas las consecuencias negativas para su desarrollo y aprendizaje, sino que es significativa en todos los grupos etarios de la población. Además de su costo humano, la desnutrición orilla a la caída en espiral: la falta de dinero para adquirir alimentos produce desnutrición, lo cual afecta negativamente a la productividad y a la capacidad de buscar trabajo, de tal forma que se entra en un círculo vicioso del cual es difícil salir (FAO, 2007).

Adicionalmente al problema de la pobreza, la evidencia científica coincide en que Centroamérica es una zona altamente vulnerable a los efectos del clima. Lo cual se confirma por la frecuencia e intensidad de eventos extremos, como huracanes y sequías, que a su vez repercuten en el desarrollo de la economía agropecuaria regional.

Dos de los países más afectados por el huracán Mitch, Nicaragua y Honduras, sufrieron pérdidas equivalentes al 80% y 49% de su producto interno bruto. Cifras agregadas del área centroamericana muestran que de los más de 6.000 millones de dólares en pérdidas atribuidas al huracán Mitch, prácticamente la mitad recayó en el sector agropecuario (Jímenez, 2004).

El fenómeno ENOS en la vertiente Pacífico de Centroamérica se ha manifestado en disminución de la precipitación, retraso de los meses de lluvia, incrementos de la temperatura media, reducción de la nubosidad, veranos más prolongados entre julio y agosto y mayor radiación solar. Esto ha favorecido la ocurrencia de incendios forestales, pérdidas en producción de granos, desfases en la ejecución de prácticas de manejo agrícola, como el control de malezas, plagas y enfermedades, fertilizantes y recolección de cosechas (CEPAL/UKAID/CCAD/SICA, 2010). El impacto económico de ENOS 1997 a 1998 provocó daños por 475 millones de dólares en Centroamérica. CEPAL estimó los daños económicos provocados por la sequía del año 2001 en 162 millones de dólares, de los cuales 61% correspondió al sector agropecuario.

En El Salvador, de acuerdo a una evaluación técnica del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) el año 2003, el fenómeno ENOS afectó directamente el régimen pluviométrico de la transición seca-lluviosa, provocando la prolongación de la época seca y daños considerables en los años agrícolas 1986, 1987 y 1991. Todo lo cual incidió negativamente en la producción de maíz, arroz y frijol (principales ingredientes de la dieta básica de la población). Problemas similares han enfrentado Nicaragua, Guatemala y Honduras en distintos períodos (Merino, 2003).

Estudios realizados por la iniciativa ECCCA estiman que los efectos de los futuros escenarios de cambio climático serán negativos para el sector agropecuario de Centroamérica. En resumen, el estudio determinó que con un incremento de la temperatura superior a 1,5 °C, la producción de maíz, frijol y arroz estaría en riesgo, lo que aumentaría los precios, provocando un suministro deficiente de alimentos en la región.

En adición, la seguridad alimentaria en la región es un tema de análisis fundamental porque la agricultura y la ganadería son dos de los motores de la economía (18% PIB), además de ser los principales abastecedores de insumos para la industria y contribuir con 35% de las exportaciones

totales. En consecuencia, cualquier evento climatológico extremo o cambio del clima afecta la producción y acceso a los alimentos (CEPAL/UKAID/CCAD/SICA, 2010).

Tal panorama ha obligado a los países a desarrollar estrategias de promoción de procesos productivos para mejorar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental, social y económica. Estos son los objetivos del INCAP, fundado por la OMS/OPS en 1949, y el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), creado por la ONU en el año 2002. Adicionalmente han surgido proyectos regionales como el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), órgano del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), fundado en 1991, integrado por los ministros de agricultura de los países miembros y respaldado por la Política Agrícola Centroamericana (PACA). Otro programa es la Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS), esfuerzo conjunto de las secretarías agropecuaria, ambiental y de los miembros de SICA, apoyado por el Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica (PRESANCA), financiado por la Unión Europea (UE).

En general, los estudios del impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria de Centroamérica aún son incipientes y no contemplan la compleja dinámica de la disponibilidad, estabilidad, accesibilidad y consumo de alimentos. Los nuevos enfoques deberán evaluar el problema en su conjunto, tomando en cuenta la heterogeneidad geográfica, demográfica y económica de la región.

ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA

El comportamiento epidemiológico de los agentes asociados con la enfermedad diarreica aguda depende del curso cíclico de virus, bacterias y parásitos en determinadas épocas y lugares. Estudios epidemiológicos de sus agentes causales indican que la EDA viral se presenta en invierno, mientras que la EDA bacteriana o parasitaria se presenta en verano. Los mismos estudios muestran que los agentes más comunes son las bacterias *Escherichia coli*, *Campylobacter* y *Clostridium difficile* y los parásitos *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Trichuris trichura* y *Ascaris lumbricoides* o virus del tipo rotavirus y enterovirus (Gutierrez y otros, 2005).

Cada año, alrededor de 77.600 niños menores de cinco años mueren de enfermedades diarreicas en América Latina y el Caribe. Las defunciones son causadas usualmente por agua y alimentos contaminados, además de la falta de higiene. A medida que el acceso al agua potable aumenta, la mortalidad infantil desciende. Entre el 60% y 80% de las enfermedades transmisibles de Centroamérica se relacionan con el abastecimiento de agua y el saneamiento deficiente (OPS, 2007) (véase el cuadro 7).

COSTA RICA

En Costa Rica la diarrea afecta principalmente a niños menores de cinco años (el 63% de los casos es causado por rotavirus) y adultos mayores de 65 años. La vulnerabilidad de estos grupos se explica por la mayor ocurrencia de deshidratación en ellos (IMN/MINSA/PNUD, 2008; Espinoza, 2004; OPS, 2007). Entre 1992 y 2001, la incidencia de la enfermedad aumentó, presentándose un pico en el año 2000. En Costa Rica las diarreas ocupan el segundo lugar de las enfermedades con declaración

sanitaria obligatoria desde 1998. Las provincias con mayores casos son San José, Alajuela, Heredia y Puntarenas (IMN/MINSA/PNUD, 2008).

Al analizar datos del período 1995 a 2001, Espinoza (2004) encontró que los picos de la enfermedad se presentan en marzo y mayo, en coincidencia con el mes más cálido y el mes de inicio de la temporada de lluvias. En la Provincia de San José observó una relación inversa entre precipitación e incidencia de la enfermedad: a mayor precipitación, menores casos de diarrea y viceversa. Las altas temperaturas propician la proliferación de bacterias en alimentos mal almacenados, mientras que la lluvia y la contaminación disminuyen la calidad del agua, lo que explicaría la correlación observada (Espinoza, 2004).

EL SALVADOR

En El Salvador se presentó un brote de gastroenteritis el año 2000, el cual se agravó a causa de dos terremotos el mismo año. Estudios de estos eventos identificaron dos picos en consultas por diarreas, uno en la temporada seca y otro en la lluviosa (Zablah, 2005). Otros estudios detectaron que gran parte de los casos de diarreas por rotavirus ocurre en menores de dos años durante la temporada seca y a comienzos de la época lluviosa, los cuales disminuyeron luego de administrarse la vacuna respectiva (de Palma y otros, 2010, véase el cuadro 7). En 2010, la tasa de morbilidad por diarrea y gastroenteritis fue de 5.000 por cada 100.000 habitantes, mientras que la de parasitosis intestinal fue de 3.164 por cada 100.000 habitantes (OPS/OMS/MINSAL, 2012).

GUATEMALA

En este país se realizó un estudio de la relación entre factores demográficos e incidencia de parásitos intestinales en niños de entre 5 y 15 años de edad en escuelas del Valle de Palajunoj durante el período 2004 a 2007. Las muestras fueron analizadas en laboratorio en búsqueda de los parásitos *Ascaris lumbricoides*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Hymenolepis nana* y *Blastocystis hominis*. Se observó una estacionalidad de la tasa de infección por *Entamoeba histolytica* e *Hymenolepis nana* durante la temporada húmeda (Cook y otros, 2009).

HONDURAS

La información disponible sobre casos de diarrea por rotavirus en Honduras es limitada. Según informes de la OMS, esta enfermedad fue la tercera causa de decesos hospitalarios de niños menores de un año entre los años 2005 y 2006. En este período se admitieron 3.292 niños con EDA's, de los cuales 1.168 presentaron infección por rotavirus. Estudios de la OPS documentan que entre 2000 y 2004 se registraron 222.000 consultas médicas, 4.390 hospitalizaciones y 192 fallecimientos hospitalarios de niños menores de cinco años. La Secretaría de Salud, a través de la dirección general de vigilancia de la salud y el programa ampliado de inmunización, comenzó la vigilancia del rotavirus desde el año 2005. Los estudios muestran que los niños infectados por rotavirus fueron en su mayoría varones menores de dos años, residentes de áreas urbanas, sobre todo en los meses de febrero y marzo (Castellanos y otros, 2008). También se ha demostrado que la mayor incidencia de infección por rotavirus en menores de cinco años ocurre en el área de la costa del Atlántico con dos patrones estacionales, uno de enero a abril, atribuido al rotavirus, y otro de junio a agosto, atribuido a bacterias (Solórzano Girón y otros, 2006; Armero y otros, 2004; véase cuadro 7).

NICARAGUA

En Nicaragua se estudió un brote de gastroenteritis por rotavirus ocurrido entre febrero y abril de 2005. Se identificó un patrón estacional definido durante la temporada seca en un contexto de riesgos por enfermedades severas, malnutrición y curaciones tradicionales (Amador y otros, 2008). Otros estudios hallaron que las infecciones diarreicas por norovirus (causante de la gastroenteritis) ocurrieron al comienzo de la época lluviosa del 2005, en coincidencia con el pico de admisiones hospitalarias por EDA's en la temporada de mayor precipitación (Bucardo y otros, 2008; Coldham y otros, 2000).

PANAMÁ

De acuerdo con datos del Ministerio de Salud (Ministerio de Salud de Panamá, 2010) entre 2007 y 2009 los casos de diarrea aumentaron. El 2007 se registraron 181.786 casos (5.443 por cada 100.000 habitantes); 2008: 185.443 (5.461 por cada 100.000 habitantes) y 2009: 202.554 (5.870 por cada 100.000 habitantes).

CENTROAMÉRICA

En Centroamérica las EDA's afectan principalmente a los niños. En febrero de 2004 se reportaron 66.000 casos de diarreas. Los decesos fueron mayormente de niños por rotavirus, el agente viral de diarrea aguda más letal (la diarrea que dura un máximo de 14 días). Las infecciones por rotavirus que resultaron EDA's en menores de cinco años mostraron un patrón estacional durante la temporada seca de invierno, principalmente entre los meses de noviembre a mayo (véase cuadro 7).

CUADRO 7
CENTROAMÉRICA: PATRONES DE ESTACIONALIDAD DE EDA'S EN POBLACIÓN INFANTIL, 1995-2009

Pais	Autor	Patógeno	Estacionalidad	Periodo	Temporada
El Salvador	Armero y otros, 2004	Desconocido	Mayo-Julio	2000-2002	Lluviosa
		Rotavirus	Noviembre-Marzo	2000-2002	Seca
El Salvador	Zablah 2005	Rotavirus	Diciembre-Febrero	2000-2001	Seca
		Desconocido	Mayo-Julio	2001-2002	Lluviosa
El Salvador	De Palma y otros, 2010	Rotavirus	Noviembre-Marzo	2001-2002	Seca
		Rotavirus	Enero-Junio	2006-2009	Seca-Lluviosa
Guatemala	Bern y otros, 2000	Cyclospora	Mayo-Agosto	1997-1998	Seca-Lluviosa
		Cryptosporidium	Julio-Octubre	1997-1998	Lluviosa
Guatemala	Cook y otros, 2009	Entamoeba		2004-2007	Lluviosa
		Hymenolepis		2004-2007	Lluviosa
Honduras	Solórzano y otros, 2006	Rotavirus	Enero-Abril	2000-2004	Seca
		Bacteria	Junio-Agosto	2000-2004	Lluviosa
Honduras	Castellanos y otros, 2008	Rotavirus	Febrero-Marzo	2007	Seca
Nicaragua	Coldham y otros, 2000	Desconocido	Junio-Septiembre	1995-1997	Lluviosa
		Desconocido	Enero-Abril	2000-2004	Seca
Nicaragua	Amador y otros, 2008	Desconocido	Mayo-Agosto	2000-2004	Lluviosa
		Rotavirus	Febrero-Mayo	2005	Seca
Nicaragua	Bucardo y otros, 2008	Norovirus	Mayo-Julio	2005-2006	Lluviosa

Fuente: Elaboración propia.

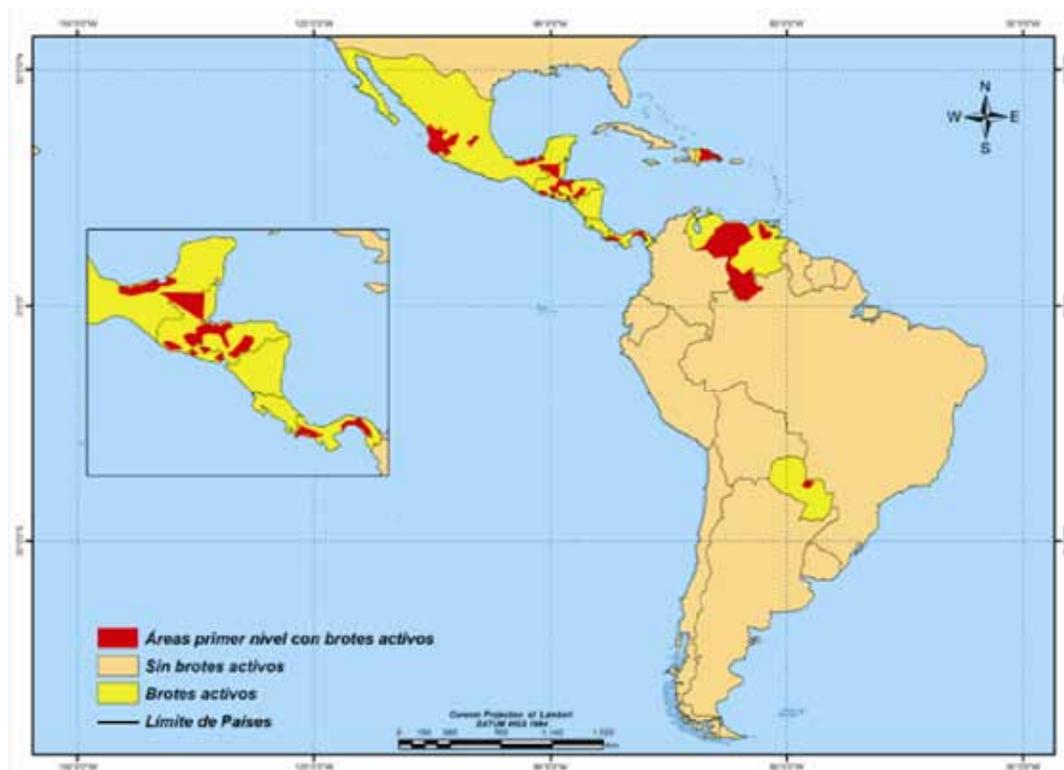
Como se observa en el cuadro 7, los estudios que vinculan EDA's con patrones estacionales se concentran en Nicaragua, Honduras y El Salvador. En Guatemala, Costa Rica, Panamá y Belice no se encontraron estudios de EDA's posteriores al año 2000. Los países con mayor prevalencia de

enfermedades parasitarias son El Salvador, Guatemala y Honduras. Los estudios más recientes en Guatemala encontraron asociación entre patrones estacionales y diarreas provocadas por parásitos como *Cyclospora*, que prolifera en los meses más calientes, y *Cryptosporidium*, que prolifera en los meses más lluviosos (Smith, 2001; Bern y otros, 2000). Estos estudios ayudan a comprender la estacionalidad de los casos de EDA's y son la base para evaluar los riesgos de la enfermedad en escenarios donde los patrones de temperatura y precipitación se verán alterados.

DENGUE

El dengue ha tenido un incremento significativo en los últimos veinte años en toda América. Esta enfermedad contribuye con más del 10% de los casos reportados de América Latina y el Caribe, de los cuales El Salvador y Costa Rica contribuyen con poco más de la mitad, 39% y 21%, respectivamente (COMISCA, 2009). El siguiente mapa ilustra la situación endémica del dengue durante una semana epidemiológica en 2009.

MAPA I
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: BROTES ACTIVOS DE DENGUE, 2009
 (Por ubicación geográfica, semana epidemiológica 45, 2009)



Nota: 1er Nivel administrativo subnacional.

Fuente: Elaboración propia en base a OPS, 2009.

A continuación se presenta la situación actual del dengue por países según reportes de la OPS y de Ministerios de Salud nacional. En los casos de Honduras, Nicaragua y Panamá se presenta la información disponible más reciente.

BELICE

El dengue es endémico en Belice. Si bien el promedio de casos ha sido relativamente bajo (menos de cinco casos por año), se han producido brotes en el año 2002 (42 casos) y en 2005 (652 casos). De estos últimos, 614 (94%) se registraron en el Distrito de Cayo. El primer caso confirmado de fiebre hemorrágica por dengue (FHD) ocurrió en 2005. En la ciudad de Belice se identificaron los serotipos 2, 3 y 4 (OPS, 2007). En 2010 se registraron 2.178 casos; por lo tanto, la población parece ser vulnerable a un nuevos brotes (OPS, 2011).

COSTA RICA

Desde la semana epidemiológica número 27 del año 2009 hasta principios del 2010, el número de casos de dengue ha mostrado una tendencia creciente. El promedio es de 275 casos semanales, pero a partir de la semana número 13 se incrementó, alcanzando más de 550 casos en la semana número 21. Al finalizar 2010, se registraron 31.773 casos (OPS, 2011). Las regiones más afectadas durante todo el período han sido Pacífico Central (62.440 casos), Chorotega (54.703 casos), Huetar Atlántica (44.385 casos), Central Norte (15.931 casos), Central Sur (12.441 casos) y Brunca (9.477casos). Las tres regiones restantes Occidente, Central Este y Huetar Norte también han presentado casos, pero su incidencia es inferior (Ministerio de Salud de Costa Rica, 2010).

EL SALVADOR

En los últimos diez años, el dengue en El Salvador ha presentado un comportamiento endémico con brotes epidémicos, el último de ellos en 2010. Entre 2006 y 2010 se reportaron 77.866 casos sospechosos, pero solo se confirmaron 33.084, el 97,9% de los cuales fueron de dengue clásico y el resto de DH (OPS, 2012). Hasta la semana epidemiológica número 5 del año 2010, se registraron 1.388 casos sospechosos, de los cuales 1.126 fueron confirmados (23 casos de DH, con un porcentaje de positividad del 70% y un 18% de hospitalización). El 74% de los casos confirmados se presentó en el grupo de edad de 0 a 19 años. La mayoría de los casos confirmados ocurrieron en 14 departamentos, siete de ellos (Santa Ana, La Paz, San Salvador, Chalatenango, Sonsonate, Ahuachapán, Cabañas, Morazán y La Libertad) presentan tasas de incidencia superiores al promedio nacional, que es 16 por cada 100 mil habitantes. El 72% de los casos confirmados son del área urbana. De los 262 municipios, 176 (67%) han reportado casos sospechosos, confirmándose en 129 municipios (49%) (Ministerio de Salud de El Salvador, 2012a). Hasta la semana número 52 del 2010, se registraron 22.406 casos (OPS, 2011).

GUATEMALA

De enero al 19 de junio del año 2010 se registraron 4.391 casos de dengue en Guatemala, 98 de los cuales fueron de dengue hemorrágico. Los departamentos con más casos registrados son: Jutiapa, Zacapa, Santa Rosa, Chiquimula, Escuintla, Suchitepéquez, Guatemala, San Marcos y Quetzaltenango. Una característica del comportamiento de la enfermedad en este país es que la mayoría de los casos del año 2009 se registraron en la parte norte del país (Petén e Izabal), mientras que en 2010 las cifras más altas se presentaron en la parte sur y en occidente, según reportes del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala, 2012 (MSPAS). El total anual de casos de dengue en Guatemala es de 17.045 (OPS, 2011).

HONDURAS

En el período de 1991 a 2010, el número de casos anuales de dengue clásico en Honduras aumentó en forma lineal, con brotes epidémicos en 1991 (3.045 casos), 1995 (18.152 casos), 1998 (21.359 casos), 2002 (32.269 casos), 2007 (29.328 casos) y 2010 (66.814 casos) (Ávila y otros, 2010; OPS, 2011). Los casos de DH también aumentaron, con brotes epidémicos en 2000 (314 casos), 2002 (863 casos), 2007 (1.692 casos), 2010 (2.600 casos hasta la semana epidemiológica número 39). Dos terceras partes de los casos correspondieron a personas mayores de 15 años (Ávila y otros, 2010). Honduras fue el país centroamericano con mayor número de casos el año 2010 (OPS, 2011).

De acuerdo con la OPS, el dengue en Honduras se mantuvo en alrededor de 19.000 casos anuales en 2004 y 2005, con 10% de casos de dengue hemorrágico, luego de un ascenso notable a más de 32.000 casos en 2002, sobre todo en las ciudades (OPS, 2010). En 2010 los casos aumentaron poco más del doble (66.814) (OPS, 2011).

NICARAGUA

Entre los años 2000 y 2005, los 17 departamentos de Nicaragua reportaron casos de dengue. El laboratorio nacional confirmó la circulación de los serotipos 1, 2 y 4. El serotipo 2 es el que ha causado más muertes. Para el 2003, la tasa de morbilidad por dengue fue de 4,7 por cada 100.000 habitantes (dengue clásico) y de 0,4 por cada 100.000 (DH). En 2004 los departamentos más afectados por el dengue hemorrágico fueron Masaya y Granada; los más afectados por dengue clásico fueron Masaya, Madriz y la región autónoma del Atlántico Norte. La mayor morbilidad se presentó en la población de entre cinco y catorce años (4,5 por cada 10.000 habitantes). En el 2005, la mortalidad fue de 0,2 por cada 100.000 habitantes. Para el 2010, la Organización Panamericana de la Salud reportó 5.192 casos (OPS, 2011).

PANAMÁ

A diferencia del resto de los países de Centroamérica, Panamá no ha experimentado epidemias de dengue, excepto el brote de 1995 con 3.083 casos. Es el único país de la región que ha detectado casos en ausencia de epidemia. Durante las primeras semanas del año 2000 se reportó un incremento de casos, seguido de un rápido decremento hasta la semana número 10, igual que en el resto de los países. Antes del 2000 se habían aislado los cuatro serotipos y en la actualidad no ha sido reportado ninguno (OPS, 2007). La incidencia de la enfermedad ha variado entre 2007 y 2010, reportándose 3.509 casos (105 por cada 100.000 habitantes) en 2007; 1.461 casos (43 por cada 100.000 habitantes) en 2008; (216 por cada 100.000 habitantes); 7.469 en 2009 y 2.002 en 2010. En este último año, Panamá fue el país centroamericano con la menor incidencia de dengue (OPS, 2011; Ministerio de Salud de Panamá, 2010).

CENTROAMÉRICA

El dengue se ha convertido en una de las principales enfermedades transmitidas por vector en Centroamérica en la última década, como se observa en los cuadros 8 y 9. Pero las publicaciones científicas de la región no lo reflejan. De los 70 artículos científicos sobre la enfermedad escritos en países de Centroamérica, solo 19 (27,1%) fueron publicados desde el año 2000 a la fecha, y de éstos, solo tres abordan la relación entre el clima y la salud.

CUADRO 8
CENTROAMÉRICA: CASOS REPORTADOS DE DENGUE Y DENGUE HEMORRÁGICO POR PAÍS, 2008

País	Semana*	Casos reportados de D & DH				Serotipo	DH	Muertes	Población por 1000	(FHD/D) x100
		Clínico	Tasa de Incidencia	Confirmados	Tasa de Incidencia					
Belice	43	23	9,96	--	0,00	DEN	0	0	231	0,00
Costa Rica	44	7 160	220,72	--	0,00	DEN 1, 2	52	0	3 244	0,73
El Salvador	52	5 774	90,26	1 388	21,70	DEN	0	--	6 397	0,00
Guatemala	52	3 230	27,64	397	3,40	DEN 1, 2	3	0	11 687	0,00
Honduras	53	18 941	288,08	--	0,00	DEN 2, 4	2 481	9	6 575	13,10
Nicaragua	52	1 424	27,34	1 424	27,34	DEN 1, 2, 3, 4	34	5	5 208	2,39
Panamá	52	2 287	78,89	1 230	42,43	DEN 3	3	0	2 899	0,13
Total	--	69 993	--	35 593	--	--	8 687	38	--	--

Nota: D: dengue, DH: Dengue hemorrágico, * Semana epidemiológica.

Fuente: Elaboración propia con datos de OPS, 2009b.

CUADRO 9
CENTROAMÉRICA: CASOS REPORTADOS DE DENGUE POR PAÍS, 2010

País	Casos	Población 2011	Tasa por 10,000 habitantes
Belice	2 178	318 000	68,49
Costa Rica	31 773	4 727 000	67,21
El Salvador	22 406	6 227 000	35,98
Guatemala	17 045	14 757 000	117,94
Honduras	66 814	7 755 000	86,15
Nicaragua	5 192	5 870 000	8,84
Panamá	2 002	3 571 000	5,60
Total	147 410		

Fuente: Elaboración propia con datos de OPS 2011.

En la información sobre dengue clásico en Honduras entre 1991 y 2010, se observa un aumento de los casos al comienzo de la semana epidemiológica número 20 (coincidiendo con el inicio de la época de lluvias) y una baja incidencia en la época seca. Sin embargo, en 2010 se registró una cantidad mayor de lo normal, probablemente por el fenómeno ENOS y el cambio climático global (Ávila y otros, 2010). El estudio de los patrones de transmisión de dengue en una cohorte seroepidemiológica pediátrica realizado en Managua, muestra que durante los primeros cuatro años del estudio la seroprevalencia de los anticuerpos contra el virus anti-dengue (DENV) se incrementó de 22% al 40% en los niños de dos años y de 90% a 95% en la cohorte de nueve años. La incidencia de los casos sintomáticos de dengue y la tasa de infección por DENV de inaparente a sintomático, varió sustancialmente de un año a otro. La transición de la transmisión dominante de DENV-1 a DENV-2 fue acompañada por una mayor severidad de la enfermedad, pero la transmisión disminuyó. El análisis filo geográfico de larga duración en las secuencias de DENV-2 reveló una fuerte agrupación geográfica de los casos (Balmaseda y otros, 2010). Este estudio es un gran aporte para documentar la historia de la transmisión del dengue en la población urbana pediátrica de Nicaragua porque demuestra los patrones esperados de transmisión año con año, además de destacar el impacto de las intervenciones, el clima y la evolución viral. Es posible realizar un análisis más allá de la descripción y aprovechar la riqueza del estudio de cohorte para investigar asociaciones causales y controlarlas

mediante variables relevantes en la dinámica de transmisión, como pueden ser las variables climáticas y las de vulnerabilidad social.

El estudio coordinado por Fuller sugiere que con un modelo simple que incorpore rezagos de la TSM e índices de vegetación puede explicarse el 83% de la variabilidad de los casos de dengue/dengue hemorrágico (D/DH) en Costa Rica en el período 2003 a 2007. Los autores sugieren que las variables TSM y EVI (del inglés Enhanced Vegetation Index o Índice de Vegetación Mejorada) pueden predecir los brotes de D/DH, pero es necesario controlar el modelo con algunas variables de los programas de control de vectores y por la inmunidad de rebaño (Fuller y otros, 2009).

En el estudio de Hayes (Hayes y otros, 2003) sobre el brote en El Salvador, una limitación es la detección de los casos recientes. Los autores solo tomaron una muestra serológica, pero es necesario tomar varias durante dos o tres períodos durante la epidemia. El tiempo de la encuesta serológica en relación al pico de epidemia es un factor importante para evaluar la exposición e interpretar los resultados. Otra limitación del estudio es su dependencia de la memoria del participante.

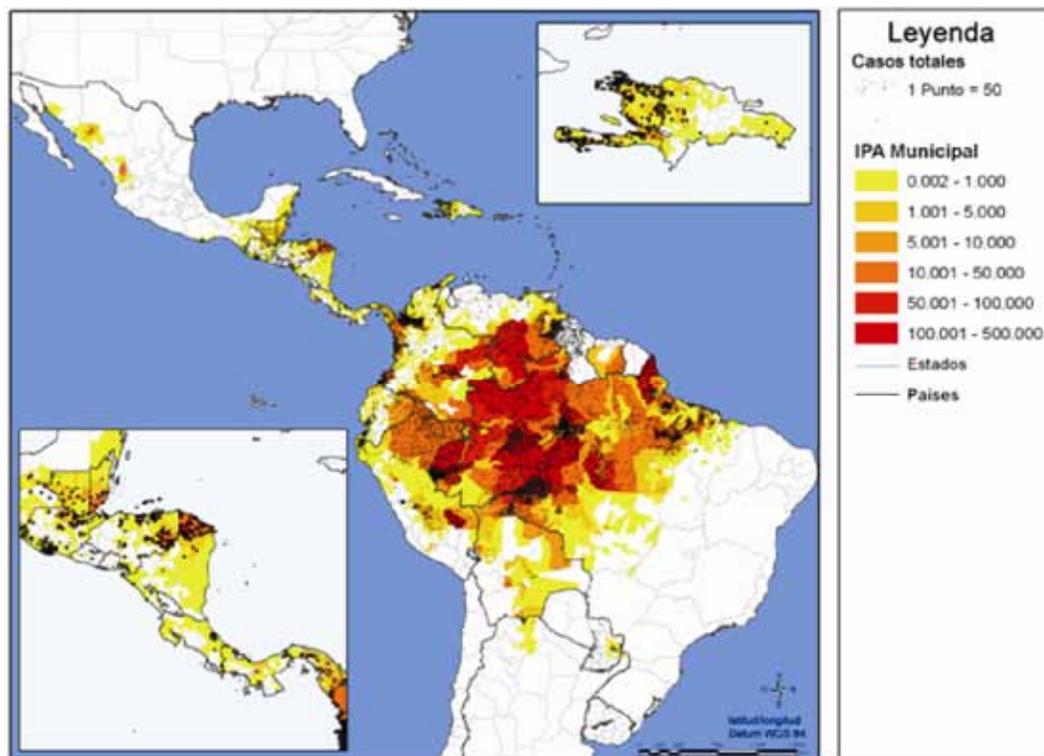
Mena y otros (2011) realizaron un estudio en Costa Rica para conocer la influencia de variables socioeconómicas, demográficas, geográficas y climáticas en los brotes de dengue clásico y dengue hemorrágico entre 1999 y 2007. La variable ambiental más importante fue la temperatura en la incidencia de ambas formas de dengue y resultó ser la variable más significativa en los análisis múltiples. Otros estudios han encontrado relación entre fenómenos meteorológicos (especialmente ENOS, tanto La Niña como El Niño) y la incidencia del dengue en este país, ya que estos fenómenos propician un ambiente más seco y cálido. En 1994, 1997, 2002 y 2003 ocurrieron fenómenos de ENOS, los cuales propiciaron un aumento de los casos de dengue, principalmente en Alajuela, Guanacaste, Puntarenas, San José y Heredia. Una relación similar fue identificada en la Provincia de Limón con la ocurrencia del fenómeno La Niña (1995, 1999 y 2005; IMN/MINSA/PNUD, 2008). A partir de estos resultados, las principales necesidades de investigación futura consisten en estimar el impacto del cambio climático en el dengue, teniendo en cuenta los escenarios de cambio climático y las predicciones sobre la estructura demográfica de cada región.

MALARIA

Centroamérica presenta varias condiciones micro-climáticas favorables al desarrollo y supervivencia del mosquito transmisor de la malaria. El 6% de los casos registrados en América Latina y el Caribe son de esta región. Guatemala y Honduras son los focos principales con más de tres cuartas partes de los casos confirmados el año 2006 (COMISCA, 2009). La región es una de las principales zonas endémicas de la enfermedad en América Latina (véase el mapa 2).

MAPA 2
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DISTRIBUCIÓN DE LA MALARIA, 2008

(Por concentración geográfica según el índice parasitario anual)



Nota: Índice Parasitario Anual (IPA). Segundo Nivel Sub-Nacional.

Fuente: Elaboración propia en base a OPS, 2008b.

En el siguiente apartado se presentan la situación de la malaria en los países de Centroamérica y los resultados de investigaciones de la enfermedad del 2000 al 2008.

BELICE

Dado su pequeño tamaño poblacional, Belice ha presentado la tasa de incidencia de malaria más alta en Centroamérica en algunos años (16,7 casos por cada 10.000 habitantes). De acuerdo con datos históricos, la incidencia más alta de la enfermedad en este país ocurrió en 1994, cuando se registraron 10.400 casos. El último pico fue en el 2005 con 1.549 casos concentrados en los distritos del suroeste, donde la migración y el bajo nivel económico favorecen su incidencia. Sin embargo, en 2008 y 2009 hubo una disminución considerable (538 y 256 casos confirmados, respectivamente) (OPS, 2011). La malaria no figura entre las primeras causas de ingreso hospitalario de este país. Desde el año 2006, en que se documentó una muerte por este mal, no se han reportado decesos posteriores asociados.

COSTA RICA

En los años 2008 y 2010, Costa Rica fue uno de los países con menos de 1.000 casos de malaria. De los 966 casos confirmados en 2008, el 80% se concentró en un solo municipio y el 4,2% fue de niños menores de cinco años. En 2010 se reportaron solo 114 casos (OPS, 2011). Los principales vectores de esta enfermedad proliferan en áreas destinadas a uso agrícola en las últimas décadas. El riesgo

mayor es la condición ocupacional de los trabajadores agrícolas. El mayor número de casos se reportó en los años 2005 y 2006 (3.541 y 2.903, respectivamente) (Ávila-Agüero, 2008).

Costa Rica realizó un estudio tipo ensayo clínico para evaluar la eficacia terapéutica de diferentes regímenes contra *P. vivax* (uno, cinco y nueve días), pero no se encontraron diferencias significativas de resultados. El ensayo es muy costoso (Bergonzoli y Rivers Cuadra, 2000).

EL SALVADOR

El Salvador tiene la tasa de incidencia de malaria más baja de Centroamérica (0,05 casos por cada 10.000 habitantes). Entre 2006 y 2010, el número de casos anuales pasó de 49 a 24. La tercera parte de los casos fue foránea (OPS, 2012). En el 2008 solo se registraron 33 casos, de los cuales diez fueron foráneos: ocho de Guatemala y dos de Honduras. En 2009 se registraron 20 casos (OPS, 2011).

A pesar de que El Salvador es considerado un país sin transmisión de malaria, la vigilancia se ha mantenido por el alto porcentaje de importación de los pocos casos. El vector históricamente implicado en la transmisión de malaria en este país (*A. albimanus*) presenta una alta resistencia a los insecticidas.

GUATEMALA

Después de Honduras, Guatemala presentó el mayor número de casos de malaria en 2008. Si bien se ha registrado una disminución notable desde el año 2000 (53.311 casos) al 2010 (7.394 casos), se considera que aproximadamente el 70% del territorio del país es área endémica de la enfermedad. La pobreza, la precariedad de las viviendas rurales y los constantes movimientos migratorios en las áreas endémicas son factores que determinan la distribución del mal en este país. El 65% de los casos notificados en el 2008 se presentaron en poblaciones indígenas.

HONDURAS

Honduras es el país con mayor número de casos de malaria en Centroamérica. El 87% de su territorio, donde se concentra el 63% de la población, es considerado endémico. En los últimos tres años, 15 de los 18 departamentos reportaron casos. El 87% de los reportados en 2008 se concentró en seis departamentos de las regiones norte y noreste. En 2010, Honduras siguió ocupando el primer lugar en incidencia de malaria con 9.474 casos. El mal se presenta principalmente en zonas rurales; el grupo de edad más afectado es el de 15 a 49 años (OPS, 2011).

El departamento con mayor número de casos es Gracias a Dios, cuya frontera colinda con Nicaragua. Sus seis municipios son endémicos. En ellos se asientan diversos grupos étnicos en zonas de difícil acceso, bajo nivel socioeconómico y migración constante. No obstante, desde el 2005 no se registraban muertes por este mal en Gracias a Dios, sin embargo en el 2008 ocurrieron dos muertes en este departamento.

NICARAGUA

Durante los últimos años, Nicaragua ha experimentado una notable disminución de casos de malaria. De los 154 municipios del país, 68 están actualmente en situación de bajo riesgo y 86 tienen riesgo mínimo por haber interrumpido la transmisión de la enfermedad en períodos de uno a tres años consecutivos (OPS, 2008).

En el año 2008 hubo una disminución de 97% de casos respecto del año 2002. De los 762 casos registrados en 2008, la Región Autónoma del Atlántico Norte, colindante con Honduras, presentó 283 casos. El Municipio de Waspan, colindante con el Departamento Gracias a Dios de Honduras, fue el más afectado. Al igual que Costa Rica, Nicaragua tiene una gran concentración de casos. Sin embargo, en 2010 logró disminuir su número hasta 610 casos (OPS, 2011).

PANAMÁ

Junto con El Salvador, Panamá tuvo las tasas de malaria más bajas de Centroamérica en el año 2000. Sin embargo, a partir del año 2002 la enfermedad comenzó a proliferar, hasta alcanzar un máximo de 5.095 casos en el 2004. A partir de entonces ha decrecido notablemente. En 2007 se presentaron 1.281 casos (38 por cada 100.000 habitantes), en 2008: 744 casos (22 por cada 100.000 habitantes), en 2009: 778 casos (23 por cada 100.000 habitantes) y en 2010: 418 casos, la incidencia más baja en la última década (OPS, 2011; Ministerio de Salud de Panamá, 2010).

Durante este último año, los focos principales fueron las Provincias de Panamá y Darién, afectando especialmente a poblaciones indígenas. Al igual que Belice, Panamá presenta el mayor porcentaje de casos de malaria en menores de 15 años. En el 2008, el 53% de los casos se presentó en este grupo de edad.

CENTROAMÉRICA

A partir del año 2000, los casos de malaria registrados en Centroamérica han disminuido considerablemente. Sin embargo, la enfermedad continúa siendo endémica en la región (Véase el cuadro 10).

CUADRO 10
CENTROAMÉRICA: INDICADORES DE TRANSMISIÓN DE MALARIA, 2011

País	Población 2011	Principales vectores	Casos 2011	Tasa de Incidencia Por 10,000 hab.
Belice	318 000	A. albimanus; A. darlingi; A. vestitipennis; A. pseudopunctipennis	256*	8,05
Costa Rica	4 727 000	A. albimanus; A. pseudopunctipennis	114	0,24
El Salvador	6 227 000	Sin transmisión	20*	0,03
Guatemala	14 757 000	A. albimanus; A. darlingi; A. pseudopunctipennis A. vestitipennis	7 394	5,01
Honduras	7 755 000	A. darlingi ; A. albimanus; A.pseudopunctipennis A. vestitipennis	9 474	12,21
Nicaragua	5 870 000	A. albimanus; A. pseudopunctipennis	610*	1,03
Panamá	3 571 000	A. albimanus; A. pseudopunctipennis	418	1,17

Nota: *Casos en 2009.

Fuente: OPS, 2011.

En Centroamérica existen estudios publicados sobre seroprevalencia, estrategias de control, vigilancia epidemiológica y modelos predictivos de la distribución del vector, pero los artículos indexados sobre malaria son escasos.

De los 46 artículos encontrados, a partir de los años sesenta, 31 se publicaron a partir del año 2000. Belice es el único país de Centroamérica con estudios sobre los factores ambientales y patrones estacionales de la enfermedad; son cinco artículos que a continuación se resumen.

Hakre y otros (2004) evaluaron la incidencia mensual de la enfermedad en 156 villas de Belice durante el período 1989 a 1999, encontrando una mayor concentración de casos en los meses de junio a agosto, lo que sugiere un patrón estacional. A través de SIG estudiaron la relación entre la ocurrencia de la enfermedad, el uso de la tierra y la distancia entre localidades y ríos. Encontraron que los poblados con mayores tasas de malaria tenían una mayor extensión de suelo dedicado a la agricultura, en contraste con las villas de baja incidencia, ubicadas en las cercanías a áreas pantanosas o naturales. También se observó que las villas con incidencia de malaria mayor al 10% estaban más cerca de ríos (radio menor a dos km), respecto de las villas con menores tasas. Lo anterior sugiere que el uso intensivo de la tierra tiene un efecto importante en el aumento de casos.

Johnson y Rejmánková (2005) evaluaron el efecto del uso de la tierra y la fertilización con fósforo en los factores bióticos de la región, concentrándose en plantas generadoras de micro-hábitats propicios a la cría y desarrollo de *Anopheles*. Sus resultados muestran que las zonas dedicadas a la agricultura tenían mayores concentraciones de fósforo en suelo y poblaciones mayores de *Thypa domingensi*, especie que provee el hábitat propicio para el crecimiento de *An. Vestitipennis*.

Grieco y otros (2006) investigaron en 2006 la relación del uso de la tierra con la presencia de mosquitos *An. Albimanus* mediante el análisis de la cobertura de especies vegetativas (*T. domingensi* y *Elcocharis cellulosa*) y cianobacterias acuáticas en las mismas zonas de estudio de Johnson. Encontraron una asociación positiva de la densidad larval con la presencia de *E. cellulosa* y cianobacterias ($R^2=0.19$ y $R^2=0.33$), y una asociación negativa con *T. domingensi* ($R^2=-0.39$). Sin embargo, otros estudios, como el de Pope y otros (2008), han evidenciado una relación positiva entre la presencia de *Anopheles*, la proliferación de *T. domingensi* y una mayor densidad larval durante la estación húmeda.

Achee y otros, (2006) intentaron determinar el hábitat del vector alrededor del río Sibun con información obtenida por sensores sobre localización de viviendas, uso de tierra y cobertura vegetal (presencia de *Guada longifolia*), pero no encontraron relación alguna. El único indicador asociado positivamente con la presencia de *An darlingi* fue la cercanía de las casas a zonas pantanosas.

En Costa Rica se ha observado una relación entre la temperatura máxima, la precipitación anual y el número de casos de malaria en el Cantón de Matina en el período 2004 a 2006. El aumento de la temperatura máxima incrementa los casos de malaria, mientras que con la precipitación ocurre lo contrario (IMN/MINSA/PNUD, 2008).

Los hallazgos de estos estudios refuerzan la hipótesis de que la introducción de nutrientes en los suelos contribuye a aumentar los nichos ecológicos propicios al desarrollo de *Anopheles* y la dispersión de la enfermedad. Será importante desarrollar nuevos estudios que consideren el efecto de las variables climáticas, como humedad y temperatura ambiental, sobre la incidencia de la malaria.

ENFERMEDAD DE CHAGAS

La enfermedad de Chagas es una infección característica de las Américas, endémica en 21 países y considerada una de las diez patologías desatendidas más importantes de la región. La OMS estima que actualmente habría 18 millones de infecciones humanas, de las cuales alrededor de 5,4 millones evolucionarán a cardiopatías graves y 900.000 a megaformaciones digestivas. Se estima una incidencia anual de 200.000 casos y 21.000 muertes anuales directamente vinculadas a esta parasitosis. Alrededor de 40 millones de personas estarían en riesgo de contraer la infección en América Latina. Centroamérica es considerada área endémica en su totalidad, afectada principalmente por los triatomas *T. dimidiata* y *R. Prolixus* (Véase el mapa 3).

MAPA 3
CENTROAMÉRICA: DISTRIBUCIÓN ENDÉMICA DE LOS PRINCIPALES VECTORES DE CHAGAS, 2004
 (*Rhodnius prolixus* y *Triatoma dimidiata* por ubicación geográfica)



Fuente: OPS, 2010b.

A continuación se resumen las características más importantes de distribución de la enfermedad de Chagas en cada país, así como los avances de control del vector.

BELICE

La incidencia de la enfermedad de Chagas en Belice se ha estudiado menos que en otros países de Centroamérica. Se sabe que el único vector de importancia epidemiológica es *T. dimidiata*, el cual se presenta en un área restringida; sin embargo, se han presentado casos aislados de presencia del insecto en la periferia de las ciudades. La seroprevalencia es muy baja y la mayoría de los casos positivos se han observado en migrantes de ciudades vecinas (Ponce, 2007). La cobertura del análisis de muestras en bancos de sangre es del 100% y la prevalencia entre los donadores fue de 0,5% el año 2000 (OMS 2002).

COSTA RICA

El principal vector del mal de Chagas en Costa Rica es *T. dimidiata*, el cual se distribuye en el Centro, Noroeste y Suroeste del país (Moncayo, 2009). Estudios realizados a partir del año 2000 revelan que la seropositividad de *T. cruzi* ha disminuido considerablemente en comparación con 1980. El estudio de Chinchilla y otros (2006), que evaluó a 1.561 niños en edad escolar de cuatro localidades reveló una seropositividad del 0,1%, en comparación con tasas del 5,6% y 11% reportadas en poblaciones similares, en estudios anteriores a 1980. Por otro lado, la seroprevalencia de *T. cruzi* en bancos de sangre, es baja, alrededor del 0,36%. La enfermedad de Chagas en este país no se considera problema de salud pública (OMS, 2002).

EL SALVADOR

El principal vector de Chagas en El Salvador es *T. dimidiata*. En 1980 se detectó *R. prolixus*, pero la especie desapareció de la zona en la última década. *T. dimidiata* ha sido detectada en todas las localidades del país, sobre todo en los Departamentos Sonsonate, Santa Ana y Ahuachapán (OPS, 2012). La prevalencia nacional de infesta en los hogares es del 21%, concentrada en áreas rurales y pueblos pequeños. La prevalencia de la infección en niños de siete a catorce años fue de 0,3%, y del 2,1% en mayores de 14 años en el año 2000. La cobertura de análisis de *T. cruzi* en muestras de sangre fue del 100% el mismo año, encontrando una prevalencia de infección del 2,48%. Ese año, el programa de control del vector desinfectó y trató al 67% de los hogares infectados (OMS, 2002). La tasa de incidencia de la enfermedad el año 2001 fue de 15,24 por cada 100.000 habitantes (Ministerio de Salud de El Salvador, 2012b). En el 2010 se validó la eliminación de la transmisión de la enfermedad mediante *R. prolixus* (OPS, 2010).

GUATEMALA

El vector *T. dimidiata* se distribuye en 21 de los 22 departamentos de Guatemala, y solo en cinco se ha encontrado *R. prolixus* (Monroy y otros, 2003b, OPS, 2010). *T. dimidiata* pulula en ambientes domésticos, peridomésticos y silvestres. Los departamentos más endémicos son Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa y Santa Rosa (OPS, 2010). La tasa de infección de *T. cruzi* en los vectores es alrededor del 20%, y las tasas de infección de los hogares oscilan entre el 10% y el 35% (Monroy y otros, 2003b).

Rizzo y otros, (2003) efectuó un estudio en 4.450 niños de edad escolar en cinco de los departamentos con mayor incidencia el año 2003. La seroprevalencia o porcentaje de personas con anticuerpos de la enfermedad fue del 5,28 %. Aún no existe un control eficaz de la prevención de Chagas en bancos de sangre, donde la seropositividad de donadores fue del 0,84% el año 2000. La transmisión de *T. cruzi* vía *R. prolixus* se declaró interrumpida mediante certificado en el 2008 (OPS, 2010).

HONDURAS

La magnitud y la distribución de la enfermedad de Chagas en Honduras están poco determinadas. El principal vector, *R. prolixus*, se encuentra en 11 departamentos del país, y *T. dimidiata*, segundo vector en importancia, se distribuye en 16 departamentos. Investigaciones recientes calculan una prevalencia nacional de infección por *T. cruzi* de 6,2% en población general y de 3% en escolares de áreas rurales. La mayoría de los casos han sido asociados a transmisión vectorial. En 2011 se procesaron 22.543 muestras de sangre en 13 municipios y se encontró una positividad del 0,58 % (Ministerio de Salud de Honduras, 2012). Actualmente, Honduras realiza trabajos para la eliminación de *R. prolixus* como vector de transmisión (OPS, 2010).

Un estudio serológico efectuado por Escribá y otros (2009), entre los años 1999 y 2002 en 25.563 niños de edad escolar del Departamento de Yoro, encontró una seroprevalencia del 0,93%. Por su parte, Spurling y otros (2005) en el período 2000 a 2002 evaluó la seroprevalencia en 9.573 niños menores de trece años residentes de Orica, San Ignacio y Marale, encontrando una seropositividad del 0,5%.

Para el año 2000, la OMS reportó una prevalencia de *T. cruzi* en donadores de sangre del 1,53% con una cobertura de tamizaje de las muestras del 100% (OPS/OMS, 2001).

NICARAGUA

La *T. dimidiata* se encuentra en 14 de los 17 departamentos, y *R. prolixus* en cinco. La cobertura de tamizaje de la sangre de donadores es del 70% y la prevalencia de sangre infectada es del 0,33%. La seroprevalencia en niños de edad escolar en el año 2000 fue del 3,3%. La interrupción de la transmisión de la enfermedad a través de *R. prolixus* ha sido certificada (OPS/OMS 2001). En análisis realizados a 5.000 niños de siete a catorce años el año 2006, el 6,7% presentó seropositividad a *T. cruzi*, siendo mayor en los Departamentos de Madriz y Nueva Segovia. En 2010 se encontró *T. dimidiata* en los Departamentos de Madriz, Matagalpa, Segovia, Ji-notega y Estelí, donde la infección de viviendas varió entre el 15% y el 45% (OPS, 2010).

PANAMÁ

El vector más importante es *R. pallescens*, el cual se distribuye principalmente en los Distritos La Chorrera, Chepo y Chiman, sobre todo en viviendas y zonas deforestadas. Un estudio efectuado por Calzada y otros, (2010) realizado en los años 2006 y 2007 en 324 personas de todas las edades, residentes de los Distritos Chepo y Chiman, reveló una seropositividad de *T. cruzi* del 5,88% y una prevalencia de la infección del 11,76% (Calzada y otros, 2010). El estudio de Saldaña y otros, (2005), efectuado en 2004 en 206 niños de edad escolar del Distrito La Chorrera, reveló una seroprevalencia de *T. cruzi* del 2,9% y una tasa de infección del 9,7% (Saldaña y otros, 2005). En cuanto a la prevención en bancos de sangre, no hay control obligatorio de las donaciones, pues no hay un programa para el control de la enfermedad en todo el territorio (OPS/OMS 2001).

CENTROAMÉRICA

La enfermedad de Chagas es considerada un problema de salud pública en Centroamérica, especialmente en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, donde la prevalencia de infección promedio es del 7%, y la manifestación clínica más frecuente es la cardiopatía chagásica, que tan solo en Honduras, representa el 20% de los casos totales de cardiopatías crónicas (OPS/OMS, 2001).

Estudios locales revelan que la enfermedad ha disminuido notablemente, pero se estima que hay subregistro, pues los datos de presencia del vector, seroprevalencia, enfermedad clínica y sangre infectada no son precisos (OPS/OMS, 2005). Respecto al avance del conocimiento de la relación entre la tripanosomiasis americana, sus vectores y las variables ambientales, son pocos los estudios que la hayan evaluado o se hayan aproximado a ella. De 64 publicaciones científicas revisadas, solo tres enfocan el tema, las cuales se describen a continuación.

Bustamante y otros, (2007) estudió la asociación entre la presencia de triatomas (*T. dimidiata*, *R. prolixus* y *T. nitida*) con indicadores de temperatura, humedad y precipitación en cinco zonas endémicas de Guatemala. Mediante modelos de regresión lineal encontró que *R. prolixus* se asocia positivamente con el incremento de la temperatura absoluta y la humedad relativa, mientras que los triatomas *T. dimidiata* y *T. nitida*, disminuyen con el aumento de la temperatura. Las asociaciones encontradas presentan coherencia biológica con los hábitats de las especies estudiadas, pues se sabe que *T. nitida* habita preferentemente en localidades con altitudes mayores a los 1.000 msnm y temperaturas promedio bajas, entre 17 °C y 20 °C. (Bustamante y otros, 2007). Los estudios de *T. dimidiata* estiman que la temperatura máxima superior a 20 °C es una variable crítica para su distribución (Carcavallo, 1999). Este último estudio define patrones de hábitat del vector; sería importante incluir una evaluación del efecto de las variables ambientales en la presencia de los vectores de *T. cruzi*.

En el 2009, Polonio y otros (2009) evaluaron la presencia de triatomas en el medio ambiente de los Distritos de Cayo y Toledo, Belice, encontrando que *T. dimidiata* presentó una tasa de infección por *T. cruzi* del 28%. El estudio encontró mayor presencia de *T. dimidiata* en el período abril a junio, lo que sugiere un patrón estacional. Los resultados mostraron también una correlación negativa entre la precipitación pluvial y la presencia de *T. dimidiata*. Una limitación del estudio es el tamaño de la población evaluada, ya que se solo incluyó 37 villas de dos de los cinco distritos, las cuales presentan condiciones ambientales homogéneas, por lo que resultaría importante cubrir localidades con características climáticas y geográficas diferentes.

Arboleda y otros (2009) realizaron un mapa predictivo de la distribución de *R. pallescens* Barber (vector de *T. cruzi*) en Colombia, Costa Rica y Nicaragua mediante datos ambientales obtenidos por imágenes satelitales. El estudio evaluó registros mensuales de temperatura del aire y superficie terrestre, índice de vegetación, nivel promedio de radiación infrarroja, déficit de saturación de vapor y altura del terreno, obtenidos por sensores desde 1982 al 2000. Los resultados muestran que un número reducido de variables ambientales puede predecir de manera precisa la distribución de *R. pallescens* y especies relacionadas. Tal información resulta útil para el control del vector por los sistemas de salud. Sin embargo, el estudio no hace una evaluación epidemiológica del efecto de la distribución de *R. pallescens* en las zonas de análisis.

Las publicaciones evaluadas confirman la necesidad de investigar el impacto de la variabilidad climática sobre la incidencia de la tripanosomiasis americana mediante estudios de escenarios ecológicos o de otro tipo. Una gran limitante para su desarrollo es la falta de información precisa sobre la incidencia de la enfermedad en la región. Obtener estos datos representa uno de los principales retos.

LEISHMANIASIS

La leishmaniasis es una de las enfermedades más importantes y desatendidas en América Latina. Según estudios recientes, su incidencia ha aumentado en los últimos años. La leishmaniasis visceral (LV) es endémica en áreas de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua (OPS, 2007). La leishmaniasis tegumentaria americana (LTA), incluyendo la leishmaniasis cutánea americana (LCA), está presente en todos los países de la región (Convit y otros, 2005). El cuadro 11 presenta las características de distribución geográfica y los agentes más importantes de la infección (Bern y otros, 2008).

CUADRO 11
CENTROAMÉRICA: INDICADORES DE LOS PRINCIPALES AGENTES ETIOLÓGICOS DE LEISHMANIASIS

Distribución geográfica	Especie	Forma clínica	Hábitat	Principales reservorios	Patrón epidemiológico
Honduras, Costa Rica, Nicaragua	<i>L. infantum</i> (<i>L. hagasi</i>)	LV y LCA	Doméstica y peridoméstica	Perros domésticos	Endémico
Belice, Guatemala, Honduras	<i>L. mexicana</i>	LC	Zonas selváticas variadas (selva húmeda y estepa seca)	Roedores y marsupiales selváticos	Casos esporádicos relacionados con actividades forestales
Costa Rica, Guatemala, Nicaragua	<i>L. braziliensis</i>	LC y LM	Selva tropical y zonas deforestadas	Zarigüeyas perezosas, y perros domésticos	Incidencia relacionada con actividades forestales y recientemente con infección doméstica y peridoméstica.
Panamá, Costa Rica	<i>L. panamensis</i> (<i>viannia</i>)	LC y LM	Selva tropical y zonas deforestadas	Perezosos y roedores	Casos esporádicos relacionados con actividades forestales

Nota: Leishmaniasis: cutánea (LC), mucocutánea (LM), cutánea difusa (LCD), visceral (LV) y cutánea americana (LCA).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen las características epidemiológicas más relevantes por países con la información disponible.

COSTA RICA

La leishmaniasis es endémica en toda Costa Rica y su notificación es obligatoria desde 1983. Su variedad principal es la LTA, que se presenta como LC, LMC o LCA. Los principales agentes etiológicos son *L. panamensis*, *L. braziliensis* y *L. chagasi*. La incidencia de leishmaniasis aumentó de 10,5 casos por cada 100.000 habitantes en 2001 a 41,6 en el 2007. El grupo más afectado es el de los menores de cinco años con una tasa de 122,4 casos por cada 100.000 habitantes en el trienio 2005 a 2007. Esta parasitosis se presenta principalmente en zonas boscosas, pero los casos se distribuyen en todo el país. Los cantones con mayor incidencia son Alfaro Ruiz y San Carlos en Alajuela, Turrialba en Cartago, Talamanca, Matina, Guacimo y Limón en el Limón; Coto Bruz y Osa en Puntarenas (Jaramillo Antillón y otros, 2009).

GUATEMALA

Entre los años 2000 y 2008 se notificaron 8.188 casos de leishmaniasis al Centro Nacional de Epidemiología de Guatemala, de los cuales el 94,8% corresponde a LC, 2,2% a LMC y 1,1% a LV. El 95% de los casos fue notificado en las siguientes localidades: Alta Verapaz, Petén Norte, Petén Sur Oriente, Huehuetenango y Petén Sur Occidental. El 84% de los casos se registró en mayores de diez y el 15,3% en menores de diez años. La transmisión de la enfermedad ocurrió en zonas boscosas, fuera de la vivienda. Se considera que la vigilancia epidemiológica es limitada (Manfredo, 2009).

HONDURAS

La LC es la forma más frecuente de la enfermedad y es una de las principales causas de morbilidad en el país (Santos y otros, 2006). Se presenta especialmente a lo largo de la costa del Caribe en los Departamentos El Paraíso, Olancho, Colón, Atlántida, Yoro, Cortés, Santa Bárbara y Gracias a Dios. En 2011 se examinaron 2.413 muestras, de las cuales el 80% resultó positivo a Chagas (Ministerio de Salud de Honduras, 2012).

Un estudio realizado en los Departamentos de Cortés, Santa Bárbara y Yoro reportó una tasa de LC de 15,9 por cada 100.000 habitantes en el año 1998; la tasa disminuyó a 5,4 en 1999, se incrementó a 9,1 el 2000 y en 2001 bajó a 4,5. Oliva y otros (2009). Santos y otros (2006) evaluaron la prevalencia de LCA en 438 niños de escuelas públicas de Reitoca en 2003. El 27% presentó lesiones clínicas similares a LCA; las pruebas serológicas determinaron una prevalencia del 12,6%.

NICARAGUA

De acuerdo con el Ministerio de Salud de Nicaragua (2006), en el país existen las cuatro variedades de la enfermedad. La más prevalente es LC con 2.124 casos el año 2002, 744 casos menos que en el 2001. Los municipios con mayores casos fueron: Nueva Guinea, El Rama, San Carlos, El Castillo, Siuna y Waslala. En la mayoría de los casos la transmisión de la infección ocurrió en áreas rurales debido al desplazamiento laboral. El grupo de edad más afectado fue el de cinco a catorce años (32%), seguido por los de 15 a 25 años (15,3%) y el de uno a cinco años (19,4%). Para el 2005 se reportaron más de 2.000 casos.

PANAMÁ

En Panamá la LTA es un serio problema de salud pública, cuya incidencia se ha incrementado en los últimos años a una tasa de 100 nuevos casos por 100.000 habitantes (Miranda y otros, 2009). Sin embargo, datos de la OPS (Ministerio de Salud de Panamá, 2010) muestran que los casos disminuyeron entre 2007 y 2009 de la siguiente manera: 2.126 (64 por cada 100.000 habitantes) en 2007; 2.093 (62 por cada 100.000 habitantes) en 2008 y 1.852 (54 por cada 100.000 habitantes) en 2009. En cuanto a LV no se han registrado casos. La infección se concentra en la población marginada.

BELICE Y EL SALVADOR

En Belice y El Salvador no se encontraron estudios ni fuentes públicas que permitan conocer la situación actual de la enfermedad, pese a ser áreas endémicas. Ninguno de ambos países cuenta con sistemas de vigilancia epidemiológica específicos para prevenir y controlar la infección (Schnedl y otros, 2007).

Como se ha mencionado, los casos de leishmaniasis en Centroamérica van en aumento, lo cual se atribuye principalmente a la transición epidemiológica. La enfermedad se presentaba

anteriormente en zonas selváticas, pero en la actualidad se distribuye en áreas rurales e incluso urbanas a causa de la deforestación excesiva y los flujos migratorios. Muchos casos no son detectados y no hay registros fiables.

En la revisión bibliográfica sobre leishmaniasis en Centroamérica se encontraron 23 estudios, de los cuales 21 son locales, la mayoría orientados a evaluar la prevalencia e incidencia de la enfermedad, así como a su distribución geográfica y tratamiento clínico. Solo dos estudios realizados en Costa Rica evalúan la asociación entre la incidencia de casos y variables climáticas.

Chaves evaluó la asociación entre los casos mensuales de LC, los niveles de TSM y la temperatura ambiente mediante un análisis de series de tiempo de enero de 1991 a diciembre de 2001. Su estudio demostró que la LC presenta de tres a cuatro ciclos interanuales con picos estacionales en los meses de mayo, relacionados con el ciclo ENOS. Este ciclo resulta relevante para comprender el comportamiento dinámico de la enfermedad, y demuestra que la transmisión de la LC es sensible a las variaciones ambientales (Chaves y Pascual, 2006).

Otro estudio de Chaves y otros (2008) evaluó la relación entre deforestación (mediante mapas de ecosistemas), precipitación pluvial y altitud con los casos mensuales de LC durante el período 1996 a 2000, considerando las condiciones sociales de la población mediante el índice de marginalidad. El estudio demuestra que los factores socioeconómicos y los cambios en la biodiversidad causados por la deforestación son cruciales para la diseminación de la LTA. Establece también que existe un mayor riesgo de contraer LC en zonas deforestadas y de alta marginación (Chaves y otros, 2008), ya que la deforestación altera la situación del vector y de los reservorios, que pasan así del ámbito silvestre a zonas pobladas.

Ambos estudios revelan que la densidad y la prevalencia del vector y el parásito de la LC son sensibles a la variabilidad climática y, por tanto, a los eventos extremos. El estudio de 2008 enfatiza la relación de la marginalidad social con la enfermedad. Ambos estudios muestran que los patrones de distribución de la leishmaniasis han cambiado en Centroamérica y América Latina en general, pues la enfermedad pasó de ser característicamente rural en años recientes hasta presentarse ahora en zonas urbanas, lo cual podría deberse a la deforestación masiva y a problemas socioeconómicos que aumentan la migración de las áreas rurales a las urbanas.

Estos estudios alientan el panorama de la investigación en el área de la variabilidad climática y su impacto en enfermedades emergentes transmitidas por vector, proporcionando una herramienta útil para la comprensión de tan compleja dinámica.

LEPTOSPIROSIS

Antes del huracán Mitch (1998), solo Nicaragua había reportado casos de leptospirosis en Centroamérica. Honduras, El Salvador, Guatemala y Belice no reportaron ninguno incluso en el período inmediatamente posterior al evento. Solo Nicaragua había tenido una epidemia previa, la cual se volvió uno de los más graves problemas de salud pública entonces: 2.000 casos y más de 50 muertos en octubre de 1995. Pero no reportó ningún otro brote hasta noviembre de 1998, cuando ocurrieron los primeros decesos en Chinandega. Durante las seis semanas posteriores al huracán, se reportaron 79 casos por semana en promedio. Del total de casos, 106 fueron confirmados: 55 en

Chinandega, 38 en Estelí, seis en León, dos en Madriz y los restantes en otras cinco regiones (OPS/OMS, 2008). Hasta el 2010, la mayoría de los Ministerios de Salud de los países de Centroamérica no reportaron casos de leptospirosis, a excepción de El Salvador (43 casos de enero a julio del 2010) y Nicaragua, cuya información más reciente (semana número 33 del 2008) reportaba 252 casos.

La revisión bibliográfica encontró solo dos artículos sobre este tema (Acha y otros, 1963; Ashford y otros, 2000). El estudio de Ashford evaluó 566 nicaragüenses, de los cuales el 15% dio positivo para anticuerpos IgM anti-leptospira (lo cual indica infección reciente). La infección asintomática por leptospirosis resultó común; solo 25 (29,4%) de los 85 individuos seropositivos reportaron enfermedad febril en los dos meses anteriores a la encuesta. El análisis univariado mostró que los individuos que viven en hogares rurales estuvieron significativamente más asociados a la infección (OR: 2,08, IC 95%:1,21, 3,60, $p=0,0085$). La mayoría de la población de estudio (85,3%) tenía letrina doméstica al aire libre, pero tal característica no fue asociada con la infección. Tener fuente de agua para uso doméstico en interiores fue más frecuente entre los no infectados que entre los infectados [193 (40,1%) vs 15 (1,7%)], característica que resultó factor protector (OR: 0,32, IC 95%: 0,18, 0,60, $p=0,0002$) en el análisis.

El panorama de la investigación de la salud en relación con la variabilidad climática queda abierto a estudios que evalúen el impacto de las variables ambientales en la incidencia de las zoonosis.

VULNERABILIDAD DE LA SALUD EN CENTROAMÉRICA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Después de la búsqueda bibliográfica se seleccionaron 33 documentos relacionados con vulnerabilidad: ocho comunicaciones nacionales, 16 reportes, cinco documentos de difusión oficiales y cuatro artículos de investigación. Costa Rica, Honduras, Guatemala y Panamá incluyen al sector salud en sus comunicaciones nacionales, en sus planes de adaptación o en sus evaluaciones. A continuación se detalla la información de estos cuatro países.

COSTA RICA

En su Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (IMN/ MINSAL PNUD, 2009), Costa Rica priorizó seis enfermedades sensibles al clima: dengue, malaria, IRA's, cardiopatías, diarreas y angiostrongilosis abdominal (Segunda Comunicación Nacional, Costa Rica 2008). En el cuadro 12 se detallan los componentes de cada padecimiento.

**CUADRO 12
COSTA RICA: COMPONENTES DE SENSIBILIDAD Y EXPOSICIÓN AL CLIMA SEGÚN EVENTO EN SALUD**

Evento en salud	Sensibilidad	Exposición		Unidad de exposición	Área de exposición.
	Relación con clima	Escala de análisis.			
		Temporal	Espacial		
Dengue	Temperatura precipitación ENOS	1993-2006	Provincia y Cantón	Tasa x 100,000 hab.	Pacífico Norte
Malaria	Temperatura Precipitación	1993-2006	Provincia y Cantón	Tasa x 100,000 hab.	Caribe
IRA's	Temperatura Precipitación	1990-2005	Provincia y Cantón	Número de episodios	Región central y Pacífico Norte
Cardiopatías	Temperatura	1990-2006	Provincia y Cantón	Tasa mortalidad x 100,000 hab.	Región Central y Pacífico Norte
Diarreas	Precipitación ENOS	1996-2005	Provincia y Cantón	Tasa episodios x 100,000 hab.	Región Central
Angiostrongilosis Abdominal.	Temperatura ENOS.	1995-1999	Región climática	Tasa x 100,000 hab.	Zona Norte y región Central.

Fuente: IMN/MINSA/PNUD, 2008.

Para evaluar la vulnerabilidad ante estas enfermedades, los autores utilizaron métodos cuantitativos de evaluación de la sensibilidad, exposición y resiliencia. Para evaluar la sensibilidad se establecieron relaciones entre elementos de clima y registros históricos de tasas o número de casos, además de considerar los impactos económicos de las enfermedades. La evaluación de la exposición al clima se realizó mediante la identificación espacial de las áreas y de los grupos poblacionales con mayor incidencia de las enfermedades. La información para evaluar la resiliencia se obtuvo del trabajo con grupos focales. A continuación se presentan los resultados por enfermedad más significativos incluidos en esta comunicación.

Dengue: Durante ENOS la tasa de dengue aumentó en las provincias bajo la influencia del régimen de clima del Pacífico, mientras que el aumento de la enfermedad en la Provincia Limón se asocia a la fase fría de ENOS (La Niña). En las zonas bajo influencia del régimen Pacífico (Guanacaste, Puntarenas, sector Suroeste de la provincia de Alajuela, San José y Heredia) se encontró una correlación positiva entre el aumento de la TSM en la región de El Niño 3,4 y los casos de dengue. El coeficiente de correlación en el Caribe fue negativo (18%), lo cual indica que cuando la TSM aumenta en la región ENOS 3,4, los casos de dengue tienden a disminuir en la zona.

Malaria: No se encontró una relación consistente entre ENOS y la incidencia de malaria, pero sí con la temperatura ambiente y la precipitación.

IRA's: El primer pico de episodios de IRA's del año se presenta en el mes de marzo, el más seco y cálido en la vertiente del Pacífico y la Región Central. Normalmente durante marzo y abril se presenta una alta concentración de partículas suspendidas en las capas bajas de la atmósfera. El segundo pico de IRA's se presenta en junio, que corresponde al primer nivel de precipitación máxima en el Pacífico y centro del país.

Enfermedades cardio-respiratorias: Los adultos mayores de 65 años con padecimientos cardíacos previos forman el grupo más vulnerable. Las estadísticas del Ministerio de Salud de Costa Rica indican que San José y Guanacaste son las zonas con mayor tasa de mortalidad por estas enfermedades en el país.

EDA's: El análisis de correlación encontró una relación negativa entre precipitación y número de casos de diarrea. Estos datos se basan en la relación mensual, en la que el pico máximo de casos se presenta durante la época seca.

Angiostrongilosis abdominal: El grupo más vulnerable es el de uno a cinco años, debido principalmente al ciclo ano-mano-boca y al consumo de alimentos sin la higiene y cocción adecuadas. El mayor número de casos ocurre entre junio y diciembre, coincidiendo con la época lluviosa en la mayor parte del país.

HONDURAS

Honduras incluye el análisis de la vulnerabilidad de la salud ante el cambio climático en el “Proyecto de Fomento a las Capacidades de Adaptación al Cambio Climático” (PNUD, 2008). Para tal efecto se diseñaron escenarios de cambio climático considerando el comportamiento de las *EDA's*, *ETV's* e *IRA's*. Se construyó un índice de vulnerabilidad (IV) y un índice de amenaza climática (IAC), ambos desarrollados por agregación simple de indicadores. El riesgo se expresó como una combinación de ambos índices, definiendo el índice de riesgo con valores de 20 a 100. Para fines prácticos se asume que el riesgo está compuesto por la vulnerabilidad del sistema (50%) y por la amenaza climática (50%).

GUATEMALA

En sus comunicaciones nacionales ante la CMNUCC, Guatemala reporta la evaluación de los efectos de la variabilidad climática en la incidencia de *IRA's*, *EDA's* y malaria en el país (Primera Comunicación Nacional, Guatemala 2001). La evaluación está basada en modelos “empírico/estadísticos” que describen y pronostican la evolución de tales enfermedades con índices complejos que combinan en forma lineal las variables meteorológicas relacionadas. Los resultados muestran que los largos períodos de sequía están retrasando el inicio del invierno, lo que favorece la aparición de brotes de *IRA's* en el período de junio a julio y de *EDA's* en septiembre y diciembre. Las *EDA's* afectan sobre todo a menores de dos años. En el caso de la malaria se reporta un desplazamiento de la zona Sur a la zona Norte en las últimas décadas. Para evaluar el impacto de la variabilidad climática sobre las enfermedades se usó el Índice de Bultó (Ortiz y otros, 2006).

PANAMÁ

En su Primera Comunicación ante la CMNUCC (ANAM, 2000), Panamá presentó un análisis histórico de la ocupación humana y la transformación de la naturaleza para evaluar la vulnerabilidad de la salud ante el cambio climático. El análisis sostiene que una parte del territorio nacional presenta un desequilibrio bioclimático causado por rupturas antropogénicas. La región identificada es el Arco Seco del Golfo de Parita (formado por las cuencas de los ríos La Villa, Tonosí y Oria). La comunicación también reporta la relación entre *EDA's*, influenza y clima con datos del período 1991 a 1998 del boletín epidemiológico del Ministerio de Salud. Se reporta que el clima y las enfermedades han presentado cambios significativos a partir de la década de los noventa. Justiniani y otros (1998) realizaron una evaluación de la vulnerabilidad de las instalaciones de salud ante desastres naturales. Al igual que en otros países de América Latina, la mayoría de las instalaciones hospitalarias de Panamá datan de hace más de 25 años o se encuentran en zonas de riesgo (sismos y/o inundaciones). Los autores elaboraron un índice de vulnerabilidad de los elementos estructurales, no estructurales y funcionales de las instalaciones de los diferentes niveles de atención. Como resultado obtuvieron que el 37,48% de las instalaciones presenta un nivel de vulnerabilidad medio. Desde entonces se ha

fomentado el desarrollo de programas de evaluación estructural y no estructural de la infraestructura de salud.

La mayoría de los países de Centroamérica han evaluado sus propias capacidades de atención a la salud en relación con las variables climáticas y han hecho proyecciones para diseñar medidas de adaptación. Un ejemplo relevante es el de Costa Rica, que ha evaluado la vulnerabilidad de la salud humana ante la variabilidad y el cambio climático con el propósito de fortalecer la resiliencia y capacidad adaptativa del sector (IMN/MINSA/PNUD, 2008).

INICIATIVAS NACIONALES QUE ABORDAN EL TEMA CLIMA-SALUD

De acuerdo con las comunicaciones nacionales de cambio climático, casi todos los países de Centroamérica han abordado el tema de salud, evaluando el comportamiento de enfermedades relevantes en términos de salud pública frente a cambios de temperatura y precipitación. El cuadro 13, presenta la información obtenida de las últimas comunicaciones disponibles en cada país.

CUADRO 13
CENTROAMÉRICA: INFORMACIÓN DEL SECTOR SALUD EN LAS COMUNICACIONES NACIONALES, 2000-2009

País	Documento /año de publicación	Información del sector salud
Guatemala	Primera Comunicación (MARN, 2001)	Se analizaron EDA's, IRA's y malaria Resultados: La frecuencia de IRA's muestra tendencia a aumentar al comienzo de la temporada lluviosa, apreciándose un retraso de la aparición del período epidémico típico de finales del verano. En los últimos años se reportan brotes epidémicos en junio y julio, coincidiendo con valores anómalos de los índices de circulación meridional y períodos de sequía prolongados. El comportamiento típico de las EDA's sufre un impacto por las variaciones del régimen lluvioso según los escenarios de cambio climático. En el comportamiento de la malaria se observa una sensible disminución del número de casos debido al corrimiento de sus patrones estacionales ocasionados por las variaciones climáticas según el escenario considerado.
Nicaragua	Primera Comunicación (MARENA, 2001)	Se realizó un índice de malaria para tres departamentos. Resultados: El índice de casos de malaria aumenta exponencialmente con la temperatura. Un pequeño aumento de temperatura tiene un efecto importante en el aumento de casos de malaria. En el caso de la precipitación la relación es diferente. Aparentemente existe un nivel máximo del índice para promedios anuales de precipitación de 2,200 mm. Esto sugiere que la disminución de la precipitación puede causar un aumento o una disminución de casos de malaria, dependiendo del nivel inicial de la precipitación y de la magnitud de la disminución.
Costa Rica	Segunda Comunicación (IMN/ MINSA PNUD, 2009)	Hay seis padecimientos de evaluación prioritaria: dengue, malaria, IRA's, EDA's, cardiorespiratorias y angiostrongilosis abdominal. Resultados: se identificaron los grupos vulnerables y se determinaron los impactos económicos de la atención de cada enfermedad. Se encontraron asociaciones entre las variables climáticas y la incidencia de cada una de ellas
El Salvador	Primera Comunicación (MARN, 2000)	Se explora los efectos de la contaminación del transporte y de la disponibilidad de alimentos en la salud. Pero los impactos en el sector de atención a la salud no son abordados.
Panamá	Primera Comunicación (ANAM, 2000)	Se evaluó la vulnerabilidad de la salud ante el cambio climático mediante un análisis histórico de la ocupación humana y de la transformación de la naturaleza por actividades económicas. Resultados: Se identifica una región del territorio nacional afectada por rupturas antropogénicas: el Arco Seco del Golfo de Parita, región compuesta por las cuencas de los ríos La Villa, Tonosí y Oria

Fuente: Elaboración propia.

3. CONCLUSIONES

La región centroamericana presenta dos características relevantes para el tema de cambio climático: por una parte, su ubicación en una zona donde los efectos del clima se manifiestan con especial fuerza y, por la otra, condiciones sociales y ambientales vulnerables a los efectos en la salud. La producción científica de los grupos de investigación es una base importante de la agenda de investigación del cambio climático y la salud para orientar las políticas de adaptación en este campo.

En este estudio se analiza un considerable volumen de trabajos científicos sobre eventos de salud sensibles al cambio climático en Centroamérica. Se identificaron esfuerzos para estimar la variabilidad climática y su influencia en la salud, ya sea mediante variables climáticas que expliquen la epidemiología de determinadas enfermedades, o mediante estratificaciones por épocas del año para explicar su estacionalidad. Quedan áreas de estudio por cubrir, sobre todo las que proporcionen elementos para diseñar escenarios de cambio climático y sus efectos en la salud humana. Historicamente, los países de la región han enfrentado efectos directos e indirectos de fenómenos hidrometeorológicos, en la salud. En los últimos años estos eventos han aumentado en número e intensidad debido al cambio climático. Se constata que las condiciones de vida y vivienda, medio ambiente e infraestructura de salud pública colocan a las poblaciones en un estado de alta vulnerabilidad. En este punto se identificó que los países que evalúan sus propias vulnerabilidades utilizan metodologías diferentes, lo que impide realizar comparaciones adecuadas.

El examen de la información disponible sobre enfermedades sensibles al cambio climático en Centroamérica encuentra que:

- La región tiene antecedentes importantes de investigación, tratamiento y prevención de enfermedades tropicales, incluidas las transmitidas por vectores. Los registros de dengue, por ejemplo, indican la existencia de regiones endémicas, principalmente en zonas urbanas, y patrones estacionales. Pero los estudios que asocian casos de esta enfermedad con variables climáticas son escasos.
- La malaria fue una preocupación constante el siglo pasado, especialmente durante la época de la construcción del Canal de Panamá. Hoy todos los países de la región tienen activos sistemas de vigilancia, lo cual ha reducido la mortalidad por esta enfermedad a niveles bajos. También se cuenta con bastante información sobre la distribución de los vectores y su relación con la degradación ambiental.
- La enfermedad de Chagas es considerada una enfermedad desatendida en la región. A pesar de las iniciativas locales e internacionales para controlarla, hay subregistro de la misma y se desconoce su asociación con patologías crónicas. Se ha promovido su investigación epidemiológica, pero los estudios que la relacionen con variables climáticas y definan sus características de distribución, estacionalidad y hábitat son escasos.

- La incidencia de las EDA's tiene larga trayectoria en la región, principalmente porque están asociadas a la pobreza y se concentran en la población infantil. Hay varios estudios que ayudan a comprender sus variaciones estacionales, pero no los hay sobre proyecciones de cambios en su ocurrencia en diferentes escenarios de temperatura y precipitación.
- Hay otras áreas de investigación poco exploradas, como seguridad alimentaria y nutricional, episodios de estrés y ansiedad, enfermedades de la piel después de eventos hidrometeorológicos, aparición de cuadros de deshidratación, golpe o estrés por calor y diversas patologías cardiorrespiratorias relacionadas con la contaminación atmosférica y el aumento de la temperatura en las ciudades.

El análisis pudo constatar que los países que han incursionado en los estudios de clima y salud son: Guatemala, Nicaragua y El Salvador en dengue; Guatemala, Costa Rica, Belice y Panamá en malaria; Guatemala y Costa Rica en EDA's e IRA's y Guatemala y Belice en Chagas. Mención especial merecen las investigaciones de Costa Rica, ya que, además de tener sistemas de información meteorológica y de salud adecuados, sus comunicaciones nacionales muestran avance del conocimiento de la relación de la salud y el cambio climático.

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

4. RECOMENDACIONES

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

- Promover una iniciativa regional que coordine los grupos de investigación en salud consolidados en la región (Anexo II) y apoye la investigación mediante alianzas entre sectores y disciplinas. Esta iniciativa debería ser coordinada por los Ministerios de Salud con la colaboración de los Ministerios de Ambiente y las instituciones climatológicas.
- Considerar los distintos escenarios futuros de temperatura y precipitación con cambio climático y las predicciones de la evolución demográfica de las regiones. En este sentido sería óptimo utilizar los escenarios de cambios de temperatura y precipitación para estimar los riesgos en salud e incorporar los modelos de nicho ecológico para analizar los cambios de distribución de las especies por influencia del cambio climático. Este último aspecto requiere mayor atención en la investigación sobre ETV's.
- Es necesario evaluar no solo los efectos del cambio climático sobre las poblaciones más vulnerables, sino también cómo se crea y crece la vulnerabilidad a fin de elaborar propuestas para reducirla. Costa Rica, Guatemala y Panamá avanzan en esta evaluación, lo cual se refleja en sus indicadores de pobreza y desigualdad y en la información de sus comunicaciones nacionales.
- Realizar estudios que incluyan condiciones de vulnerabilidad social y ambiental como pobreza, inequidad, falta de acceso a los servicios de salud, capacidad de respuesta y degradación ambiental.
- Se sugiere la unificación de enfoques y metodologías para realizar comparaciones adecuadas y lograr una mejor comprensión de los resultados.
- Sobre los análisis de enfermedades:
 - Para las ETV's como Chagas, leishmaniasis y las zoonosis sensibles al clima, como leptospirosis, una recomendación general es consolidar las bases de datos para desarrollar estudios epidemiológicos a niveles nacional y regional y comprender la relación de las enfermedades con el clima, considerando las similitudes de condiciones geomorfológicas y socioeconómicas de los países.
 - Dada la relevancia epidemiológica del estudio de cohorte de dengue en Nicaragua, sería útil ampliarlo y replicarlo en otros países para identificar asociaciones causales que incluyan variables climáticas y de vulnerabilidad social.

- En cuanto a las EDA's, se sabe que están directamente asociadas con la calidad del agua, por lo que se recomienda desarrollar estudios sobre su incidencia después de eventos hidrometeorológicos.
- Desarrollar estudios de los efectos adversos de los contaminantes atmosféricos en grupos sensibles, como niños y adultos mayores en las ciudades equipadas con estaciones de monitoreo atmosférico.
- Evaluar el impacto del cambio climático en la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria y nutricional.
- Ampliar en las comunicaciones nacionales los estudios sobre el impacto del cambio climático en la salud, considerando regiones ecológicas, hidrográficas, agrícolas y otras unidades de análisis relevantes.
- Considerar las condiciones de vulnerabilidad social y ambiental que pueden alterar la biodiversidad y los ecosistemas, además de impactar en la salud humana. Estas relaciones son generalmente poco evaluadas.
- Considerar las previsiones de los modelos de cambio climático y los diferentes aspectos del ENOS, como herramientas para generar políticas regionales sobre el control de enfermedades. Será necesario desarrollar estudios interdisciplinarios de los grupos de investigación, del personal operativo del sector salud y de la comunidad, para desarrollar medidas de respuesta adecuadas.
- Fortalecer los sistemas de recaudación y análisis de datos epidemiológicos. La investigación de los efectos del cambio climático en la salud requiere series de datos retrospectivos de 30 años por lo menos. Por ello la capacidad de realizar evaluaciones directas es limitada y se recurre a modelos climáticos para proyectar cambios de clima y enfermedades.
- Utilizar métodos epidemiológicos que:
 - Delimitan los factores determinantes de la enfermedad y la vulnerabilidad de la población estudiada.
 - Describen el área geográfica de donde provienen los datos de salud considerados.
 - Asignan de manera adecuada los datos meteorológicos a la población de interés.
 - Incluyen una explicación biológica plausible que asocie los parámetros climáticos con la enfermedad.
 - Eliminen las tendencias en el tiempo y los patrones estacionales en el análisis de series de tiempo, antes de evaluar la posible asociación de clima y salud.

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) considera que el principal requisito para la adaptación de la salud humana ante el cambio climático es mejorar los sistemas de salud pública, especialmente los sistemas de vigilancia epidemiológica. Para ello es necesario evaluar la capacidad de recuperación y respuesta del sector salud ante los eventos causados por el cambio y la variabilidad climática. Hace falta una evaluación amplia que considere

las posibles interacciones entre las diversas variables en los contextos más vulnerables: interculturalidad, infraestructura, pobreza e inequidad. Además de prever las potenciales repercusiones del resto de los sectores (agricultura, servicios, energía) en la salud: seguridad alimentaria, desnutrición, migración, diseminación de enfermedades y aumento de la pobreza.

BIBLIOGRAFÍA

- Acha, P., Alexander, A., Santamarina, G., Rubin, H. y Yager, R. (1963), «Serological studies on leptospirosis in Guatemala», *The American journal of tropical medicine and hygiene* 12(4): 580.
- Achee, N., Grieco, J., Masuoka, P., Andre, R., Roberts, D., Thomas, J., Briceno, I., King, R. y Rejmankova, E. (2006), «Use of remote sensing and geographic information systems to predict locations of *Anopheles darlingi*-positive breeding sites within the Sibun River in Belize, Central America», *Journal of medical entomology* 43(2): 382-392.
- AFP (Agence France-Presse), (2010), «Alex strengthens into tropical storm, kills 10 in Guatemala and El Salvador», <<http://www.news.com.au/breaking-news/alex-has-strengthened-into-tropical-storm/story-e6frku0-1225885199885>>. Consultado el 20 de agosto de 2010.
- Amador, J. J., A. Vicari, R. M. Turcios-Ruiz, D. A. Melendez, M. Malek, F. Michel, S. Aldighieri, T. Kerin, J. S. Bresee, R. I. Glass y J. K. Andrus (2008), «Outbreak of rotavirus gastroenteritis with high mortality, Nicaragua, 2005», *Rev Panam Salud Publica* 23(4): 277-284.
- Amthor, J. (2001), «Effects of atmospheric CO₂ concentration on wheat yield: review of results from experiments using various approaches to control CO₂ concentration», *Field Crops Research* 73(1): 1-34.
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá) (2000), *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Panamá*; Panamá Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM).
- Arboleda, S., Gorla, D., Porcasi, X., Saldaña, A., Calzada, J. y Jaramillo-O, N. (2009), «Development of a geographical distribution model of *Rhodnius pallescens* Barber, 1932 using environmental data recorded by remote sensing», *Infection, Genetics and Evolution* 9(4): 441-448.
- Armero, J., T. Cara, R. Chacón, D. Valencia, J. Figueroa, J. Bresee y R. Glass, (2004), «Brote vigilancia y estimaciones de la carga de la enfermedad 2000-2002», *Pediatr Infect Dis J* 23: 14-18.
- Ashford, D., Kaiser, R., Spiegel, R., Perkins, B., Weyant, R., Bragg, S., Plikaytis, B., Jarquin, C., De Lose Reyes, J. y Amador, J. (2000), «Asymptomatic infection and risk factors for leptospirosis in Nicaragua», *The American journal of tropical medicine and hygiene* 63(5): 249.
- Ávila, G.A., Araujo, R. y Orellana, G. (2010), «Situación epidemiológica del dengue en Honduras período 1991-2010», *Rev Med Hondur* 78(3): 156-162.
- Ávila-Agüero, M. (2008), «Epidemiología de la malaria en Costa Rica», *Acta Médica Costarricense* 50(2): 72-74.
- Azpuruá, J., De La Cruz, D., Valderama, A. y Windsor, D. (2010), *Lutzomyia* Sand Fly Diversity and Rates of Infection by *Wolbachia* and an Exotic *Leishmania* Species on Barro Colorado Island, Panama.
- Balmaseda, A., Standish, K., Mercado, J., Matute, J., Tellez, Y., Saborío, S., Hammond, S., Nuñez, A., Avilés, W. y Henn, M. (2010), «Trends in patterns of dengue transmission over 4 years in a pediatric cohort study in Nicaragua», *The Journal of infectious diseases* 201: 000-000.
- Balluz, L., Moll, D., Diaz Martinez, M., Merida Colindres, J. y Malilay, J. (2001), «Environmental pesticide exposure in Honduras following hurricane Mitch», *Bulletin of the World Health Organization* 79: 288-295.
- Banco Inter-Americano de Desarrollo (2007), «Water & Sanitation Sector in Central America -Challenges and Opportunities», *Environment and Natural Resources Management Division*.
- Banco Mundial (2005), *Indicadores del desarrollo mundial 2010*, Banco Mundial.
- Barrios, R., Stansbury, J., Palencia, R. y Medina, M. (2000), «Nutritional status of children under 5 years of age in three hurricane-affected areas of Honduras», *Revista Panamericana de Salud Pública* 8: 380-384.
- BBC (The British Broadcasting Corporation), (2005), Guatemala: Stan supera a Mitch. <http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/latin_america/newsid_4323000/4323826.st>. Consultado el 4 agosto de 2010.

- Bergonzoli, G. y Rivers Cuadra, J. (2000), «Eficacia terapéutica de diferentes regímenes antimaláricos en la región fronteriza de Costa Rica y Nicaragua», *Revista Panamericana de Salud Pública* 7(6): 366-370.
- Bern, C., B. Hernandez, M. Lopez, M. Arrowood, A. De Merida y R. Klein, (2000), «The contrasting epidemiology of Cyclospora and Cryptosporidium among outpatients in Guatemala», *The American journal of tropical medicine and hygiene* 63(5): 231.
- Bern, C., Maguire, J. y Alvar, J. (2008), «Complexities of assessing the disease burden attributable to leishmaniasis», *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2(10).
- Bouma, M. J. (1996), Epidemiology and control of malaria in northern Pakistan with special reference to Afghan refugees and the El-Nino southern oscillation. *Ph.D. thesis, University of London, U.K.*
- Brunkard, J., Cifuentes, E. y Rothenberg, S. (2008), «Assessing the roles of temperature, precipitation, and ENSO in dengue re-emergence on the Texas-Mexico border region», *Salud Pública de Mexico* 50: 227-234.
- Bucardo, F., J. Nordgren, B. Carlsson, M. Paniagua, P. E. Lindgren, F. Espinoza, y L. Svensson (2008), «Pediatric norovirus diarrhea in Nicaragua», *J Clin Microbiol* 46(8): 2573-2580.
- Bustamante, D., Monroy, M., Rodas, A., Juarez, J. y Malone, J. (2007), «Environmental determinants of the distribution of Chagas disease vectors in south-eastern Guatemala», *Geospatial Health*, 2: 199-211.
- Caldera, T., Palma, L., Penayo, U. y Kullgren, G. (2001), «Psychological impact of the hurricane Mitch in Nicaragua in a one-year perspective», *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology* 36(3): 108-114.
- Calzada, J., Pineda, V., Garisto, J., Samudio, F., Santamaria, A. y Saldana, A. (2010), «Human Trypanosomiasis in the Eastern Region of the Panama Province: New Endemic Areas for Chagas Disease», *The American journal of tropical medicine and hygiene* 82(4): 580.
- Carcavallo, R. (1999), Climatic factors related to Chagas disease transmission, *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 94: 367-369.
- Castellanos, E., C. Fajardo, A. Henríquez, O. Rivera, V. Rivas, J. Rubio y S. Tovar, (2008), «Características clínicas de la diarrea por rotavirus en el Hospital Materno Infantil durante el año 2007», *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*.
- Ceccato, P. (2004), Operational early warning system using SPOT-VGT and TERRA-MODIS to predict Desert Locust outbreaks.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2011), *Resumen regional del impacto de la depresión tropical 12-E en Centroamérica*, Cuantificación de daños y pérdidas sufridos por los países de la región en el mes de octubre de 2011: *Algunas reflexiones sobre la nueva "normalidad" de los desastres* (LC/MEXL.1060), México, D.F.
- CEPAL (2008), *Impacto del Huracán Felix en la Región Autónoma del Atlántico Norte y de las lluvias torrenciales del en el noroeste de Nicaragua* (LC/MEX/L.860), México, D.F.
- CEPAL/UKAID (UK Department for International Development)/CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y desarrollo)/SICA (Sistema de Integración Centroamericana) (2010), *La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis 2010*, (LC/MEX/L.978), México, D.F.
- CEPAL y SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia) (2005a). *Efectos en Guatemala de las lluvias torrenciales y la tormenta tropical STAN*, (LC/MEX/R.895), México, D.F.
- CEPAL y PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2005). *Efectos en El Salvador de las lluvias torrenciales, tormenta tropical Stan y erupción del volcán Llamatepec (Santa Ana) octubre del 2005 y perfiles de project*, (LC/MEX/R.892), México, D.F.
- Coldham, C., D. Ross, M. Quigley, Z. Segura y D. Chandramohan (2000), «Prospective validation of a standardized questionnaire for estimating childhood mortality and morbidity due to pneumonia and diarrhoea», *Trop Med Int Health* 5(2): 134-144.
- Colwell, R. (1996). «Global climate and infectious disease: the cholera paradigm», *Science* 274(5295): 2025-2031.
- CONRED (Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres-Guatemala) (2010), *Boletín Informativo*, No. 892.
- Convit, J., Ulrich, M., Perez, M., Hung, J., Castillo, J., Rojas, H., Viquez, A., Araya, L. y Lima, H. (2005), «Atypical cutaneous leishmaniasis in Central America: possible interaction between infectious and environmental elements», *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 99(1): 13-17.

- Cook, D. M., C. Swanson, D. L. Eggett y G. M. Booth (2009), «A Retrospective Analysis of Prevalence of Gastrointestinal Parasites among School Children in the Palajunoy Valley of Guatemala», *Journal of Health, Population and Nutrition* 27(1): 31-40.
- Crowe, J., de Joode, B. y Wesseling, C. (2009), A pilot field evaluation on heat stress in sugarcane workers in Costa Rica: What to do next?
- Cupples, J. (2007), «Gender and Hurricane Mitch: reconstructing subjectivities after disaster». *Disasters* 31(2): 155-175.
- Chaves, L., Cohen, J., Pascual, M. y Wilson, M. (2008), «Social exclusion modifies climate and deforestation impacts on a vector-borne disease», *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2(2).
- Chaves, L. y Pascual, M. (2006), «Climate cycles and forecasts of cutaneous leishmaniasis, a nonstationary vector-borne disease», *PLoS Med* 3(8): e295.
- Checkley, W., Epstein, L., Gilman, R., Figueroa, D., Cama, R., Patz, J. y Black, R. (2000), «Effects of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children», *The Lancet* 355(9202): 442-450.
- Chinchilla, M., Castro, A., Reyes, L., Guerrero, O., Calderon-Arguedas, O. y Troyo, A. (2006), «Enfermedad de Chagas en Costa Rica: Estudio comparativo en dos épocas diferentes», *Parasitol. latinoam* 61(3-4): 138-145.
- COMISCA (Consejo de Ministros de Salud de Centroamérica y República Dominicana) (2009). *Plan de salud de Centroamérica y República Dominicana 2010-2015*, San José, Costa Rica. 131 pp.
- Daniels, N., MacKinnon, L., Bishop, R., Altekruse, S., Ray, B., Hammond, R., Thompson, S., Wilson, S., Bean, N. y Griffin, P. (2000), «Vibrio parahaemolyticus infections in the United States, 1973-1998», *The Journal of infectious diseases* 181(5): 1661-1666.
- De Palma, O., L. Cruz, H. Ramos, A. de Baires, N. Villatoro, D. Pastor, y otros (2010), «Effectiveness of rotavirus vaccination against childhood diarrhoea in El Salvador: case-control study», *British Medical Journal*, 2010, No. 340.
- Delgado, C. (2009), Heat stress assessment among workers in a Nicaraguan sugarcane farm, *Global health action* 2.
- Delgado, L., Córdova, K. y Rodríguez, A. (2004), «Epidemiological impact of climatic variation on malaria dynamics in a northeastern region of Venezuela», *Int J Infect Dis* 8(Suppl 1): S23-24.
- Doherty, R., Heal, M., Wilkinson, P., Pattenden, S., Vieno, M., Armstrong, B., Atkinson, R., Chalabi, Z., Kovats, S. y Milojevic, A. (2009), «Current and future climate-and air pollution-mediated impacts on human health», *Environmental Health* 8(Suppl 1): S8.
- Dorn, P., Monroy, C. y Curtis, A. (2007), «Triatoma dimidiata (Latreille, 1811): A review of its diversity across its geographic range and the relationship among populations», *Infection, Genetics and Evolution* 7(2): 343-352.
- Ebi, K. y McGregor, G. (2009), «Climate change, tropospheric ozone and particulate matter, and health impacts», *Ciência & Saúde Coletiva* 14: 2281-2293.
- Eliza (2010). «Tormenta Mathew causó muchos damnificados en América Central». [En línea] <<http://holocaustoambiental.blogspot.mx/2010/10/tormenta-matthew-causo-muchos.html>>. Consultado el 4 de julio de 2012.
- English, P., Sinclair, A., Ross, Z., Anderson, H., Boothe, V., Davis, C., Ebi, K., Kagey, B., Malecki, K. y Shultz, R. (2009), Environmental Health Indicators of Climate Change for the United States: Findings from the State Environmental Health Indicator Collaborative.
- Epstein, P., Diaz, H., Elias, S., Grabherr, G., Graham, N., Martens, W., Mosley-Thompson, E. y Susskind, J. (1998), Biological and physical signs of climate change: focus on mosquito-borne diseases.
- Escribà, J., Ponce, E., Romero, A., Viñas, P., Marchiol, A., Bassets, G., Palma, P., Lima, M., Zúniga, C. y Ponce, C. (2009), Treatment and seroconversion in a cohort of children suffering from recent chronic Chagas infection in Yoro, Honduras, *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 104: 986-991.
- Espinoza, A. (2004), «Comportamiento de la enfermedad diarreica en Costa Rica, de 1995 al 2001», *Revista Costarricense de Salud Pública*, 13(25):10p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura) -ETEA (Escuela Superior de Técnica Empresarial Agrícola) (2008), *Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica desde la Perspectiva del Proceso de Integración: Balances y Retos*. Fundación ETEA para el desarrollo y la cooperación y FAO.

- FAO (2007), Cambio climático y seguridad alimentaria: Un documento marco, Grupo de trabajo interdepartamental de la FAO sobre cambio climático, Roma.
- FAO (1996), World food summit: synthesis of the technical background documents, Rome: Food and Agriculture, Organization of the United Nations.
- Foo, L., Lim, T., Lee, H. y Fang, R. (1985), «Rainfall, abundance of *Aedes aegypti* and dengue infection in Selangor, Malaysia», *Southeast Asian journal of tropical medicine and public health* 16(4): 560-568.
- Fuhrer, J. (2003), «Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change», *Agriculture, Ecosystems & Environment* 97(1-3): 1-20.
- Fuller, D., Troyo, A. y Beier, J. (2009), «El Niño Southern Oscillation and vegetation dynamics as predictors of dengue fever cases in Costa Rica», *Environmental Research Letters* 4: 014011.
- Füssel, H. y Klein, R. (2006), «Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking», *Climatic Change* 75(3): 301-329.
- Gagnon, A., Bush, A. y Smoyer-Tomic, K. (2001), «Dengue epidemics and the El Niño Southern Oscillation», *Climate Research* 19(1): 35-43.
- Garssen, J., Harmsen, C. y De Beer, J. (2005), «The effect of the summer 2003 heat wave on mortality in the Netherlands». *Euro Surveill* 10(7): 165-168.
- Githeko, A. y Ndegwa, W. (2001), «Predicting malaria epidemics in the Kenyan highlands using climate data: a tool for decision makers», *Global change & human health* 2(1): 54-63.
- Gómez, J. (2001), Vulnerabilidad y medio ambiente.
- Gover, M. (1938), «Mortality during periods of excessive temperature», *Public Health Reports* (1896-1970): 1122-1143.
- Gregory, P. y Ingram, J. (2000), «Global change and food and forest production: future scientific challenges», *Agriculture, Ecosystems & Environment* 82(1-3): 3-14.
- Grieco, J., Johnson, S., Achee, N., Masuoka, P., Pope, K., Rejmankova, E., Vanzie, E., Andre, R. y Roberts, D. (2006), «Distribution of *Anopheles albimanus*, *Anopheles vestitipennis*, and *Anopheles crucians* associated with land use in northern Belize», *Journal of medical entomology* 43(3): 614-622.
- Grizea, L., Hussa, A., Thommena, O., Schindlera, C. y Braun-Fahrländera, C. (2005), «Heat wave 2003 and mortality in Switzerland», *Schweizer Medizinische Wochenschrift*, 135: 200-205.
- Gubler, D. (1998), Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical microbiology reviews* 11(3): 480.
- Gutiérrez, M.F., Urbina, D., Matiz, A., Puello, M., Mercado, M., Parra M., y otros. (2005), «Comportamiento de la diarrea causada por virus y bacterias en regiones cercanas a la zona ecuatorial», *Colombia Médica*, Vol. 36. N°4. (Supl. 3), Octubre – Diciembre, 2005.
- Hahn, M., Riederer, A. y Foster, S. (2009), «The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique», *Global Environmental Change* 19(1): 74-88.
- Hakre, S., Masuoka, P., Vanzie, E. y Roberts, D. (2004), «Spatial correlations of mapped malaria rates with environmental factors in Belize, Central America», *International Journal of Health Geographics* 3(1): 6.
- Hales, S., de Wet, N., Maindonald, J. y Woodward, A. (2002), «Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model», *The Lancet* 360(9336): 830-834.
- Hales, S., Weinstein, P., Soares, Y. y Woodward, A. (1999), «El Niño and the dynamics of vectorborne disease transmission», *Environmental Health Perspectives*, 107(2): 99.
- Halstead, S. (1980), «Dengue haemorrhagic fever—a public health problem and a field for research», *Bulletin of the World Health Organization* 58(1): 1.
- Harvell, C., Kim, K., Burkholder, J., Colwell, R., Epstein, P., Grimes, D., Hofmann, E., Lipp, E., Osterhaus, A. y Overstreet, R. (1999), «Emerging marine diseases—climate links and anthropogenic factors», *Science* 285(5433): 1505.
- Hashizume, M., Armstrong, B., Hajat, S., Wagatsuma, Y., Faruque, A., Hayashi, T. y Sack, D. (2007), «Association between climate variability and hospital visits for non-cholera diarrhoea in Bangladesh: effects and vulnerable groups», *International journal of epidemiology*, Vol. 36, pp.1030-1037.

- Hayes, E., Maupin, G., Mount, G. y Piesman, J. (1999), «Assessing the prevention effectiveness of local Lyme disease control», *Journal of Public Health Management and Practice* 5(3): 84.
- Hayes, J., García-Rivera, E., Flores-Reyna, R., Suárez-Rangel, G., Rodríguez-Mata, T., Coto-Portillo, R., Baltrons-Orellana, R. y Mendoza-Rodríguez, E. (2003), «Risk factors for infection during a severe dengue outbreak in El Salvador in 2000», *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 69(6): 629.
- Hetzel, M., Iteba, N., Makemba, A., Mshana, C., Lengeler, C., Obrist, B., Schulze, A., Nathan, R., Dillip, A. y Alba, S. (2007), «Understanding and improving access to prompt and effective malaria treatment and care in rural Tanzania: the ACCESS Programme», *Malaria journal* 6(1): 83.
- Hilary K, S., Laraia, B. K. (2010), «Food Insecurity Is Associated with Chronic Disease among Low-Income NHANES Participants», *Journal of Nutrition*, 140(2).
- Hopp, J. y Foley, J. (2003), «Worldwide fluctuations in dengue fever case related to climate variability», *Climate Research* 25(1): 85-94.
- Hotez, P., Bottazzi, M., Franco-Paredes, C., Ault, S. y Periago, M. (2008), «The neglected tropical diseases of Latin America and the Caribbean: a review of disease burden and distribution and a roadmap for control and elimination», *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2(9).
- Hurtado-Díaz, M., Riojas-Rodríguez, H., Rothenberg, S., Gomez-Dantés, H. y Cifuentes, E. (2007), «Short communication: impact of climate variability on the incidence of dengue in Mexico», *Tropical Medicine & International Health* 12(11): 1327-1337.
- Hutter, H., Moshhammer, H., Wallner, P., Leitner, B. y Kundi, M. (2007), «Heatwaves in Vienna: effects on mortality», *Wiener Klinische Wochenschrift* 119(7): 223-227.
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN)/Ministerio de Salud (MINSAL)/Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2008), *Efectos del Clima, su variabilidad y cambio climático sobre la salud humana en Costa Rica*, Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) - UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) (2010), *Escenarios de Cambio Climático para Centroamérica*. Universidad Autónoma de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Carlos Gay, Cecilia Conde, Francisco Estrada, Benjamín Hernández y Walter Fernández.
- IPCC (2007), Cuarto Informe de Evaluación. <http://www.ipcc.ch>.
- ISDR (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres) (2008), *Climate Resilient Cities. Reducing Vulnerabilities to Climate Change Impacts and Strengthening Disaster Risk Management in East Asian Cities*.
- Jaramillo Antillón, O., Espinoza Aguirre, A. y Lobo Philp, R. (2009), «Estado actual de la leishmaniosis en Costa Rica», *Acta Médica Costarricense* 51(3): 158-164.
- Jímenez, M. (2004), «Variabilidad y cambios climáticos y su relación con la seguridad alimentaria y la agricultura en Centroamérica» en *Cambio ambiental global, globalización y seguridad alimentaria*. Instituto Interamericano para la Investigación sobre Cambio Global (IAI), International Human Dimension Program on Global Environmental Change (IHDP) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.
- Johnson, H., Kovats, R., McGregor, G., Stedman, J., Gibbs, M. y Walton, H. (2005), «The impact of the 2003 heat wave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates», *Euro Surveill* 10(7): 168-171.
- Johnson, S. y Rejmánková, E. (2005), «Impacts of land use on nutrient distribution and vegetation composition of freshwater wetlands in northern Belize», *Wetlands* 25(1): 89-100.
- Jones, P. y Thornton, P. (2003), «The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055», *Global Environmental Change* 13(1): 51-59.
- Justiniani H., L. Henríquez y Gaspar O. (1998), *Vulnerabilidad de las instalaciones de salud ante la ocurrencia de desastres naturales en la República de Panamá*. Universidad Tecnológica de Panamá. Facultad de Ingeniería Civil. Panamá. PA.
- Kabat, P. y van Schaik H. (2003), *Climate changes the water rules: how water managers can cope with today's climate variability and tomorrow's climate change*. Water and Climate.

- Koopman, J., Prevots, D., Mann, M., Dantes, H., Aquino, M., Longini Jr, I. y Amor, J. (1991), «Determinants and predictors of dengue infection in Mexico», *American Journal of Epidemiology* 133(11): 1168.
- Kuno, G. y Gubler, D. (1995), Factors influencing the transmission of dengue viruses.
- Leary, N. A. (2006), For Whom the Bell Tolls: Vulnerabilities in a Changing Climate, *Washington: AIACC*.
- Lesmana, M. y Subekti, D. (2001), «Vibrio parahaemolyticus associated with cholera-like diarrhea among patients in North Jakarta», *Indonesia, Diagn Microbiology Infections* 39(2): 71-75.
- Liao, K., Tagaris, E., Manomaiphiboon, K., Napelenok, S., Woo, J., He, S., Amar, P. y Russell, A. (2007), «Sensitivities of ozone and fine particulate matter formation to emissions under the impact of potential future climate change», *Environmental science & technology* 41(24): 8355-8361.
- Madoff, L. C. (2004), An Early Warning System for Emerging Diseases, *Clinical Infectious Diseases*.
- Manfredo, O. (2009), Situación de la Leishmaniasis en Guatemala, enero-junio 2009, Centro Nacional de Epidemiología, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Manuel-Navarrete, D., Gomez, J. y Gallopín, G. (2007), «Syndromes of sustainability of development for assessing the vulnerability of coupled human-environmental systems, The case of hydrometeorological disasters in Central America and the Caribbean», *Global Environmental Change* 17(2): 207-217.
- MARENA (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua) (2001), Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Nicaragua, Nicaragua.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala) (2001), «Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático», Guatemala.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador) (2000), Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, El Salvador.
- Martens, W. (1997), Health Impacts of Climate Change and Ozone Depletion: An Eco-Epidemiological Modelling Approach, Dept. Mathematics. Maastricht, University of Maastricht.
- Medina-Ramon, M., Zanobetti, A. y Schwartz, J. (2006), «The effect of ozone and PM10 on hospital admissions for pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease: a national multicity study», *American Journal of Epidemiology* 163(6): 579.
- Mena, N., Troyo, A., Bonilla-Carrión, R. y Calderón-Arguedas, O. (2011), «Factores asociados con la incidencia de dengue en Costa Rica», *Revista Panamericana de Salud Pública*, 29(4): 234-242.
- Merino, J. (2003), Los impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria y nutricional en El Salvador, Escenarios futuros, *Coordinación de la Cooperación Técnica INCAP/El Salvador*.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía) e IMN (Instituto Meteorológico Nacional) (2009), *Segunda Comunicación Nacional*, Costa Rica.
- Michelozzi, P., De'Donato, F., Bisanti, L., Russo, A., Cadum, E., DeMaria, M., D'ovidio, M., Costa, G. y Perucci, C. (2005), «The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities: Topic: 2003 heat wave», *Euro surveillance*, 10(7-9): 161-164.
- Ministerio de planeación y desarrollo de Bolivia (2006), Programa Nacional de Cambios Climáticos, Bolivia.
- Ministerio de Salud de Costa Rica (2010), Lineamientos Nacionales para el control del Dengue, Costa Rica.
- Ministerio de Salud de El Salvador (2012a), Plan integral para el enfrentamiento al dengue en El Salvador "Unámonos contra el dengue", Comisión intersectorial de salud 2010.
- Ministerio de Salud de El Salvador (2012b), Indicador Institucional 2001. <<http://www.salud.gob.sv/index.php/component/content/article/54-vigilancia-sanitaria/192-indicador-institucional-ano-2001>>.
- Ministerio de Salud de Honduras (2012), Presentación Salud y Cambio Climático.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala (MSPAS) (2012), Boletines semanales de Epidemiología para dengue 2009 y 2010.
- Ministerio de Salud de Panamá (2010), Departamento de Vigilancia, FPRSE.
- Ministerio de Salud de Nicaragua (2006), Informe del programa de leishmaniasis, Managua.

- Miranda, A., Carrasco, R., Paz, H., Pascale, J., Samudio, F., Saldana, A., Santamaria, G., Mendoza, Y. y Calzada, J. (2009), «Molecular Epidemiology of American Tegumentary Leishmaniasis in Panama», *The American journal of tropical medicine and hygiene* 81(4): 565.
- Moll, D., McElroy, R., Sabogal, R., Corrales, L. y Gelting, R. (2007), «Health impact of water and sanitation infrastructure reconstruction programmes in eight Central American communities affected by Hurricane Mitch», *Journal of water and health* 5(1): 51-66.
- Moncayo A., y Silveira A.C. (2009), «Current epidemiological trends for Chagas disease in Latin America and future challenges in epidemiology, surveillance and health policy», *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 104 (1): 17-30
- Monroy, C., Bustamante, D., Rodas, A., Enriquez, M. y Rosales, R. (2003a), «Habitats, dispersion and invasion of sylvatic *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in Peten, Guatemala», *Journal of medical entomology* 40(6): 800-806.
- Monroy, C., Rodas, A., Mejía, M., Rosales, R. y Tabaru, Y. (2003b), «Epidemiology of Chagas disease in Guatemala: infection rate of *Triatoma dimidiata*, *Triatoma nitida* and *Rhodnius prolixus* (Hemiptera, Reduviidae) with *Trypanosoma cruzi* and *Trypanosoma rangeli* (Kinetoplastida, Trypanosomatidae)», *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98: 305-310.
- Moolgavkar, S., Luebeck, E. y Anderson, E. (1997), «Air pollution and hospital admissions for respiratory causes in Minneapolis-St. Paul and Birmingham», *Epidemiology* 8(4): 364-370.
- Moore, K., Neugebauer, R., Lurmann, F., Hall, J., Brajer, V., Alcorn, S. y Tager, I. (2008), «Ambient ozone concentrations cause increased hospitalizations for asthma in children: an 18-year study in Southern California», *Environmental health perspectives* 116(8): 1063.
- Mora, J., Ramírez, D., Ordaz, J.L., Acosta, A., Serna, B. (2010a), *Guatemala: Efectos del cambio climático sobre la agricultura*. (LC/MEX/L.963) CEPAL/ Mexico; 71pp.
- Mora, J., Ramírez, D., Ordaz, J.L., Acosta, A., Serna, B. (2010b), *Panamá: Efectos del cambio climático sobre la agricultura*. (LC/MEX/L.971) CEPAL/ Mexico; 74pp.
- Nogueira, P., Falcao, J., Contreiras, M., Paixão, E., Brandão, J. y Batista, I. (2005), «Mortality in Portugal associated with the heat wave of August 2003: early estimation of effect, using a rapid method», *Euro surveillance: bulletin européen sur les maladies transmissibles= European communicable disease bulletin* 10(7): 150.
- Noji, E. y Toole, M. (1997), «The historical development of public health responses to disasters», *Disasters* 21(4): 366-376.
- Oliva, G., González, O. y Núñez, F. (2009), «Leishmaniosis cutánea en la Región Sanitaria No. 3, República de Honduras, enero 1998-septiembre 2002», *Rev Cubana Hig Epidemiol* 47(2).
- OMM (Organización Meteorológica Mundial) (2005), Declaración de la OMM sobre el estado del clima global en 2005.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2010), Reporte Mundial de Malaria. <http://www.who.int/malaria/world_malaria_report_2010/en/index.html>.
- OMS (2008), Cambio climático y salud humana-Riesgos y respuestas.
- OMS (2005), Guías de la Calidad del aire de la OMS.
- OMS (2003), Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. *Geneva*.
- OMS (2002), Control of Chagas disease. World Health Organization (WHO) *Technical Report Series*.
- OMS, (1992). El dengue y la fiebre hemorrágica de dengue en las Americas: una visión general del problema *Boletín Epidemiológico*, 1992, 13(1): 9-10.
- OMS (1996). Dengue y fiebre hemorrágica del dengue *Boletín Epidemiológico*.
- Onursal, B., Gautan, S.P. y A. (1997), Vehicular air pollution. Experiences from seven Latin American Urban Centers, *World Bank Technical Report*.
- OPS (Organización Panamericana de la salud) (2012), Estrategia de cooperación con el país El Salvador 2012-2015. San Salvador, El Salvador. 82 pp
- OPS (2011), Situación de Salud en las Américas, Indicadores Básicos. <<http://new.paho.org/arg/images/Gallery/publicaciones/IndicadoresBsicos2011Amricas.pdf>>.

- OPS (2010a), La enfermedad de Chagas en El Salvador, evolución histórica y desafíos para el control . San Salvador. Diciembre 2010. 64p.
- OPS (2010b), Lucha contra las enfermedades prevalentes y olvidadas. <<http://new.paho.org/blogs/esp/?p=272>>.
- OPS (2009a), Situación regional del dengue en las Américas, Año 2009. <http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/Actualizacion_Dengue_Nov17.pdf>.
- OPS (2009b), Situación del dengue en las Américas, Año 2008. <http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/den_inf_reg_2009_03_17.pdf>.
- OPS (2008a), *Salud en las Américas*, Informe de la situación del Paludismo en las Américas. <http://new.paho.org/hq/index.php?option=com_content&task=view&id=2459&Itemid=2000&lang=es>.
- OPS (2008b), Reporte de la situación de Malaria en las Américas. <http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2011/Malaria_report_2008_Eng_GenSect.pdf>.
- OPS (2007), *Salud en las Américas*. Publicación Científica y Técnica No.622. Washington D.C., EUA.
- OPS (2005), Desastres y asistencia humanitaria. <<http://www.paho.org/Spanish/dd/ped/disasterarchives.htm>>.
- OPS/OMS/MINSAL (Ministerio de Salud de El Salvador) (2012), Estrategia de cooperación con el país El Salvador 2012-2015, San Salvador, El Salvador. Abril 2012.
- OPS/OMS (2008), Leptospirosis humana: guía para el diagnóstico, vigilancia y control Traducción del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, - Rio de Janeiro: Centro Panamericano de Fiebre Aftosa.
- OPS/OMS (2005), Scientific Working Group On Chagas Disease Buenos Aires, Argentina.
- OPS/OMS (2001), Informe de la IV Reunión de la Comisión Intergubernamental de la Iniciativa de Centro América, Ciudad de Panamá.
- Ordaz, J.L, Ramírez, D, Mora J., Acosta, A., Serna, B. (2010a), *Honduras: Efectos del cambio climático sobre la agricultura* (LC/MEX/L.965) CEPAL/, México; 73pp.
- Ordaz, J.L., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A. y Serna, B. (2010b), *El Salvador: Efectos del cambio climático sobre la agricultura* (LC/MEX/L.969) CEPAL/, México, 70pp.
- Ordaz J.L., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A. y Serna, B. (2010c), *Costa Rica: Efectos del cambio climático sobre la agricultura* (LC/MEX/L.972) CEPAL/, México, 76pp.
- Ortiz, P., Rodríguez, A., Valencia, A., Vega, N., Gonzalez, M. y Carrera, A. (2006), Assessment of human health vulnerability to climate variability and change in Cuba, *Environmental health perspectives*, 114(12): 1942-1949.
- Ortiz, BP, Rivero, A. (2004), Índices climáticos para la determinación y simulación de las señales de la variabilidad climática en diferentes escalas espacio temporales, *Rev Cubana Meteorología*, 11(1):41-52.
- Parry, M. C. (2007), *Cambio climático 2007: Impacto Adaptación y vulnerabilidad*, Reino Unido: IPCC.
- Patz, J., Epstein, P., Burke, T. y Balbus, J. (1996), «Global climate change and emerging infectious diseases», *Jama* 275(3): 217.
- Patz, J. y Olson, S. (2006), Malaria risk and temperature: influences from global climate change and local land use practices, National Acad Sciences.
- Patz, J., Strzepek, K., Lele, S., Hedden, M., Greene, S., Noden, B., Hay, S., Kalkstein, L. y Beier, J. (1998), «Predicting key malaria transmission factors, biting and entomological inoculation rates, using modelled soil moisture in Kenya», *Tropical Medicine and International Health* 3(10): 818-827.
- Patz, J., Vavrus, S., Uejio, C. y McLellan, S. (2008), «Climate change and waterborne disease risk in the Great Lakes region of the US», *American journal of preventive medicine* 35(5): 451-458.
- Pirard, P. (2003), «Heat wave: a climatic deadly phenomena that can be prevented», *Enfermedades Emergentes* 5: 145-146.
- Pirard, P., Vandentceren, S., Pascal, M., Laaidi, K., Le Tertre, A., Cassadou, S. y Ledrans, M. (2005), «Summary of the mortality impact assessment of the 2003 heat wave in France: Topic: 2003 heat wave», *Euro surveillance* 10(7-9): 153-156.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2008), *Síntesis regional: fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba*, Ciudad de Panamá

- PNUD (2005), *Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático, Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas*, Nueva York, Estados Unidos, 258 pp.
- PNUD (2004), *Elaboración de escenarios socioeconómicos para uso en evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación*, Nueva York, Estados Unidos, 48 pp.
- Polonio, R., Ramirez-Sierra, M. y Dumonteil, E. (2009), «Dynamics and distribution of house infestation by *Triatoma dimidiata* in central and southern Belize», *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 9(1): 19-24.
- Ponce, C. (2007), «Current situation of Chagas disease in Central America», *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 102: 41-44.
- Pope, K., Masuoka, P., Rejmankova, E., Grieco, J., Johnson, S. y Roberts, D. (2008), Mosquito habitats, land use, and malaria risk in Belize from satellite imagery.
- Poveda, G., Jaramillo, A., Gil, M., Quiceno, N. y Mantilla, R. (2001a), «Seasonality in ENSO-related precipitation, river discharges, soil moisture, and vegetation index in Colombia», *Water Resources Research* 37(8): 2169-2178.
- Poveda, G., Rojas, W., Quiñones, M., Vélez, I., Mantilla, R., Ruiz, D., Zuluaga, J. y Rua, G. (2001b), «Coupling between annual and ENSO timescales in the malaria-climate association in Colombia», *Environmental health perspectives* 109(5): 489.
- Ramírez, D., Ordaz, J.L., Mora, J., Acosta, A., Serna, B., (2010a), *Belice: Efectos del cambio climático sobre la agricultura*. (LC/MEX/L.962), México, D.F., 72pp.
- Ramírez, D., Ordaz J.L., Mora, J, Acosta, A y Serna, B. (2010b) *Nicaragua: Efectos del cambio climático sobre la agricultura*, (LC/MEX/L.964), México, D.F., 72pp.
- Redhum, C. (2009), Informe de Situación de desastres en El Salvador, <<http://redhum.org/emergencias-338-Hurac%C3%A1n-Ida---noviembre-2009.html>>. Consultado el 10 de septiembre del 2010.
- Reiter, P. (1988), «Weather, vector biology, and arboviral recrudescence», *Arboviruses: epidemiology and ecology* 1: 245-255.
- Rizzo N.R., Arana B.A., Díaz A., Córdón-Rosales C., Klein R.E., y Powell. M.R. (2003), «Seroprevalence of *Trypanosoma cruzi* infection among school-age children in the endemic area of Guatemala», *Am J Trop Med Hyg*, 68 (6): 678-682.
- Robinson, P. (2001), «On the definition of a heat wave», *Journal of Applied Meteorology* 40: 762-775.
- Rocha, J. y Christophlos, I. (2001), «Disaster mitigation and preparedness on the Nicaraguan post-Mitch agenda», *Disasters*, 25(3): 240-250.
- Rodhain, F., Rosen, L., Gubler, D. y Kuno, G. (1997), Mosquito vectors and dengue virus-vector relationships.
- Rodriguez, V. (2000), Vulnerabilidad demográfica: una faceta de las desventajas sociales, *Santiago de Chile*: CEPAL.
- Saldaña, A., Samudio, F., Miranda, A., Herrera, L., Saavedra, S., Cáceres, L., Bayard, V. y Calzada, J. (2005), «Predominance of *Trypanosoma rangeli* infection in children from a Chagas disease endemic area in the west-shore of the Panama canal», *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 100: 729-731.
- Samaniego, J. (2009), Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe, Una reseña, *documentos de proyectos* 232.
- Santos, K., Bermúdez, J., López, E., Alger, J., Sierra, M. y Fajardo, D. (2006), «Estudio clínico-epidemiológico de leishmaniasis cutánea atípica en Reitoca, Zona endémica de sur de Honduras», *Rev. Med. post-UNAH* 9(1): 47-57.
- Schnedl, J., Auer, H., Fischer, M., Tomaso, H., Pustelnik, T. y Mooseder, G. (2007), «Cutaneous leishmaniasis--an import from Belize», *Wiener klinische Wochenschrift* 119(19-20 Suppl 3): 102.
- Schwartz, J. (1995), «Short term fluctuations in air pollution and hospital admissions of the elderly for respiratory disease», *British Medical Journal* 50(5): 531.
- Schwartz, J. (1994), «Air pollution and hospital admissions for the elderly in Birmingham, Alabama», *American Journal of Epidemiology* 139(6): 589.
- Schwartz, J., Levin, R. y Hodge, K. (1997), «Drinking water turbidity and pediatric hospital use for gastrointestinal illness in Philadelphia», *Epidemiology* 8(6): 615-620,
- Sehgal, R. (1997), «Dengue fever and El Niño», *Lancet* 349(9053): 729.

- SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras) (2000), *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*, Honduras, Tegucigalpa, Honduras.
- Shultz, J., Russell, J. y Espinel, Z. (2005), «Epidemiology of tropical cyclones: the dynamics of disaster, disease, and development». *Epidemiologic Reviews* 27(1): 21.
- Simon, F., Lopez-Abente, G., Ballester, E. y Martínez, F. (2005), «Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003: Topic: 2003 heat wave», *Euro surveillance* 10(7-9): 156-160.
- Smith, J. (2001), *Vulnerability to climate change and reasons for concern: a synthesis*. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press.
- SNET (Servicio Nacional de Estudio Territoriales) (2004), *Eventos naturales significativos en El Salvador y su impacto*, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Solórzano, Girón, J., I. Molina, R. Turcios-Ruiz, C. Quiroz Mejia, L. Amendola, L. Oliveira, J. Andrus, P. Stupp, J. Bresee y R. Glass, (2006), «Burden of diarrhea among children in Honduras, 2000-2004: estimates of the role of rotavirus», *Revista Panamericana de Salud Pública* 20: 377-384.
- Sorsdahl, K., Slopen, N., Siefert, K., Seedat, S., Stein, D. y Williams, D. (2010), «Household food insufficiency and mental health in South Africa», *Journal of Epidemiology and Community Health*.
- Spurling, G., Lucas, R. y Doust, J. (2005), «Identifying health centers in Honduras infested with *Rhodnius prolixus* using the seroprevalence of Chagas disease in children younger than 13 years», *The American journal of tropical medicine and hygiene* 73(2): 307.
- Strukova, E. (2007). Honduras, Health Cost of Environmental Damage, *Draft World Bank*.
- Swisscontact, F. S. d. C. y. D. T. (2000), *Dispersión de la contaminación atmosférica causada por el tráfico vehicular* Aplicación.
- SWISSINFO (Swiss news and information platform about Switzerland) (2011), 1,2 millones de damnificados en Centroamérica. <http://www.swissinfo.ch/spa/sociedad/1,2_millones_de_damnificados_en_Centroamerica.html?cid=31441710>. Consultado el 4 de julio de 2012.
- Tangkanakul, W., Tharmaphornpilas, P., Datapon, D. y Sutantayawalee, S. (2000), «Food poisoning outbreak from contaminated fish-balls», *Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet thangphaet* 83(11): 1289.
- Tanser, F., Sharp, B. y le Sueur, D. (2003), «Potential effect of climate change on malaria transmission in Africa». *The Lancet* 362(9398): 1792-1798.
- Telesur tv, C. (2010), Agatha dejó en Guatemala 107 municipios afectados y 150 mil personas evacuadas, <<http://www.telesur tv.net/noticias/secciones/nota/73046-NN/agatha-dejo-en-guatemala-107-municipios-afectados-y-150-mil-personas-evacuadas/>>. Consultado el 3 agosto de 2010.
- Thomson, M., Ericksen, P. y BEN, M. (2004), «Land-use change and infectious disease in West Africa», *Geophysical monograph* 153: 169-187.
- Turcios, I. (2005), *Concepción centroamericana sobre seguridad y sus efectos en la atención de los desastres de origen natural*, Tesis.
- Vijayachari, P., Sugunan, A. y Shriram, A. (2008), «Leptospirosis: an emerging global public health problem», *Journal of biosciences* 33(4): 557-569.
- Watts, D., Burke, D., Harrison, B., Whitmire, R. y Nisalak, A. (1987), «Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for dengue 2 virus», *The American journal of tropical medicine and hygiene* 36(1): 143.
- Wong McClure, R., Suárez Pérez, M. y Badilla Vargas, X. (2009), «Estudio de la estacionalidad del dengue en la costa pacífica de Costa Rica (1999-2004)», *Acta Médica Costarricense* 49(1).
- Zablah, R. (2005), «Perspectivas de la diarrea por rotavirus en El Salvador», *Revista Colombia Médica* 36(2s1).
- Zhou, G., Minakawa, N., Githeko, A. y Yan, G. (2004), «Association between climate variability and malaria epidemics in the East African highlands», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101(8): 2375.

ANEXO I: DESCRIPCIÓN DE BASE DE ESTUDIOS EN ACCESS

DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA BASE DE ESTUDIOS EN ACCESS

Variable	Descripción
Año	Año de publicación
Autor	Autor(es) del documento
CampEst.	Campo de estudio del documento
Consec.	Consecutivo
Edición	Edición
EvenClim.	Eventos climatológicos
grupo1	Grupo de investigación local involucrado en el estudio (1)
grupo2	Grupo de investigación local involucrado en el estudio (2)
grupo3	Grupo de investigación local involucrado en el estudio (3)
ImpacSalud.	Impacto en Salud
Lugar	País o región en donde se realiza el estudio
Mes	Mes de publicación
Número	Número
Páginas	Número de páginas del documento
Resultados	Resultados del estudio
Revista	Revista
TipoDoc	Tipo de documento
Título	Título del documento
Validez	Los métodos utilizados son apropiados para la pregunta de investigación y el objetivo del estudio (de manera descriptiva)
Validnum	Validez dummy (1= si tiene validez, 0=no tiene validez)
VarClim	Variabes climáticas
Volumen	Volumen

Fuente: Elaboración propia.

MÁSCARA DE CAPTURA DE LA BASE DE ESTUDIOS, ACCESS

Cambio Climático y Salud en Centroamérica
Revisión del Estado del Arte

General **Detalles del Artículo**

Consecutivo:

Tipo de Documento: Campo de Estudio:

Autor: Número:  **Buscar**

Título: Volumen:  **Agregar artículo**

Revista: Edición:  **Guardar**

Lugar: Mes:  **Eliminar registro**

Grupo de Investigación 1:

Grupo de Investigación 2:

Grupo de Investigación 3:

Año:

Resultados:

Fuente: Elaboración propia.

CENTROAMÉRICA: PRINCIPALES INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN LA EVALUACIÓN DE CLIMA Y SALUD POR PAÍS

Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
University of California	Facultades de Microbiología, veterinaria, ciencias de la salud, enfermería, Universidad de Costa Rica.	Universidad de Ciencias Médicas «Dr. Andrés Vesalio Guzmán», San José, Costa Rica.	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia; Ingenierías Universidad de San Carlos de Guatemala	Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.	Departamento de Medicina Preventiva da Facultad de Medicina da Universidad de Sao Paulo.
Universidad Autónoma de Yucatán, México	Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Michigan, USA.	Harvard Medical School and Division of Infectious Disease. USA	Universidad del Valle de Guatemala.	Universidad Tecnológica Centroamericana, Honduras	CAECIS, Universidad Abierta Interamericana, Ciudad de Buenos Aires, Argentina	
University of the Health Sciences, Bethesda, USA	Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Kyushu University, Japan		International Center for Medical Research and Treatment, Kobe University School of Medicine, Kobe, Japan.	Hubert Department of Global Health, Rollins School of Public Health, Emory University, Atlanta, USA.		
	Department of Biomedical Sciences, School of Public Health, State University of New York, USA. Louisiana State University International Center for Medical Research and Training USA		Liverpool School of Tropical Medicine, United Kingdom Loyola University New Orleans, New Orleans, Louisiana, United States of America			

Universidades

(continúa)

(continuación)

Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA	Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET)	Centros de Investigación	Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA	Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET)	Centros de Investigación	Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA
	Laboratorio Nacional, Instituto Oswaldo Cruz, Brasil		Centro de Investigaciones sobre Enfermedades Infecciosas, Instituto Nacional de Salud Pública, México.			Gorgas Memorial Institute of Health Studies, Panama, Republic of Panama
	Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud		Instituto Nacional Cardiología I. Chávez México.			Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud
	Epidemiology Research Center, Ministry of Health, Belize.		Division of Communicable Diseases and Immunology, Department of Entomology, Walter Reed Army			
			Instituto internacional de ciencias de la Geoinformación y observación terrestre.			
			Epidemiology and Disease Control Unit, Institute of Tropical Medicine, Antwerp, Belgium			
			Center for Studies of Sensory Impairment, Aging and Metabolism (CeSIAM), Guatemala City.			
Agencias nacionales y servicios de salud	Vigilancia epidemiológica, departamento de salud colectiva.					Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, El Salvador.

(continúa)

Centros de Investigación

(continuación)

<p>Agencias nacionales y servicios de salud</p>	<p>Laboratorio Central, Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala</p> <p>Centro de Salud Sócrates Flores Vivas, Ministerio de Salud, Managua, Nicaragua</p> <p>Ministerio de salud, Panamá</p> <p>Hospital de Golfito, Puntarenas, Costa Rica</p> <p>St. Jude Children's Research Hospital, Memphis, Tennessee.</p> <p>Medical Entomology Research and Training Unit, Guatemala.</p>
<p>Agencias Internacionales</p>	<p>Hospital militar de Viena, Departamento de Dermatología, Viena, Austria</p> <p>Disease Control Branch, Public Health Division, Sacramento County Health Department, Sacramento, CA</p> <p>Centers for Disease Control and Prevention (CDC)</p> <p>Centers for Disease Control and Prevention (CDC)</p> <p>Japan International Cooperation Agency, Oficina de Voluntarios Japoneses.</p> <p>Programa Regional de Dengue, OPS.</p> <p>Red para el estudio social de la prevención de desastres en Latino América</p> <p>Pan American Health Organization, Honduras</p> <p>Panel Assessoria & Controle de Qualidade, Sao Paulo, Brazil</p> <p>Médécins Sans Frontières-Spain, Barcelona.</p> <p>Medecins Sans Frontiers/Doctors Without Borders, New York, USA.</p> <p>Programa Regional de Dengue, OPS.</p>
<p>ONG's</p>	<p>Asociación coordinadora indigena y campesina de agroforestal centroamericana</p>

Esta publicación es un producto de la iniciativa “La Economía del Cambio Climático en Centroamérica”, coordinada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con las Autoridades de Ambiente y su Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), los Ministerios de Hacienda o Finanzas y su Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (COSEFIN) y la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) del Sistema de Integración Centroamericana (SICA). El proyecto cuenta con el financiamiento de UKaid del Ministerio para el Desarrollo Internacional (DFID) del Gobierno Británico y de la Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Dinamarca (DANIDA).

Sede Subregional de la CEPAL en México
Edificio Corporativo MCS
Av. Miguel de Cervantes Saavedra #193, piso 12
Col. Granada, Del. Miguel Hidalgo CP11520, México, DF, México
Tel. (52 55) 4170-5600 Fax. (52-55) 5531-1151
www.cepal.org/mexico/cambioclimatico

Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)
Final Bulevar Cancillería, Distrito El Espino, Ciudad Merliot
Antiguo Cuscatlán La Libertad, El Salvador, Centroamérica
Tel. (503) 2248-8800 Fax. (503) 2248-8899
www.sica.int