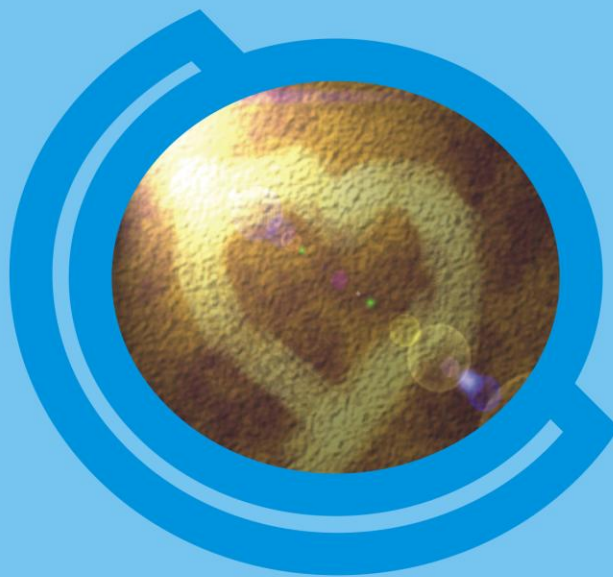


CAMBIO CLIMÁTICO

SEGUNDA COMUNICACION NACIONAL

Efectos del Clima, su variabilidad y cambio climático sobre la salud humana en Costa Rica



Instituto Meteorológico Nacional
Ministerio de Salud
2008



Ministerio de Ambiente Energía
y Telecomunicaciones



EFFECTOS DEL CLIMA, SU VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA SALUD HUMANA EN COSTA RICA

Instituto Meteorológico Nacional (IMN)
Ministerio de Salud (MINSA)
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Coordinador: Msc. Roberto Villalobos Flores

Edición: Instituto Meteorológico Nacional

Diseño: Instituto Meteorológico Nacional

Autores: Ing. José Retana, Msc. Magda Campos, Msc. Douglas Deford.

Colaboradores:

Dirección Vigilancia de la Salud

Dra. María Ethel Trejos Solórzano

Dr. Willy Carrillo Angulo

Dr. César Gamboa Peñaranda

Dra. Virginia Céspedes Gaitán

Dra. Teresita Solano Chinchilla

Dr. José Luis Garcés Fernández

Dra. Roxana Céspedes Robles

Licda. Rosa María Vargas Alvarado

Licda. Gloriela Brenes Murillo

Sr. Francisco Sequeira López

Universidad de Costa Rica y Hospital San Juan de Dios

Dr. Pedro Morera

Dra. Martha Conejo



San José
Costa Rica
Agosto 2008

Contenido

1. Introducción.....	6
1.1. Importancia de entender y analizar la vulnerabilidad, los impactos y la adaptación.....	6
1.2. Áreas y grupos vulnerables.....	6
1.3. Capacidades de adaptación.....	7
2. Metodología.....	9
3. Resultados.....	11
3.1. Enfermedades de transmisión vectorial.....	11
3.1.1. El dengue.....	11
3.1.1-1. Situación en Costa Rica.....	11
3.1.1-2. Exposición: Grupos vulnerables.....	12
3.1.1-3. Exposición: Áreas vulnerables.....	12
3.1.1-4. Sensibilidad: Relación climática a nivel provincial.....	13
3.1.1-5. Sensibilidad: Relación climática a nivel cantonal.....	16
3.1.1-6. Sensibilidad: Impactos actuales.....	18
3.1.1-7. Impactos futuros ante el cambio climático.....	18
3.1.2. La Malaria.....	19
3.1.2-1. Situación en Costa Rica.....	19
3.1.2-2. Exposición: Grupos vulnerables.....	19
3.1.2-3. Exposición: Áreas vulnerables.....	19
3.1.2-4. Sensibilidad: Relación con clima.....	20
3.1.2-5. Sensibilidad: Impactos actuales.....	22
3.1.2-6. Impactos futuros ante el cambio climático.....	23
3.2. Enfermedades cardiorrespiratorias.....	24
3.2.1. El asma como ejemplo de IRA.....	24
3.2.1-1. Situación en Costa Rica.....	24
3.2.1-2. Exposición: Grupos vulnerables.....	24
3.2.1-3. Exposición: Áreas vulnerables.....	24
3.2.1-4. Sensibilidad: Relación con clima.....	25
3.2.1-5. Sensibilidad: Impactos actuales.....	26
3.2.1-6. Impactos futuros ante el cambio climático.....	27
3.2.2. Enfermedades cardiovasculares.....	27
3.2.2-1. Situación en Costa Rica.....	27
3.2.2-2. Exposición: Grupos vulnerables.....	27
3.2.2-3. Exposición: Áreas vulnerables.....	27
3.2.2-4. Sensibilidad: Relación con clima.....	28
3.2.2-5. Sensibilidad: Impactos actuales.....	28
3.2.2-6. Impactos futuros ante el cambio climático.....	29
3.3. Enfermedades gastrointestinales.....	29
3.3.1. Diarreas.....	29
3.3.1-1. Situación en Costa Rica.....	29
3.3.1-2. Exposición: Grupos vulnerables.....	30
3.3.1-3. Exposición: Áreas vulnerables.....	30

3.3.1-4	Sensibilidad: Relación con clima.....	30
3.3.1-5	Sensibilidad: Impactos actuales.....	31
3.3.1-6	Impactos futuros ante el cambio climático.....	32
3.4	Enfermedades parasitarias.....	33
3.4.1.	Angiostrongilosis abdominal.....	33
3.4.1-1	Situación en Costa Rica.....	33
3.4.1-2	Exposición: Grupos vulnerables.....	33
3.4.1-3	Exposición: Áreas vulnerables.....	33
3.4.1-4	Sensibilidad: Relación con clima.....	34
3.4.1-5	Sensibilidad: Impactos actuales.....	35
3.4.1-6	Impactos futuros ante el cambio climático.....	35
4	Análisis integrado de la vulnerabilidad.....	36
4.1	Hacia la adaptación.....	38
4.2	Oportunidades y prioridades de adaptación.....	41
	Literatura consultada.....	45

Índice de Figuras

1	Método de análisis de la vulnerabilidad.....	9
2	Tasa de incidencia anual del dengue (%) por provincia.....	12
3	Tasa de incidencia del dengue en Alajuela, Guanacaste y Puntarenas.....	13
4	Tasa de incidencia del dengue en San José y Heredia.....	13
5	Tasa de incidencia del dengue en Limón.....	14
6	Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la región Niño 3.4 y su relación con la incidencia del dengue en Costa Rica.....	14
7	Relación entre los valores normalizados de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la región Niño 3.4 y la tasa de incidencia de dengue para las regiones del Pacífico de Costa Rica.....	15
8	Relación entre los valores normalizados de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la región Niño 3.4 y la tasa de incidencia de dengue para las regiones del Caribe de Costa Rica.....	15
9	Precipitación mensual durante el 2007 en comparación con cinco escenarios climáticos. Limón.....	16
10	Relación entre las anomalías normalizadas de las tasas de dengue y la precipitación anual. Limón.....	16
11	Relación entre las anomalías normalizadas de temperatura máxima (a) y temperatura mínima (b) con la tasa de incidencia de dengue. Limón.....	17
12	Relación entre las anomalías normalizadas de precipitación mensual, temperatura máxima y temperatura mínima, con la tasa de incidencia de dengue. Limón.....	17
13	Impacto económico de atención de enfermos con dengue.....	18
14	Incidencia nacional de malaria y distribución espacial de la tasa (casos/100 mil habitantes) en los 10 cantones de mayor afectación.....	20
15	Diagramas de dispersión y línea de mejor ajuste para la relación entre la tasa de incidencia de malaria y la temperatura promedio (a) y la precipitación anual (b).....	21
16	Tendencia lineal de la tasa de malaria en Matina (casos/1000 habitantes) y la precipitación anual (a), la temperatura máxima (b) y la temperatura mínima (c). Limón.....	22
17	Impacto económico de la atención de malaria.....	23

18	Casos de IRAS a nivel nacional y su distribución espacial en los cantones de mayor afectación.....	25
19	Casos mensuales de IRAS en Costa Rica.....	25
20	Impacto económico de la atención de IRAS.....	26
21	Tasa de mortalidad de padecimientos cardiovasculares por provincia y principales cantones afectados.....	28
22	Tasa de mortalidad nacional y número de de defunciones por enfermedades cardiovasculares en relación con la temperatura máxima promedio de San José.....	29
23	Incidencia de diarrea por provincia y principales cantones afectados.....	30
24	Casos mensuales de enfermedades diarreicas y la precipitación mensual en San José.....	31
25	Relación entre la anomalía de casos de enfermedades diarreicas y la precipitación anual en San José.....	31
26	Costo de atención de pacientes afectados por diarreas.....	32
27	Tasa nacional de diarreas de acuerdo con la fase de ENOS.....	32
28	Tasa promedio de angiostrongilosis abdominal (casos/100 mil habitantes) por región climática y su distribución espacial en los 10 cantones más afectados.....	33
29	Casos mensuales de angiostrongilosis. 1995-1997.....	34
30	Tasa de angiostrongilosis (casos/100 mil habitantes) por región climática de acuerdo con la vertiente Pacífica (a) y vertiente Caribe (b).....	34
31	Cantones de mayor exposición a seis enfermedades en Costa Rica.....	37
32	Cantones de mayor exposición y escenario A2 de precipitación anual para el período 2071-2100 de acuerdo con el modelo PRECIS.....	38
33	Fortalezas, debilidades y amenazas del sector salud.....	39

Índice de Cuadros

1	Grupo y enfermedades priorizadas.....	9
2	Características del análisis de vulnerabilidad en el sector salud.....	10
3	Cantones con mayor tasa anual de incidencia de dengue. Período 1995-2006.....	12
4	Resumen de las características de vulnerabilidad.....	36
5	Análisis de los componentes de vulnerabilidad.....	36
6	Vulnerabilidad integral.....	37
7	Fortalezas y debilidades del sector salud relacionados con la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático.....	40

1. INTRODUCCIÓN

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) establece que los países firmantes, deben informar periódicamente a la Conferencia de las Partes (CP) sobre tres puntos básicos por medio de las Comunicaciones Nacionales (CN) :

- Fuentes de emisión y absorción de gases de efecto invernadero
- Información relevante para el logro del objetivo de la Convención
- Programas nacionales sobre mitigación y que faciliten la adecuada adaptación al cambio.

Con el fin de facilitar el reporte de la información en una forma transparente, comparable y flexible, la secretaría de la CMNUCC ha preparado instrumentos que guían la elaboración de las CN (UNFCCC, 2004). Estas guías han servido de marco para adecuar la información de vulnerabilidad y adaptación de sectores relevantes para la economía y la sociedad costarricense, con el fin de que sirvan como plataforma de conocimiento para que el país inicie el camino de la adaptación ante el cambio climático con un sentido de desarrollo y aprovechamiento de oportunidades. Este reporte corresponde al capítulo de la guía de la CMNUCC bajo el título: Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático.

1.1. Importancia de entender y evaluar la vulnerabilidad, impactos y adaptación de los sistemas

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) que constituye el brazo técnico y científico de la CMNUCC, ha desarrollado una línea de ejecución de estudios para los países signatarios. Esta línea se basa en la evaluación de vulnerabilidades de diferentes sectores ante el clima, sus impactos y medidas de adaptación. De acuerdo con el IPCC (2001), la vulnerabilidad es entendida como “el grado al cual un sistema es susceptible ante una amenaza, o es incapaz de hacer frente a efectos adversos del cambio climático, incluyendo variabilidad climática y eventos meteorológicos extremos”. Recientemente, las consideraciones sobre el abordaje metodológico para el análisis de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático, han utilizado la plataforma técnica y conceptual de la Gestión del Riesgo (Retana *et al* 2007). Este enfoque, de origen estrictamente social, permite definir la vulnerabilidad con mayor detalle, bajo tres ejes fundamentales:

1. Sensibilidad del sistema ante la amenaza
2. Grado de exposición a la amenaza.
3. Resiliencia del sistema

El poder comprender estos tres ejes y su función dentro del concepto general, es fundamental para el análisis operativo de la vulnerabilidad. De lo contrario, se volvería un ejercicio eminentemente teórico. Redefiniendo, la vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y tasa de variación del clima, a los cuáles un sistema está **expuesto, su sensibilidad y su capacidad adaptativa**. Partiendo de estos tres ejes, al analizar la sensibilidad y el grado de exposición del sistema, se debe de caracterizar la relación entre clima, variabilidad y cambio climático con las áreas, zonas o sectores más propensas a sufrir daños o pérdidas. Un sistema puede ser muy sensible al clima, pero no estar expuesto, por lo tanto su vulnerabilidad es baja. El concepto de resiliencia del sistema se relaciona directamente con la capacidad de adaptación, las nuevas formas de enfrentar los cambios, la evolución y la regulación de las comunidades. Un sistema puede estar muy expuesto y ser sensible, pero si su capacidad adaptativa es grande (resiliencia), entonces podrá disminuir su vulnerabilidad. De esta forma, el análisis integral de la vulnerabilidad, debe dejar claro las debilidades, los impactos y las medidas a tomar para fortalecer el sistema.

Uno de los sectores de mayor vulnerabilidad ante el clima, su variabilidad y cambio climático es el de la salud pública. La vulnerabilidad de este sector no se basa solo en la estrecha relación entre los elementos atmosféricos y los procesos biológicos que desatan la enfermedad, sino en la relación existente entre la salud y la calidad de vida de la población. Esta a su vez, repercute directamente en el desarrollo del país. Por otro lado, el sector salud de Costa Rica, también ofrece una plataforma

organizativa importante para el tema de adaptación al cambio climático bajo esquemas de desarrollo y aprovechamiento de oportunidades.

Parte de la vulnerabilidad de la salud humana está dada por la exacerbación de las enfermedades ante la variabilidad climática, y el impacto socio económico que dejan a su paso. Ahora bien, el repunte de enfermedades debido al clima, puede deberse (entre otros factores) a efectos indirectos y directos de los elementos meteorológicos. Los efectos indirectos del clima sobre la salud, se asocian con el efecto sobre vectores transmisores de enfermedades como los roedores (Retana *et al* 2003), la malaria (Delgado 1997, Gutiérrez 2004), o el dengue (Ebi, Dlewis, Corbalán 2005), que presentan fluctuaciones poblacionales relacionadas con eventos de variabilidad climática. Los períodos de resurgimiento y mayor incidencia de estas enfermedades han afectado la economía y la vida social del país. El tema de seguridad alimentaria y su vinculación con el clima, es otro efecto indirecto de las posibles implicaciones del cambio climático sobre la salud humana. La disponibilidad de alimentos de un país se ve comprometida por la fluctuación poblacional de plagas asociado a la variabilidad del clima (Retana *et al* 2003, Retana 2000) y por la afectación sobre los rendimientos de los cultivos ante eventos extremos (Villalobos 1999, Retana y Villalobos 2004). Si bien es cierto, la población costarricense tiene buenos índices de nutrición y el problema de desnutrición parece haber quedado en el pasado (Programa Estado de la Nación, 2005), aún existen zonas marginales, densamente habitadas, que viven en condiciones de pobreza extrema, como por ejemplo la población indígena de Costa Rica.

Los efectos directos del clima sobre la salud pública, se evidencian en enfermedades de atención cotidiana como son el asma (Chavarría 2001, Morris 2004), la gripe (López 2007) y la diarrea (Cantero 2007b), causantes de un alto porcentaje de ausentismo escolar e incapacidades laborales. A esto, se deben de sumar los efectos directos causados por eventos extremos que ocasionan daños sobre la integridad física de los individuos.

1.2. Áreas y grupos más vulnerables

La documentación existente, evidencia la vulnerabilidad general del sector salud, ante el clima, su variabilidad y eventualmente, ante el cambio climático. Esta vulnerabilidad es diferencial de acuerdo con la enfermedad, la zona y la población afectada. Por ejemplo, históricamente, las zonas rurales han sido más vulnerables a problemas de enfermedades transmitidas por vectores: dengue en las zonas costeras, bajas y cálidas como la Región Chorotega; roedores en las regiones agrícolas, principalmente las zonas productoras de granos y cereales, malaria en la zona caribeña y norte del país, que son húmedas y cálidas; parásitos gastrointestinales en áreas hortícolas húmedas. Por el contrario, el asma, la gripe y enfermedades cardiovasculares se circunscriben principalmente a las zonas urbanas altamente contaminadas, donde las enfermedades broncorrespiratorias y las alergias afectan principalmente la población infantil. Estos patrones no deben de esconder el hecho de que toda la población es vulnerable ante una enfermedad. Sin embargo, diversos factores hacen que un grupo etario sea más propenso a ser afectado.

Los patrones espaciales de algunas de estas enfermedades, han cambiado en los últimos años, observándose desplazamientos de vectores a zonas que se creían menos vulnerables. El caso más documentado es el dengue, que reapareció en 1993 y actualmente presenta casos en prácticamente todo el territorio nacional (Cantero y Fonseca 2007).

1.3. Capacidades de adaptación

En la Gaceta N°126 del 01 de julio del 2008(diario oficial del gobierno de Costa Rica) se decreta que el sector salud de Costa Rica está conformado por el Ministerio de Salud como órgano rector (MINSAL), la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Instituto sobre Alcoholismo y Farmacodependencia (IAFA), Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA) y el Instituto Costarricense del Deporte y la Recreación (ICODER). Por tanto, el sector salud va más allá de los organismos especializados en la prevención y atención de enfermedades. El sector salud comprende el entorno de salud física y emocional, así como

el desarrollo de la capacidad de la misma sociedad para tratar sus padecimientos. Esta conceptualización, desde el punto de vista de la adaptación, identifica todo un sistema de seguridad social, dentro del cual el sector salud es transversal. Se caracteriza por una manifiesta institucionalidad y sostenibilidad, que garantiza la atención pública de todas las enfermedades de la población, la cobertura de agua potable adecuada para satisfacer las necesidades de higiene y consumo, la enseñanza e investigación en salud, la atención del alcoholismo y la farmacodependencia, así como el espacio público al deporte y la recreación como propulsor de la salud mental y física de la población.

Un ejemplo de este sistema de seguridad social, es el seguro de la salud, que en el 2005 presentaba una cobertura contributiva del 87.6% de la población (Programa Estado de la Nación, 2005). Este sistema, que permite una cobertura universal en Costa Rica, es financiado sobre la base de impuestos y asignación de presupuestos globales del Estado, que lo convierte en un modelo exitoso en relación con los demás países del área centroamericana y del Caribe.

El seguro social, coordinado por el sector público del país, mantiene el modelo predominante de aseguramiento y provisión, con coberturas reales muy cercanas a las teóricas (Madies, Chiaverti y Chorny 2000). Bajo los principios constitutivos de universalidad en la cobertura, equidad en el acceso y solidaridad en el financiamiento (Programa Estado de la Nación 2005), el modelo de seguro social, permite la atención de la población dependiente (generalmente excluida bajo otros sistemas de cobertura social), como son los niños, los adultos mayores y los inmigrantes. Este tracto de la población, también es declarado como el grupo más vulnerable ante fenómenos asociados con el clima y el cambio climático (OMM 2003; Retana, Villalobos, Campos 2007).

En resumen, el sector salud, manifiestamente vulnerable ante el clima y directamente relacionado con el desarrollo del país, también presenta la particularidad de articularse dentro de un sistema de seguridad social consolidado, que permite, teóricamente, una respuesta rápida y decidida de adaptación ante el calentamiento global.

2. METODOLOGÍA

El objetivo de la evaluación de la vulnerabilidad de la salud humana ante el clima, su variabilidad y cambio climático es caracterizar un grupo de enfermedades en cuanto a sus componentes de vulnerabilidad: sensibilidad, exposición. Además se proponen guías para fortalecer la resiliencia y capacidad adaptativa del ente rector de la salud pública en Costa Rica.

Las enfermedades analizadas forman parte del grupo de padecimientos que pueden ser exacerbados con el cambio climático y cuya proyección futura es estratégico para el rector de la salud humana en miras de la adaptación.

En concordancia con los resultados obtenidos por el IPCC en materia de salud (IPCC 2007), se definieron cuatro grupos de enfermedades y seis casos de estudio, que tienen importancia social, económica y académica.

Cuadro 1. Grupo y enfermedades priorizadas

Grupo de enfermedades	Caso de estudio
Enfermedades de transmisión vectorial	Dengue
	Malaria
Enfermedades cardiorrespiratorias	Asma
	Cardiopatías
Enfermedades gastrointestinales	Diarreas
Enfermedades parasitarias	Angiostrongilosis abdominal

Para evaluar la vulnerabilidad de las enfermedades priorizadas, se utilizaron métodos cuantitativos de análisis de la **sensibilidad**, que pudieran establecer relaciones entre elementos de clima y registros históricos de tasas o número de casos de acuerdo con la disposición de información. Los impactos económicos de las enfermedades formaron parte de esta cuantificación. La **exposición** del sistema se realizó por la identificación espacial de las áreas y de grupos poblacionales de mayor incidencia de la enfermedad y su relación con las regiones climáticas del país. Los insumos para la **resiliencia** se obtuvieron por medio del trabajo con grupos focales. En la figura 1 se presenta resumidamente, el marco general de abordaje de la vulnerabilidad.

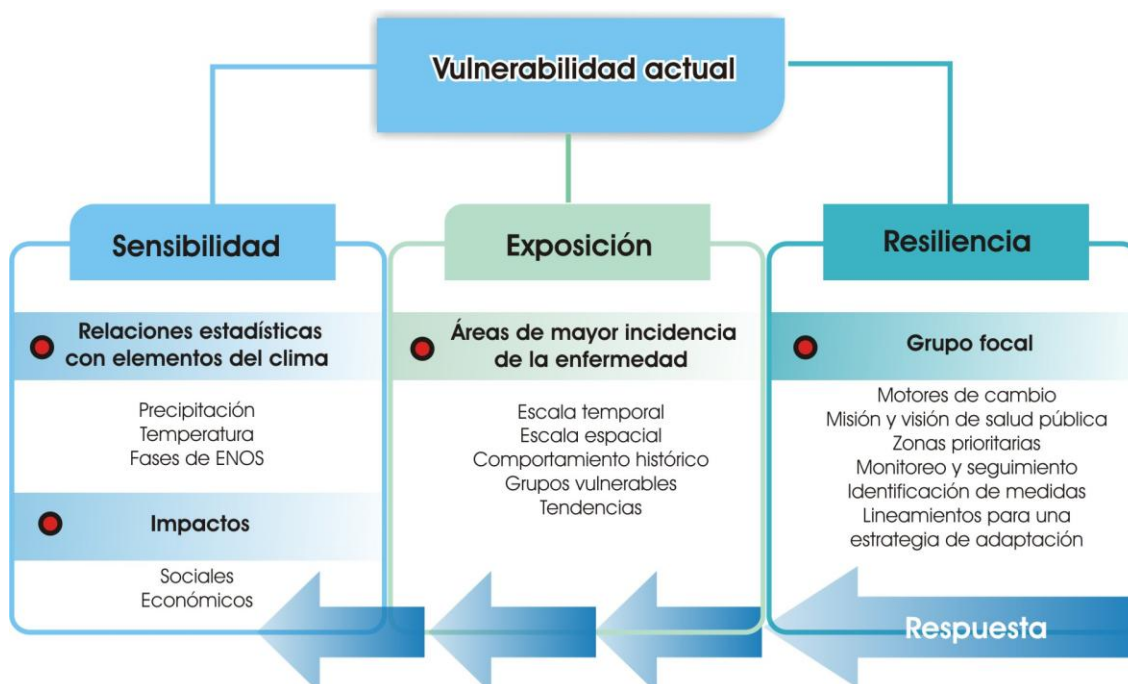


Figura 1. Método de análisis de la vulnerabilidad

Los impactos económicos, se estimaron a partir del costo promedio por consulta externa calculado por el Departamento de Contabilidad, Sección Costos Hospitalarios Actuarial de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). Se consideró el costo por consulta externa por áreas de salud según región, siguiendo las recomendaciones del personal de la Unidad Actuarial de la CCSS. La fuente para los años del 98 hasta el 2006 fue la página WEB de la CCSS y para el año 1997 se consultó los anuarios impresos en la oficina actuarial. Antes de 1997 no se tiene información. El **costo total** anual se estimó al multiplicar el número de episodios o el número de afectados (en el caso de dengue y malaria) de cada una de las enfermedades estudiadas, por el costo promedio de consulta externa por región y luego multiplicar por tres (factor que corresponde al promedio de consultas que hace una persona enferma, dado por el departamento actuarial de la CCSS).

El costo real debiera incluir entre otros: costo por consulta externa, estancia, exámenes, medicamentos, incapacidades. Al momento de este estudio, este tipo de estimaciones no se registra anualmente en forma sistemática, salvo algunas encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

Los primeros pasos hacia el diseño de una estrategia de adaptación fueron definidos en forma participativa con los actores del MINSa y del cambio climático del IMN, tomando en cuenta los resultados de la vulnerabilidad y el análisis integrado a nivel de país. Las implicaciones futuras del cambio climático son parte de un ejercicio de proyección de eventos a partir de la vulnerabilidad actual estimada.

Los datos sobre casos y tasas de dengue y malaria se obtuvieron por medio del Departamento de Vigilancia Epidemiológica del Ministerio de Salud Pública. Desde el resurgimiento de la enfermedad en 1993, este departamento lleva un registro estadístico completo, a nivel de distrito y por semana epidemiológica. La información de IRAS, diarrea y cardiopatías proviene del registro colectivo de la Unidad Estadística del Ministerio de Salud. Los datos de angiostrongilosis abdominal se tomaron del estudio realizado por Conejo y Morera 2007. Toda la información climatológica fue obtenida de la base de datos del IMN.

Las particularidades para cada enfermedad en cuanto a los componentes de sensibilidad y exposición de la vulnerabilidad, se resumen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características del análisis de vulnerabilidad en el sector salud

Enfermedad	Sensibilidad	Exposición			
	Relación con clima	Escala del análisis		Unidad de exposición	Área de exposición
		Temporal	Espacial		
Dengue	Temperatura, precipitación, ENOS	1993-2006	Provincia y cantón	Tasa (por 100 000 habitantes)	Pacífico Norte
Malaria	Temperatura y precipitación	1993-2006	Nacional y cantón	Tasa (por 1000 habitantes)	Caribe
IRAS	Temperatura y precipitación	1990-2005	Provincia y cantón	Número de episodios	Región Central y Pacífico Norte
Cardiopatías	Temperatura	1990-2006	Provincia y cantón	Tasa de mortalidad (por 100 000 habitantes)	Región Central y Pacífico Norte
Diarrea	Precipitación y ENOS	1996-2005	Provincia y cantón	Tasa de episodios (por 100 000 habitantes)	Región Central
Angiostrongilosis abdominal	Precipitación y ENOS	1995-1999	Región climática	Tasa (por 100 000 habitantes)	Zona Norte y Región Central

3. RESULTADOS

Es difícil identificar y separar los efectos del cambio climático sobre la salud humana, pues la variación climática es tan solo uno entre una serie de factores cambiantes que a veces convergen en la emergencia de enfermedades. Por ejemplo, las alteraciones en la composición y funcionamiento de los ecosistemas relacionados con la salud pública pueden obedecer simultáneamente a los movimientos de población, la tala de bosques, el cambio de uso de la tierra y cambio en el paisaje, la reducción de la biodiversidad, y la densidad de población humana, entre muchos otros. Sin embargo, el incremento de la frecuencia de enfermedades infecciosas, incluidas algunas de reciente aparición (dengue, hantavirus, hepatitis, SRAS), se ha relacionado exitosamente con eventos meteorológicos extremos en todo el mundo (Patz *et al* 1996). De acuerdo con el último informe del IPCC (2007), el incremento de la recurrencia y magnitud de estos eventos atmosféricos, son parte de los impactos actuales del calentamiento global. Su impacto en la salud debe dar una voz de alerta.

3.1. Enfermedades de transmisión vectorial

3.1.1. El dengue (vector *Aedes aegypti*)

Es una enfermedad viral transmitida por el mosquito *Aedes Aegypti*. Es probable que el dengue se haya originado en Asia tropical desde donde se diseminó a África y América. Es una enfermedad endémica en los trópicos, especialmente Asia, el Pacífico y el Caribe. Su prevalencia se debe a múltiples factores, entre otros a una desordenada urbanización y crecimiento poblacional, falta de medidas eficaces de control del vector, cambios en los estilos de vida de las poblaciones, ausencia de adecuados sistemas de distribución de agua y recientemente, se han asociado repuntes de la enfermedad a factores climáticos. El mosquito del dengue está íntimamente relacionado con la población humana, y se le ha encontrado hasta los 2600 msnm. Según Knudsen y Slooff (1992) citado por Vargas (1998) en las regiones tropicales el dengue ha infectado entre 30 a 60 millones de personas, a una tasa de 100.000 casos por año. Más de 75 países presentan la endemia y 100 millones de personas se encuentran en riesgo de padecerla.

3.1.1-1. Situación en Costa Rica

Antes de 1922 año en que se presentaron los últimos casos de fiebre amarilla urbana, existió un programa de control antilarvario de *A. aegypti*. Posteriormente en 1949, se da inicio a la campaña de erradicación de *A.aegypti* por parte del entonces Ministerio de Salubridad Pública. La encuesta entomológica inicial, que se extendió hasta 1953, cubrió un área de 20.000 km². En 1955 se encuentra una infestación generalizada en la provincia de Guanacaste que fue tratada. Para 1960 se realiza una verificación final. En ese mismo año Costa Rica es reconocida dentro de los países que habían logrado la erradicación del mosquito (Vargas 1998).

Entre 1971 a 1973 se presentaron re infestaciones por en las zonas costeras del Caribe y del Pacífico. Nuevamente entre 1978 y 1981, se encuentran 29 localidades re infestadas por el mosquito. Entre 1986 y 1990 se le encuentra en Limón, Caldera, Esparza y Liberia. El vector fue encontrado en barcos provenientes de Puerto Rico, Colombia, Jamaica, Brasil, México, El Salvador, San Andrés y Gran Caimán, lo cual pone en evidencia que la vía marítima es un mecanismo eficaz en la diseminación del mosquito. Los nuevos patrones comerciales, turísticos, agrícolas y el fenómeno de la urbanización, han sido determinantes desde hace unos 25 años en facilitar la diseminación de mosquitos tales como *A. aegypti* y *A.albopictus*, por medio de los modernos sistemas de transporte por barco, contenedores, llantas usadas, narcotráfico y el desplazamiento masivo de trabajadores (Vargas 1998). En 1993 reaparece la enfermedad (Recio et al 2002) y a mediados del 2004 ya había contagiado a más de 92 mil personas, de acuerdo con Teresita Solano, de la Unidad de Vigilancia Epidemiológica del MINSA. Desde que reapareció, los picos máximos se dieron en 1994, 1997, 2003 y el 2005 (Morris, 2004b).

3.1.1-2. Exposición: Grupos más vulnerables

Los grupos más vulnerables es la población entre los 5 y 45 años. Entre este rango, se encuentra la población económicamente activa del país, así como la escolar y colegial. Por estas características, la vulnerabilidad de este grupo etario tiene un fuerte impacto en el desarrollo nacional debido al ausentismo por incapacidades tanto en escuelas como en el trabajo¹.

3.1.1-3. Exposición: Áreas vulnerables

De acuerdo con los registros de la Unidad de Vigilancia Epidemiológica del Ministerio de Salud (MINSA), la mayor incidencia de dengue en Costa Rica desde 1993, se da en las zonas bajas y cercanas a la costa. Las provincias de Guanacaste, Puntarenas y Limón, muestran la mayor tasa promedio (1993-2006), tal y como se presenta en la figura 2.

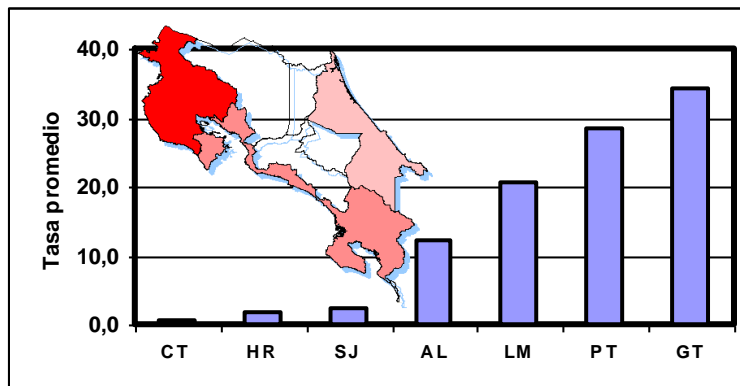


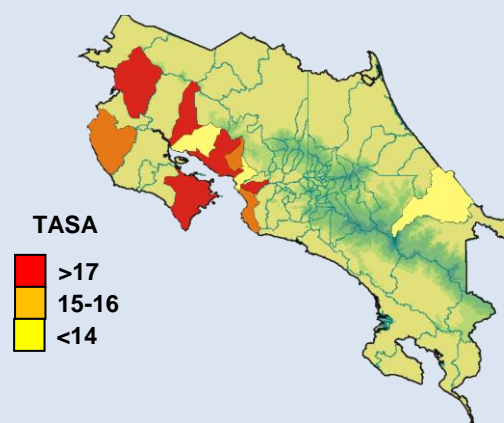
Figura 2. Tasa de incidencia anual del dengue (%) por provincia

(CT: Cartago, HR: Heredia, SJ: San José, AL: Alajuela, LM: Limón, PT: Puntarenas, GT: Guanacaste).

Los cantones más afectados por casos de dengue, de acuerdo con el registro de 1993 hasta el 2006 (Unidad Epidemiológica del MINSA) se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 3. Cantones con mayor tasa anual de incidencia de dengue. Promedio período 1993-2006.

Cantón	Tasa (casos/100000 habitantes)	Altura promedio (msnm)
Orotina	26,02	229
Puntarenas	20,80	4
Cañas	18,10	86
Liberia	16,80	144
Santa Cruz	15,46	49
Garabito	15,41	7
Montes de Oro	15,02	340
Esparza	14,10	208
Abangares	11,85	150
Limón	11,66	3



Fuente de los datos: Unidad Vigilancia Epidemiológica del Ministerio de Salud

¹ Doctora Teresita Solano, 2008. Unidad de vigilancia epidemiológica. MINSA. Taller de Validación de resultados.

Los cantones de mayor incidencia pertenecen a la Región Pacífico Norte de Costa Rica, con excepción de Limón que se ubica en el Caribe del país. Son áreas de menos de 340 msnm, cercanos a la costa, con clima cálido y una estacionalidad marcada en el caso del Pacífico. El clima del Caribe es cálido y húmedo, con una alta precipitación a lo largo de todo el año.

3.1.1-4. Sensibilidad: Relación climática a nivel provincial

Si bien es cierto, no se puede atribuir la totalidad de la fluctuación de casos de dengue solo al factor climático, existe una relación aparente entre eventos El Niño-Oscilación Sur (ENOS) y la tasa promedio a nivel de provincia que puede explicar parte de la variación interanual. Este tipo de relaciones fue documentada en las islas del Caribe (Ebi, Lewis y Corbalán 2005), y en Colombia (Giraldo *et al.* 2000) donde se relacionaron las temperaturas superficiales del mar, con las oscilaciones de casos de dengue.

En Costa Rica, durante El Niño (fase cálida de ENOS) la tasa aumenta en las provincias de influencia Pacífico. En Limón, la fluctuación de la tasa es inversa y se asocia con la fase fría de ENOS, La Niña.

Como se puede apreciar en la figura 3, para las provincias de mayor incidencia del dengue con un régimen pacífico, existe un patrón semejante de comportamiento que se asocia con los años El Niño de 1994, 1997 y 2002-2003 (flechas rojas). Todos estos años han presentado una fase cálida de magnitud moderada o fuerte y han provocado sequías prolongadas, principalmente en el Pacífico Norte, Pacífico Central y Región Central. Estas tres provincias son de influencia Pacífica, con un período seco bien definido. Puntarenas y Alajuela tienen comportamientos casi idénticos. Guanacaste es semejante, pero presenta diferencias en el período del 2001 al 2003 cuando se dispara la incidencia. El año 2005 ha sido el máximo histórico en cuanto a incidencia del dengue en el país. El 2005 no fue un año Niño. Por el contrario, se desarrolló un evento frío (La Niña) hacia finales de año. Sin embargo, el 2005 fue el año récord en temperaturas altas a nivel mundial (OMM 2007).

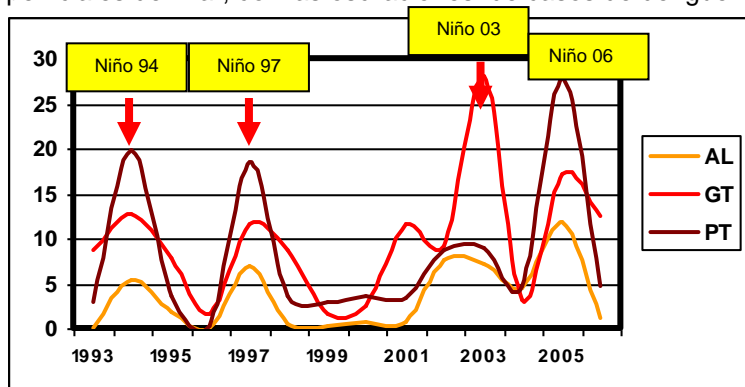


Figura 3. Tasa de incidencia de dengue en Alajuela, Guanacaste y Puntarenas. Período 1993-2006

De acuerdo con Retana y Villalobos (2000) durante El Niño, existe una mayor probabilidad de que se produzcan escenarios secos en Guanacaste, Puntarenas y Alajuela. La temperatura ambiental (la

temperatura máxima principalmente), puede elevarse hasta dos grados centígrados con respecto al promedio (Vega y Stolz 1997). El comportamiento del dengue en Heredia y San José, también muestra un patrón semejante al anterior, con diferencia de magnitud. Nuevamente, durante 1994, 1997 y el 2002-2003 se presentan los máximos de incidencia y corresponden con años El Niño. La sequía durante estos años alcanzó parte del Valle Central, lo cual provocó incluso racionamiento de agua. El máximo histórico en el 2005 no está asociado al evento cálido.

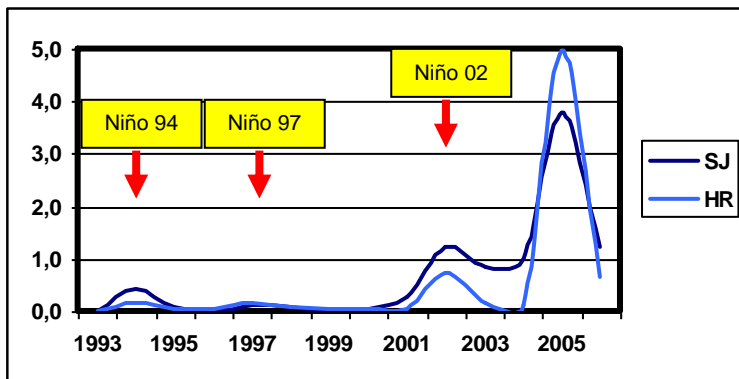


Figura 4. Tasa de incidencia de dengue en San José y Heredia. Período 1993-2005

El caso de la provincia de Limón es diferente. Su comportamiento es inverso al que se presenta en el Pacífico durante un Niño. En el Caribe, los escenarios secos se asocian con La Niña como por ejemplo en 1995-1996, 1998-1999, el 2001 y el 2005. A pesar de que el patrón varía en las vertientes, se mantiene la relación entre el período seco y una mayor incidencia de dengue. De acuerdo con Pereira (2001) durante eventos La Niña se observa una mayor probabilidad de escenarios normales o secos en la región Caribe.

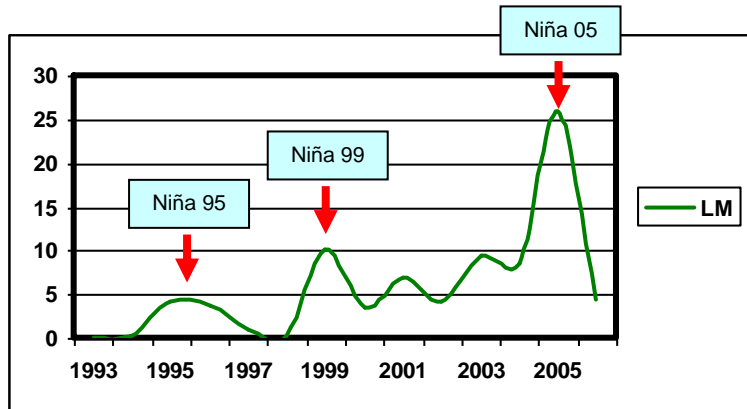


Figura 5. Tasa de incidencia de dengue en Limón. Período 1993-2006

Uno de los indicadores de desarrollo de eventos ENOS, tanto la fase cálida (El Niño) como la fase fría (La Niña), es la temperatura superficial del mar (TSM) en el océano Pacífico. Si las anomalías de la TSM son positivas (aguas más calientes de lo normal) la fase que se puede desarrollar es El Niño. Si por el contrario, las anomalías de la TSM son negativas (aguas más frías de lo normal), la fase que se puede desarrollar es La Niña. Existen diferentes zonas de monitoreo en la cuenca ecuatorial del Océano Pacífico, que es donde se evidencia la presencia de ENOS. Una de las regiones de mayor relación para nuestra región geográfica es la que se conoce como región Niño3.4. En el figura 6, se presenta el índice de TSM para la región Niño 3.4 y su relación con la incidencia de dengue por vertiente

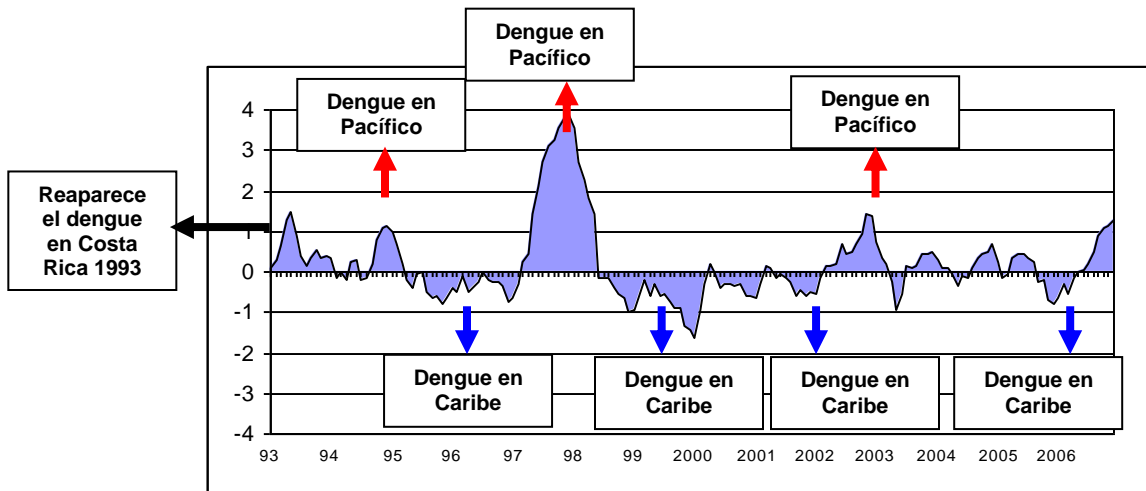


Figura 6. Temperatura superficial del mar (anomalía en grados centígrados) en la Región Niño 3.4, y su relación con la incidencias de casos de dengue en Costa Rica.

Para valores normalizados anuales de la TSM en Niño 3.4 y los valores normalizados de los casos anuales de dengue se obtuvo un coeficiente de correlación de 54% para el Pacífico y -18% para el Caribe de Costa Rica, tal y como se presenta en el figura 7 y 8.

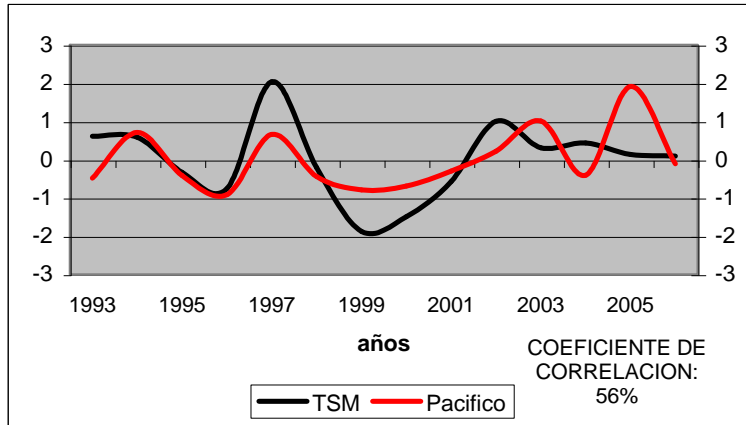


Figura 7. Relación entre los valores normalizados de TSM Niño 3.4 y la tasa promedio de incidencia de dengue para las regiones del Pacífico de Costa Rica.

La relación encontrada es positiva e indica que cuando sube la TSM en la región Niño 3.4, también aumentan los casos de dengue en las zonas de Costa Rica que tienen influencia del régimen Pacífico, como son Guanacaste, Puntarenas, el sector suroeste de la provincia de Alajuela, San José y Heredia. Los aumentos de la TSM están asociados a eventos El Niño, que provocan comportamientos secos y aumento de la temperatura ambiental en el Pacífico de Costa Rica. Este patrón de comportamiento es evidente entre 1993 y el 2000. Para el año 2002-2003 se nota un desfase importante, mientras que en el 2005 se rompe el esquema de la relación, puesto que la TSM se presenta dentro de límites normales, mientras que el dengue se dispara a valores máximos. Igualmente (Giraldo *et al.* 2000) encontraron años de aumento de casos de dengue que no estaban asociados con eventos ENOS. Otros factores climáticos diferentes a ENOS, o bien ajenos totalmente al clima, tendrán que ser analizados para el caso particular del año 2005.

En el caso del Caribe, se encuentra un coeficiente de correlación negativo del 18%. Esta relación indica que cuando la TSM en la región Niño 3.4 aumenta, los casos de dengue en esta zona del país tienden a disminuir. Las disminuciones de la TSM se relacionan con eventos La Niña, que tienden a escenarios secos o normales en la región caribeña, con aumentos de temperatura ambiental. Si bien es cierto que las correlaciones de las series son bajas, en el figura 7 se puede observar que cuando la línea de casos de dengue está por encima del cero, la línea de TSM está por debajo de cero. Esta relación es consistente desde 1993 hasta el 2001. A partir del 2002 se observa un crecimiento de casos de dengue en el Caribe, no relacionado con TSM. Otros factores ajenos al clima y a ENOS, deben ser analizados para tratar de explicar el comportamiento del año 2005.

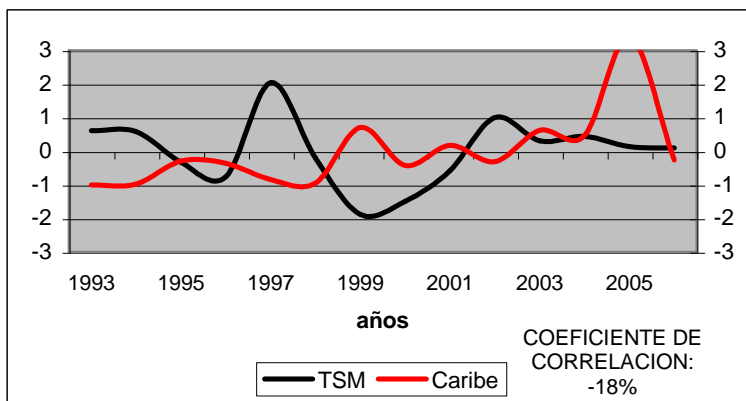


Figura 8. Relación entre los valores normalizados de TSM Niño 3.4 y la tasa promedio de incidencia de dengue para las regiones del Caribe de Costa Rica.

3.1.1-5. Sensibilidad: Relación climática a nivel cantonal, Limón caso de estudio

Durante el 2007, se produjo un brote importante en el Caribe del país. A pesar de que históricamente Limón ocupa el décimo lugar como cantón de mayor afectación, durante el 2007 el Caribe se convirtió en la zona más impactada (37% incidencia nacional) (Avalos, 2007, Arias 2007). El año 2007 se caracterizó por ser un año Niña y su impacto en el Caribe fue de escenarios secos y cálidos tal y como se muestran en el figura 9.

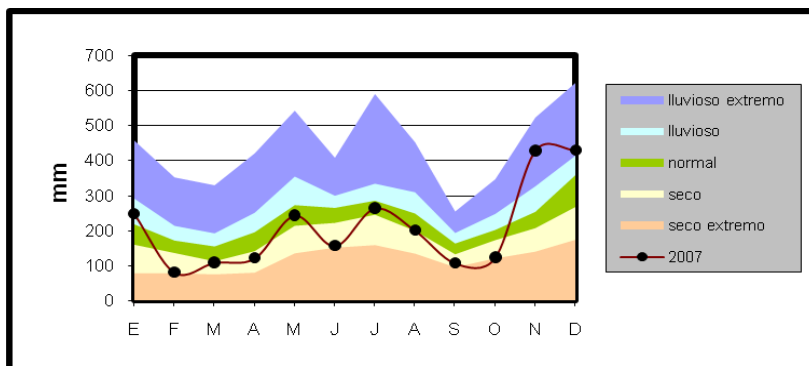


Figura 9. Precipitación (mm) mensual durante el 2007 en comparación con 5 escenarios climáticos. Limón. Costa Rica

De acuerdo con Hales et al (1999) citado por Ebi et al (2005), estudiando casos de dengue en 14 islas del Pacífico, las epidemias de dengue siempre iniciaron durante años La Niña, que coincidían con escenarios más cálidos y secos de lo normal. Usando el promedio de incidencia (tasa: casos por 100000 habitantes) para el cantón central de Limón y la precipitación anual de la estación de Limón, expresadas ambas variables como anomalías normalizadas (desviaciones positivas o negativas con respecto al promedio), se puede observar una relación inversa. Los casos de dengue aumentan cuando disminuye la precipitación y viceversa. Esto se aprecia en la figura 10.

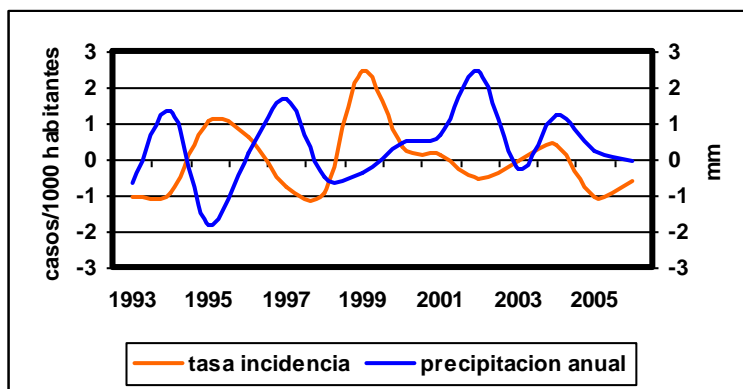


Figura 10. Relación entre las anomalías normalizadas de las tasas de dengue y la precipitación anual. Limón. Costa Rica

Cuando se relacionan las temperaturas (máxima y mínima, figura 11) se observa un desfase entre las variables. Luego de una alta temperatura máxima o mínima, se presenta una desviación positiva de la tasa de incidencia. En otras palabras, a mayor temperatura, aumenta la posibilidad que la tasa supere el promedio.

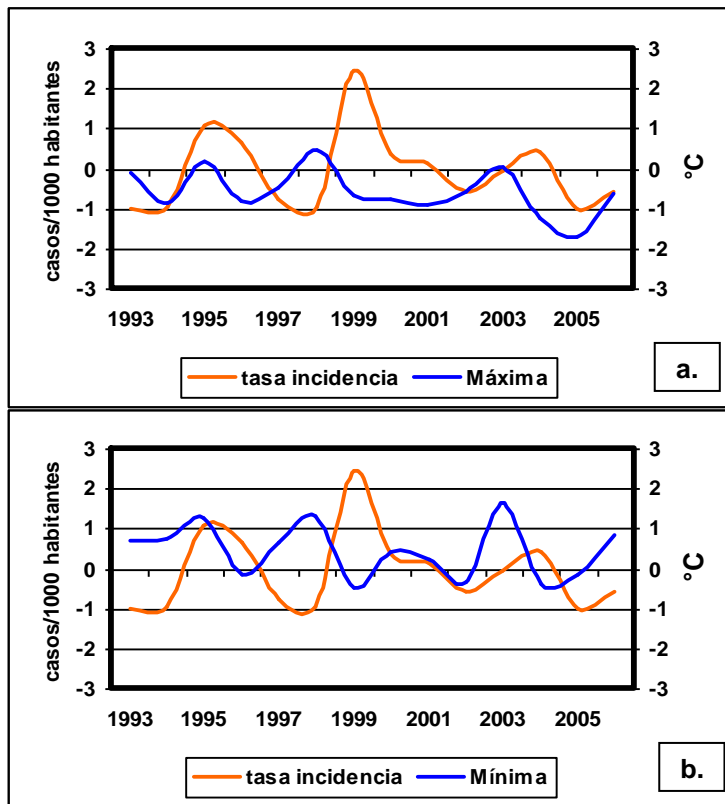


Figura 11. Relación entre las anomalías normalizadas de temperatura máxima (a) y temperatura mínima (b), con la tasa de incidencia de dengue. Limón. Período 1993-2006.

A nivel mensual, la relación entre temperatura mínima y aumento de casos, parece tener cierto patrón de comportamiento, de acuerdo con la figura 12.

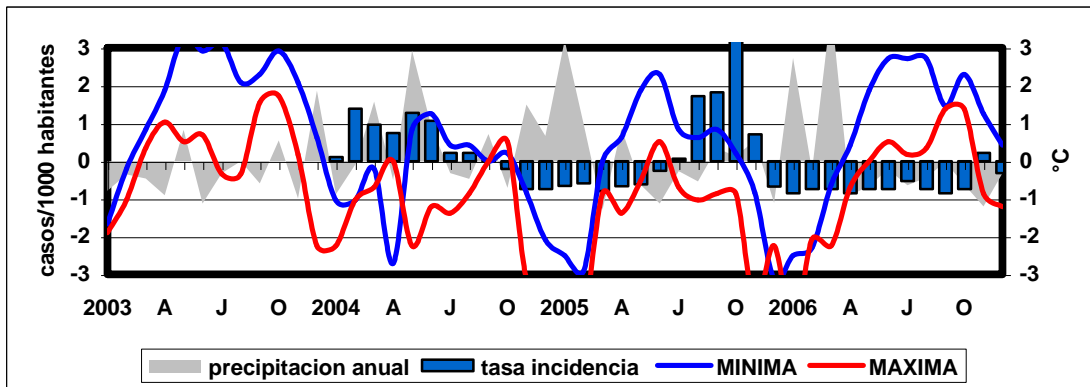


Figura 12. Relación entre las anomalías normalizadas de precipitación mensual, temperatura máxima, temperatura mínima mensual y tasa de incidencia de dengue. Limón. Período 2003-2006.

Aunque solo se cuenta con información mensual de tres años y por lo tanto los resultados estadísticos no pueden considerarse robustos, se observa en el figura 11 que para el cantón central de Limón, los casos del dengue aumentan sobre su valor promedio luego de que se produce un aumento de temperatura mínima. Bajo este patrón, el año 2007 debiera de presentar valores mensuales de tasa de incidencia por encima de su valor promedio ya que el 2006 fue un año caliente sobre el promedio. La relación con precipitación mensual no es clara a pesar que Wong et al (2007) encontraron estacionalidad del número de casos en relación a la lluvia mensual para la costa pacífica de Costa Rica. El 75% de fluctuaciones positivas de la enfermedad en Limón, se pueden relacionar con el fenómeno de variabilidad climática La Niña, que normalmente genera escenarios secos y cálidos para la zona Caribe de Costa Rica.

3.1.1.-6. Sensibilidad: Impactos actuales

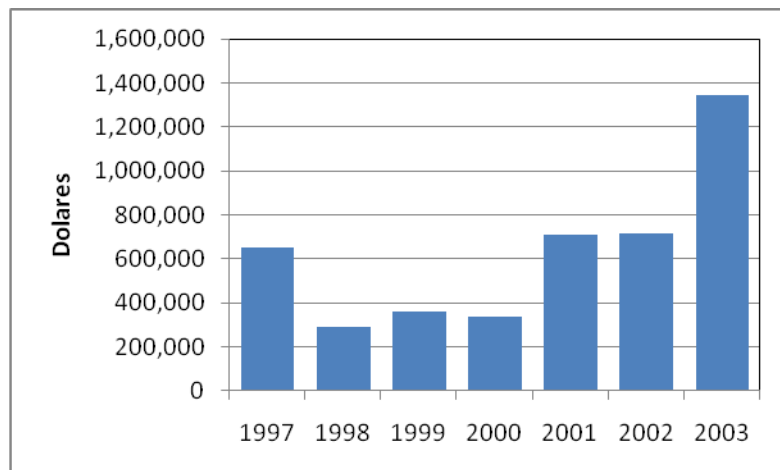


Figura 13. Impacto económico de la atención del dengue

importante brote reportado en Guanacaste. Por otra parte, del 2004 al 2006 se presentaron brotes muy importantes que probablemente harán aumentar los valores promedio del período 97-03 aquí analizados. Por ejemplo, según cita Oviedo (2007) para julio del 2007 la CCSS estimaba el costo de la atención de la epidemia de dengue en 2400 millones de dólares y terminó invirtiendo 3527 millones (Morris 2007). Hasta agosto del 2008 la CCSS había invertido cerca de ¢1000 millones entre incapacidades y atención de enfermos (Avalos, 2008). Al impacto económico de la enfermedad se debe de agregar el impacto social que afecta profundamente la vida familiar y eleva el riesgo de un nuevo contagio con virus más agresivos y mortales, lo cual crea una sensación de inseguridad difícil de subsanar.

De acuerdo con los datos de costo por atención de enfermedades del Departamento de Contabilidad (Sección Costos Hospitalarios de Actuarial de la CCSS), de 1997 al 2003, el costo de atención promedio anual para pacientes de dengue se estima en 630 mil dólares americanos (¢346 millones por año al tipo de cambio actual). La tendencia de los impactos es de aumento progresivo (fig.13), si bien entre 1998 y el 2000, se mantuvo bajo y estable. El costo económico de atención del dengue representa un 0.015% del PIB en promedio para el período analizado, sin embargo, para el 2003, el costo duplicó el promedio debido al

3.1.1-7. Impactos futuros ante el cambio climático

Existe evidencia de una probable relación entre la incidencia de dengue y las fases de ENOS en Costa Rica. De hecho, la Universidad de Costa Rica iniciará en el 2008 un proyecto en este sentido con apoyo de la Universidad de Florida (Cordero 2008). Estas relaciones han sido descritas en otras latitudes (Ebi *et al* 2005). El clima, su variabilidad y cambio no son los responsables del 100% de la incidencia de ninguna enfermedad, sin embargo explican un porcentaje que puede ser potenciado por los efectos del calentamiento global. En este sentido, las proyecciones del clima futuro bajo escenarios de cambio, prevén un aumento de los eventos meteorológicos extremos, que pueden asociarse con los impactos de ENOS en la región centroamericana. En la evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación para América Latina, (estudio derivado del Capítulo 13 del Informe del IPCC 2007), se reporta que para la región centroamericana las reducciones en las precipitaciones anuales proyectadas, están acompañadas con un aumento de eventos secos extremos. Existe una importante relación entre eventos secos extremos y la aparición del fenómeno El Niño. En Costa Rica esta relación es del orden del 80% para la vertiente Pacífica (Retana y Villalobos 2000). Por ejemplo, en la provincia de Guanacaste la de mayor afectación por dengue, los años secos se han ido incrementando en cuanto a afectación espacial. De acuerdo con estudios del IMN, de 1970 al 2006, los casos de sequías se han incrementado principalmente en el Pacífico Norte y Caribe. Si los eventos ENOS se ven incrementados en frecuencia producto del cambio climático, los efectos asociados a la salud dada la relación entre el mosquito, la temperatura y los déficits hídricos, también se verán incrementados en el Pacífico. Todos los escenarios climáticos futuros coinciden con un aumento de temperatura a nivel nacional que puede ser entre 2 y 6 °C. Si la temperatura afecta el metabolismo del mosquito y del virus, podrían presentarse amplitudes de la distribución espacial del vector y mayor agresividad, con lo cual el riesgo aumentará en todo el país, principalmente en las zonas que ya son de alto riesgo.

3.1.2. La malaria (vector *Anopheles albimanusi*)

Es una enfermedad viral (*Plasmodium*) transmitida por una variedad de mosquitos *Anopheles*. Está asociada a zonas geográficas tropicales y subtropicales con climas húmedos, cálidos y terrenos pantanosos, donde la condición socioeconómica y educativa normalmente es baja. También se asocia con zonas costeras y la periferias de los bosques húmedos tropicales (Vargas, 1992)

Aproximadamente 48% de la población del mundo está expuesta al riesgo de malaria. Se registran cerca de 515 millones de casos de malaria cada año, siendo que es la enfermedad de mayor distribución y persistencia a escala mundial. Existe evidencia de que la malaria se vuelve más difícil de controlar y de que la intensidad de la transmisión de malaria se encuentra en aumento. Los mosquitos son atraídos por la sangre humana y por los hábitats resultantes de los cambios hechos por el humano y por la agricultura. (Deford 2007).

3.1.2-1. Situación en Costa Rica

De acuerdo con Vargas (2001), la historia de la Malaria en Costa Rica se remonta a 1925, año en que se realiza la primera encuesta nacional de esta enfermedad. Durante el período 1938-1939 el país realiza sus primeros esfuerzos en enfrentar el problema mediante la eliminación de los criaderos de los mosquitos y en la década de los cincuenta, se inicia el combate químico con el uso del DDT, que junto con una estrategia de participación comunal y programas concretos de combate contra el mosquito, dio buenos resultados. Entre 1957 a 1969 la malaria estuvo establecida en la costa del Pacífico, en donde el cultivo del banano y el arroz proporcionaban extensas áreas para la proliferación

De 1970 a 1990, la situación fue muy favorable. Sin embargo, los esfuerzos por erradicar la enfermedad fracasan a nivel mundial debido a las respuestas de resistencia de los mosquitos ante el uso indiscriminado de agroquímicos, procesos administrativos poco eficientes y la falta de financiamiento de los programas de salud pública.

A partir de 1991, la tasa de la enfermedad aumenta. El desarrollo del sector bananero en la región Caribe de Costa Rica, contribuye a que la enfermedad se traslade a este litoral debido a la agresiva tasa de deforestación que promueve los criaderos y una masiva contratación de trabajadores procedentes de áreas endémicas de malaria. Hasta 1992, la Región Caribe aportaba el 80.0% de los casos del país, sin embargo a partir de 1993 la Región Huetar Norte comenzó a compartir este porcentaje y para los últimos años dicha Región contribuyó con el 40.0% del total de casos, promovido en parte por el agresivo desarrollo agroindustrial, tal y como sucedió con la Región Caribe y el desarrollo del cultivo del banano.

3.1.2-2. Exposición: Grupos más vulnerables

Se consideran grupos vulnerables, la población comprendida entre los 15 y 44 años, o sea la población económicamente activa (Teresita Solano, directora de la Unidad de Vigilancia Epidemiológica del MINSA, citada por Morris, 2005b).

3.1.2-3. Exposición: Áreas vulnerables

De acuerdo con los datos de la Unidad de Epidemiología del MINSA, entre el 2004 y el 2006 la mayor incidencia de malaria en Costa Rica se presentó en el Caribe de Costa Rica y en menor grado en algunos cantones de la Zona Norte y el Pacífico Central. El cantón de mayor tasa corresponde a Matina con un 46.9% por cada 100 mil habitantes. Los otros cantones afectados en menor exposición son Talamanca, Garabito (Pacífico Central), Guácimo, Limón, Siquirres, Los Chiles (Zona Norte), Pocosí, Aguirre (Pacífico Central) y Sarapiquí. En la figura 14 se presenta la incidencia nacional de la enfermedad y su distribución espacial a nivel de cantón.

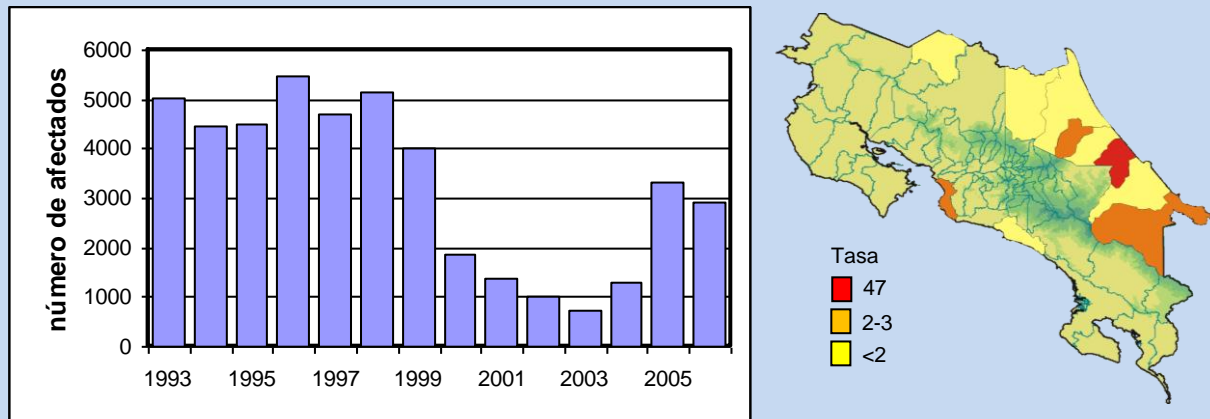


Figura 14. Incidencia nacional de malaria y distribución espacial de la tasa (100mil habitantes) en los 10 cantones de mayor afectación. (2004-2006). Fuente: Unidad Epidemiológica del Ministerio de Salud.

3.1.2-4. Sensibilidad: Relación climática

El *Anopheles* debe vivir lo suficiente como para picar a una persona infectada, permitir al parásito desarrollarse y luego picar a una persona susceptible. El umbral inferior de temperatura de 18C° se basa en el tiempo requerido para el desarrollo del parásito y longitud de la supervivencia del mosquito a esa temperatura; debajo de los 18C° pocos parásitos pueden completar su desarrollo dentro de la vida del mosquito. La tasa de supervivencia del mosquito alcanza su máximo a 31C°. En este momento, menos del 40% de los mosquitos vive lo suficiente para que el parásito complete su ciclo de desarrollo. Cuando la temperatura sobrepasa los 32C°, la probabilidad de supervivencia del mosquito disminuye. Sin embargo, las temperaturas más altas permiten a los mosquitos digerir ingestiones de sangre más rápidamente, lo que a su vez incrementa la tasa a la que pican. El aumento de la tasa de picadura se encuentra asociado con una mayor velocidad de desarrollo del parásito, lo que conduce al incremento de picaduras infectadas para esos mosquitos que sobreviven. El umbral superior de temperatura para la supervivencia tanto de los mosquitos como de las larvas es de 40C°. (UNFCCC, sf)

De acuerdo con análisis de las series de tiempo de registros de malaria en Costa Rica desde los cincuenta hasta los noventa (Vargas 1992 y Vargas 2001), existen periodos de aumento y disminución del número de casos. Según los autores, las fluctuaciones son debidas al fortalecimiento y debilitamiento de programas de lucha contra la enfermedad, cambios del uso del suelo asociados con el desarrollo agroindustrial y las condiciones sociales de la zonas (incluidas las migraciones por contratación de mano de obra). Aunque Vargas (1992) afirma que uno de los factores que afecta la distribución temporal de los casos de malaria son los desastres naturales, no da evidencias de la eventual relación climática.

La Organización Panamericana de la Salud, cita que el riesgo de epidemia de malaria es unas cinco veces mayor el año siguiente a un episodio de El Niño (OPS 2008). Sin embargo, de acuerdo con los registros a nivel nacional de la Unidad Epidemiología del Ministerio de Salud, la relación no es clara. La figura 12 presenta el registro nacional de casos desde 1993 al 2006, junto a la distribución espacial promedio de acuerdo con las tasas a nivel de cantón del 2004 al 2006. El cantón de mayor incidencia es Matina. De hecho, la malaria es una enfermedad predominantemente Caribe, si bien existen algunos focos en el Pacífico del país.

Aunque no se percibe una relación consistente entre ENOS y la incidencia de malaria, existen relaciones con la temperatura ambiente y la precipitación. En la figura 15 se presenta la relación entre la tasa (casos por 1000 habitantes) y la precipitación anual y la temperatura máxima para el cantón de mayor afectación.

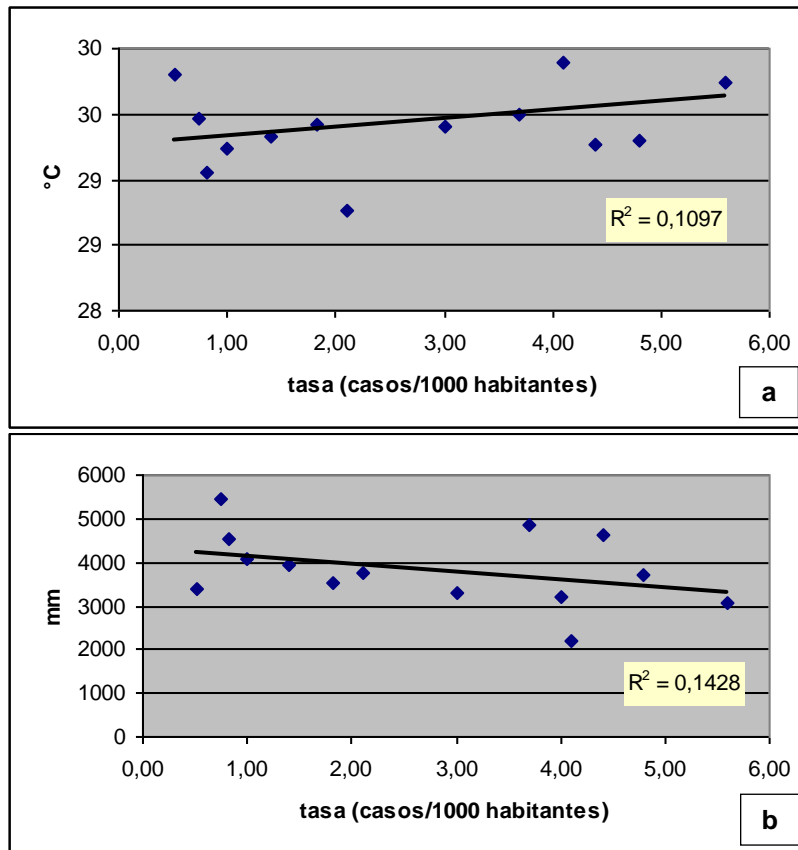


Figura 15. Diagramas de dispersión y línea de mejor ajuste para la relación entre la tasa de malaria y la temperatura máxima promedio (a) y la precipitación anual (b). Período 1993-2006.

Se observa que al aumentar la temperatura, también aumentan los casos de malaria en el país. La temperatura mínima o nocturna presenta el mismo patrón pero con un coeficiente de correlación menor ($R^2=0.04$). En el caso de la precipitación, la relación es inversa: a menor lluvia anual, mayor tasa de malaria. Ebi *et al* (2005), citando a varios autores, menciona la relación encontrada entre los casos de malaria y aumentos de temperatura en Nugui, Colombia, y aumento de casos de malaria asociada con déficit de precipitaciones en Sri Lanka. A nivel mensual (2004 al 2006), el cantón de Matina en la vertiente Caribe es el que presenta mayores tasas. La información detallada es insuficiente como para establecer relaciones con alguna fase de ENOS, sin embargo, se pueden establecer algunas relaciones generales entre la tendencia de la temperatura y precipitación a nivel mensual para el cantón de Matina.

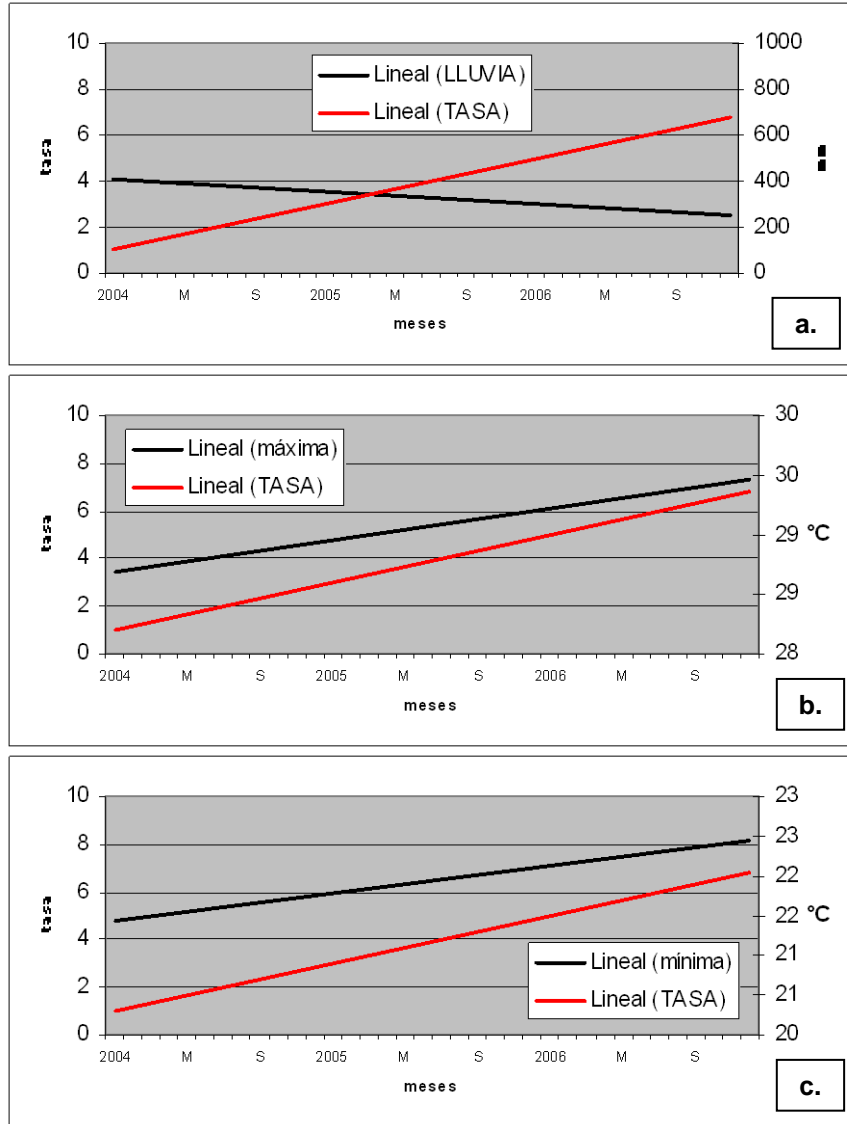


Figura 16. Tendencias lineales de la tasa de malaria en Matina (casos por 1000 habitantes) y la precipitación anual (a) la temperatura máxima promedio (b) la temperatura mínima promedio (c) en Limón. Período 2004-2006.

De acuerdo con la figura 16, se observa una tendencia de aumento de la tasa de malaria para el cantón de Matina, coincidente con un aumento de las temperaturas diurnas y nocturnas, mientras que la precipitación anual tiende a disminuir. Este comportamiento es similar al reportado para el dengue en este mismo estudio.

3.1.2-5. Sensibilidad: Impactos actuales

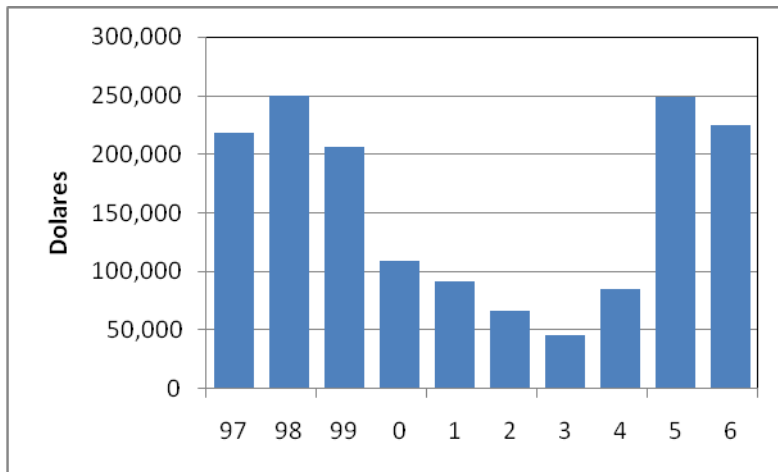


Figura 17. Impacto económico de la atención de malaria

Los impactos económicos generados por la atención de la malaria en Costa Rica (en promedio para el período 1997-2006), representan el 0.004% del PIB, lo cual significa aproximadamente unos \$154000, (unos €85 millones, al tipo de cambio actual).

De 1998 al 2003 se mantuvo una tendencia de disminución pronunciada, sin embargo en el 2005 se presentó un repunte de la enfermedad que quebró la tendencia lo cual se ve reflejado en los impactos económicos entre el 2005 y el 2006.

3.1.2.-6. Impactos futuros ante el cambio climático

A nivel mundial el cambio climático proyecta un aumento de las amenazas a la salud humana, especialmente en las poblaciones con más bajos ingresos y que habitan predominantemente en países tropicales y subtropicales, propensos a las transformaciones agrícolas, transgresiones de fronteras, migraciones y cambio de uso del suelo; lo cual hace de la malaria un caso de alto riesgo potencial.

Los aumentos proyectados de temperatura, bajo escenarios de cambio climático, afectarán no solo al parásito *Plasmodium* sino al mosquito *Anopheles*, con umbrales en ambos extremos de temperatura que limitan la supervivencia o el desarrollo de los dos organismos (virus y vector). Con este panorama, la malaria es posiblemente la mayor amenaza futura a la salud pública dado que actualmente es la enfermedad de transmisión por picadura de mosquitos más propagada a nivel mundial (TIME 1996, Patz et al 1996, Ebi et al. 2005). Los escenarios de cambio climático hablan consistentemente de incrementos de temperatura diurna y nocturna que probablemente van a contribuir no solo con la expansión de la frontera ecológica del mosquito, sino con un aumento de su metabolismo. De acuerdo con los más recientes resultados de las proyecciones del clima futuro para Costa Rica, algunas partes la zona central de la Región Caribe (las áreas de mayor incidencia de malaria actualmente), experimentarían un aumento de la precipitación y de las temperaturas máxima y mínima. Estas condiciones pueden afectar la fisiología del mosquito, como por ejemplo su tasa alimenticia y su frecuencia reproductiva, lo cual se podría traducir en una mayor incidencia de la enfermedad.

3.2. Enfermedades cardio-respiratorias

3.2.1. El asma como ejemplo de IRAS

El asma es una enfermedad respiratoria crónica causada por la inflamación y obstrucción de las vías respiratorias, siendo la infección respiratoria aguda (IRA) más común en niños y adolescentes (Avalos 2006). Su origen es multivariable e incluye distintos factores de riesgo que van desde los genéticos, hasta factores ambientales como aerosoles, ácaros y clima. Según Soto y Soto (2004) existe evidencia a nivel mundial que en países en vías de desarrollo el asma es más frecuente en zonas urbanas, sin embargo un estudio desarrollado en Costa Rica indica una mayor prevalencia de la enfermedad en zonas costeras, cálidas y rurales. El asma es una de las enfermedades crónicas que causa mayor impacto socio económico en Costa Rica debido a sus costos de atención hospitalaria y el ausentismo escolar y laboral que provoca (Soto y Soto 2004, Cantero y Fonseca 2006). El porcentaje de niños de los 700 000 pacientes de esta enfermedad (Avalos 2006), hacen de Costa Rica uno de los siete países de mayor prevalencia de asma infantil a nivel mundial (Soto y Soto 2004, Celedón *et al* 2001).

3.2.1-1. Situación en Costa Rica

Con el objetivo de definir la prevalencia del asma en la población infantil de Costa Rica, se realizaron cuatro estudios epidemiológicos. En 1989 la prevalencia era del 23.4%. Para 1995, la prevalencia aumentó a 27.7%. Esta tasa disminuyó en 1998 a valores del 27.1%. Sin embargo, para el 2002, los resultados indican que el asma infantil en Costa Rica presenta una prevalencia del 33.2%.

En zonas con temperaturas superiores a los 25°C, los niños presentan mayor número de infecciones en las vías respiratorias, lo que podría explicar la mayor prevalencia de la enfermedad en estas zonas (Soto y Soto 2004). Por otra parte, González (2005) cita que es en los meses de setiembre y octubre cuando más casos de asma se producen en el país. Sin embargo, Chavarría (2001) indica que en marzo y agosto se observan las mayores admisiones hospitalarias en un registro del Hospital Nacional de Niños de 1992 a 1998.

3.2.1-2. Exposición: Grupos más vulnerables

De acuerdo con OECC (2005), la población adulta mayor que padecen bronquitis crónica o asma, es el grupo etario más vulnerable ante el incremento de los contaminantes atmosféricos generadores del calentamiento global. En Costa Rica, la población infantil es la más amenazada con este padecimiento. De acuerdo con datos de la CCSS los niños entre uno y nueve años y los adultos mayores de 65 años, son las principales víctimas de problemas respiratorios, siendo el asma, la tercera causa de muerte en la población adulta mayor (Solís 2006). En los últimos años se ha notado un incremento de casos en la población económicamente activa, producto de la carga contaminante.²

3.2.1-3. Exposición: Áreas vulnerables

De acuerdo con (González 2005), las zonas de mayor incidencia de asma en Costa Rica son las bajas y cálidas (Guanacaste, Puntarenas y Limón), sin embargo, los datos de la Unidad Estadística del Ministerio de Salud para el período 1998-2006, indican que donde se atiende la mayor cantidad de casos es en la Región Central, seguida del Pacífico Norte y luego el Pacífico Central. A nivel de cantón, los 10 primeros en cuanto a número de afectados son: Alajuela Centro, San José Centro, Puntarenas Centro, Grecia, Heredia Centro, Goicoechea, La Unión, Corredores, Nicoya y Sarapiquí (Fig. 18).

² Taller de Validación de Resultados. San José.

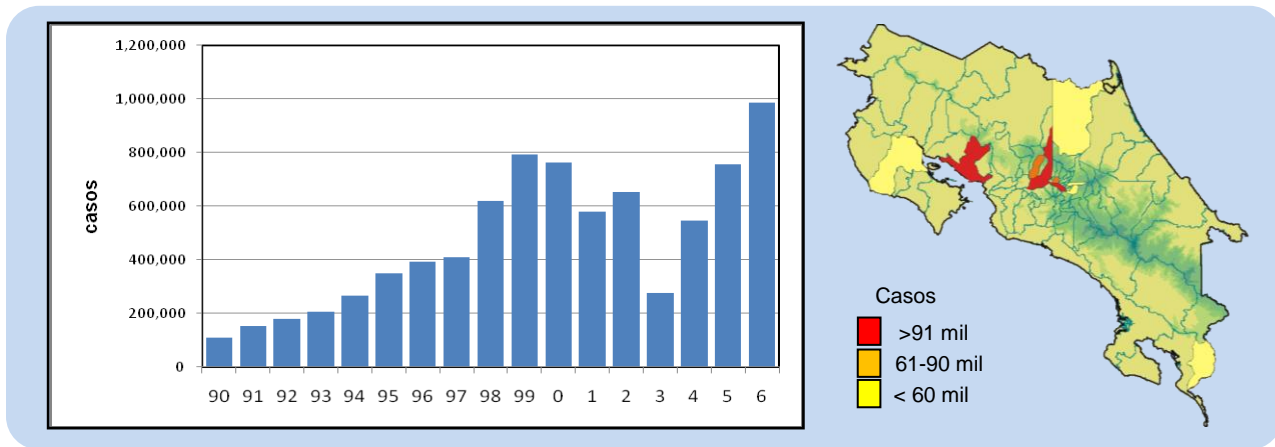


Figura 18. Casos de IRAS a nivel nacional (1990-2005) y distribución espacial en los cantones de mayor afectación (2003-2006).
Fuente de los datos: Unidad de Estadística. Ministerio de Salud.

3.2.1-4. Sensibilidad: Relación con clima

Es ampliamente reconocido que uno de los disparadores de las crisis asmáticas es el factor climático. Por ejemplo, tanto Chavarría (2001) como Celedón et al (2001), indican que el aumento en el número de casos de asma puede estar relacionado con la humedad del aire y la cantidad de lluvia. Fernández (2006) menciona que los problemas respiratorios se dan durante todo el año, pero entre mayo y junio se exacerbaban con la llegada de la estación lluviosa. Fernández (2006) indica que los cambios bruscos de temperatura o permanecer en lugares muy húmedos o calientes, son condiciones ambientales propicias para producir asma.

De acuerdo con la información anual de la Unidad Estadística del Ministerio de Salud es difícil encontrar una señal clara entre las IRAS a nivel nacional y fenómenos de variabilidad climática como el ENOS. Tal y como se presenta en la figura 18, los datos muestran una tendencia creciente hasta 1999. La tendencia baja hasta el 2003 cuando disminuyó el número de pacientes en prácticamente todo el territorio nacional. Luego del 2003, la tendencia de un progresivo crecimiento continuó, pero a una tasa mayor. El crecimiento poblacional es parte de los factores que explican la tendencia general de IRAS.

A nivel mensual, existe una relación cualitativa con la climatología promedio del Pacífico y Región Central de Costa Rica. En la figura 19 se esquematiza el comportamiento mensual de las IRAS a nivel nacional (línea negra en miles de episodios), con el comportamiento promedio de la precipitación (área verde, sin unidades) y temperatura media (línea naranja, sin unidades).

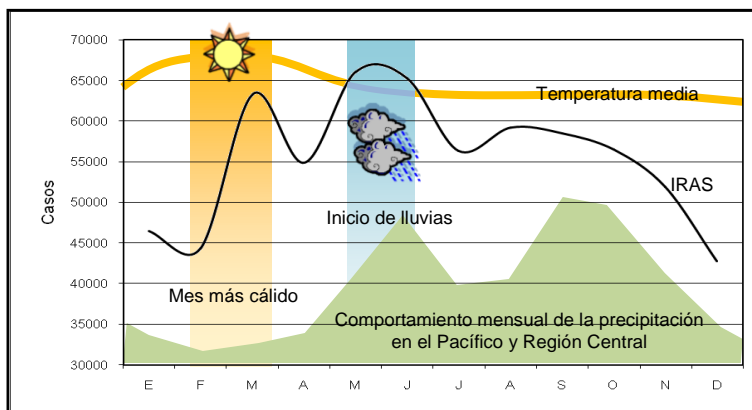


Figura 19. Casos mensuales de enfermedades respiratorias en Costa Rica. 1990-2005.
Fuente de los datos: Unidad de Estadística. Ministerio de Salud.

El primer pico de episodios de IRAS se presenta en el mes de marzo, que es el mes más seco y cálido en la vertiente del Pacífico y Región Central. Normalmente durante marzo y abril, se presenta una alta concentración de partículas suspendidas en las capas bajas de la atmósfera. Este particulado es muy variado en su composición. Pueden ser minerales como el cloruro de sodio, provenientes del rompimiento de las olas del mar y arrastrados por el viento; puede ser material propio de las quemaduras agrícolas (zafra de la caña de azúcar) o incendios forestales. También pueden ser partículas de polvo proveniente de la preparación de tierras para la siembra o bien puede ser contaminación variada concentrada principalmente en las zonas urbanas. Estos núcleos suspendidos en el aire, son los puntos de condensación necesarios para la formación de nubes, además de que contribuyen con el aumento de la temperatura ambiente.

Durante este período se produce una mayor sensación térmica puesto que la velocidad del viento Alisio disminuye permitiendo el paso de los vientos del sureste, que son húmedos y cálidos, y son los precursores de las primeras lluvias en el Valle Central (aguaceros de los cafetaleros) lo cual da una sensación de “bochorno”. La bruma es característica de la vertiente del Pacífico durante marzo y abril. En la Región Central se vuelve más densa por la adición de contaminantes producidos por la combustión de hidrocarburos en las áreas urbanas. En las partes bajas del Caribe, se presentan brumas marinas principalmente durante marzo, abril y octubre (IMN 1988). Todas estas condiciones ambientales prevalecientes entre marzo y abril en la mayor parte del territorio, hacen que este período presente una atmósfera “enrarecida”, lo cual puede ser un factor desencadenante de crisis respiratorias.

El segundo pico de IRAS se observa en junio, que corresponde con el primer máximo de precipitación en el Pacífico y Centro del país. Estas primeras lluvias son muy intensas. Junto con los núcleos de condensación precipitan gran cantidad de aerosoles en suspensión que pueden ser alérgicos. De acuerdo con Sosa (2006), en México se estudiaron muestras de lluvia para analizar su composición y encontraron una gran cantidad de polen en ellas. El polen es un agente alérgico frecuente. Muchos de los núcleos de condensación para la formación de nubes, son orgánicos como el polen y las bacterias (Contreras 2008). Por tanto, con las primeras lluvias, que son de carácter intenso, precipitan una carga importante de núcleos orgánicos y que pueden afectar la salud. De acuerdo con la figura 16, se debe considerar de marzo a junio como el momento crítico de incidencia de IRAS, debido en parte por los cambios en la temperatura esperados por la estacionalidad y por una mayor precipitación de agentes alérgicos. El segundo máximo de lluvia que se da entre setiembre y octubre, no presenta la misma variación de temperatura como la que se experimenta entre marzo y junio, razón por la cual, el número de IRAS no aumenta.

3.2.1-5. Sensibilidad: Impactos actuales

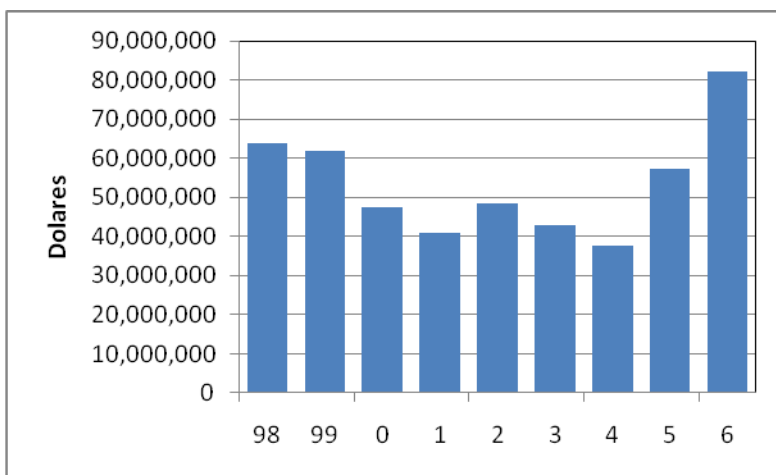


Figura 20. Impacto económico de la atención de IRAS.

El costo promedio anual por atención de pacientes con IRAS es de 53 millones de dólares, unos 29 mil millones de colones al tipo de cambio actual. Esto representa el 1.3% del PIB para el período de 1998 al 2006.

De acuerdo con Avalos (2007), de los 700 mil costarricenses que padecen de asma, 160 mil requieren fármacos que tienen un costo anual a los 8 mil millones de colones. Según Solís (2006), la CCSS invierte 12 mil millones en consultas, 19 mil millones en atención de emergencia y 21 mil millones en consultas externas.

3.2.1-5. Impactos futuros ante el cambio climático

El asma y las alergias respiratorias podrían aumentar debido a que existe una mayor concentración de partículas contaminantes bajo un escenario de cambio en el clima motivado por contaminación ambiental (Cantero y Fonseca 2007). De acuerdo con los escenarios futuros de clima, se espera que el Pacífico Norte y algunas partes de la Región Central experimenten condiciones secas severas, lo cual podría agudizar los problemas de IRAS si se propone la temperatura como un factor desencadenante de crisis. Aumentos de temperatura ambiental provocarían stress fisiológico en aquellos individuos que se vean forzados a salir de la zona de confort térmico. La respuesta de los grupos más vulnerables, niños y adultos mayores, es limitada ante estas condiciones. Por otro lado, las proyecciones de un clima más lluvioso para la zona Caribe costera y el Pacífico Central, pueden ser perjudiciales para los pacientes de IRAS, si esto supone una mayor exposición a ambientes de elevada humedad ambiental y altas temperaturas. Según Rodolfo Hernández Gómez director del Hospital Nacional de Niños, citado por Morris (2005a), la prevalencia del asma infantil para el 2015 podría llegar al 40% lo cual complicaría la situación de atención hospitalaria al ser una de las poblaciones más vulnerables.

3.3.2. Enfermedades cardiovasculares

En sentido amplio, el término **cardiopatía** puede englobar a cualquier padecimiento de las estructuras del corazón o del resto del sistema cardiovascular. Habitualmente se refiere a la enfermedad cardíaca producida por aterosclerosis, sin embargo otros padecimientos afines son miocardiopatías, arritmias, insuficiencia, hipertensión y cualquier cardiopatía de origen congénito (Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedades_cardiovasculares). Los principales factores de riesgo para las enfermedades cardiovasculares son: presión alta, diabetes, el tabaquismo, obesidad, falta de ejercicio, la edad y el período de la menopausia en las mujeres. Estos factores clásicos de riesgo, se han visto recientemente potenciados por un nuevo factor según el último informe del IPCC (2007). El calentamiento global puede ser el causante del reciente aumento de enfermedades cardiovasculares registradas alrededor del mundo. Las altas temperaturas juegan un papel importante en las crisis cardiovasculares. Se relacionan con las olas de calor y con la formación de ozono (O₃) en las capas bajas de la atmósfera. Los adultos mayores y quienes tienen cardiopatías previas son los más vulnerables (Riojas *et al.* 2006, La Nación 2007)

3.3.2. Situación en Costa Rica

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte en Costa Rica desde 1970, y la cuarta que resta más vida a la población, ya que recientemente ha descendido la edad promedio en la que se da este tipo de afección (Hernández, 2000). A partir del 2002 muestran una tendencia decreciente, para estabilizarse en los últimos años. A pesar de esto, las enfermedades presentan una tendencia creciente, al punto que para el 2004, en el Área Metropolitana, la prevalencia de la enfermedad era de un 25.2% por cada 100 habitantes. Esta tasa aumenta con la edad (OPS 2007).

3.3.2. Exposición: Grupos más vulnerables

Adultos mayores de 65 años con padecimientos cardiacos son el grupo más vulnerable. Sin embargo, el ozono estratosférico es tóxico para cualquier individuo. Además, las olas de calor y el ozono bajo, son generadores de crisis en pacientes que sufren de enfermedades broncorrespiratorias. Se ha observado un aumento de casos en adultos jóvenes en áreas urbanas.³

3.2.3. Exposición: Áreas de mayor exposición

Las estadísticas del Ministerio de Salud, indican que a nivel provincial, San José y Guanacaste son las zonas donde la tasa de mortalidad es mayor, tal y como se aprecia en la figura 21. Los 10 cantones de

³ Taller de Validación de Resultados. San José. 2008.

mayor tasa son Atenas, Flores, Montes de Oca, Tibás, Palmares, San José Centro, Santa Cruz, Puriscal, Orotina y Nicoya.

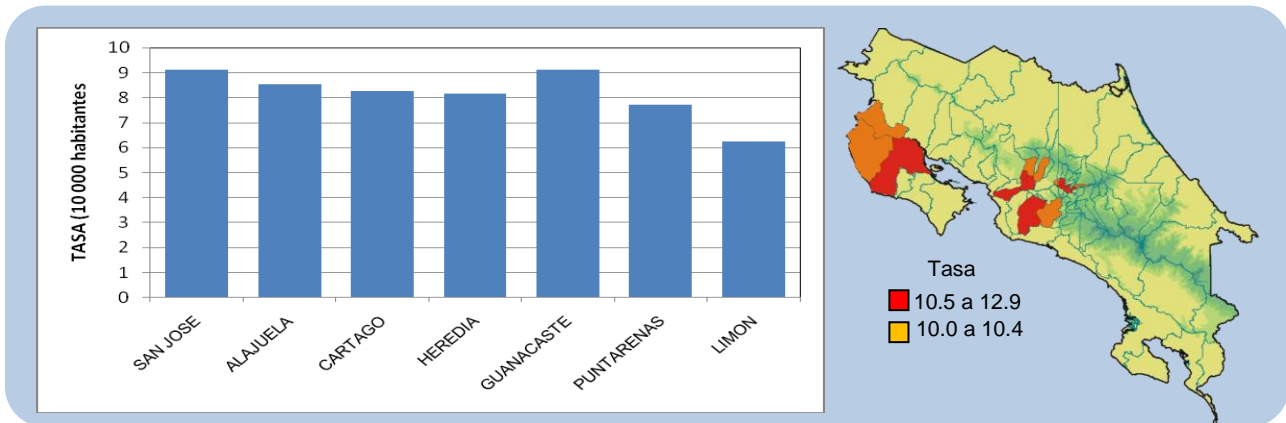


Figura 21. Tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares por provincia y principales cantones afectados. 1990-2005. Fuente de los datos: Unidad de Estadística. Ministerio de Salud.

3.3.3. Sensibilidad: Relación con clima

Las cardiopatías pueden ser relacionadas con el clima en dos sentidos: altos niveles de ozono en las partes bajas de la atmósfera y por el estrés fisiológico que causan las olas de calor en adultos mayores y personas afectadas en su sistema cardiorrespiratorio.

En el caso del ozono, el 10% de este gas atmosférico se encuentra en la tropósfera (partes bajas de la atmósfera). A este nivel y en altas concentraciones resulta ser tóxico y altamente reactivo. Al ser inhalado ataca el tejido pulmonar y el sistema vascular de animales y plantas, incluido el hombre. Por ese motivo el ozono se asocia con cardiopatías. Altas temperaturas y radiación solar, junto con masas de aire estables (condiciones que también son favorables para la evolución de bolsas y olas de calor), son ideales para la formación de ozono en tierra. Este ozono se forma a partir del óxido nitroso expulsado por la combustión de automóviles y otros procesos industriales (Díaz 1998).

En el caso de la temperatura y olas de calor, según Gordon Tomaselli, jefe del departamento de cardiología de la Johns Hopkins University (La Nación, 2007), existe una estrecha relación entre las olas de calor y las afecciones cardíacas. Al elevarse la temperatura, el cuerpo reacciona sudando para liberar calor interno. Esto ayuda a enfriar el cuerpo. Durante ese proceso, la sangre va hacia las zonas donde las temperaturas son más bajas, lo que abre las venas. El ritmo de los latidos se acelera y baja la presión sanguínea. Esa combinación puede resultar peligrosa para los ancianos y aquellas personas con sistemas cardiovasculares débiles.

A pesar de que la estadística del Ministerio de Salud sobre la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares muestra una tendencia de disminución (1990-2006), la temperatura máxima en algunos de los cantones con mayor mortalidad tiende a aumentar al igual que el número de defunciones. En la figura 22 se presenta la relación entre la tasa de mortalidad nacional, la temperatura máxima anual promedio para San José (cantón de mayor número de casos y una alta tasa) y el número de muertes por país. Si la población ha ido aumentando y el número de defunciones también, la disminución en la tasa de mortalidad se explica por los esfuerzos en materia de salud preventiva, lo cual significa que las medidas de adaptación (control, cobertura, sensibilización, adopción de nueva tecnología, entre otros) han sido efectivas.

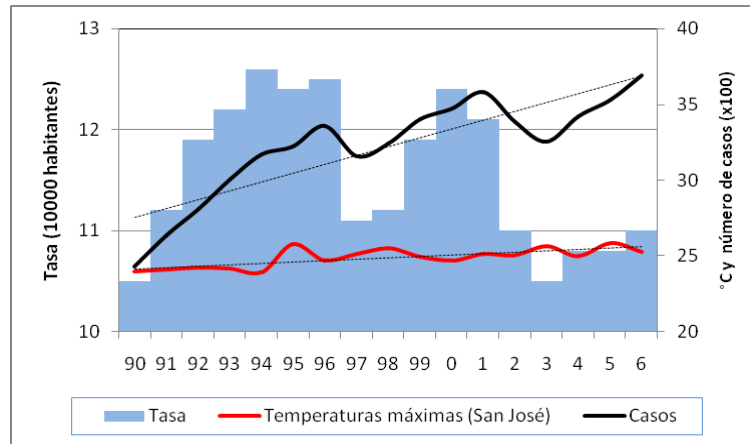


Figura 22. Tasa de mortalidad nacional y número de defunciones por enfermedades cardiovasculares en relación con la temperatura máxima promedio de San José .1990-2005.

3.3.4. Impactos futuros ante el cambio climático

Las zonas de mayor incidencia de defunciones por enfermedades cardiovasculares se localizan en la Región Central y el Pacífico Norte de Costa Rica. Las zonas del Pacífico y el Valle Occidental, son cálidas, con temperaturas máximas que promedian los 30°C. Las proyecciones futuras de clima indican que pueden presentarse condiciones secas extremas, con aumento importante de la temperatura máxima. Estas condiciones junto a la estabilidad atmosférica característica de los períodos secos, pueden generar olas de calor que afectarían principalmente la población mayor que padezca de cardiopatías. En la zona Central del país, este problema se agravaría debido a la contaminación ambiental producto de la alta concentración del parque automotriz en la capital, lo cual puede suponer incluso la formación de ozono estratosférico en concentraciones peligrosas.

3.3. Enfermedades gastrointestinales

3.3.1. Diarreas

Las enfermedades diarreicas son complejas y variadas en su epidemiología, etiología y presentación clínica. Las evacuaciones frecuentes se acompañan de fiebre, náuseas, dolores o vómito. Entre los principales factores que pueden causar diarreas se encuentran: lesiones, enfermedades, alergias o intolerancia a la absorción de algunos alimentos. (<http://es.wikipedia.org/>). De acuerdo con la OMS (Organización Mundial de la Salud) las diarreas son una de las principales causas de muerte infantil en los países del Tercer Mundo, y constituyen entre el 60 y el 80% de las consultas pediátricas en los servicios de salud de América Latina (Espinoza 2004).

3.3.1-1. Situación en Costa Rica

Según Espinoza (2004) y OPS (2007), las tasas de enfermedades diarreicas muestran una tendencia creciente entre el período 1992-2001, siendo que en el 2000 se presentó la tasa de incidencia más alta. La tendencia cayó abruptamente en el 2002-2003 para luego volver a incrementarse a partir del 2004. Desde 1998, las diarreas son la segunda causa de morbilidad dentro del grupo de enfermedades de declaración obligatoria. En Costa Rica, hasta un 63% de las diarreas en menores de edad se deben a infecciones causadas por el rotavirus. Los más afectados son los niños de 0 a dos años, quienes pueden morir por cuadros de deshidratación (Cantero 2007b).

3.3.1-2. Exposición: Grupos más vulnerables

Los grupos más vulnerables son los niños de menos de 5 años y los adultos mayores de 65 años en adelante. Son poblaciones dependientes que pueden agravar su estado de salud por los efectos de la deshidratación.

3.3.1-3. Exposición: Áreas de mayor exposición

De acuerdo con las estadísticas del Ministerio de Salud (1996 hasta el 2006), la provincia de mayor incidencia es San José, seguida de Alajuela, Heredia y Puntarenas. Las estadísticas de número de casos por cantón indican que los 10 primeros corresponden a los cantones centrales de San José, Alajuela, Heredia, Puntarenas y Cartago, seguidos de Pérez Zeledón, Grecia, Tibás, Desamparados y Coronado (Fig. 23). Los centros de concentración de población son altamente vulnerables a enfermedades contagiosas y de propagación vectorial. En este caso, por agua o alimentos contaminados. Además, las condiciones de los anillos de pobreza que rodean las ciudades pueden influir en la incidencia de diarrea en los centros cantonales, afectando principalmente la población infantil (Cantero 2008).

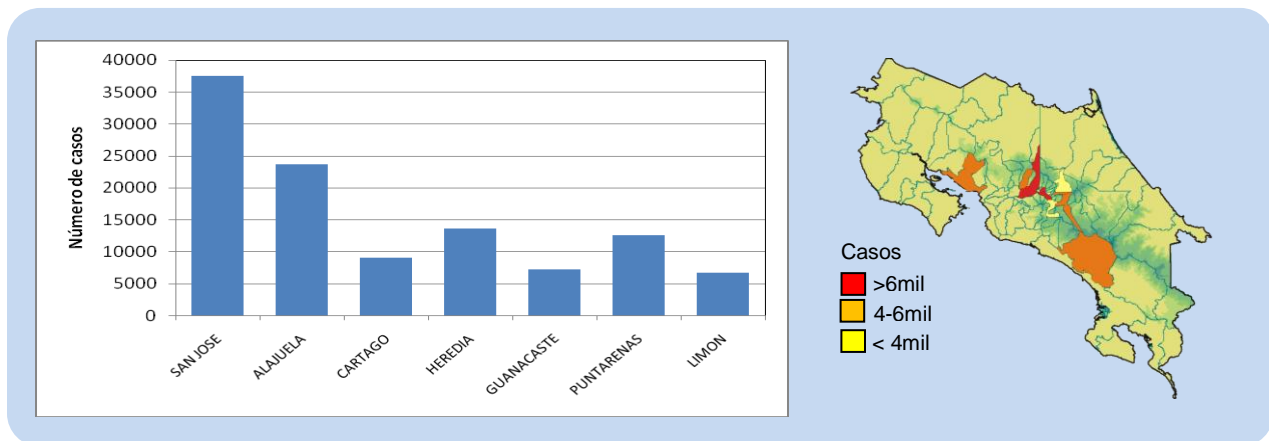


Figura 23. Incidencia de diarrea por provincia y principales cantones afectados. 1996-2006.
Fuente de los datos: Unidad de Estadística. Ministerio de Salud.

3.3.1-3. Sensibilidad: Relación con clima

La relación entre las diarreas y los factores del clima, se pueden establecer en dos sentidos. Primero, por los desequilibrios hídricos y térmicos que causan períodos de sequías o inundaciones y que alteran el ambiente de desarrollo de bacterias y virus. Segundo, la contaminación de fuentes de aguas (almacenadas y tomas de agua para uso poblacional) o la descomposición de alimentos perecederos durante eventos climatológicos extremos y cuya ingestión causa problemas gastrointestinales.

Espinoza (2004) demostró que los picos máximos de incidencia de diarreas a nivel nacional se presentan en los meses de marzo y junio. Tomando como base los datos disponibles para la provincia de San José, (Fig. 24), los dos principales picos de incidencia se presentan en marzo y mayo. Marzo es el mes más seco y cálido en la vertiente del Pacífico, mientras que mayo es el inicio de lluvias en prácticamente todo el territorio nacional. Es probable que las altas temperaturas de marzo y abril tengan un efecto directo sobre el estado de alimentos perecederos mal almacenados. Por otra parte, el consumo de agua en estos meses se vuelve crítico para la población general y la infantil en particular. La calidad del agua que se consume puede incidir directamente sobre los casos de diarrea, si se toma en cuenta que de acuerdo con el Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en Costa Rica 1.8 millones de personas reciben agua de mala calidad (Darner Mora, citado por La Nación 2008). En cuanto al segundo pico de casos que se presenta en mayo, el inicio de las lluvias y su carga contaminante puede

afectar la calidad del agua para consumo humano en el caso del almacenaje de agua de lluvia. El número de casos de enfermedades diarreicas se estabiliza durante el resto del período lluvioso.

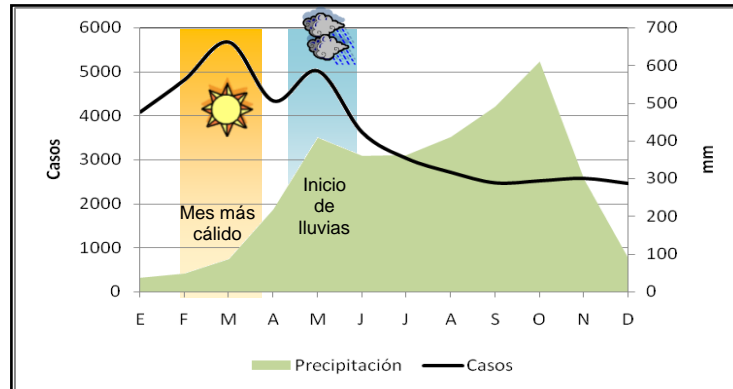


Figura 24. Casos mensuales de enfermedades diarreicas y precipitación mensual en San José. 1999-2006. Fuente de los datos: Unidad de Estadística. Ministerio de Salud.

Parece existir una relación inversa en la precipitación anual de San José y el número de casos de diarreas. En la figura 25 se presenta esta relación como una anomalía (desviaciones positivas o negativas del promedio) para un período de 10 años (1996-2005). A mayor precipitación anual, menor número de casos de diarrea, mientras que a menor precipitación, mayor número de casos. Estos datos anuales se basan en la relación mensual donde el pico máximo de casos de diarrea se presenta durante la época seca. Nuevamente, las altas temperaturas características del período seco, y mayormente durante años deficitarios de lluvia, pueden jugar un papel importante en el entorno del agua y los alimentos que pueden provocar casos de diarreas. Por otra parte, a menor disposición de agua, menos posibilidades de aseo e higiene y mayor riesgo de contaminación.⁴

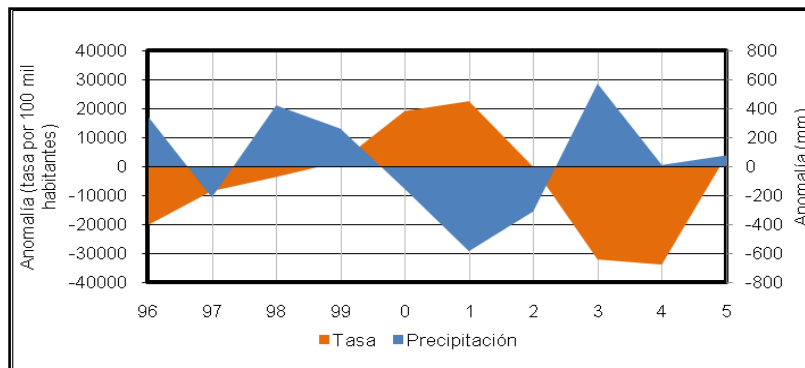


Figura 25. Relación entre la anomalía de casos de enfermedades diarreicas y la precipitación anual en San José. 1996-2005. Fuente de los datos: Unidad de Estadística. Ministerio de Salud.

3.2.1-5. Sensibilidad: Impactos actuales

De acuerdo con la información suministrada por el Departamento de Contabilidad, Sección de Costos Hospitalarios Actuariales de la CCSS, el costo promedio de atención por diarreas para el período 1997-2006, es de 9 millones de dólares (casi 5000 millones de colones al tipo de cambio actual). Esto representa cerca 0.2% del PIB. Tal y como se presenta en la figura 26, desde 1997 los costos fueron ascendiendo hasta el 2002. Posteriormente, el número de casos disminuyó en el 2003 para luego volver a un ritmo de crecimiento semejante al del período 97-2002.

⁴ Dr. Willy Carrillo. Dirección Vigilancia de la Salud. Taller de validación de resultados. San José. 2008.

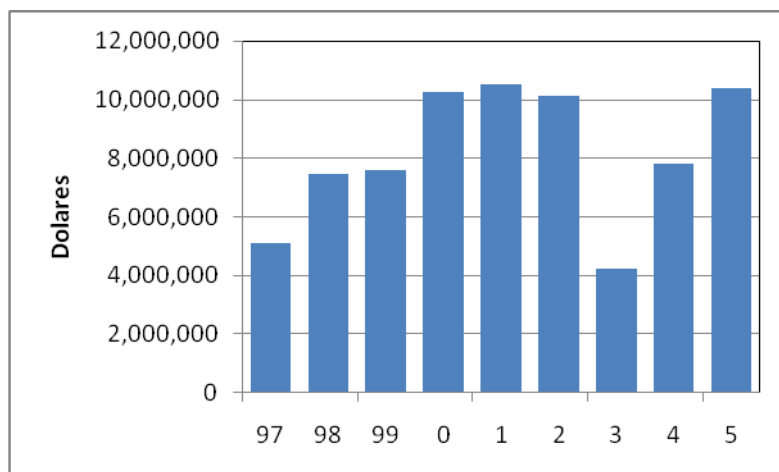


Figura 26. Costos de atención de pacientes afectados por diarreas.

3.3.4. Impactos futuros ante el cambio climático

Un aumento de un grado en la temperatura del planeta eleva en un 5% el número de casos de diarrea en países en vías de desarrollo", indicó Carlos Corvalán, coordinador del Intervenciones para Ambientes Saludables de la OMS, un organismo de Naciones Unidas (Cantero 2007). Estas afirmaciones concuerdan con el comportamiento de las enfermedades diarreicas encontrado para la provincia de San José, donde pareciera que la temperatura y la estacionalidad son factores importantes en la distribución mensual de casos. Sin embargo, existe evidencia que años lluviosos pueden provocar brotes de diarrea en algunas partes del país (Arguedas 2007). De hecho, la tasa a nivel nacional aumenta durante años de eventos La Niña, en comparación con eventos El Niño (Fig 27).

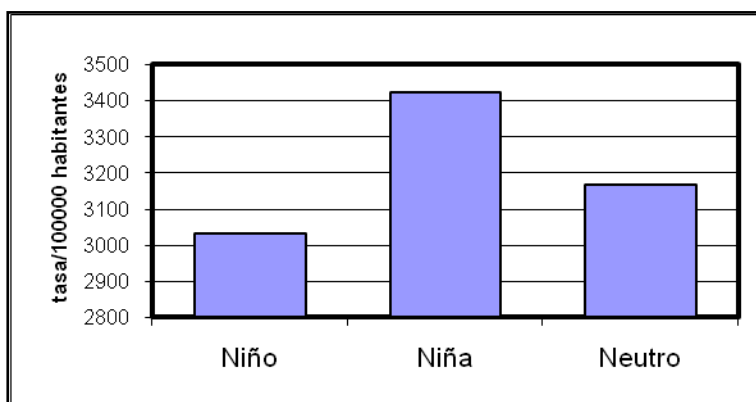


Figura 27. Tasa nacional de diarreas de acuerdo con la fase ENOS. 1996-2005.
Fuente de los datos: Unidad de Estadística. Ministerio de Salud.

Durante La Niña, se asocian condiciones lluviosas para toda la vertiente Pacífica y Región Central del país. De acuerdo con la figura 27, durante una Niña se presentan más del doble de casos de diarrea que durante un evento El Niño. Las alteraciones en la lluvia proyectadas por escenarios de cambio climático, provocarán desequilibrios hídricos que facilitan la propagación de virus y bacterias causantes de diarreas en niños y adultos (Cantero 2007a). Mientras que los casos mensuales de diarrea se pueden incrementar por una estacionalidad más marcada (períodos secos más cálidos), los eventos extremos lluviosos pueden causar brotes importantes de diarrea en zonas inundables fuera de los centros urbanos.

3.4. Enfermedades parasitarias

3.4.1. Angiostrongilosis abdominal

La Angiostrongilosis abdominal es una parasitosis producida por el nemátodo *Angiostrongylus costarricensis* (Aa) que utiliza dos huéspedes para completar su ciclo: el huésped definitivo natural lo constituyen varias especies de roedores. El huésped intermediario es un molusco, principalmente babosas de la familia Veronicellidae (Morera y Ash, 1970, citado por Conejo y Morera, 2007). La infección en humanos se produce cuando por accidente el hombre entra en contacto con babosas infectadas por el parásito, principalmente al consumir productos agrícolas contaminados por babosas (frijol, tiquizque, yuca, entre otros) o bien por el contacto directo con el molusco. A su vez, las babosas adquieren el parásito al ingerir heces de roedores infectados. En el hombre, el parásito se localiza a nivel de intestino, disminuyendo la luz del órgano y produciendo lesiones en la pared intestinal. En forma menos frecuente, el parásito puede alojarse en otras áreas del cuerpo y afectar el hígado y los testículos.

3.4.1-1. Situación en Costa Rica

La enfermedad fue observada en niños costarricenses en 1952, pero no fue sino hasta 1971 que se describió su agente etiológico (Deford 2007). En Costa Rica, cada año, se presentan alrededor de 300 casos de angiostrongylosis, principalmente en niños. Conejo y Morera (2007) encontraron un promedio de 350 casos anuales para el período 1995-1999.

3.4.1-2. Exposición: Grupos más vulnerables

El principal grupo vulnerable es el infantil, encontrándose lesiones severas en la población infantil entre 1 y 5 años, así como en edades escolares. Por su carácter lúdico este grupo etario entra en contacto con la tierra en forma frecuente. Además, los niños en edades tempranas no discriminan los objetos que se llevan a la boca. Este es el principal mecanismo por el cual se adquiere la parasitosis en infantes. En otras edades, el consumo de productos agrícolas contaminados y sin la debida preparación (limpieza y cocción), son los mecanismos de infestación⁵.

3.4.1-3. Exposición: Áreas de mayor exposición

La Zona Norte es la región de mayor tasa (Fig. 28), sin embargo Conejo y Morera (2007) encuentran que es en el Valle Central donde se presenta el mayor número de casos de la enfermedad. Cerdas (2005), citados por Deford (2007) encontró que el 8% de las lechugas en el Valle Central, presentaban babosas en sus hojas. Este es uno de los principales focos de contagio en la población costarricense.

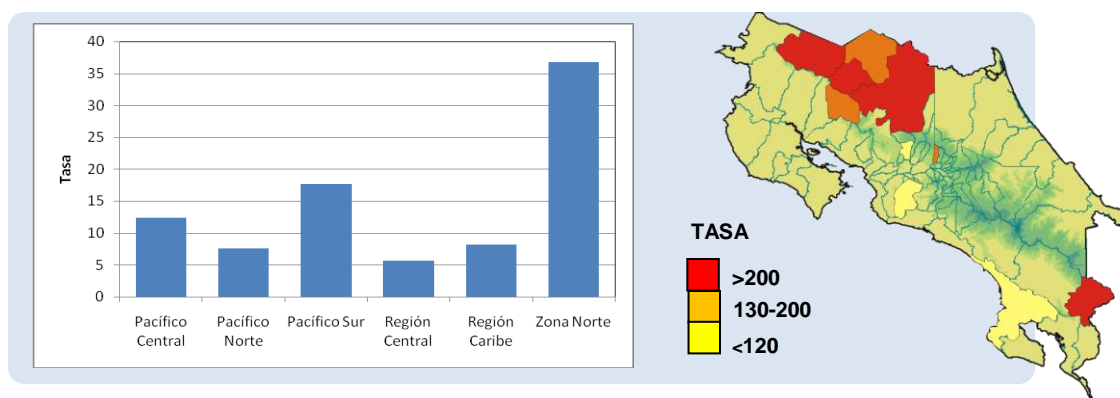


Figura 28. Tasa promedio de Angiostrongylosis abdominal (por 100 mil habitantes) por región climática y distribución espacial en los 10 primeros cantones afectados. 1995-1999.

⁵ Pedro Morera y Martha Conejo. Escuela de Salud Pública. Universidad de Costa Rica. Taller de validación de resultados. San José. 2008.

A nivel de cantón, los 10 primeros en orden de afectación son Coto Brus, Guatuso, Upala, San Carlos, Los Chiles, Tilarán, Santa Bárbara, Puriscal, Naranjo y Osa.

3.4.1-4. Sensibilidad: Relación con clima

Un estudio realizado en la Zona Norte de Costa Rica y el Valle Central, demostró que existe una correlación entre la precipitación y la prevalencia de Angiostrongilosis (Morera y Amador, 1998). El mayor número de casos, según los autores, se da entre junio y diciembre, coincidiendo con la época lluviosa en la mayor parte del país. En la figura 24 se presenta el promedio mensual de casos para el período 1995-1999 según los datos recopilados por Conejo y Morera (2007). Es una enfermedad que presenta una clara estacionalidad. Durante el período seco (enero-mayo) se concentra el 33% de los casos, mientras que el 67% restante se presenta de junio a diciembre. Responde bien con el comportamiento promedio de precipitación del país, sin que se observe una disminución de casos durante el veranillo del Pacífico (julio-agosto). Esto se debe probablemente a que la Zona Norte es la región de mayor tasa y en esta zona del país no se presenta el veranillo a mitad de año.

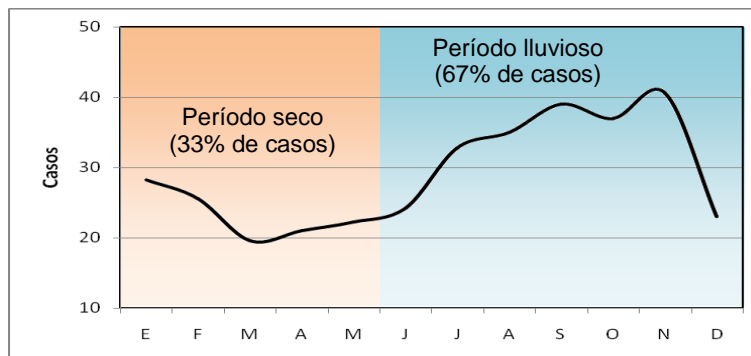


Figura 29. Casos mensuales promedio de Angiostrongilosis abdominal. 1995-1999.
Fuente de los datos: Conejo y Morera. 2007.

La información recopilada por Conejo y Morera (2007) tiene un período de registro poco extenso, por lo que los resultados que se obtengan no pueden ser concluyentes con respecto al efecto de la variabilidad climática sobre la fluctuación del número de afectados por la enfermedad. Sin embargo, para el período de análisis, se observa un comportamiento ajustado a las fases de ENOS y su efecto esperado en la precipitación anual para las dos vertientes de Costa Rica.

Tal y como se observa en la figura 30 A. durante los eventos La Niña, la tasa en las regiones del Pacífico tiende a aumentar y durante el evento El Niño de 1997, la tasa disminuyó. Normalmente, El Niño trae condiciones secas en el Pacífico Centroamericano, lo cual no favorece el desarrollo de moluscos ni altas poblaciones de roedores. Contrariamente, durante la fase La Niña, las condiciones para el Pacífico son las lluviosas. Tanto durante La Niña de 1995 como durante la Niña de 1998, se observa un incremento en la tasa. Es probable que las condiciones húmedas favorecieron el desarrollo de la babosa. Adicionalmente, Retana et al (2003) encontraron que durante La Niña, se presenta un aumento en la población de la rata cañera (*Sigmodon hipidus*) en zonas del Pacífico Norte de Costa Rica. Precisamente esta especie de rata constituye el huésped definitivo más importante del parásito en Costa Rica. Por lo tanto, si estas condiciones de variabilidad climática influyen en el ciclo de desarrollo del parásito y su eventual contagio en los humanos, los eventos La Niña favorecerían un aumento en la tasa de la enfermedad.

Por otra parte, en la figura 30 B. se observa el caso contrario a lo descrito anteriormente para el Pacífico de Costa Rica, ya que la vertiente Caribe y la Zona Norte, presentan comportamientos opuestos al Pacífico durante las fases de ENOS. Normalmente, El Niño presenta condiciones lluviosas en el Caribe, mientras que La Niña presenta condiciones secas. Por ese motivo, un aumento de casos en el Caribe durante El Niño de 1997 podría relacionarse bien con el comportamiento de la lluvia esperada.

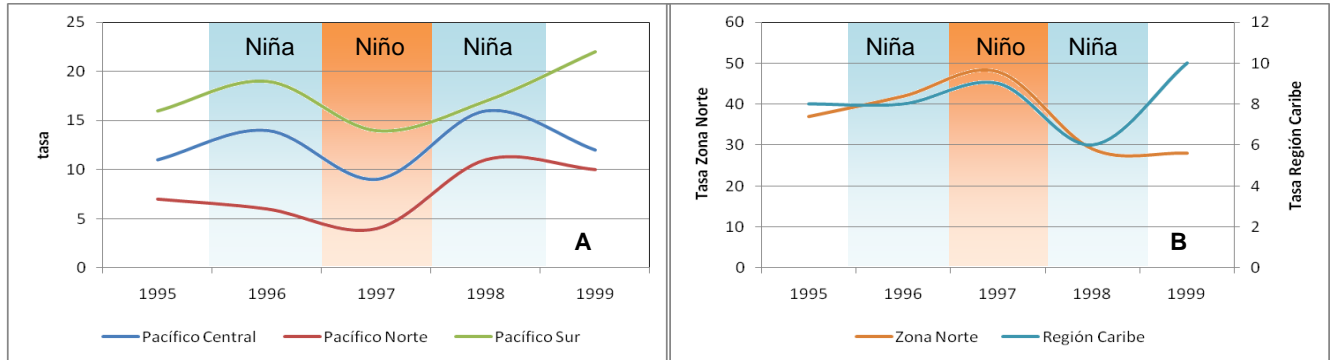


Figura 30. Tasa de Angiostrongilosis abdominal (por 100 mil habitantes) por región climática de acuerdo con la vertiente: Pacífica (A), Caribe (B). 1995-1999.
Fuente de los datos: Conejo y Morera. 2007.

3.4.1-5. Sensibilidad: Impactos actuales

De acuerdo con Conejo y Morera (2007), el costo diario de la hospitalización de un paciente con angiostrongilosis es de $\$51000$. Considerando que el promedio de estadía para este tipo de enfermos es de cinco días, el costo solo por hospitalización es de $\$255000$. Si el promedio anual de afectados es 350 personas, el costo en hospitalización serían $\$162\,300$ ($\$89$ millones). Según los mismos autores, a estos costos habría que sumar los costos por el control periódico de por lo menos un año.

3.4.1-6. Impactos futuros ante el cambio climático

Dada la relación demostrada entre la precipitación y la tasa de incidencia de la enfermedad a nivel regional, cualquier alteración en el patrón de comportamiento de la lluvia anual y mensual (estacional), incidirá en la afectación del parásito en la salud humana. Condiciones más secas de lo normal proyectadas para la Zona Norte y el Valle Central del país, pueden constituir una ventaja, no solo porque el ambiente de desarrollo del molusco se ve afectado negativamente, sino porque la población de la rata cañera también puede disminuir de acuerdo con Retana *et al* (2003).

Sin embargo, las conclusiones del IPCC (2007) mencionan un aumento en la frecuencia de eventos meteorológicos extremos. Si esto se traduce en un aumento en la frecuencia de eventos El Niño que afectan la región centroamericana con sequía en el Pacífico pero condiciones más húmedas en el Caribe y la Zona Norte, resultaría necesario manejar planes de acción alternativos que contemplen la probabilidad de aumento de la tasa bajo condiciones húmedas en la Zona Norte.

4. Análisis integral de la vulnerabilidad

En el cuadro 4, se presenta un resumen de la vulnerabilidad por enfermedad, de acuerdo a sus componentes de exposición y sensibilidad.

Cuadro 4. Resumen de las características de la vulnerabilidad

Enfermedad	Exposición		Sensibilidad	
	Grupo vulnerable	Zona vulnerable (Región y cantón más vulnerable)	Relación con cambio climático	Impacto económico*
Dengue	Grupo poblacional entre 15 y 44 años. Población económicamente activa	Pacífico Norte y Región Caribe . (Orotina)	Aumento de temperaturas ambientales y lluvias	\$630 000 (¢346 millones)
Malaria		Región Caribe (Matina)		\$154 000 (¢85 millones)
Asma	Niños menores de 9 años, adultos mayores de 65 años	Región Central, Pacífico Norte y Pacífico Central (Alajuela Centro)	Aumento de contaminación ambiental, olas de calor y humedad	\$53 000 000 (¢29000 millones)
Cardiovascular	Adultos mayores de 65 años con padecimientos cardíacos, broncorrespiratorios, hipertensión y obesidad	Pacífico Norte, Pacífico Central y Región Central (Atenas)	Aumento del ozono estratosférico, aumento de temperatura y olas de calor	No aplica porque el indicador es tasa de mortalidad.
Diarreas	Niños menores de 5 años y adultos mayores de 65 años	Región Central, Pacífico Norte (San José Centro)	Desequilibrios hídricos	\$9 000 000 (¢5 mil millones)
Angiostrongilosis abdominal	Niños entre 1 y 5 años así como la población escolar	Zona Norte (Upala)	Desequilibrios hídricos que afecten el desarrollo de plagas de moluscos y roedores	\$162 300 (¢89 millones)

*promedio anual del costo de atención de enfermos (dólares al tipo de cambio actual ¢550x\$1), tomando de base el costo promedio por atención, el número de atendidos y el promedio de consultas por persona

Para cuantificar la vulnerabilidad en sus componentes de exposición y sensibilidad, se utilizó el número de casos promedio por año como componente de exposición. El componente de sensibilidad se expresó por medio del efecto cuantificado del clima usando valores arbitrarios de la siguiente forma: si los estudios demostraron relación con temperatura, con precipitación o con el fenómeno ENOS, se calificaba con valores entre 1 y 6. Valores cercanos a 6 indican una mayor relación encontrada en todos los elementos. La calificación toma en cuenta el período de análisis, la solidez de los resultados y el tipo de análisis realizado. El cuadro 5 presenta el resumen de la cuantificación.

Cuadro 5. Análisis de los componentes de vulnerabilidad

	Exposición		Sensibilidad			
	Casos promedio anual	Valor	Temperatura	Precipitación	ENOS	Valor
Dengue	19 752	4	1	1	1	6
Malaria	3 168	2	1	1	0	5
Asma	665 110	6	1	1	0	4
Cardiovascular	3 221	3	0	0	0	1
Diarreas	134 740	5	0	1	0	3
Angiostrongilosis	350	1	0	1	1	4

Cuadro 7. Vulnerabilidad integral

		Exposición					
		1	2	3	4	5	6
Sensibilidad	1			Cardio			
	2						
	3					Diarrea	
	4	Angio					Asma
	5		Malaria				
	6				Dengue		

Vulnerabilidad

	Alto
	Medio
	Bajo

Este análisis permite agrupar las enfermedades de acuerdo a dos características de vulnerabilidad. Por ejemplo, las enfermedades del dengue y el asma tienen un alto valor de vulnerabilidad, sin embargo, el asma tiene un mayor componente de exposición (más casos por año), mientras que la alta vulnerabilidad del dengue se debe a su gran sensibilidad (relación con el clima). Este tipo de ejercicios, permite priorizar enfermedades de atención y dirigir recursos en función del impacto socioeconómico.

Otra característica de los análisis de vulnerabilidad con fines operativos, es que deben de guiar al usuario a priorizar áreas de intervención. En cuanto al área de mayor vulnerabilidad, en la figura 31 se observa la distribución espacial para los cantones de mayor incidencia. La idea es encontrar patrones que permitan zonificar primero, y priorizar luego. Es necesario recordar que esta información está limitada por la extensión y calidad de los registros, y la relación (estrecha o no) con el clima. El diseño de estrategias de intervención no pueden contemplar un solo escenario. Deben de considerar varias situaciones en términos de mayor o menor probabilidad de ocurrencia.

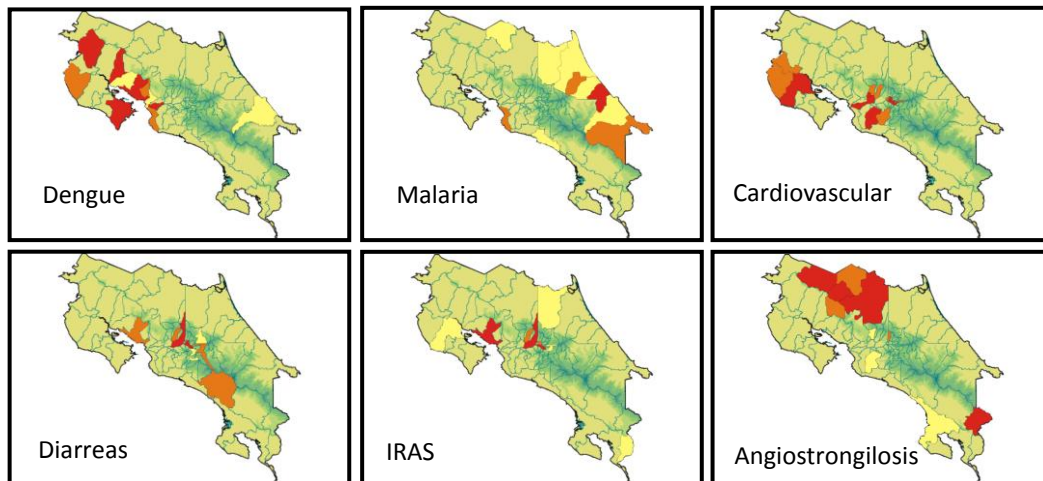


Figura 31. Cantones de mayor exposición a seis enfermedades en Costa Rica

De acuerdo con esta información se descubre un patrón interesante de distribución. Con excepción de la malaria, las demás enfermedades tienden a presentar mayor exposición en la zona del Pacífico Norte y la Región Central (Valle Central y Occidental sobre todo).

Tanto la malaria como el angiostrongilosis tienen un área de exposición de influencia caribeña, caracterizado por la alta humedad y temperatura. El Dengue, las cardiopatías, las diarreas y las IRAS afectan áreas de influencia pacífica, caracterizado por un período seco bien definido, alta temperatura y un intenso período lluvioso. La priorización de acción (por enfermedad y áreas) debe ser estudiada a la luz de las condiciones futuras del clima, tomando como base la experiencia pasada.

En la figura 32 se presenta el resumen de los cantones de mayor afectación, junto con el escenario de precipitación proyectado para el período 2071-2100. El escenario de clima corresponde al tipo A2 para el dominio de Costa Rica, modelado por PRECIS. Este escenario contempla las variables más pesimistas.

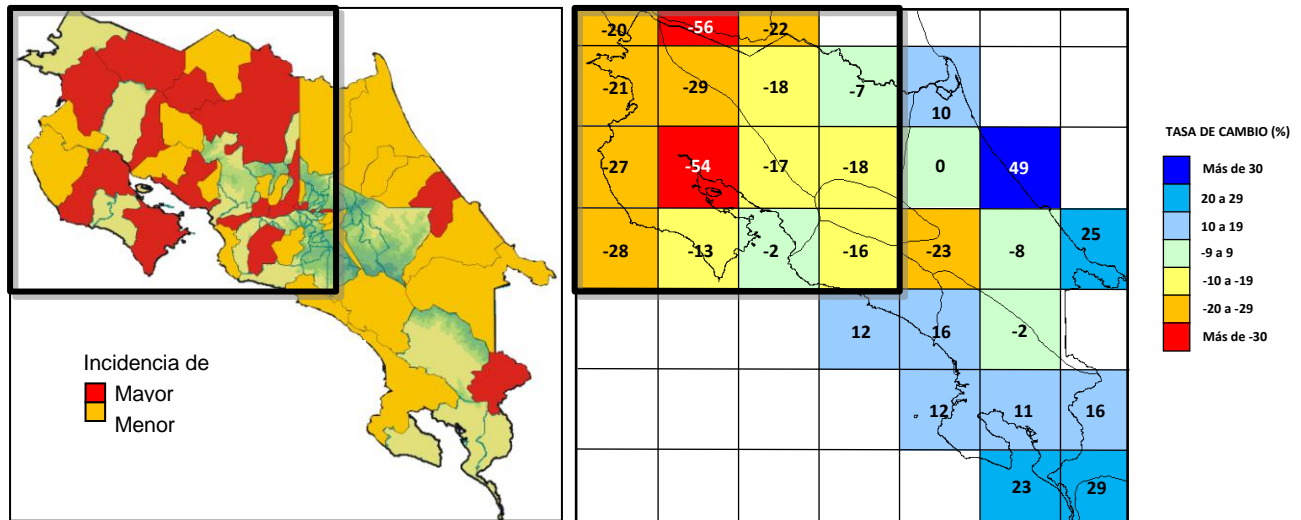


Figura 32. Cantones de mayor exposición y escenario A2 de precipitación anual para el 2071-2100 de acuerdo al modelo PRECIS, para Costa Rica.

De acuerdo con el IMN, las proyecciones futuras del clima en Costa Rica presentan un incremento en la temperatura máxima y mínima en todo el territorio nacional. La temperatura puede aumentar entre dos y 7 grados centígrados. La precipitación anual, posee un comportamiento diferencial: seco desde el Valle hasta el nortel del país, mientras que hacia la costa Caribeña y el Pacífico Sur, las condiciones tienden a ser más lluviosas.

Contrastando las áreas de mayor exposición con el escenario de clima a futuro, se puede observar que las zonas de mayor incidencia de alguna de las enfermedades evaluadas, se encuentran en una región cuyo clima a futuro se proyecta más seco y cálido. Aquellas enfermedades que mostraron relación con altas temperaturas y disminuciones de la precipitación, tienen una alta probabilidad de desarrollarse en ambientes favorables para mantener o aumentar su tasa de incidencia. Este tipo de análisis, resulta valioso para la planificación futura.

4.1 Hacia la adaptación

La evaluación de la vulnerabilidad es un tema complejo, que se inicia con la conceptualización de términos, pasando por el método de análisis y termina con el seguimiento de acciones y el compromiso interinstitucional que aseguran el monitoreo de la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa.

En cuanto al concepto y métodos cuantitativos de análisis, la falta de información histórica, sistemáticamente registrada y sostenible a futuro es la principal limitante en la mayor parte de los sectores. Este es un problema cultural, pues nuestra región carece de conciencia colectiva sobre la importancia de la documentación de eventos. Este vacío de información no es solo a escala temporal, sino a nivel espacial, lo que impide obtener panoramas locales sobre vulnerabilidad. Por lo tanto, la falta de información y su escala, limita el análisis cuantitativo de la vulnerabilidad.

En el caso del sector salud, la institucionalidad del país ha permitido la creación y mantenimiento de una base de datos general sobre enfermedades de declaración obligatoria. Estas estadísticas, si bien es cierto, son de conocimiento público, tienen dificultades de acopio, manejo y escala espacial. Existe limitación para acceder la información puntual, de baja escala.

Los análisis cualitativos por otro lado, dan resultados generales, muchas veces a nivel nacional, que pueden servir como guía. Es importante señalar que la adaptación proviene de la base de la vulnerabilidad. Entre mejor se entienda la sensibilidad y la exposición del sistema ante la amenaza, mejor se puede entender el proceso de adaptación que se necesita y el plazo del tiempo para consolidar acciones. Sería muy difícil identificar y priorizar acciones de adaptación, si no se conoce bien la vulnerabilidad y si no se asume como una tarea de monitoreo. La vulnerabilidad puede considerarse como un estado, y como tal evoluciona, cambia. Si no se monitorea bajo un plan de adaptación, no se podrá entender su dinamismo con el tiempo y el clima. Para este monitoreo, se requiere de sostenibilidad y articulación institucional. Este es un nuevo limitante.

Las principales limitaciones para la evaluación de la adaptación tienen que ver con el diseño de la estrategia y la participación de los actores en todo nivel. El proceso de adaptación al cambio climático es una materia nueva en el desarrollo de los países y debe de sustentarse en un principio, en las iniciativas en marcha que sean compatibles con las ideas de adaptación. Por lo tanto, el primer limitante para la adaptación es la coherencia de las acciones ya establecidas y su integración dentro de los procesos adaptativos.

Se suma a esto, la debida articulación de las instituciones y los actores involucrados en un programa de adaptación. Sobre todo, la respuesta de la población para la toma de medidas concretas de higiene y aseo ya que eso tiene que ver con el cambio de hábitos y la toma de conciencia, lo cual es un proceso en el tiempo. En la figura 33 se esquematizan las principales fortalezas, debilidades y amenazas del sector salud en procura de trabajar hacia su fortalecimiento futuro.

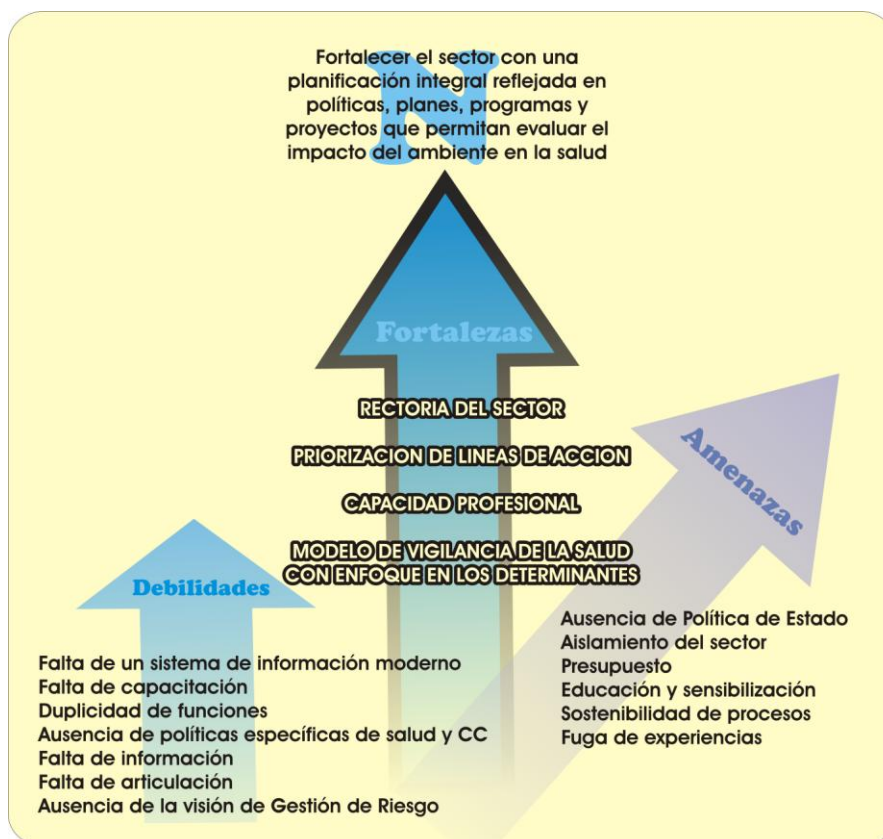


Figura 33. Fortalezas, debilidades y amenazas del sector salud para alcanzar su fortalecimiento integral.

Fuente: Taller de validación de resultados. 2008

En el cuadro siguiente se resumen algunas fortalezas y debilidades del sector, relacionadas con los componentes de vulnerabilidad.

Cuadro 8. Fortalezas y debilidades del sector salud relacionadas con la vulnerabilidad y adaptación ante el cambio climático

Elemento de análisis	Componentes	Fortalezas	Debilidades
Vulnerabilidad	Sensibilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Un 87% de cobertura nacional del seguro social de salud. - Institucionalidad del sector salud. - El 97% de la población tiene acceso a agua, 76% a agua potable (Mora y Portuquez, 2000). - Amplia cobertura para uso de energía eléctrica - Mayor divulgación del pronóstico meteorológico y fenómenos atmosféricos evolutivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de hábitos de higiene de la población. - Población inmigrante con pocos hábitos de higiene. - Aumento del grupo de la población de edad mayor (dependiente) - Mala infraestructura vial - Deficiente cobertura en salud de la población indígena. - Deficiente tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos.
	Exposición	<ul style="list-style-type: none"> -Programas de cobertura nacional para la erradicación de vectores de enfermedades. -Desarrollo eco turístico en zonas costeras que pueden permitir el mejoramiento de la infraestructura de salud. -Divulgación de programas educativos para prevención de enfermedades de transmisión vectorial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas marginales bajo la línea de pobreza en amplias zonas costeras con condiciones ecológicas favorables para el desarrollo de vectores y enfermedades.
	Resiliencia del sistema	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de seguridad social consolidado de amplia cobertura nacional. - Buena oferta académica. - Programa Estado de la Nación y departamentos estadísticos públicos como medios de monitoreo en salud 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de presupuesto. - Deterioro de instalaciones y equipo. - Falta de especialistas. - Falta de infraestructura hospitalaria pública. -Falta de información económica sobre impactos de enfermedades relacionadas con el clima.
Adaptación	Medidas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> - Buenos índices de salud, sobre todo en salud infantil. - Fuerte posicionamiento en la población del Ministerio de Salud Pública, rector del sector. - Creciente participación y reconocimiento de la importancia del pronóstico y monitoreo del clima en diferentes sectores sociales y productivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se considera el factor de cambio climático en la planificación. - Articulación del sector salud con otros sectores de importancia como el hídrico y el alimentario. - Problemas de seguridad alimentaria por desprotección al sector agrícola y pecuario.
	Estrategias de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> - Programa nacional de cambio climático del Ministerio de Ambiente y Energía. - Institucionalización de la Estrategia Nacional de Adaptación al cambio climático. - Programas de prevención y lucha contra enfermedades de transmisión vectorial. - Capacidad técnica y científica en el estudio y análisis del clima, variabilidad y cambio climático por parte del Instituto Meteorológico Nacional, creado por ley. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de integración, participación comunal y de la empresa privada en programas de planificación a largo plazo. - Falta de planes reguladores municipales. - Falta de una cultura de prevención en el tema de hábitos de higiene y aseo familiar.

4.2. Oportunidades y prioridades de adaptación

Una de las principales oportunidades que brinda actualmente la visión de adaptación al cambio climático, es la posibilidad de organización social a todo nivel. Esta organización debe dirigirse hacia la promoción de acciones que permitan primero mantener y posteriormente mejorar, el nivel de la calidad de vida de la población. Las campañas de educación y sensibilización, así como la divulgación de información, constituyen el insumo de pensamiento para diseñar planes de prevención y atención de emergencias relacionadas con el clima y la salud. Dentro de las principales oportunidades que el sector salud identificó⁶ a la luz del cambio climático, se pueden enumerar las siguientes:

- Se abre una ventana a la investigación integral
- Se establecen vínculos de cooperación interinstitucional e interdisciplinario
- Trabajo conjunto, soluciones conjuntas
- Uso de Sistemas de Alerta Temprana en sectores no tradicionales
- Crecimiento del sector salud
- Fortalecimiento de los programas de tratamiento y prevención de enfermedades
- Crea conciencia del valor cultural y científico de la información
- Mejoría en el control de calidad y sostenibilidad de la información
- Fortalecimiento de las capacidades adaptativas
- Planificación integral
- Mejorar y fortalecer la articulación sectorial

El gobierno de Costa Rica, por medio del Ministerio de Ambiente y Energía, ha emprendido la labor de incorporar el tema de cambio climático dentro de la agenda de desarrollo nacional, diseñando un programa basado en la vulnerabilidad y la adaptación de los sectores. Se pretende, a nivel de Estado costarricense, organizar una estrategia nacional de adaptación que involucre a todos los sectores vulnerables ante el clima, su variabilidad y cambio climático.

El sentido de adaptación siguiendo el norte del desarrollo de las comunidades y de los países, debe aprovechar la coyuntura del replanteamiento mundial de acciones productivas, para crear cambios de pensamiento y actitudes. El desarrollo limpio es parte de este principio y debe permear hasta el ámbito familiar. Es una nueva cultura de cambio, de protección ambiental y fiscalización de procesos productivos.

⁶ Taller de validación de resultados. San José. 2008.

Literatura citada

- Arias, L. 2007. Salud busca estrategia para hacer frente a la epidemia del dengue. La Nación, El País. San José. CR. Set. 10:8A.
- Arguedas, C. 2007. Salud teme repunte de dengue y diarreas. La Nación. San José, CR. Oct.18:7A.
- Avalos, A. 2006. Setecientos mil ticos padecen asma. La Nación. San José, CR. May02: Aldea.Global. sp.
- Avalos, A. 2007. Salud evalúa fumigación a la fuerza en Limón. La Nación. San José, CR.Jul 19: Aldea.Global. 4A.
- Avalos, A. 2008. 10500 incapacitados por dengue. La Nación. El País. San José, CR. Ago 20.
- Cantero, M. 2007a. Cambio climático empeora salud en el mundo. La Nación. San José, CR. Ago09:26A.
- Cantero, M. 2007b. Vacuna contra diarrea llega a Costa Rica. La Nación. Aldea Global. San José, CR. Oct.22:22A.
- Cantero, M.; Fonseca, P. 2007. Cambio climático golpeará salud de los costarricenses. La Nación. San José, CR. Aldea Global. Ago 16:20A.
- Cantero, M. 2008. Perennes brotes de diarreas golpean a niños de precarios. La Nación. El País. San José, CR. May.19:4A.
- Celedón, J.; Soto, M.; Silverman, E.; Hanson, L.; Weiss, S. 2001. Risk factors for childhood asthma in Costa Rica. CHEST, American College of Chest Physicians. 120(3):785-790.
- Centro Regional de Información sobre Desastres (CRID). 2003. www.crid.or.cr/crid/ESP/CAPACIT/capcitabody.htm
- Conejo, M, Morera, P. 2007. Relación entre Angiostrongilosis abdominal y el clima de Costa Rica. Escuela de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Costa Rica. Sin publicar, información Preliminar. Correspondencia personal. San Pedro de Montes de Oca. Costa Rica. Sp
- Cordero, M. 2008. Fotos satelitales revelan hábitos del mosquito del dengue aquí. La Nación, Aldea Global. CR. Ago. 11:20A.
- Contreras, A. 2008. Bacterias producen lluvias en el mundo. Aldea Global.. La Nación. CR. Mar. 3.
- Chavarría, J. 2001. Asthma admissions and weather conditions in Costa Rica. Archives of disease in chilkhood. Vol 84(6):514-515.
- Deford, D. 2007. Manual: cambio climatic y salud humana. Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. Ministerio del Ambiente y Energía. Nota técnica sin número. Documento borrador. Correspondencia personal. 181p.
- Delgado, E. 1997. Autoridades pesqueras en alerta por El Niño. La Nación. San José. CR.May 27:19A.
- Díaz, S. 1998. El agujero de ozono y la radiación solar. LUMEN. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina.46p.
- Ebi, K.; D Lewis, N.; Corbalán, C. 2005. Climate variability and change and their health effects in small islands states : information for adaptation planning in the health sector. UNEP-WHO-WMO. Geneva. Switzerland. 48p.
- Espinoza, A. 2004. Comportamiento de la enfermedad diarreica en Costa Rica, de 1995 al 2001. Revista Costarricense de Salud Pública. 13(25):10p.
- Fernández, X. 2006. Aire quiero respirar. Bienestar.Grupo Nación. San José, Costa Rica. Vol.5.16-21p.
- Giraldo, G.; Cuevas, H.; Pavón, J.; Padilla, J. 2000. Relación entre dengue y el fenómeno de El Niño en Colombia. Informe Quinquenal Epidemiológico Nacional (IQUEN). Universidad del Bosque, Instituto de Seguro Social, Ministerio de Salud, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá, Colombia. Sp. (www.saludcolombia.com/actual/salud45/noticia45.htm).
- González, S. 2005. Asma: es la enfermedad crónica más frecuente en los niños. La Prensa Libre. San José. CR. May03:Abanico.1.

- Gutiérrez, T. 2004. Reportan marea roja en Puntarenas. La Prensa Libre. Economía y Finanzas. CR. May 19:9p.
- Hernández, W. 2000. Factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en una población obrera de Cartago, Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública. 9(16):sp.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 1988. Agenda Climatológica. IMN-MIRENEM. Costa Rica. Sp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. Impacts, adaptation and vulnerability. A contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, U.S.A. 1032p.
- La Nación. 2007. Olas de calor elevan riesgos de infartos. LN. CR. Sep. 07.
- La Nación. 2008. 1.8 millones reciben agua de mala calidad. LN. CR. May.17.6p.
- López, A. 2007. Virus provoca mayoría de las infecciones respiratorias en niños. Virus respiratorio sincicial. La Prensa Libre. San José, CR. Jul 13:5.
- Madies, C.; Chiavertti, S.; Chorny, M. 2000. Aseguramiento y cobertura: dos temas críticos en las reformas del sector salud. Revista Panorámica de la Salud Pública. 8(1-2). Washintong. Jul-Ago.
- MINSA (Ministerio de Salud). 2006. Memoria anual 2005: cuatro años de gestión. Ministerio de Salud. Presidencia de la República. San José, Costa Rica. 152 pp.
- Morera, P.; Amador, J. 1998. Relationship between the prevalence of abdominal angiostrongylosis and seasonal distribution of precipitation. Nota técnica. Ministerio de Salud-Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Correspondencia personal. 14p.
- Morris, K. 2004a. Aumentan casos de asma infantil. La Prensa Libre. San José. CR. May.5.16p.
- Morris, K. 2004b. Más de 92 mil personas han tenido dengue. La Prensa Libre. San José. CR. Jun.4.7p.
- Morris, K. 2005a. El 32% de la población infantil padece asma. La Prensa Libre. San José. CR. May 3. 3p.
- Morris, K. 2005b. Malaria se disparó 166% este año. La Prensa Libre. San José. CR. Nov 10. 7p.
- OECC (Oficina Española de Cambio Climático). 2005. Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. UCLM-Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Proyecto ECCE. Centro de Publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente. 39p.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2003. Nuestro clima futuro. OMM N°952. Ginebra, Suiza. 36p.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2007. Planeta rompe record en eventos climáticos extremos. OMM Boletín Técnico. Ginebra, Suiza. sp.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2007. Salud en las Américas. 2007. OPS, OMS. Publicación Técnica 622. Volumen 2-Países. Washington, DC. EUA. 264p.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2008. Cambio Climático y Salud Humana : riesgos y respuestas. Resumen actualizado. OPS-OMS-OMM-PNUMA. Washington, DC. EUA. 64p.
- Oviedo, E. 2007. Dengue incapacita este año a 6000 trabajadores. La Nación. San José. CR. Jul.3 :6A.
- Patz, J.; Epstein, P.; Burke, T.; Balbus, J. 1996. Global climate change and emerging infectious diseases. Journal of American Medical Association. 275 (3): 217-223.
- Pereira, M. 2001. Caracterización pluviométrica de la fase fría del fenómeno enos en costa rica basado en probabilidades de ocurrencia de eventos en cinco escenarios: muy seco, seco, normal, lluvioso y muy lluvioso. Gestión de Análisis y Pronóstico. Instituto Meteorológico Nacional. Nota Técnica. San José, Costa Rica. 17p.

Programa Estado de la Nación. 2005. Duodécimo informe Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible. Un análisis amplio y objetivo sobre la Costa Rica que tenemos a partir de los indicadores más actuales (2005). Programa Estado de La Nación, Pavas, Costa Rica. 480p.

Recio, M.; Díaz, J.; Figueroa, D.; Hernández, F. 2002. Epidemiología del dengue en el cantón de Esparza, Puntarenas, Costa Rica 1997-2002. Revista costarricense de Ciencias Médicas. 23(3-4):1-6.

Retana, J. 2000. Relación entre algunos aspectos climatológicos y el desarrollo de la langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* en el Pacífico Norte de Costa Rica durante la fase cálida del fenómeno El Niño-Oscilación Sur. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. Vol 7(2):73-87.

Retana, J.; Villalobos, R. 2000. Caracterización pluviométrica de la fase cálida de ENOS en Costa Rica basado en probabilidades de ocurrencia de eventos en tres escenarios: seco, normal y lluvioso. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. 7(2):124-130.

Retana, J.; Solera, M.; Solano, J.; Alvarez, H. 2003. Efecto de la variabilidad climática sobre la fluctuación poblacional de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*) Cañas, Guanacaste. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos. Vol 10(2):91-98.

Retana, J.; Villalobos, R. 2004. Aspectos meteorológicos relacionados con el bajo rendimiento de diferentes cultivos en la zona de Alvarado de Cartago durante el 2001 y el 2002. Gestión de Desarrollo. Instituto Meteorológico Nacional. Estudio técnico. San José, Costa Rica. (sin publicar). 4p

Retana, J.; Villalobos, R.; Campos, M. 2007. Adaptación del sistema hídrico de la zona noroccidental de la Gran Area Metropolitana de Costa Rica al cambio climático. Informe final. Proyecto Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Instituto Meteorológico Nacional (IMN). San José, Costa Rica. 49p.

Riojas, H.; Hurtado, M.; Idrovo, J.; Vázquez, H. 2006. Estudio diagnóstico sobre los efectos del cambio climático en la salud humana de la población de México. Instituto Nacional de Ecología, Instituto Nacional de Salud Pública. México DF, México. 38p.

Solís, M. 2006. Asma en Costa Rica: Ticos muy vulnerables. Bienestar.Grupo Nación. San José, Costa Rica. Vol.5.12-15p.

Sosa, I. 2006. Descubren lluvia de polen que agrava el asma. La Reforma. México, DF. Sf.

Soto Martínez, M.; Soto Quirós, M. 2004. Epidemiología del asma en Costa Rica. Revista médica del Hospital Nacional de Niños. Costa Rica. V39(1):15p.

TIME, 1996. El mundo tiene fiebre. SUMMA. Edición 28. sp.

UNFCCC (Climate Change Secretariat). Manual sobre evaluaciones de Vulnerabilidad y Adaptación. Capítulo 8. Salud Humana (15 páginas) Grupo consultor de expertos en comunicaciones nacionales de los países no incluidos en el anexo 1 de la convención (GCE).

UNFCCC (Climate Change Secretariat) . 2004. Informando sobre Cambio Climático. Manual del usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales de las partes no anexo 1 de la CMNUCC. Bonn, Alemania. Sp.

Vega, G.; Stolz, W. 1997. El fenómeno de El Niño y su impacto en la economía de Costa Rica. Oficina de Pronósticos. Instituto Meteorológico Nacional. Ministerio del Ambiente y Energía. Nota Técnica. San José, Costa Rica. 9p.

Villalobos, R. 1999. Impacto del fenómeno ENOS sobre la producción de arroz y frijol en dos regiones agrícolas de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 6p

Vargas, G. 1992. Distribución y evolución de la malaria en Costa Rica. Un enfoque geofigura. Departamento de Geografía. Universidad de Costa Rica. San Pedro. Costa Rica. 14p.

Vargas M. 1998. El mosquito. Un enemigo peligroso. Biología, control e importancia en la salud humana. Diptera: Culicidae. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Serie: Publicaciones en Artropodología N°2. sp.

Vargas, M. 2001. Diagnóstico situacional de la malaria y el uso del DDT en Costa Rica. Proyecto: Programa de acción integral para prevenir la reintroducción del DDT para el control de la malaria en México y Centroamérica. División de Salud y Ambiente. Ministerio de Salud Pública. OPS, OMS, UNEP, GEF. San José, Costa Rica. Cuarta Edición. 196p.

Wong, R.; Suárez, M.; Badilla, X. 2007. Estudio de la estacionalidad del dengue en la costa pacífica de Costa Rica. 1999-2004. Acta Médica Costarricense. 49(1):3p.