

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Efecto del cambio climático en el costo de los eventos de interés en salud pública en Colombia: estudio de caso sobre malaria y dengue

MEDIO AMBIENTE
Y DESARROLLO



NACIONES UNIDAS



MINISTRY OF FOREIGN
AFFAIRS OF DENMARK



MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Efecto del cambio climático en el costo de los eventos de interés en salud pública en Colombia: estudio de caso sobre malaria y dengue



Este documento fue preparado por Viviana Cerón, consultora de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en coautoría con Salva Osorio Mrad, y forma parte de los estudios sectoriales realizados en el marco de las actividades del proyecto CEPAL/Estudio regional de la economía del cambio climático (ERECC) en América Latina y el Caribe. El Estudio regional de la economía del cambio climático (ERECC) es coordinado en la CEPAL por Joseluis Samaniego, Carlos de Miguel, Luis Miguel Galindo y Karina Martínez contó con el apoyo y la colaboración financiera de diversas entidades, como los Gobiernos del Reino Unido, de España, de Dinamarca y de Alemania y la Unión Europea y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de las autoras y pueden no coincidir con las de la organización.

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

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN 1564-4189

LC/L.3587

Copyright © Naciones Unidas, marzo de 2013. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

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

Índice

Resumen	7
Introducción	9
I. Marco conceptual: clima, cambio climático y salud pública	11
II. Definición y aplicación de criterios: alcance del trabajo	19
III. Malaria y dengue en Colombia e influencia del clima sobre dinámica de transmisión	21
A. Epidemiología de la malaria	21
B. Malaria y clima.....	25
C. Epidemiología del dengue	27
D. Dengue y clima.....	29
IV. Identificación de costos	31
A. Costos del programa de control de enfermedades transmitidas por vectores (ETV).....	31
B. Costos de diagnóstico y tratamiento casos de malaria y dengue.....	33
1. Diagnóstico y tratamiento de malaria y malaria complicada	34
2. Diagnóstico y tratamiento de dengue y dengue grave.....	39
C. Costos por incapacidad.....	41
1. Costos de incapacidad por malaria	41
2. Costos de incapacidad por dengue	42

D.	Costos por transporte	43
1.	Costos por transporte malaria	43
2.	Costos por transporte para dengue y dengue grave	43
E.	Resumen de costos	44
V.	Carga futura de enfermedad por malaria y dengue	45
VI.	Resultados	49
A.	Casos esperados	49
B.	Costos estimados	50
VII.	Conclusiones.....	55
	Bibliografía.....	57
	Serie Medio Ambiente y Desarrollo: números publicados	103
	Anexos	63
Anexo 1	Mapas de riesgo por año de dengue y malaria.....	64
Anexo 2	Mapas de dengue.....	68
Índice de cuadros		
Cuadro 1	Enfermedades sensibles al clima candidatas para desarrollar un Sistema de Alerta Temprana (SAT)	16
Cuadro 2	Estrategias para el uso de la información climática en el mejoramiento de la planeación y acción en salud	17
Cuadro 3	Clasificación IPCC de impactos del cambio climático en la salud humana	18
Cuadro 4	Aplicaciones de criterios para la definición del alcance del trabajo en el corto plazo	20
Cuadro 5	Distribución departamental acumulada de casos de malaria en Colombia 2000-2007	22
Cuadro 6	Departamentos con mayores números de casos de malaria 2000-2007	22
Cuadro 7	Casos de malaria por municipio 2000-2007	23
Cuadro 8	Altitud y temperatura media promedio en Colombia	27
Cuadro 9	Municipios que concentran los casos de dengue	28
Cuadro 10	Apropiación presupuestal y ejecución del programa de control de enfermedades transmitidas por vectores (ETV)	32
Cuadro 11	Plan de compras 2008 MPS -Programa control de ETV	33
Cuadro 12	Esquema de primera línea para el tratamiento de la malaria por <i>P. falciparum</i> en Colombia.....	34
Cuadro 13	Costos de diagnóstico y tratamiento de malaria no complicada por <i>P. falciparum</i> por edad.....	35
Cuadro 14	Esquema de tratamiento de la malaria por <i>P. vivax</i> no complicada	35
Cuadro 15	Costos de diagnóstico y tratamiento de malaria no complicada por <i>P. vivax</i> por edad.....	36
Cuadro 16	Hallazgos clínico y de laboratorio que clasifican el caso de malaria como malaria complicada	37
Cuadro 17	Primera línea de tratamiento para malaria complicada.....	37
Cuadro 18	Costos de paraclínicos de la atención de malaria complicada.....	38
Cuadro 19	Costos atención y tratamiento de malaria complicada	38
Cuadro 20	Costos de diagnóstico y tratamiento de dengue por grupos de edad	40
Cuadro 21	Costos de diagnóstico y tratamiento de dengue grave.....	41
Cuadro 22	Valor incapacidad por malaria	42
Cuadro 23	Valor de incapacidad por malaria complicada.....	42

Cuadro 24	Valor de incapacidad por dengue	42
Cuadro 25	Valor incapacidad por dengue grave	43
Cuadro 26	Resumen de los costos para cada caso de malaria o dengue	44
Cuadro 27	Promedio multianual 2003-2008 malaria	47
Cuadro 28	Promedio multianual 2003-2008 dengue	47
Cuadro 29	Municipios sin superposición de capas	48
Cuadro 30	Promedio del porcentaje de incremento de casos	48
Cuadro 31	Número de casos incrementales anuales esperados de malaria en el escenario A2 para el período 2070-2100	49
Cuadro 32	Número de casos incrementales esperados anuales de malaria en el escenario B2 para el período 2070-2100	50
Cuadro 33	Número de casos incrementales anuales esperados de dengue en el escenario A2 para el período 2070-2100	50
Cuadro 34	Número de casos incrementales anuales esperados de dengue en el escenario B2 para el período 2070-2100	50
Cuadro 35	Costos incrementales por carga futura en el escenario A2 para malaria por año	51
Cuadro 36	Costos incrementales por carga futura en el escenario B2 para malaria por año	51
Cuadro 37	Costos incrementales por carga futura en el escenario A2 para dengue por año	52
Cuadro 38	Costos incrementales por carga futura en el escenario B2 para dengue por año	52
Cuadro 39	Total costos incrementales escenarios A2 y B2 malaria	52
Cuadro 40	Total costos incrementales escenarios A2 y B2 dengue	53
Cuadro 41	Total costos incrementales escenarios A2 y B2 malaria y dengue	53
Cuadro 42	Costos programa de ETV	53
Cuadro 43	Costo del programa de ETV por caso	54
Cuadro 44	Costos incrementales programa ETV Escenario A2 por año	54
Cuadro 45	Costos incrementales programa de ETV escenario B2 por año	54
Cuadro 46	Total costos incrementales malaria y dengue escenario A2 y B2 por año	54
Cuadro 47	Total actual costos malaria y dengue a precios de 2010	55
Cuadro 48	Incremento de costos comparado con valor actual	56

Índice de gráficos

Gráfico 1	Casos de malaria y años con fenómeno de El Niño	26
Gráfico 2	Persistencia dengue y tamaño de población	28
Gráfico 3	Relación de casos dengue 2000-2004 vs. temperatura	30
Gráfico 4	Apropiación del programa de control de enfermedades transmitidas por vectores (ETV) 2000-2007	32

Índice de diagramas

Diagrama 1	Modelo de determinantes sociales proceso salud-enfermedad	13
Diagrama 2	Influencia modificadora cambio climático y salud	13
Diagrama 3	Riesgos y oportunidades	15

Índice de mapas

Mapa 1	Municipios que concentran el 50% de los casos de malaria en Colombia. Casos promedio anual 2000-2007	24
Mapa 2	Análisis <i>cluster</i> malaria en Colombia	24
Mapa A.1	Riesgo por casos de malaria 2000	64
Mapa A.2	Riesgo por casos de malaria 2001	64
Mapa A.3	Riesgo por casos de malaria 2002	65
Mapa A.4	Riesgo por casos de malaria 2003	65

Mapa A.5	Riesgo por casos de malaria 2004.....	66
Mapa A.6	Riesgo por casos de malaria 2005.....	66
Mapa A.7	Riesgo por casos de malaria 2006.....	67
Mapa A.8	Riesgo por casos de malaria 2007.....	67
Mapa A.9	Riesgo por casos de dengue 2003	68
Mapa A.10	Riesgo por casos de dengue 2004	68

Resumen

En este trabajo se presentan los costos que generará el cambio climático, bajo diferentes escenarios, sobre los eventos de interés en salud pública en Colombia, en el marco del Estudio regional de la economía del cambio climático (ERECC) que lidera el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y hace parte del análisis sectorial que se lleva a cabo en Colombia.

El objetivo general de este estudio es identificar los costos que generará el cambio climático, bajo diferentes escenarios, sobre los eventos de interés en salud pública en Colombia, en el marco del ERECC que lidera el DNP.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Desarrollar un marco teórico relacionado con las enfermedades sensibles al clima y con tendencia a exacerbarse por los cambios futuros del clima.
- Definir los eventos sensibles al clima y de interés en salud pública del país para estimar sus costos en los escenarios de cambio climático A2 y B2 elaborados por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM.

Esbozar una propuesta de trabajo en corto, mediano y largo plazo para estimar los casos incrementales de las enfermedades sensibles al clima y sus costos ante escenarios de cambio climático en el país.

Introducción

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) conjuntamente con otras entidades del Gobierno viene diseñando una estrategia para evaluar los impactos económicos y fiscales que podría tener el fenómeno del cambio climático en el presente y futuro del país. Algunos de estos impactos ya se vienen manifestando, y se esperan importantes repercusiones futuras como: i) afectación del recurso hídrico en 50% del territorio nacional para riego, uso doméstico e industrial; ii) inundaciones y anegaciones en vastas extensiones de zonas costeras e insulares, y salinización (especialmente en la región Caribe) que puede afectar los acuíferos que surten a un 60% de la población costera e insular; iii) mayor incidencia de desertificación en 3,5 millones de hectáreas, incluyendo zonas de uso agrícola; iv) afectación a la infraestructura vial, manufacturera y portuaria de las zonas litorales y a la generación hidroeléctrica; v) deterioro de los ecosistemas de alta montaña (páramos y glaciares) y de los arrecifes coralinos; y vi) afectaciones a la salud humana por la mayor incidencia de enfermedades transmisibles como dengue y malaria.

Colombia ha emprendido medidas orientadas a enfrentar los mayores riesgos asociados con el cambio climático y capturar las oportunidades derivadas de la mitigación de éste. Actualmente, el Gobierno de Colombia viene adelantando la formulación de una Política Nacional de Cambio Climático, la cual busca definir estrategias integrales de mitigación y adaptación al nivel sectorial y territorial. Con esta política, el gobierno espera promover una senda de desarrollo económico para el país con bajos niveles de emisiones de gases efecto invernadero (GEI).

La incertidumbre y el riesgo asociados al fenómeno suponen acciones prontas y decididas hacia una economía menos carbono-dependiente.

Para llevar a cabo la transición tecnológica correspondiente con niveles de concentración de GEI no peligrosos, el diseño de políticas costo-efectivas es esencial. El estudio sobre “La Economía del Cambio Climático” comisionado a Sir Nicholas Stern del Departamento del Tesoro del Reino Unido, ha establecido un marco de referencia para evaluar los impactos económicos bajo distintos escenarios de cambio climático; las opciones de política para lograr niveles de estabilización de bajo riesgo catastrófico; y los costos y opciones de adaptación. El estudio indica los riesgos de la inacción y sugiere tomar prontas medidas para evitar mayores costos económicos y sociales asociados a las consecuencias irreversibles. Así, un estudio de carácter similar permitirá evaluar las distintas alternativas de política para Colombia orientadas a alcanzar niveles de emisión aceptados dentro del contexto mundial, así como para adaptarse al cambio climático que ya es inevitable.

En el marco de la formulación del documento de política nacional de cambio climático, el DNP lidera la definición del marco institucional de la política y específicamente el del Estudio de Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia (EIECC). En este último arreglo institucional el DNP liderará el proceso con el apoyo del Ministerio de Hacienda, entre otras entidades, y será su responsabilidad la organización general y la definición de los criterios técnicos de todas las actividades que otras instituciones deben desarrollar en apoyo a la realización del estudio en cabeza del DNP. El EIECC tendrá una primera fase la cual estará constituida por el Estudio Regional de Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia (ERECC). Este estudio es liderado por la CEPAL y en el estudio participan Argentina, Uruguay, Paraguay, Ecuador, Bolivia, Perú, Chile y Colombia. Tanto el ERECC como el EIECC estarán organizados en tres temas: Economía y población, ecosistemas y clima. Cada uno de estos temas tendrá un grupo de trabajo encargado de elaborar modelos económicos, ecosistémicos y climáticos respectivamente, estos modelos se vincularán bajo un marco conceptual que los integre.

I. Marco conceptual: clima, cambio climático y salud pública

En la primera parte de este capítulo se presenta un marco teórico de la relación salud y clima tomando como marco de referencia los determinantes sociales del proceso salud enfermedad y las precauciones metodológicas para cuantificar el papel del clima; posteriormente se relacionan los efectos en salud que han sido identificados como sensibles al clima con énfasis en las enfermedades transmisibles, dado que son las enfermedades con mayor evidencia y que representan una carga importante de enfermedad, sobre todo en los países de ingresos medios y bajos. En la segunda parte se definen los criterios para el alcance del trabajo y se describen los acuerdos conjuntos argumentados para los procedimientos utilizados. Por último, se cuantifican los costos incrementales del sector desde los programas de control, insumos preventivos, apropiaciones presupuestales territoriales y los costos por diagnóstico y tratamiento bajo los escenarios de cambio climático A2 y B2.

Antes de mencionar los posibles impactos y relaciones del clima y del cambio climático sobre la salud de las poblaciones, es necesario señalar qué se entiende por clima y cambio climático y las consideraciones para establecer asociaciones entre clima y salud. Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), el clima se define como “una descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y de variabilidad de las cantidades de interés durante períodos de varios decenios”. El cambio climático es definido como “el cambio en el clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (IPCC, 1995).

Este cambio de “origen humano” es el resultado del aumento en la concentración de GEI en la atmósfera¹; así la temperatura, la precipitación y los eventos climáticos extremos tendrán una probabilidad de cambio, que ocurridos en períodos de tiempo cortos, no permite la adaptación de los diferentes ecosistemas y aún si se tomaran medidas drásticas e inmediatas para detener la producción de GEI, un cambio climático sería inevitable dada la longevidad de estos gases en la atmósfera (McMichael, 2006). En este sentido y con un alto nivel de probabilidad se reconoce el calentamiento global como un hecho, gradual y futuro (IPCC, 2007a).

La evidencia de la relación entre el clima y salud ha sido visibilizada desde la época de Hipócrates, padre de la medicina (460 a.C -370 a.C.) en su escrito Aguas, aires y lugares². Desde ésta época hasta la actualidad se ha reconocido la relación del clima con los diferentes sectores y niveles de la sociedad, que a su vez se constituyen en determinantes sociales del estado de salud³ (Chen y otros, 2007). Estos determinantes interfieren jerárquicamente en la explicación del mismo cambio climático y las posibilidades de mitigación y adaptación⁴ por niveles poblacionales, entendiéndose que un cambio en alguno de los niveles poblacionales necesariamente tiene efectos en los demás.

Por ejemplo, las sociedades configuran modelos económicos y de producción que caracterizan sus modos de vida y que a nivel local tienen consecuencias sobre las coberturas vegetales y uso del suelo, de tal manera que se pueden mantener o cambiar las características ecológicas de un espacio donde las comunidades cuentan con condiciones de vida específicas y que éstas condiciones de vida a su vez son configuradas y mediadas por la autonomía de los individuos. Estas mismas condiciones son causas suficientes que permiten la transmisión de una enfermedad y que definen la vulnerabilidad de un grupo poblacional (véase el diagrama 1).

En consecuencia se hacen evidentes las interdependencias y por ende la complejidad de los mecanismos por los cuales el cambio climático puede producir un impacto en la salud (véase el diagrama 2), siendo imposible pensar en efectos e intervenciones aislados (Osorio, 2009).

La cuantificación del impacto del cambio climático en la salud humana tiene dificultades dado que los métodos epidemiológicos tradicionales no pueden ser directamente usados por los aspectos mencionados a continuación:

- Todas las poblaciones están expuestas a diferentes aspectos del mismo sistema climático, no una proporción definida de la población (por ejemplo la proporción de población sedentaria). En otras palabras, es difícil establecer exposiciones (Martens y otros, 1995; Patz y otros, 2005).
- El cambio climático de origen antropogénico es un proceso gradual que ocurre en varias décadas, sin embargo la variabilidad climática natural así como otros factores que determinan el estado de salud, suelen ocurrir a escalas temporales mucho más cortas.

¹ Por lo menos el calentamiento observado en los últimos 50 años es atribuido a las actividades humanas (Mitchell y Karoly, 2001).

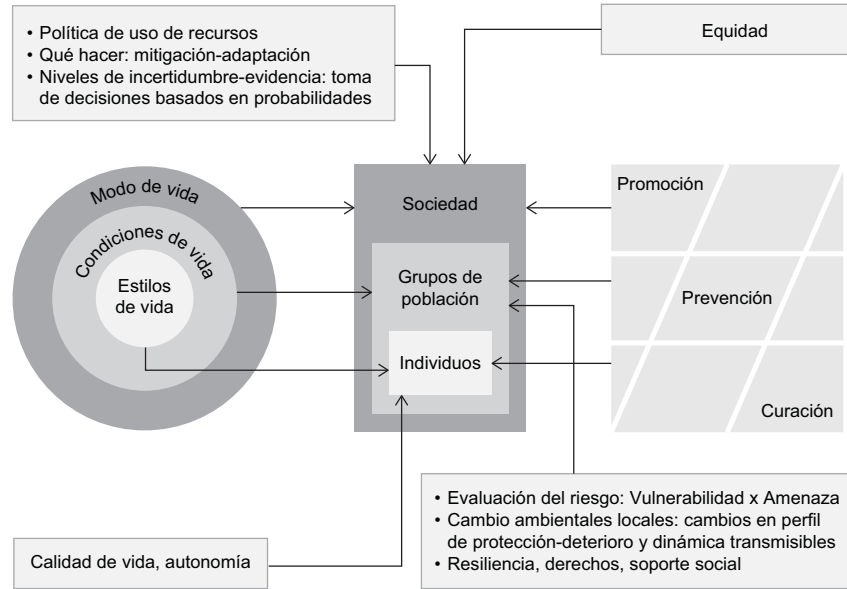
² “...Quien desee estudiar correctamente la ciencia de la medicina deberá proceder de la siguiente manera. Primero, deberá considerar qué efectos puede producir cada estación del año, puesto que las estaciones no son todas iguales, sino que difieren ampliamente tanto en sí mismas como en sus cambios. El siguiente punto se refiere a los vientos cálidos y a los fríos, especialmente a los universales, pero también a aquellos que le son peculiares a cada región en particular. Deberá también considerar las propiedades de las aguas también el suelo, si es llano y seco, o boscoso y de aguas abundantes...”

³ Los determinantes sociales del estado de salud hacen referencia a las características o condiciones por niveles poblacionales que dan lugar a las formas de enfermar y morir de las poblaciones. Estos hacen que las sociedades, los grupos poblacionales y los individuos configuren unos modos, condiciones y estilos de vida específicos que pueden responder a la pregunta de por qué alguna gente está sana y otras no ó porque una sociedad o grupo poblacional es más vulnerable o no.

⁴ Mitigación: Intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero. Adaptación: La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos (IPCC, 2001a).

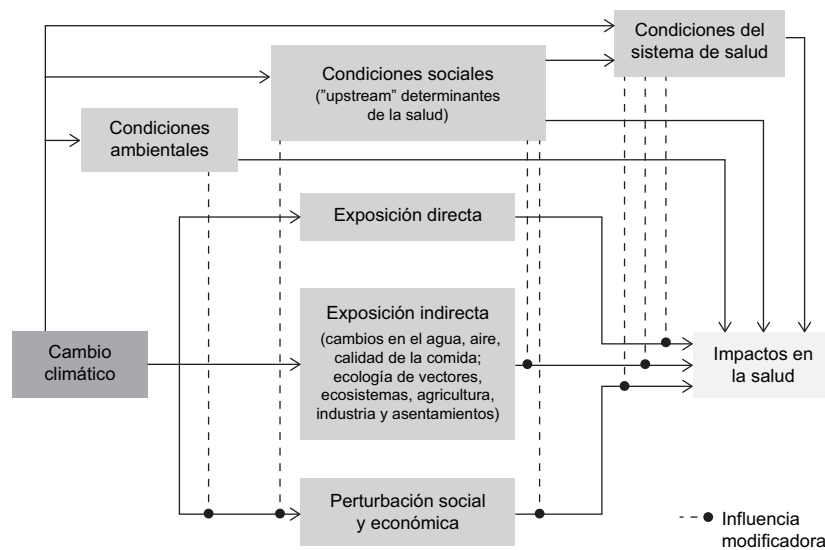
- Los diferentes niveles de vulnerabilidad de las poblaciones modulan la magnitud del efecto.
- La multicausalidad de las enfermedades.
- La disponibilidad coincidente y suficiente de datos meteorológicos y epidemiológicos en las escalas temporales y espaciales de interés.

DIAGRAMA 1
MODELO DE DETERMINANTES SOCIALES PROCESO SALUD-ENFERMEDAD



Fuente: Adaptado por INAP salud-malaria a partir de P.L. Castellanos, "Sobre el concepto de salud-enfermedad. Un punto de vista epidemiológico", *Cuadernos Médicos Sociales*, N° 42, CESS, Rosario, 1987.

DIAGRAMA 2
INFLUENCIA MODIFICADORA CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD



Fuente: M.L. Parry, y otros (Eds.), *Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.

En consecuencia los estudios que respaldan las relaciones entre clima y salud son observacionales, es decir no corresponden a estudios o ensayos controlados aleatorizados, que metodológicamente se encuentran libres de errores aleatorios y sistemáticos, y que comúnmente son los usados para mejorar los procesos de toma de decisiones en el ámbito sanitario⁵. Por lo tanto, al hacer las conclusiones de los estudios clima-salud pública, se hace imprescindible evaluar la validez de los trabajos; esto requiere un cuidadoso y riguroso entendimiento del problema sustantivo que es el centro de la revisión y las consideraciones metodológicas. La precaución es necesaria para las conclusiones.

A pesar de estas dificultades y con la evidencia actual se puede decir que el clima y el cambio climático tienen un efecto sobre la salud y sus determinantes sociales, de manera directa e indirecta medida en probabilidades y que la magnitud del efecto es dependiente del grado de vulnerabilidad⁶ de las sociedades —no todas las sociedades son vulnerables a todo ni tampoco por las mismas variables—. Como consecuencia de esto, los resultados de la relación entre clima y salud de un lugar no son fácilmente extrapolables ni generalizables a otro y por ello es necesario señalar que las tendencias y situación de las enfermedades dependen de grupos amplios de factores que condicionan la intensidad de la transmisión, la frecuencia de la enfermedad, sus formas de manifestación y sus características epidemiológicas, y que el clima está incluido dentro de estos factores.

Hasta ahora se ha logrado un mejor entendimiento de la relación clima y salud a nivel global y regional gracias a la construcción de un volumen importante de evidencia. Para ello se ha requerido la creación de metodologías que logren estimar, con diferentes niveles de incertidumbre y ante distintos escenarios climáticos, la probabilidad de ocurrencia y de magnitud de las diferentes enfermedades sensibles al clima y las posibilidades de mitigación y adaptación teniendo en consideración los efectos del cambio climático sobre el ambiente y de éstos sobre la salud. Se ha entendido que los efectos sobre la salud de las poblaciones en términos de la severidad están regulados, probablemente, por el grado de preparación-adaptación representada en la respuesta social organizada (véase el diagrama 3).

Un ejemplo del nivel de entendimiento y evidencia de los impactos del cambio climático en la salud son los informes del IPCC. Los informes III (IPCC, 2001c) y IV (IPCC, 2007b) dedican un capítulo entero a este tema; donde se encuentran efectos sobre grupos específicos de enfermedades y factores de riesgo a escalas globales y regionales (Confalonieri y otros, 2007). Por otro lado se han identificado compilaciones de estudios relacionados con enfermedades infecciosas (Hope y Thompson, 2008). Asimismo, es importante considerar que no todos los impactos serán negativos; por ejemplo las proyecciones de los modelos climáticos actuales consistentemente muestran la disminución del estrés térmico en el invierno pero aumentos en el verano (Tebaldi y otros, 2006) o mejoras en la producción de alimentos debido a estaciones de cultivo más largas, o mayores tasas de crecimiento en latitudes altas. Sin embargo, también se hace evidente que estos efectos positivos podrían quedar contrarrestados por otros factores negativos (IPCC, 2007b).

Las variables climáticas, especialmente precipitación y temperatura, han sido asociadas con las dinámicas de transmisión de enfermedades infecciosas. No solo determinan la distribución espacial y temporal de estas enfermedades (Burke y otros, 2001) sino también su variabilidad interanual, las epidemias (Kovats, 2000; WHO, 2004) y las tendencias en el largo plazo (Patz y otros, 2005). Por lo tanto, los avances en la comprensión de estas asociaciones permitirán mejorar la planeación en espacio y tiempo de las intervenciones —sistemas de alerta temprana— y la evaluación de las mismas (Connor y otros, 2006), fundamentales para cumplir con las metas de desarrollo del milenio⁷ (MDGs) (Sachs,

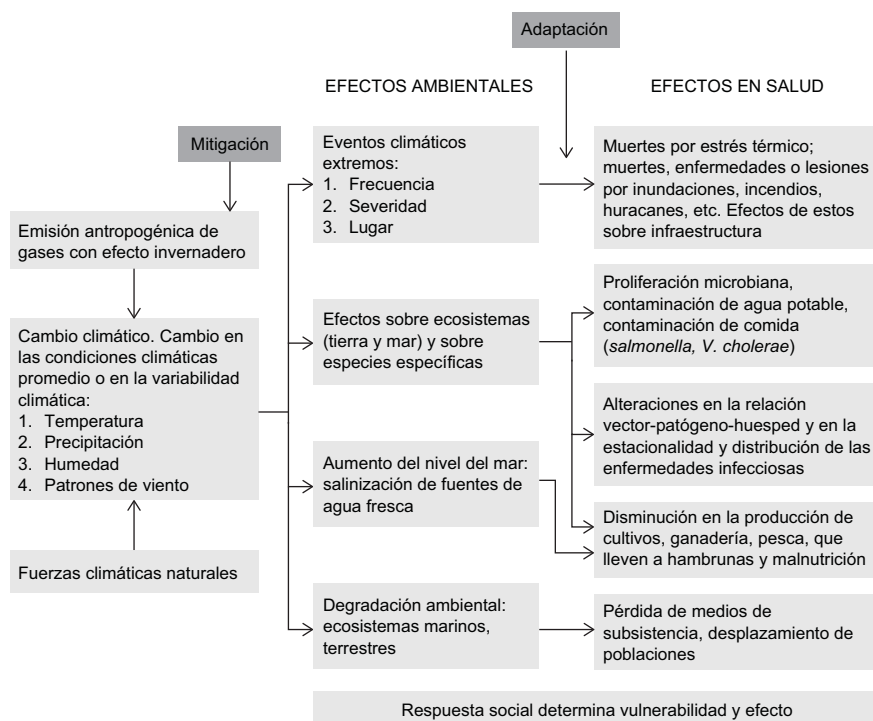
⁵ <http://www.cochrane.es/>.

⁶ La vulnerabilidad en salud ante el cambio climático expresa el grado de susceptibilidad de una población ante un potencial de transmisión de una enfermedad, esta vulnerabilidad puede ser expresada por diferentes indicadores. Los indicadores de vulnerabilidad más que predecir la temporalidad de los brotes indican la severidad o magnitud del impacto (Cerón, 2009).

⁷ Colombia se ha propuesto reducir de 10 a 3,0% los niños menores de 5 años con peso inferior al normal; reducir de 17 a 7,5% las personas que están por debajo del consumo de energía mínima alimentaria; reducir a 17 muertes por mil nacidos vivos la mortalidad en menores de 5 años; reducir a 14 muertes por mil nacidos vivos la mortalidad en menores

2004), especialmente en las metas relacionadas con seguridad alimentaria, disminución de la mortalidad infantil, y disminución de malaria y dengue en el objetivo 6.

**DIAGRAMA 3
RIESGOS Y OPORTUNIDADES**



Fuente: Adaptado por INAP componente salud-malaria a partir de A.J. McMichael, R. E. Woodruff y S. Hales, Climate change and human health: present and future risk, *The Lancet*, Volume 367, Issue 9513, Pages 859–869, 2006.

En su mayoría las enfermedades que han sido relacionadas con el clima son enfermedades transmitidas por vectores y otras de etiología bacteriana cuya transmisión puede ser por un vector o de hombre a hombre como el Tracoma, causado por *Chlamydia trachomatis* (Tedesco, 1980; Schemann y otros, 2002) o el Cólera causado por *Vibrio cholerae* (Franco y otros, 1997; Chavez y otros, 2005; Lama y otros 2004). La meningitis por *Neisseria meningitidis* es una enfermedad sensible al clima que no es transmitida por vector biológico, el microorganismo es vehiculizado por material particulado –polvo- que a su vez se encuentra regulado por el clima (Thompson y otros, 2006).

Los agentes etiológicos de las enfermedades transmitidas por vectores sensibles al clima, pueden ser parasitarias, virales o bacterianas. Dentro de las parasitarias se han identificado: malaria, tripanosomiasis africana o enfermedad del sueño, schistosomiasis, leishmaniasis, filariasis linfática, oncosercosis, loiasis o gusano del ojo africano. Las de origen viral son: fiebre amarilla, influenza, fiebre del Valle del Rift, encefalitis de St. Louis, encefalitis japonesa, encefalitis del Valle de Murray o encefalitis australiana, dengue y dengue hemorrágico. Las de origen bacteriano son meningitis por meningococo, tracoma y cólera.

de 1 año; reducir en 85% los casos de muerte por malaria; reducir en 45% la incidencia de malaria en zonas urbanas; reducir en 80% entre 1998 y 2015 los casos de muerte por dengue; reducir a menos de 10%, y sostener en este nivel, los índices de infestación de *Aedes aegypti* en municipios ubicados por debajo de 1.800 metros sobre el nivel del mar.

Dentro del grupo de enfermedades transmitidas por vectores y dado que el clima explica un porcentaje importante de su variabilidad espacial y temporal en algunas latitudes, se han considerado algunas enfermedades importantes sobre las cuales desarrollar e implementar Sistemas de Alerta Temprana –SAT dentro de los Sistemas de Vigilancia de los Estados, como medida de adaptación al cambio climático dado que tienden a exacerbarse, es decir, que es altamente probable su aumento por cambios futuros en las variables climáticas. Dentro de este grupo de enfermedades se encuentra: malaria, fiebre amarilla, tripanosomiasis africana, leishmaniasis, dengue y dengue hemorrágico, encefalitis de St. Louis, encefalitis, japonesa, encefalitis del Valle de Murray o encefalitis australiana y meningitis por meningococo (véase cuadro 1).

CUADRO 1
ENFERMEDADES SENSIBLES AL CLIMA CANDIDATAS PARA DESARROLLAR
UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT)

Enfermedad	Variabilidad interanual	Sensibilidad al clima	Variable climática
Influenza	*****	**	<T
Meningitis	****	***	>T,<H >P
Leishmaniasis	**	***	>T,>P
Loaiasis	*	***	>P <T
Cólera	*****	*****	>T
Malaria	*****	*****	>P,T,H
Dengue	****	***	>P,T,H

Fuente: K. Kuhn y otros, *Using climate to predict infectious disease epidemics*, World Health Organization, No. 54, 2005.

Notas: * Débil, ** Algo, *** Moderada, **** Fuerte, ***** Muy fuerte.

P: precipitación, T: temperatura, H: humedad.

Con este nivel de evidencia en enfermedades transmisibles, en el mundo se han desarrollado e implementado estrategias que usan el clima para mejorar la planeación y acción de programas de control de ciertas enfermedades. Estas estrategias específicamente contribuyen a estimar la población a riesgo, predecir epidemias, evaluar el impacto de las intervenciones y estimar la carga atribuible a los factores climáticos (véase cuadro 2). A este acumulado de evidencia, se le suma la experiencia colombiana a través del Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) que tiene cuatro componentes, uno de ellos es salud humana.

Respecto al impacto de los eventos climáticos extremos, lo que se espera es un aumento en la frecuencia y severidad (IPCC, 2007b), lo cual, además de las consecuencias directas sobre la infraestructura física tiene efectos sobre la pobreza, los ingresos, el consumo y la salud (PNUD, 2008). El impacto directo de los eventos climáticos extremos en salud se ve representado en los efectos fisiológicos de las olas de calor o frío sobre los seres humanos (Kovats, y Hajat, 2008) resultando en exceso de mortalidad y morbilidad, tal y como se evidenció en Europa en el año 2003. Las lesiones y síndrome de stress postraumático son efectos comunes directos cuando ocurren eventos climáticos extremos como huracanes o inundaciones. En esa misma vía el exceso de lluvia, que lleva a inundaciones, tiene efectos sobre la disponibilidad de criaderos de mosquitos vectores de enfermedades (Ruiz y otros, 2006; Rua, 2006).

La evidencia con respecto a los mecanismos por los cuales las enfermedades crónicas no transmisibles se encuentran influenciadas por el clima y el cambio climático es pobre aún, sin embargo se han propuesto relaciones teóricas indirectas posibles (Slenning, 2010; Kjellstrom, y otros, 2009). Algunos estudios han explorado la relación del efecto combinado de la temperatura y la calidad del aire sobre la

mortalidad cardiovascular en países subtropicales (Lin, y Liao, 2009; Guo, y otros, 2009). Un exceso de mortalidad diaria por enfermedad cerebrovascular y cardiovascular se evidenció en días anormalmente calientes o anormalmente fríos (Revich, Shaposhnikov y Semutnikova, 2008). Los daños sobre la capa de ozono en la estratósfera tienen efectos sobre la frecuencia del cáncer de piel y el sistema inmunológico. De manera inversa, el aumento de la concertación de ozono en las capas bajas de la atmósfera, que se produce con el aumento de la temperatura, induce a estrés oxidativo en humanos que a su vez está relacionado con eventos como Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), enfermedad cardiovascular, asma y cáncer (Yang, y Omaye, 2009; Chen y otros, 2007). En conclusión, la mayoría de las publicaciones con respecto a clima, cambio climático y enfermedades crónicas no transmisibles han establecido alguna relación, sin embargo la cuantificación del rol de los factores climáticos y no climáticos para poder estimar la carga futura de estas enfermedades atribuida al cambio climático, no es suficiente en países tropicales.

CUADRO 2
ESTRATEGIAS PARA EL USO DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA EN EL
MEJORAMIENTO DE LA PLANEACIÓN Y ACCIÓN EN SALUD

Utilidad	Estrategia			
	African programme for Onchocerciasis Control	Roll Back Malaria	Meningitis Vaccine Project	Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP)
Estimación población a riesgo	Población riesgo de efectos adversos para ivermectin	Estima población riesgo	Estima población a riesgo	Variables tradicionales + clima
Sistema de vigilancia	Direccionar encuestas	Mejora rutina de control, caracteriza dinámica de transmisión	Mejora la rutina de control	Sistema Integrado de Vigilancia y Control (SIVCMD) –Sistema de Alerta Temprana (SAT)
Predicción de epidemias		En áreas propensas a epidemias	Probable – en las áreas del cinturón de meningitis	Por medio de estimación de umbrales de variables predictoras
Evaluación de impacto de intervenciones		Removiendo el clima como confusor, probabilidad de efectividad del control	Posible	Removiendo el clima como confusor, probabilidad de efectividad del control
Estimar la carga atribuible al cambio climático	Posible	Diferenciando entre el impacto del clima y otras variables necesarias o conductoras	Observando cambios en la distribución del cinturón demeningitis	Rol de factores climáticos y no climáticos en escenario A2

Fuente: Adaptado por INAP componente salud–malaria cortesía de Madelein Thompson. Curso de métodos básicos e intermedios en salud pública, Instituto Nacional de Salud, Bogotá 2008.

Por último, es claro que el uso de la información climática en salud pública es útil, pero que aún el nivel de evidencia y su aplicación es insuficiente en el país; por lo tanto los esfuerzos deben dirigirse a estimar y cuantificar la asociación entre clima y eventos en salud pública, así como identificar factores que modulan la vulnerabilidad general y específica, para poder predecir el comportamiento de los eventos de interés en espacio y tiempo y generar medidas de adaptación ajustadas a las realidades locales, regionales y nacionales.

Además de la descripción realizada, es importante tener en cuenta la clasificación que realiza el IPCC (Confalonieri y otros, 2007) de los impactos en la salud generados por el cambio climático.

CUADRO 3
CLASIFICACIÓN IPCC DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD HUMANA

Impactos	Descripción
Efectos del calor y el frío	Cada vez hay más evidencia del impacto de las oleadas de calor o frío en la morbilidad. Sin embargo en Colombia este tipo de eventos extremos de temperatura no se presentan.
Inundaciones, tormentas y vientos	Según el IPCC Latinoamérica y el sur de Asia son las regiones del mundo más afectadas por inundaciones en términos de muertes asociadas y población afectada.
Sequías, nutrición y seguridad alimentaria	De acuerdo con los hallazgos del IPCC, los efectos de las sequías en la salud incluyen muertes, malnutrición, enfermedades respiratorias y enfermedades infecciosas.
Inocuidad/higiene de alimentos, enfermedades transmitidas por alimentos (<i>Food safety</i>)	La correlación entre aumentos de temperatura y el reporte de casos por la contaminación de alimentos con patógenos es clara en algunos casos. Sin embargo, en Colombia no hay estudios al respecto.
Agua y enfermedades	Existen estudios que asocian las épocas de lluvia con enfermedades diarreicas agudas en varios países, sin embargo en Colombia no se ha establecido esta asociación aunque existe la percepción de la misma.
Calidad del aire y enfermedades	El clima juega un papel fundamental en el desarrollo, transporte, dispersión y deposición de contaminantes aéreos. Sin embargo en Colombia no hay estudios clima-contaminantes-salud pero si hay estudios de material particulado y salud.
Alérgenos aéreos y enfermedades	No se encontraron datos para Colombia en publicaciones indexadas de la relación de enfermedades respiratorias secundarias por alérgenos con variables climáticas.
Enfermedades transmitidas por vectores y otras enfermedades infecciosas	Se desarrolla a profundidad en el documento.
Radiación ultravioleta y salud	No se encontraron datos para Colombia en publicaciones indexadas de la relación de enfermedades de piel y/o cataratas con radiación ultravioleta.
Salud ocupacional	Según el IPCC las ocupaciones que involucran largos tiempos de exposición a la intemperie se podrán ver afectados por el cambio climático dado la exposición a condiciones extremas de temperatura producidas por el CC. Sin embargo Colombia no cuenta con información al respecto.

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Contribution of Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability." Cambridge University Press.

II. Definición y aplicación de criterios: alcance del trabajo

Los límites y alcances del estudio del impacto económico del cambio climático sobre la salud para el 2011 fueron discutidos en conjunto con el equipo del DNP en función de cinco criterios y teniendo en cuenta que el papel del clima en la presentación de enfermedades no es uniforme, sino que depende de las características propias de cada lugar en términos de la amenaza y de la vulnerabilidad. Los criterios fueron:

- La evidencia actual con respecto a las enfermedades sensibles al clima a nivel mundial.
- La evidencia actual con respecto a las enfermedades sensibles al clima en Colombia.
- Que la condición de salud a estudio, se encuentre dentro de las primeras causas de enfermedad y muerte en Colombia (carga de enfermedad).
- La disponibilidad de información sistemática de eventos en salud pública de al menos 5 años.
- La disponibilidad de información de costos directos e indirectos de los programas de prevención y control de enfermedades, así como la existencia de guías de atención clínica.

Como resultado de la aplicación de estos criterios, se evidenció que Colombia cuenta con datos sistemáticos de eventos en salud pública identificados como sensibles al clima en otras latitudes.

Sin embargo, el país no cuenta con evidencia que cuantifique el papel del clima en la presentación de todos los eventos, y como consecuencia

de ello la posibilidad de estimar la carga futura ante escenarios de cambio climático está restringida a malaria y dengue.

Otros eventos de interés en salud pública que se consideraron fueron: leishmaniasis, cólera, influenza y meningitis por cumplir con el primer criterio, pero el no cumplimiento del segundo y tercer criterio, junto con series de tiempo cortas fundamentaron la decisión de no incluirlos. Por ejemplo: con respecto a influenza el país cuenta con datos de vigilancia de mortalidad por Infección Respiratoria Aguda (IRA), pero por agente etiológico solo está disponible desde 2009 y tampoco se ha estimado el papel del clima. En el 2010 se publicará un estudio que relaciona factores de riesgo ambientales, entre ellos la influencia de la temperatura media en un estudio de brote de leishmaniasis cutánea en Chaparral (Tolima) durante el 2003.

CUADRO 4
APLICACIONES DE CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DEL
ALCANCE DEL TRABAJO EN EL CORTO PLAZO

Evento sensible al clima	De interés en salud pública en Colombia –carga	Evidencia en Colombia con clima	Información por sistema de vigilancia de al menos 5 años	Información de casos por otra fuente RIPS ^a	Decisión de inclusión en el trabajo actual	Posibilidad de trabajo en el mediano y largo plazo
Tracoma	No	No	No	Sí	No	No
Cólera	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
Meningitis (<i>N. meningitidis</i>)	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
Tripanosomiasis	No	No	No	Sí	No	Sí
Schistosomiasis	No	No	No	Sí	No	No
Leishmaniasis	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
Filariasis linfática	No	No	No	Sí	No	No
Oncocercosis	No	No	No	Sí	No	No
Loiasis	No	No	No	Sí	No	No
Fiebre amarilla	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
Influenza	Sí	No	No	Sí	No	Sí
Fiebre del valle de Rift	No	No	No	No	No	No
Encefalitis de St. Louis	No	No	No	No	No	No
Encefalitis japonesa	No	No	No	No	No	No
Encefalitis del Valle de Murray	No	No	No	No	No	No
Dengue	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Malaria	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Estrés térmico –olas de calor	No	No	No	Sí	No	No
Cardiovascular	Sí	No	No	Sí	No	Sí
Cerebrovascular	Sí	No	No	Sí	No	Sí
Cáncer	Sí	No	No	Sí	No	Sí
Asma	Sí	No	No	Sí	No	Sí

Fuente: Elaboración propia.

^a Registro Individual de Prestación de Servicios de Salud (RIPS).

III. Malaria y dengue en Colombia e influencia del clima sobre dinámica de transmisión

A. Epidemiología de la malaria

A nivel nacional históricamente los departamentos de Antioquia y Córdoba concentran el 51% de los casos; en 44 municipios se presenta el 75% de los mismos. El 51,03% de los casos de malaria por *P. falciparum* se presentan en los territorios de la costa pacífica seguidos por los departamentos de Antioquia y Córdoba con 32% (véase cuadros 5 y 6).

Los departamentos de la zona oriental del país (Meta Guaviare, Guainía y Vichada) adquieren una mayor importancia con Índices Parasitarios Anuales (IPA)⁸ que van desde 525 a 2.634 por 10 mil habitantes. Guaviare para todos los años se ubica dentro del último quintil (primer quintil: menor magnitud; último quintil: mayor magnitud); situación similar ocurre en la zona nor-occidental donde los departamentos de Córdoba y Antioquia que concentran un poco más de la mitad de los casos del país tienen IPA entre 423 a 544 por mil habitantes en Córdoba y de 132 a 268 por mil habitantes en Antioquia, este último ubicado en el 3 y 4 quintil, excepto en el año 2007, donde comparado con el resto del país se ubica en el último quintil, contrario a la estimación en Córdoba, donde para todos los años se encuentra en el último quintil.

En la zona de la costa pacífica, Chocó es el único departamento que persiste dentro del último quintil con IPA desde 287 a 489 por mil

⁸ Índice Parasitario Anual (IPA) es igual al número de casos/población a riesgo *1.000.

habitantes, mientras que los departamentos de Valle del Cauca y Nariño se ubicaron dentro del 3 y 4 quintil con IPA desde 23 a 341 por mil habitantes. No se cuenta con datos en Cauca para el año 2000, para el resto de los años se ubica en el 2 y 3 quintil. Algunos departamentos de Colombia ubicados por debajo de los 1.600 metros sobre nivel del mar presentan una transmisión baja como Santander, Bolívar, Sucre, Atlántico y Huila y baja o nula como Tolima, Cundinamarca, Quindío, y Risaralda (véase Anexo 1).

En 19 municipios se concentran más del 50% de los casos del país. Los polígonos amarillos (más claros) del mapa 1 corresponden a los siguientes municipios. En Antioquia: Cáceres, El Bagre, Necoclí, San José de Urabá, Tarazá, Turbo y Zaragoza; en Córdoba: Montelibano, Tierralta, Puerto Libertador y Valencia; en la zona de la Orinoquia: San José del Guaviare y El Retorno; y en la zona de la costa Pacífica: Buenaventura, Tadó, Tumaco y Roberto Payán. Turbo y Tierralta, municipios que se ubican en la zona nor-occidental, históricamente han concentrado alrededor del 30% del total de los casos del país.

CUADRO 5
DISTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL ACUMULADA DE CASOS DE MALARIA EN COLOMBIA 2000-2007

Región	Departamento	Porcentaje	Departamento	Porcentaje	Concentrado en número de municipios	
Pacífica	Córdoba, Antioquia	51	Córdoba	89	4	
	Nariño, Choco, Valle, Cauca	26	Antioquia	70	7	
	Orinoco y Amazonas	Meta, Guaviare, Vichada, Guaiá, Putumayo	15	Nariño	94	9
			Choco	44	4	
			Valle	60	1	
			Cauca	70	2	
			Meta	66	7	
			Guaviare	98	4	
			Vichada	80	1	
			Guainía	63	1	
			Putumayo	65	4	
			Total	75	44	
Malaria por <i>P. falciparum</i>						
País	Antioquia y Córdoba	Pacífica	Orinoquia y Amazonia			
34,8%	32,21%	51,03%	8,08%			

Fuente: V. Cerón, "Informe anual Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –malaria con base en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional (SIVIGILA) 2000-2007", 2008.

CUADRO 6
DEPARTAMENTOS CON MAYORES NÚMEROS DE CASOS DE MALARIA 2000-2007

Departamento	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Antioquia	23 544	19 786	37 489	26 156	26 299	26 439	28 948	36 226	224 887
Choco	8 786	9 637	9 930	12 580	6 792	7 260	7 507	9 169	71 661
Córdoba	29 113	37 039	32 226	35 691	36 468	29 402	22 439	35 214	257 592
Guaviare	23 240	6 788	4 867	5 739	7 770	5 750	3 223	3 430	60 807
Nariño	17 085	31 528	21 569	10 572	14 908	14 878	16 326	10 167	137 033
Putumayo	13 148	2 412	2 150	653	2 716	1 936	1 936	2 995	27 946
Valle	6 342	3 615	8 032	3 511	8 712	7 170	1 595	1 352	40 329
Meta	7 358	8 387	7 017	9 520	7 521	6 393	3 717	1 514	51 427

Fuente: V. Cerón, "Informe anual Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –malaria con base en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional (SIVIGILA) 2000-2007", 2008.

En el cuadro 7 y el mapa 1, se muestran los casos por año y municipio (Ceron, 2008) y se señalan (subrayados) cambios importantes (disminuciones o incrementos de más del 50% del dato previo) en años seguidos, que ameritan investigación y elaboración de series de tiempo para identificar algún patrón estacional e interanual, relacionado con otras variables vectoriales, ecológicas y meteorológicas.

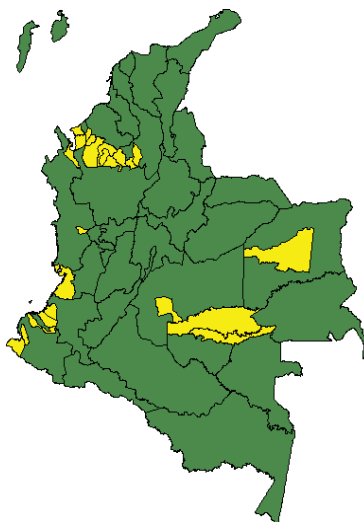
CUADRO 7
CASOS DE MALARIA POR MUNICIPIO 2000-2007

Municipio	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Buenaventura	5 760	3 364	7 197	2 586	7 335	6 001	1 080	737
Cáceres	3 455	2 079	1 858	2 457	5 798	4 400	3 001	3 247
Cumaribo	1 039	365	1 140	4 242	3 065	1 817	902	1 413
El Bagre	2 452	1 460	3 547	3 186	1 986	2 099	2 501	4 919
El Charco	3 554	5 693	1 389	822	1 136	1 089	3 106	2 191
El Retorno	5 521	2 182	959	2 007	1 831	879	480	355
Guapi	0	2 211	1 626	1 640	187	419	828	167
Montelibano	6 382	2 673	7 451	7 094	6 618	6 388	7 440	9 144
Necocli	2 122	1 141	3 502	2 721	2 892	2 716	2 200	1 477
Puerto Libertador	5 968	7 037	6 678	9 101	7 465	7 561	2 337	8 311
Roberto Payan (San José)	3 093	3 627	1 024	2 021	3 121	2 451	3 166	1 128
San José del Guaviare	10 965	2 310	1 518	2 545	2 174	2 035	1 216	2 219
San Pedro de Urabá	3 415	2 362	1 773	1 026	1 203	1 931	2 459	2 489
Tado	2 222	2 779	2 889	1 559	1 044	715	614	343
Taraza	1 214	2 676	3 409	2 451	1 962	2 281	3 767	2 939
Tierralta	11 210	13 545	11 145	13 940	17 640	11 813	9 362	14 929
Tumaco	2 808	6 890	2 318	1 804	4 544	4 955	4 106	1 151
Turbo	4 286	3 638	7 359	2 987	2 396	2 952	4 611	5 616
Valencia	4 120	6 413	3 463	3 934	2 734	2 734	1 528	1 215
Vistahermosa	730	1 321	1 294	1 994	1 154	665	467	113
Zaragoza	2 294	867	2 679	2 954	2 525	1 530	3 264	5 560

Fuente: V. Cerón, "Informe anual Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –malaria con base en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional (SIVIGILA) 2000-2007", 2008.

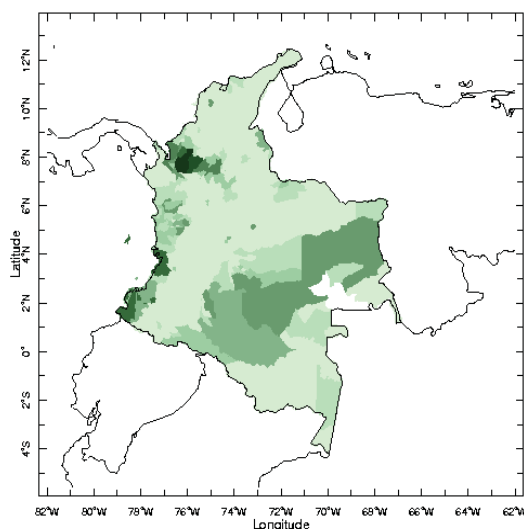
En los departamentos del país enferma más el grupo de 15 años y más, señalando escenarios epidémicos y de baja inmunidad al igual que en los municipios que concentran el 50% de los casos del país (Cerón, 2008). En el análisis clúster se identificaron 7 clúster y se evidenció que en 15 municipios se explica el 63% de la variabilidad de los casos de malaria (véase mapa 2).

MAPA 1
MUNICIPIOS QUE CONCENTRAN EL 50% DE LOS CASOS DE MALARIA
EN COLOMBIA. CASOS PROMEDIO ANUAL 2000-2007



Fuente: V. Cerón, "Informe anual Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –malaria con base en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional (SIVIGILA) 2000-2007", 2008.

MAPA 2
ANÁLISIS CLUSTER MALARIA EN COLOMBIA



cluster	NC	var_fit
ids		fraction
1	3	0.44
2	12	0.19
3	14	0.03
4	14	0.02
5	21	0.00
6	40	0.00
7	1016	7.0407543E-05



Fuente: V. Cerón, "Informe anual Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –malaria con base en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional (SIVIGILA) 2000-2007", 2008 y a partir de datos obtenidos de IRI/Universidad de Columbia, "Data Library".

B. Malaria y clima

La alteración más significativa asociada con el cambio climático es el aumento en la temperatura ambiental (IPCC, 1996). Este incremento térmico, además de ocasionar grandes y graves disturbios en el clima (IDEAM, 2001; IPCC, 2001b), se ha asociado con incrementos en la incidencia y en la distribución espacio temporal de los casos de enfermedades infecciosas como la malaria (Patz y Kovats, 2002; McMichael y Butler, 2004). Necesariamente, cambios en las condiciones climáticas tienen implicaciones sobre el comportamiento del vector⁹, su distribución geográfica y la tasa de desarrollo del parásito dentro del vector, por lo tanto, sobre la magnitud y caracterización de la enfermedad (Epstein, 2000), debido a cambios en el número de personas en riesgo por condiciones climáticas, cambios en la estacionalidad en áreas endémicas y epidémicas, e incremento en la duración de la estacionalidad en áreas endémicas.

Las características epidemiológicas de la transmisión y distribución de la malaria han sido ampliamente relacionadas con las condiciones climáticas (Aron, y May, 1982; Macdonald, 1957; Dye, 1992) y asociadas con eventos climáticos extremos como el fenómeno de El Niño en Colombia (Bouma y otros, 1997; Poveda y otros, 1997, 2000, 2001). Estos estudios encontraron una relación entre el incremento de la transmisión de malaria, el aumento en la temperatura y la disminución de la precipitación; sin embargo y como se señaló anteriormente es necesario evidenciar que la configuración de la dinámica de transmisión de malaria es dependiente de diferentes determinantes y que éstos pueden tener mayor o menor peso dependiendo del lugar de la transmisión¹⁰ (Cerón, 2004; Pineda, Valero y Agudelo, 2004; Agudelo, Corredor y Valero, 2004; Hay y otros, 2002).

Según ensayos de laboratorio y de campo el clima, específicamente la temperatura, tiene implicaciones sobre los mecanismos entomológicos¹¹, tales como la reducción del período de incubación extrínseca¹² la cual puede aumentar el tiempo de vida infectiva del vector diferenciado por especie parasitaria (*P. falciparum*: 16-19 °C y *P. vivax*: 14,5 y 15 °C), es decir, sobre el período esporogónico¹³ (Lindsay y Birley, 1996). De igual manera la temperatura tiene implicaciones sobre la sobrevivencia del vector (Martens, W. y otros 1995) y la frecuencia de picadura como consecuencia de una reducción en la duración del ciclo gonotrófico¹⁴ (Lindsay y Birley, 1996). La precipitación ejerce una influencia sobre la densidad del vector¹⁵ y la disponibilidad y calidad de criaderos¹⁶ (Epstein, 1997 y 2000), sin embargo estas dos últimas no tienen una correlación clara con la transmisión.

Cada uno de los mecanismos entomológicos tiene umbrales óptimos de temperatura y de precipitación donde el potencial de transmisión es mayor, sin embargo la variable clave puede variar de acuerdo al lugar. Al respecto en un estudio reciente realizado en Colombia en los municipios de Nuquí y Panguí (Rua, 2006) se encontraron los siguientes resultados:

- Cambios en la precipitación no afectan la incidencia (variable que más peso tiene en África), la densidad de adultos, ni la paridad (el efecto de la paridad sobre la incidencia no es consistente).
- La temperatura a la cual el ciclo gonotrófico se realiza en menor tiempo está entre 25,5 y 27°C.

⁹ Organismo biológico capaz de transmitir o transportar un agente infeccioso, para el caso de malaria el vector es la hembra de los mosquitos del género *Anopheles* spp. y el agente infeccioso el parásito *Plasmodium* spp.

¹⁰ Estos determinantes pueden incluir: condiciones socioeconómicas y condiciones de vida (uso de la tierra), migraciones humanas, el modelo de control y acceso a medidas preventivas y de control, inmunidad de las poblaciones, resistencia a insecticidas y medicamentos, estatus nutricional y coinfecciones, entre otros.

¹¹ Entomología: estudio de los insectos. Mecanismos entomológicos hacen referencia a los diferentes ciclos de los mosquitos.

¹² La incubación extrínseca hace referencia al desarrollo del parásito dentro del vector.

¹³ El período esporogónico es el tiempo que se demora el mosquito infectado en ser infectivo para los seres humanos, es decir, que tenga esporozoitos en las glándulas salivares.

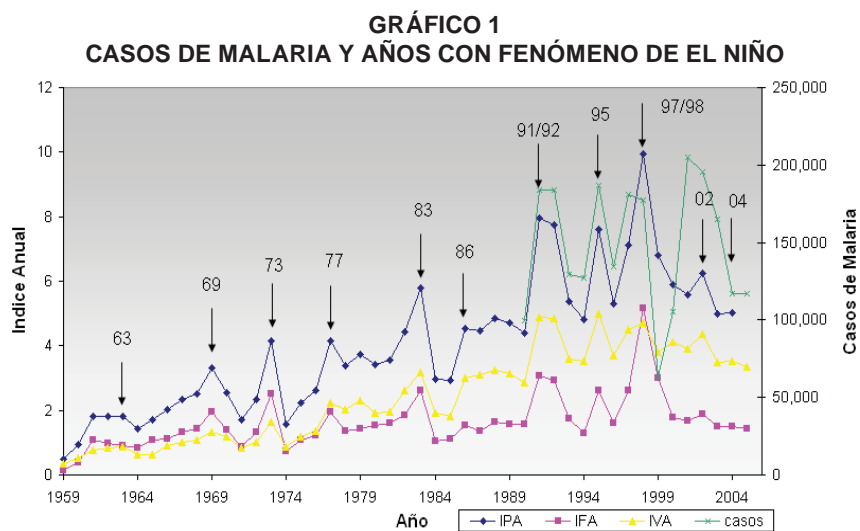
¹⁴ Tiempo de maduración de los huevos en las hembras *Anopheles* spp.

¹⁵ Cantidad de mosquitos con respecto a los humanos.

¹⁶ Cuerpos de agua naturales donde las hembras *Anopheles* spp colocan sus huevos.

- El incremento en 3°C, disminuye a 3 días la duración del período esporogónico, sin embargo, la relación no es lineal, el rango óptimo es de 26 a 28°C.
- La temperatura afecta la pupación y emergencia de adultos. Incrementos en 3°C (24-27°C) redujeron en 4 días la emergencia.
- Las hembras a 27°C tienen una mayor sobrevivencia y esperanza de vida.

De ello, y a partir del modelo de capacidad vectorial, se estimó que la temperatura ambiental más favorable para la dinámica de transmisión es de 27°C (Rua, 2006). En tal sentido, la temperatura puede ser un indicador de cambios en capacidad vectorial y anticipar los incrementos en malaria ante El Niño o ante escenarios de cambio climático global. De otro lado, se han desarrollado investigaciones en las que se hace evidente la relación entre el fenómeno de El Niño y el aumento en los casos de malaria en el país (Ruiz y otros, 2006; Ruiz y otros, 2002; Bouma y otros, 1997; Poveda y Rojas, 1997; Poveda y otros, 2000; Mantilla, Oliveros y Barnston, 2009), relación observada desde la descripción espacio temporal de la malaria y los años con fenómeno de El Niño (gráfico 1). Por ejemplo, según Mantilla, Oliveros y Barnston (2009) el aumento de 1°C en la temperatura superficial del mar está asociado al aumento de casos de malaria entre el 9,3 y 17,7% durante el fenómeno de El Niño, dependiendo de la región climática.



Fuente: G. Poveda, "Efectos del Cambio Climático sobre Salud Pública", Conferencia Internacional del Agua, Cali noviembre 9 de 2009.

Nota: Los números, en la parte superior de la gráfica corresponden a los años que según el IDEAM han cursado con fenómeno de El Niño.

Estos estudios contribuyen a entender el comportamiento de la enfermedad ante escenarios anómalos de clima y adicionalmente a la generación de nuevas hipótesis acerca de la carga futura de la enfermedad teniendo en cuenta que:

- la temperatura de la atmósfera es dependiente de la altitud¹⁷ y
- las proyecciones del cambio de la temperatura media anual de los escenarios de cambio climático A2 (pesimista) y B2 (optimista) para el período 2071-2100 comparado con el período 1961-1990, oscilan entre intervalos de 0 a 2°C; de 2 a 4°C y mayores a 4°C (IDEAM, 2001).

¹⁷ Los factores determinantes del clima se refieren a ciertas condiciones, en general físico-geográficas, que relativamente son constantes y tienen gran influencia en el clima por el papel que juegan en la transferencia de energía y calor. Entre los factores determinantes se destacan la latitud, la altitud y la distancia al mar.

CUADRO 8
ALTITUD Y TEMPERATURA MEDIA PROMEDIO EN COLOMBIA

Altitud (metros sobre nivel del mar)	Temperatura (°C)
1 800 – 2 800	18,1 - 12,17
2 800 – 3 700	12,2 - 6,89
3 700 – 4 200	6,9 - 3,9
4 200 – 4 500	3,8 - 2,1
4 500 y más	menos de 2,1

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), "Colombia: Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Bogotá, 2001.

En ese sentido se puede suponer una mayor cantidad de personas a riesgo según aumente la temperatura en el futuro, dado que las poblaciones ubicadas entre los 1.800 y 2.800 m.s.n.m. probablemente tengan mejores condiciones de temperatura que aumenten el potencial de transmisión, debido a la modificación de la dinámica poblacional de los vectores y el desarrollo del parásito dentro del vector (véase cuadro 8). En conclusión la población ubicada entre 0 y 2.800 m.s.n.m. tendría riesgo de transmisión.

C. Epidemiología del dengue

El dengue es una enfermedad viral, endémica y epidémica concentrada en zonas tropicales de América, África y Asia, donde su vector principal, *Aedes aegypti*, está presente continuamente. El dengue, sin embargo, también puede ser transmitido por *Aedes albopictus* que en Colombia se ha reportado en el Amazonas. El *Aedes aegypti* es un mosquito diurno, doméstico, que prefiere alimentarse de humanos, y constituye la especie más común entre las de *Aedes*.

El agente etiológico del dengue es un flavivirus el cual tiene cuatro serotipos (DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4) que circulan de forma cíclica en los humanos y en *Aedes*. La infección con uno de los serotipos provee inmunidad sólo frente a ese serotipo, por ello las personas que viven en áreas endémicas pueden presentar más de una infección durante su vida.

La infección tiene un espectro amplio que va desde un síndrome viral no específico a enfermedad hemorrágica grave y fatal. Entre los factores de riesgo para dengue hemorrágico se encuentran la edad y, especialmente, historia de infección previa por dengue del paciente.

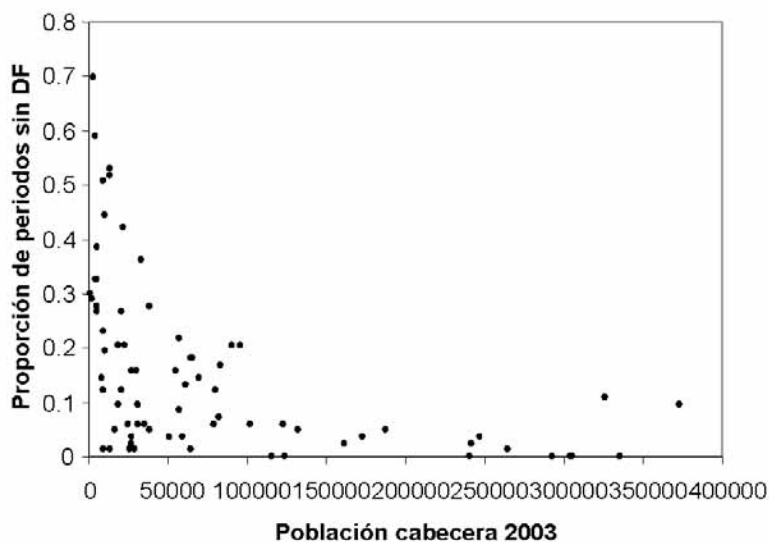
En el 2005, el dengue se constituyó como la enfermedad transmitida por vectores que más afectó a los humanos en el mundo, con una distribución global comparable a la de la malaria; se estima que 2.500 millones de personas viven en zonas endémicas (INS, 2010).

En Colombia, el análisis de los casos semanales de dengue durante un período de 5 años (2001-2006) mostró que la tasa de transmisión durante los períodos inter-epidémicos es proporcional al tamaño de la población, los casos reportados y la distancia entre ciudades satélite¹⁸. Esto surge que la tasa de transmisión de dengue aumenta con el número de ciudades en un área particular, probablemente debido al tránsito de personas por trabajo en las redes sociales inter-ciudades. Todas las ciudades con más de 100.000 habitantes y por debajo de 1.800 m.s.n.m. mantienen la transmisión de dengue. En el gráfico 2 se puede observar cómo en las áreas urbanas con poblaciones mayores a 100.000 habitantes, la proporción de períodos sin transmisión de dengue es mucho menor que en las áreas con población menor a 100.000 habitantes. En consecuencia, las áreas urbanas con población mayor a 100.000 habitantes son las responsables de mantener la transmisión del dengue durante los períodos inter-epidémicos, es decir la persistencia.

¹⁸ Ciudades satélite son aquellas ciudades a corta distancia de una ciudad de mayor tamaño. Tal es el caso de Bucaramanga y Girón, siendo esta última la ciudad satélite.

La transmisión del dengue en Colombia ha tenido un comportamiento estable en cuanto a los departamentos afectados. Al revisar la distribución por departamentos desde el 2003 al 2008 (Anexo 2) se puede observar que los departamentos con mayor número de casos permanecen constantes, a saber: Santander, Antioquia, Tolima, Huila, Valle, Quindío.

GRÁFICO 2
PERSISTENCIA DENGUE Y TAMAÑO DE POBLACIÓN



Fuente: H. Padmanbha, "Informe semestral Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –dengue con base en el sistema de vigilancia epidemiológica nacional SIVIGILA 2000-2007", 2007.

En el cuadro 9 se muestran los municipios con mayor número de casos por período, teniendo en cuenta períodos de tres semanas de acuerdo con las características de transmisión. Se puede observar como al agrupar ciudades que administrativamente son distintas pero geográficamente comparten un solo espacio, la mayoría del dengue se concentra en algunas ciudades como son Bucaramanga-Floridablanca-Girón y Soledad-Barranquilla. Igualmente ocurre en las ciudades de la zona cafetera que aunque no están continuas si tienen una gran conectividad dadas las cortas distancias entre cabeceras municipales aledañas. Los grupos etáreos más afectados son el de 5 a 14 años y el de 15 a 44 años.

CUADRO 9
MUNICIPIOS QUE CONCENTRAN LOS CASOS DE DENGUE

Municipio	Tasa de transmisión	Casos/período
Armenia	54,77	173,76
Cúcuta	29,90	130,75
Palmira	19,54	113,05
Pereira	50,10	107,83
Bucaramanga	17,80	103,76
Barranquilla	24,90	98,39
Cali	25,00	88,95
Ibagué	27,30	81,25
Neiva	19,00	75,91

(continúa)

Cuadro 9 (conclusión)

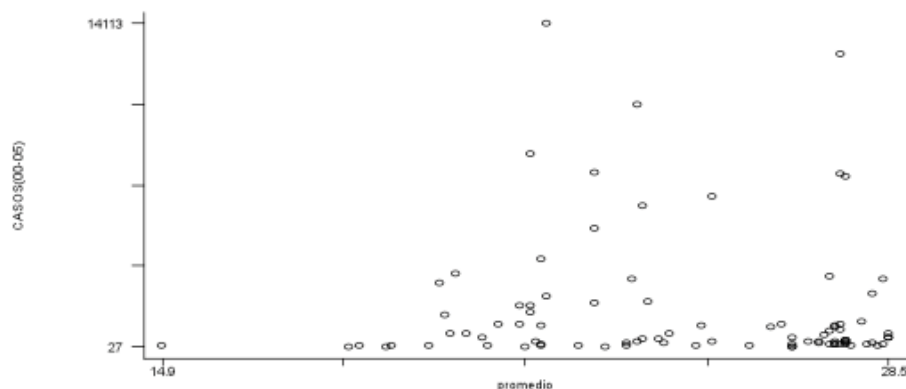
Municipio	Tasa de transmisión	Casos/período
Florida	10,97	64,55
Villavicencio	22,00	53,78
Medellín	14,50	47,39
Arauca	10,50	44,28
Calarcá	13,36	39,34
Buga	11,90	33,68
Soledad	9,30	33,16
Girardot	19,80	32,30
Valledupar	8,60	31,10
Montería	8,25	30,20
Garzón	6,37	29,13
San José del Guaviare	4,00	24,54
Tuluá	6,80	23,11
Dosquebradas	6,13	22,24
Chaparral	4,10	22,17
La tebaida	6,90	22,06
Bello	5,20	21,22
Sincelejo	7,30	20,98
Santa Marta	5,02	20,30
Montenegro	4,10	19,91
Barranca	5,70	19,86
Yopal	4,30	19,14
La dorada	4,50	17,86
Pitalito	4,80	15,70
Espinal	2,50	14,37
Sanpedro	1,96	12,99
La Mesa	3,60	12,67
Girón	2,70	12,43
Cartagena	3,63	11,93
Murillo	1,50	11,41
Florencia	3,10	11,38

Fuente: H. Padmanbha, "Informe semestral Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –dengue con base en el sistema de vigilancia epidemiológica nacional SIVIGILA 2000-2007", 2007.

D. Dengue y clima

En el gráfico 3 se puede observar la relación entre 5 años de temperatura media obtenida del IDEAM y el reporte de casos de dengue entre 2000 y 2004. Aunque el gráfico no muestra una clara linealidad del sistema de transmisión de dengue, se observa un umbral claro de aproximadamente 22°C, por debajo del cual no se presentan epidemias de dengue porque la temperatura ambiente es muy fría para el desarrollo del virus en el mosquito. Sin embargo, una vez la temperatura promedio de un municipio cruza el umbral, se pueden esperar grandes epidemias de dengue. Esto demuestra la necesidad de realizar un monitoreo del clima y la transmisión en las áreas que se encuentran cercanas a este umbral de temperatura.

GRÁFICO 3
RELACIÓN DE CASOS DENGUE 2000-2004 VS. TEMPERATURA



Fuente: H. Padmanbha, "Informe semestral Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –dengue con base en el sistema de vigilancia epidemiológica nacional SIVIGILA 2000-2007", 2007.

A través de resultados de Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) se ha logrado establecer que:

- En recipientes domésticos de almacenamiento, que producen más del 90% de las pupas en áreas endémicas, un calentamiento que lleve a las áreas a llegar al rango de 20 a 26°C, biológicamente tenderá a reducir la producción de vectores, mientras que de 26 a 30°C biológicamente tenderá a aumentar la producción.
- El cambio climático ejercerá una presión sobre el *A. aegypti* para fortalecer la resistencia a un medio con escasez de comida y también aumentará la presión para almacenar agua y un vaciamiento menos frecuente de recipientes.
- A medida que la temperatura aumenta en espacio y tiempo, disminuir la producción del vector requerirá aumentar la frecuencia de vaciamiento de recipientes. El aumento de la dependencia de almacenamiento de agua por posibles escenarios de escasez de la misma puede generar condiciones propicias para observar un aumento en la producción del vector.
- El cambio climático impacta la producción del vector tanto en su biología como por el impacto en el comportamiento humano.

Al igual que en la malaria, la precipitación afecta la transmisión a través de la disponibilidad de criaderos y por lo tanto en la densidad de vectores. La precipitación podría afectar los indicadores de la vigilancia entomológica al aumentar el número de recipientes disponibles para la oviposición de las hembras *A. aegypti*. Sin embargo, no se ha encontrado correlación entre los indicadores de vigilancia entomológica¹⁹ actuales y la transmisión del dengue (Focks y Alexander, 2006).

A través del proyecto INAP se ha podido identificar que los barrios con alta transmisión de dengue tanto en períodos inter-epidémicos como en los epidémicos tienen características similares como alta densidad de viviendas, alta tasa de natalidad, patios pequeños y cubiertos que no permitan la acumulación de inservibles que se llenen con agua lluvia y se conviertan en criaderos.

¹⁹ Índice de viviendas: Porcentaje de viviendas con recipientes positivos. Índice de Breto: Número de viviendas con recipientes positivos por 1000 viviendas. Índice de recipientes: Porcentaje de recipientes positivos.

IV. Identificación de costos

La estructura de los costos para estas dos enfermedades se basa en las acciones de prevención, control, diagnóstico y tratamiento.

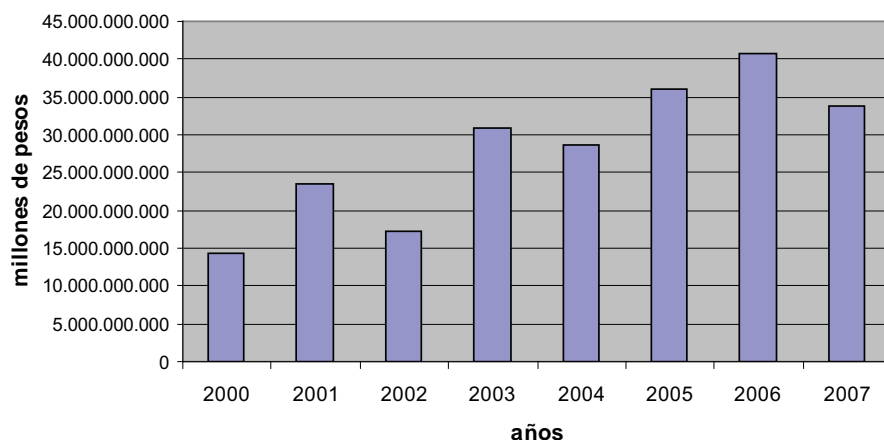
A. Costos del programa de control de enfermedades transmitidas por vectores (ETV)

El programa de control de enfermedades transmitidas por vectores (ETV) es un programa descentralizado y operado por los departamentos o por los municipios de categorías especiales o categorías 1, 2 y 3²⁰. Sus responsabilidades específicas centrales están dirigidas al control de los mosquitos vectores, especialmente de malaria y dengue seguidos por leishmaniasis y chagas. Cerca del 75% de los recursos asignados al programa son destinados al control de malaria y dengue, por ser las enfermedades de mayor interés en salud pública (Gil, 2009). La carga de enfermedad no está distribuida homogéneamente en el país y dependiendo de la enfermedad su presentación puede ser urbana o rural, lo cual tiene un impacto importante sobre la cantidad de los recursos asignados.

²⁰ En Colombia y como parte del proceso de descentralización territorial y sectorial, según la Ley 617 de 2000, los distritos y municipios se clasifican teniendo en cuenta sus capacidades operativas, la población e ingresos corrientes de libre destinación; de esta manera se da lugar a municipios de categoría especial y categorías 1, 2, 3, 4, 5 y 6. La categoría 6 agrupa a los municipios con menor volumen de ingresos corrientes de libre destinación y/o menos habitantes. En los municipios categoría 4, 5 y 6 con transmisión, los recursos son administrados por el departamento correspondiente. En Colombia, el 89% de los municipios está clasificado dentro de la categoría 6 para el año 2007.

La apropiación presupuestal promedio desde el año 2000 hasta el 2007 es de 28.151 millones de pesos por año (gráfico 4 y cuadro 10). La estructura presupuestal cuenta con cuatro grandes rubros: servicios personales asociados a la nómina, contribuciones inherentes a la nómina, gastos generales y gastos de inversión. Los departamentos con mayor asignación en su orden son Antioquia, Chocó, Nariño, Valle, Bolívar, Norte de Santander y Caquetá.

GRÁFICO 4
APROPIACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL DE ENFERMEDADES
TRANSMITIDAS POR VECTORES (ETV) 2000-2007



Fuente: C. Gil, "Estructura del gasto para los programas de control de enfermedades transmitidas por vectores", Informe Proyecto INAP, 2009.

Notas: Datos nominales.

CUADRO 10
APROPIACIÓN PRESUPUESTAL Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL
DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (ETV)

Año	Total Apropriación (en pesos)	Total Ejecutado (en pesos)	Porcentaje no ejecutado
2000	14 243 952 867	13 436 039 788	5,7
2001	23 574 443 495	21 882 854 258	7,2
2002	17 165 203 597	17 165 203 597	0,0
2003	30 801 202 413	26 998 632 002	12,3
2004	28 767 694 295	20 917 154 566	27,3
2005	36 124 971 444	32 836 714 216	9,1
2006	40 764 756 534	34 423 536 946	15,6
2007	33 766 870 679	29 132 143 331	13,7

Fuente: C. Gil, "Estructura del gasto para los programas de control de enfermedades transmitidas por vectores", Informe Proyecto INAP, 2009.

No necesariamente los departamentos con mayor incidencia de casos son los que reciben mayores recursos, tal es el caso de Córdoba para malaria y de Atlántico para dengue. Los montos de estas apropiaciones obedecen básicamente a la inversión en talento humano y gastos de mantenimiento y dependiendo del departamento, asignaciones para la red de diagnóstico de malaria, insumos de oficina y capacitaciones.

Los insumos para el control como los insecticidas y toldillos así como los medicamentos hacen parte del plan de compras del Ministerio de la Protección Social (MPS); la nación a través del Fondo Rotatorio Regional para Suministros Estratégicos de Salud Pública de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), hace las compras y el país lo distribuye a cada departamento y municipio según la carga de enfermedad del año anterior.

CUADRO 11
PLAN DE COMPRAS 2008 MPS -PROGRAMA CONTROL DE ETV

Insumo	Valor total (en pesos)	Valor unitario (en pesos)
Toldillos de larga duración con piretroide en fibra de polietileno	1 320 000 000	39 419
Toldillos de larga duración con piretroide en fibra de poliéster	1 000 000 000	37 000
Toldillos impregnados con insecticida piretroide	230 000 000	33 003
Pote fumígeno con insecticida piretroide	200 000 000	31 003
Larvicida	200 000 000	275 103
Biolarvicida	450 000 000	16 500
Repelente tópico	200 000 000	5 000
Insecticida piretroide o compuesto	200 000 000	32 000
Prueba rápida de diagnóstico	98 370 000	20 000
Disposición final de dicloro difenil tricloroetano (DDT)	2 325 000 000	2 325 000 000
Convenio capacitaciones de recursos humanos	969 541 042	969 541 042
TOTAL	7 192 911 042	

Fuente: C. Gil, "Estructura del gasto para los programas de control de enfermedades transmitidas por vectores", Informe Proyecto INAP, 2009.

Para este trabajo y con el fin de calcular el costo del programa de ETV para malaria y dengue, se asumió que el total de plan de compras 2008 correspondía a insumos para el control de estas dos patologías ya que en su gran mayoría corresponde a insumos específicos para malaria y dengue (toldillos, larvicidas, pruebas rápidas, insecticidas). En cuanto a la apropiación presupuestal se asume que el 75% de la misma va destinada a malaria y dengue. Dado que no se obtuvo el dato de apropiación presupuestal para 2010 y con el fin de utilizar datos del mismo año en los cálculos, se utilizó el dato de 2007 y se multiplicó por el índice de precios de consumo (IPC) de 2008 (7,67), 2009 (2,00) y 2010 (3,17) para obtener el valor a 2010. Como resultado se obtuvo el monto de 38.259 millones de pesos. Igual procedimiento se realizó con el plan de compras, dando como resultado 7.569 millones de pesos.

B. Costos de diagnóstico y tratamiento casos de malaria y dengue

Para establecer el diagnóstico, tratamiento y notificación de estas enfermedades, el país ha establecido las guías de atención clínica de dengue y malaria las cuales han sido actualizadas recientemente (MPS, 2010a y b), así como los protocolos de vigilancia epidemiológica (INS, 2010). En consecuencia de ello los costos aquí estimados se encuentran sustentados técnicamente desde las guías y protocolos vigentes en el país, y basados en el Manual Tarifario de Salud (República de Colombia, 1996); este manual establece

la nomenclatura, clasificación y valor máximo de los procedimientos médico quirúrgicos y hospitalarios. Las tarifas vigentes corresponden a las emitidas por el MPS mediante el Decreto N° 2426 de 1996 en salarios mínimos legales vigentes (SMLV), y cada vez que el Gobierno Nacional ajusta anualmente el SMLV también ajusta los valores de los procedimientos médico quirúrgicos y hospitalarios, es decir los precios se ajustan anualmente. Los costos de los medicamentos se establecieron teniendo en cuenta la Guía Internacional de Indicadores de Precios de Medicamentos (MSH, 2008), que a su vez se basa en la Lista Modelo de Medicamentos Esenciales (LME) de la Organización Mundial de la Salud²¹.

1. Diagnóstico y tratamiento de malaria y malaria complicada

La malaria es una enfermedad parasitaria transmitida por mosquitos del género *Anopheles spp.* El examen de gota gruesa es la prueba de oro para el diagnóstico de la malaria y el recomendado como primera opción en la guía de atención clínica y el protocolo de vigilancia epidemiológica. La gota gruesa consiste en el examen al microscopio de una gota de sangre obtenida mediante punción digital sobre una lámina portaobjetos. Además de diagnosticar la infección por parásitos del género *plasmodium*, la gota gruesa permite identificar la especie, las formas parasitarias y cuantificar el número de parásitos. El MPS definió con base en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el consenso de expertos nacionales y el monitoreo de la falla terapéutica, los esquemas de tratamiento más adecuados para el manejo de la malaria en Colombia. A pesar que oficialmente no se ha adoptado la nueva Guía de Atención Clínica, los esquemas de la misma son los que actualmente se están utilizando y son reportados como tal (OMS, 2009). A continuación se describen los esquemas de tratamiento usados actualmente.

Tratamiento y costos de malaria no complicada por *P. falciparum*

El esquema de primera línea para tratamiento de la malaria no complicada por *P. falciparum* en Colombia es la combinación de Artemeter + Lumefantrine, que es una de las combinaciones terapéuticas con derivados de la Artemisinina (ACT) (cuadro 12).

CUADRO 12
ESQUEMA DE PRIMERA LÍNEA PARA EL TRATAMIENTO
DE LA MALARIA POR *P. FALCIPARUM* EN COLOMBIA

Medicamento y presentación	Dosis y vía de administración adultos	Dosis y vía de administración niños
Artemether + lumefantrine Tabletas de 20 mg de artemether y 120 mg de Lumefantrine	Consiste en un régimen de 6 dosis dos veces al día por tres días.	Consiste en un régimen de 6 dosis que contenga 1,5 mg/kg de artemether y 12 mg/kg de lumenfantrine dos veces al día por tres días.

Fuente: Ministerio de la Protección Social (MPS), "Guía de atención clínica integral del paciente con malaria, Documento borrador", 2010b.

Los costos del diagnóstico y tratamiento de la malaria no complicada por *P. falciparum* son diferentes y dependen de la edad, dado que los medicamentos se suministran de acuerdo a la concentraciones por kilogramo de peso del paciente. En el cuadro 13 se muestran los costos por intervalos de edad con el esquema de primera línea establecido en la Guía de Atención Clínica de la Malaria –documento borrador– y en el protocolo de vigilancia epidemiológica.

²¹ <http://erc.msh.org/mainpage.cfm?file=1.0.htm&module=DMP&language=spanish>.

CUADRO 13
COSTOS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE MALARIA
NO COMPLICADA POR *P. FALCIPARUM* POR EDAD

Procedimiento	Smdlv ^a	Cantidad	Valor unitario (en pesos)	Valor total (en pesos)
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada menores de 1 año				
Gota gruesa	0,43	2	7 400	14 800
Tratamiento: tabletas artemeter (20mg) + lumefantrine (120 mg)		6	1 336	8 016
Total				22 816
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 2 a 5 años				
Gota gruesa	0,43	2	7 400	14 800
Tratamiento: tabletas artemeter (20mg) + lumefantrine (120 mg)		12	1 336	16 032
Total				30 832
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 6 a 14 años				
Gota gruesa	0,43	2	7 400	14 800
Tratamiento: tabletas artemeter (20mg) + lumefantrine (120 mg)		18	1 336	24 048
Total				38 848
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada 15 años y más años				
Gota gruesa	0,43	2	7 400	14 800
Tratamiento: tabletas artemeter (20mg) + lumefantrine (120 mg)		24	1 336	32 064
Total				46 864

Fuente: República de Colombia, "Manual Tarifario de Salud de Colombia de 2010" (Decreto 2423 del 31 dic 1996), 2010 y Management Sciences for Health (MSH), "Guía Internacional de Precios de Medicamentos vigencia 2008-2010", 2008.

^a Salario Mínimo Diario Legal Vigente 2010. La tasa de cambio de dólares a pesos: 2.000 pesos.

Tratamiento y costos de malaria no complicada por *P. vivax*

El tratamiento para la eliminación de la infección consiste en incluir un esquizonticida sanguíneo (cloroquina) y un esquizonticida tisular. La Primaquina, que en infecciones por *P. falciparum* es usado por su efecto gametocida, en *P. vivax* tiene el papel de eliminar los hipnozoitos. La cloroquina en este esquema debe ser administrada en una dosis de 10 mg por kilo de peso el primer día, seguidos de 7,5mg/kg el segundo día y 7,5 mg/kg el tercer día (véase cuadro 14).

CUADRO 14
ESQUEMA DE TRATAMIENTO DE LA MALARIA POR *P. VIVAX* NO COMPLICADA

Medicamento y presentación	Dosis y vía de administración adultos	Dosis y vía de administración niños
Cloroquina bifosfato Tabletas 250 mg, contenido de base 150 mg	Dosis total: 25 mg base/kg 10 mg/kg inicial 7,5 mg/kg a las 24 y 48 horas	Dosis total: 25 mg/kg 10 mg/kg inicial 7,5 mg/kg a las 24 y 48 horas
Primaquina ^a Tabletas de 15 mg y 5 mg	Dosis total: 15 mg dosis diaria por 14 días	Dosis única: 0,25 mg/kg por día durante 14 días

Fuente: Ministerio de la Protección Social (MPS), "Guía para la atención clínica integral del paciente con malaria", documento borrador, 2010b.

^a No administrar en menores de 2 años y embarazadas.

Los costos del diagnóstico y tratamiento de la malaria por *P. vivax* son diferentes y dependen de la edad al igual que para *P. falciparum*. En el cuadro 15 se muestran los costos por intervalos de edad con el esquema de primera línea establecido en la Guía de Atención Clínica de la Malaria documento borrador (MPS, 2010)– y en el Protocolo de Vigilancia Epidemiológica.

CUADRO 15
COSTOS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE MALARIA
NO COMPLICADA POR *P. VIVAX* POR EDAD

Procedimiento	Smdlv ^a	Cantidad	Valor unitario (en pesos)	Valor total (en pesos)
Malaria <i>P. vivax</i> menores de 1 año				
Gota gruesa	0,43	2	7 400	14 800
Tratamiento: tabletas de cloroquina bifosfato 250 mg, contenido de base 150 mg		1	39,8	39,8
Total				14 840
Malaria <i>P. vivax</i> 2 - 5 años				
Gota gruesa	0,43	2	7 400	14 800
Tratamiento: tabletas de cloroquina bifosfato 250 mg, contenido de base 150 mg		2	39,8	79,6
Tratamiento: tabletas de primaquina 5 mg		5	65,6	328
Total				15 208
Malaria <i>P. vivax</i> 6 - 14 años				
Gota gruesa	0,43	2	7 400	14 800
Tratamiento: tabletas de cloroquina bifosfato 250 mg, contenido de base 150 mg		6	39,8	238,8
Tratamiento: tabletas de primaquina 15 mg		4	22,2	88,8
Total				15 128
Malaria <i>P. vivax</i> 15 años y más				
Gota gruesa	0,43	2	7 400	14 800
Tratamiento: tabletas de cloroquina bifosfato 250 mg, contenido de base 150 mg		10	39,8	398
Tratamiento: tabletas de primaquina 15 mg		8	22,2	177,6
Total				15 376

Fuente: República de Colombia, "Manual Tarifario de Salud de Colombia de 2010" (Decreto 2423 del 31 dic 1996), 1996 y Management Sciences for Health (MSH), "Guía Internacional de Precios de Medicamentos vigencia 2008-2010", 2008.

^a Salario Mínimo Diario Legal Vigente 2010. La tasa de cambio de dólares a pesos: 2.000 pesos.

Tratamiento y costos de malaria complicada por *P. falciparum*

La presencia de uno o más de los hallazgos clínicos o de laboratorio descritos en el cuadro 16, en un paciente con formas asexuadas de *plasmodium* en sangre y sin otra causa obvia de sus síntomas, clasifica el caso como malaria complicada. El principal objetivo en el tratamiento de la malaria complicada es prevenir la muerte. Los objetivos secundarios son la interrupción de la transmisión, la prevención de incapacidades y recrudescencias.

El manejo de la malaria complicada comprende tres principales áreas: evaluación clínica del paciente; tratamiento antimalárico específico, y terapia de apoyo y cuidados de soporte. En el manejo debe asegurarse una vía intravenosa y los siguientes paraclínicos deben ser solicitados de forma inmediata: glicemia, hematocrito, hemoglobina, parasitemia y en los adultos función renal. Debe hacerse una evaluación clínica detallada con particular énfasis en el nivel de consciencia que se registra en la escala de coma (Glasgow).

El nivel de acidosis es un determinante importante del desenlace, y por lo tanto debe medirse el bicarbonato en plasma o el nivel venoso de lactato. Si está disponible, debe medirse el pH arterial o capilar y gases arteriales en pacientes que están inconscientes, hiperventilando o en *shock*. Debe tomarse sangre para determinación de parasitemia. La gota gruesa en *P. falciparum* puede suministrar información del grado de severidad.

CUADRO 16
HALLAZGOS CLÍNICO Y DE LABORATORIO QUE CLASIFICAN
EL CASO DE MALARIA COMO MALARIA COMPLICADA

Manifestaciones clínicas	Hallazgos de laboratorio
Postración	Anemia severa (Hg < 5 mg/dl)
Pérdida de conciencia	Hipoglicemia (< 40 mg/ dl)
Distrés respiratorio (respiración acidótica)	Acidosis
Convulsiones múltiples	Daño renal (creatinina > 3 mg/ dl o BUN > 40mg%)
Colapso circulatorio	Hiperlactemia
Edema pulmonar (radiológico)	Hiperparasitemia >100.000 parásitos / μ l
Sangrado anormal	
Ictericia	
Hemoglobinúria	

Fuente: Ministerio de la Protección Social (MPS), "Guía para la atención clínica integral del paciente con malaria", documento borrador, 2010b.

En el abordaje inicial debe hacerse también un cuadro hemático completo con conteo de plaquetas, así como pruebas de coagulación, y pruebas bioquímicas. Los cuidados con el balance hídrico son críticos en la malaria complicada. Distrés respiratorio con respiración acidótica en pacientes severamente anémicos, a menudo indica hipovolemia y requiere rehidratación urgente y, cuando sea indicado, transfusión de sangre. En la malaria complicada, es esencial que el tratamiento antimalárico sea dado en sus dosis completas tan pronto como sea posible. En Colombia el tratamiento de primera línea es el diclorhidrato de quinina (véase cuadro 17).

CUADRO 17
PRIMERA LÍNEA DE TRATAMIENTO PARA MALARIA COMPLICADA

Medicamento y presentación	Dosis y vía de administración en adultos	Dosis y vía de administración en niños
Quinina diclorhidrato Ampollas de 600 mg/ 2ml solución inyectable	Dosis inicial: bolo de 20 mg/kg, disuelto en Dextrosa al 5%, ó al 10%, solución salina normal en proporción de 5 a 10 ml por kg (máximo 500 ml) para pasar en 4 horas. Dosis de mantenimiento: 10 mg/kg/dosis cada 8 horas; disolver y pasar en 4 horas, igual que para la dosis inicial. Pasar a quinina vía oral una vez el paciente se recupere de su complicación hasta completar 7 días de tratamiento con quinina.	Igual que en los adultos
Clindamicina tabletas de 300 mg	Dosis: 15–20 mg/ kg /día repartidos en 3 ó 4 dosis durante 5 días.	Igual que en los adultos.
Primaquina ^a Tabletas de 15 mg y 5 mg	Dosis: 45 mg en dosis única.	Dosis única de 0,75 mg/ kg. En niños mayores de 2 años.

Fuente: Ministerio de la Protección Social (MPS), "Guía para la atención clínica integral del paciente con malaria", documento borrador, 2010b.

^a No se administra en menores de 2 años, ni durante el embarazo.

Como se mencionó anteriormente la atención y curación de la malaria complicada y sus efectos paralelos requiere de una gran cantidad de paraclínicos y de atención en segundo nivel de complejidad, lo cual hace que los costos aumenten significativamente con respecto a la curación ambulatoria de la infección (cuadro 18).

CUADRO 18
COSTOS DE PARACLÍNICOS DE LA ATENCIÓN DE MALARIA COMPLICADA

Procedimiento	Smdlv ^a	Cantidad	Valor unitario (en pesos)	Valor total (en pesos)
Gota gruesa recuento parasitario	0,43	7	7 400	51 800
Habitación bipersonal nivel 2 por 6 días de estancia	8,4	6	144 200	865 200
Atención diaria intrahospitalaria, por el médico general tratante, del paciente no quirúrgico u obstétrico	1,51	7	25 900	181 300
Atención diaria intrahospitalaria, por el especialista tratante, del paciente no quirúrgico u obstétrico	2,01	7	34 500	241 500
Glicemia	0,5	7	8 600	60 200
Cuadro hemático completo	0,83	7	14 200	99 400
Recuento de plaquetas	0,34	7	5 800	40 600
Tiempo de protrombina (PT)	1,21	2	20 800	41 600
Tiempo parcial de tromboplastina (PTT)	1,18	2	20 300	40 600
Creatinina	0,56	2	9 600	19 200
BUN (Nitrógeno Ureico en Sangre)	0,4	2	6 900	13 800
Lactato venoso	1,69	1	29 000	29 000
Gases arteriales	1,86	1	31 900	31 900
Solución salina (1000 cc)		7	1 480	10 360
Total				1 726 460

Fuente: Ministerio de la Protección Social (MPS), "Guía para la atención clínica integral del paciente con malaria", documento borrador, 2010b y República de Colombia, "Manual Tarifario de Salud de Colombia de 2010" (Decreto 2423 del 31 dic 1996), 1996.

^a Salario Mínimo Diario Legal Vigente 2010.

Los costos de tratamiento curativo de la infección, los paraclínicos y la estancia en un nivel de complejidad 2 se relacionan en el cuadro 19.

CUADRO 19
COSTOS ATENCIÓN Y TRATAMIENTO DE MALARIA COMPLICADA

Procedimiento	Cantidad	Valor unitario (en pesos)	Valor total (en pesos)
Malaria complicada menores 1 año			
Paraclínicos y estancia			1 726 460
Tratamiento: dosis inicial de quinina diclohidrato 20 mg/k en 8 horas y dosis de mantenimiento 10 mg/k en 8 horas	1	412,8	413
Tratamiento: sulfato de quinina 10mg/k por 7 días cada 8 horas	5	103,2	516
Tratamiento primaquina	-	-	-
Tratamiento: clindamicina 20 mg/k/día por 7 días, tableta 150 mg	7	496	3 472
Total			1 730 861
Malaria complicada de 2 a 5 años			
Paraclínicos y estancia			1 726 460
Tratamiento: dosis inicial de quinina diclohidrato 20 mg/k en 8 horas y dosis de mantenimiento 10 mg/k en 8 horas	1	412,8	413
Tratamiento: sulfato de quinina 10mg/k por 7 días cada 8 horas	10	103,2	1 032
Tratamiento primaquina de 15 mg	3	65,2	196
Tratamiento: clindamicina 20 mg/k/día por 7 días tableta de 15 mg	14	496	6 944
Total			1 735 044

(continúa)

Cuadro 19 (conclusión)

Procedimiento	Cantidad	Valor unitario (en pesos)	Valor total (en pesos)
Malaria complicada de 6 a 14 años			
Paraclínicos y estancia			1 726 460
Tratamiento: dosis inicial de quinina diclohidrato 20 mg/k en 8 horas y dosis de mantenimiento 10 mg/k en 8 horas	2	412,8	826
Tratamiento: sulfato de quinina 10mg/k por 7 días cada 8 horas	20	103,2	2 064
Tratamiento primaquina de 15 mg	5	65,2	326
Tratamiento: clindamicina 20 mg/k/día por 7 días	28	496	13 888
Total			1 743 564
Malaria complicada de 15 años y más			
Paraclínicos y estancia			1 726 460
Tratamiento: dosis inicial de quinina diclohidrato 20 mg/k en 8 horas y dosis de mantenimiento 10 mg/k en 8 horas	3	412,8	1 238
Tratamiento: sulfato de quinina 10mg/k por 7 días cada 8 horas	35	103,2	3 612
Tratamiento primaquina de 5 mg	3	22,2	67
Tratamiento: clindamicina 20 mg/k/día por 7 días	49	496	24 304
Total			1 755 681

Fuente: República de Colombia, "Manual Tarifario de Salud de Colombia de 2010" (Decreto 2423 del 31 dic 1996) y Management Sciences for Health (MSH), "Guía Internacional de Precios de Medicamentos 2008-2010", 2008.

^a La tasa de cambio de dólares a pesos: 2.000 pesos.

Los costos de la atención de malaria complicada no incluyen los costos de la atención de las complicaciones, es decir, se contemplan la atención y curación de la infección por malaria.

2. Diagnóstico y tratamiento de dengue y dengue grave

El dengue es una enfermedad viral, de carácter endémico –epidémico, transmitida por el mosquito *Aedes*, principalmente por *Aedes aegypti*. El agente etiológico del virus –Flavivirus- posee cuatro serotipos lo cuales no desencadenan inmunidad cruzada, esto significa que una persona pueda infectarse y enfermar hasta cuatro veces. La infección resulta en un amplio espectro de presentaciones clínicas, que van desde formas asintomáticas y subclínicas hasta cuadros muy graves con compromiso vascular, afección de órganos y sistemas que pueden ocasionar la muerte (MPS, 2010a). Para que haya transmisión se requiere simultáneamente de la presencia del virus, del mosquito y de humanos susceptibles. A diferencia de malaria, el tratamiento del dengue no es curativo sino paliativo, de soporte y manejo para la prevención de la muerte debida a complicaciones ocasionadas por el choque.

Tratamiento y costos del dengue

En este grupo se clasifican los pacientes con fiebre de 2 a 7 días, sin hemorragias, deshidratación, signos de alarma o choque. El paciente ambulatorio debe ser valorado cada 48 horas en busca de signos de alarma; para aliviar los síntomas generales (mialgias, artralgias, cefalea, etc.) y para controlar la fiebre, se debe administrar Acetaminofén (nunca más de 4g por día para los adultos y a dosis de 10-15 mg/g de peso).

A los pacientes de este grupo se les debe hacer un seguimiento estricto, se debe realizar una valoración el día de la defervescencia (primer día sin fiebre) y posteriormente evaluación diaria hasta que pase el período crítico (48 horas después de la caída de la fiebre) donde se tiene que evaluar el recuento de plaquetas, hematocrito y aparición de signos de alarma. La prueba serológica IgM dengue y aislamiento

viral (RT-PCR) son las pruebas de laboratorio para confirmar un caso de dengue. Al 20% de los pacientes se les debe hacer la prueba IgM dengue y al 5% de los pacientes se les debe hacer aislamiento viral según el Protocolo de Vigilancia Epidemiológica del Dengue y la Guía de Atención Integral del Paciente con Dengue (véase cuadro 20).

CUADRO 20
COSTOS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE DENGUE POR GRUPOS DE EDAD

Procedimiento	Smdlv ^a	Cantidad	Valor unitario (en pesos)	Valor total (en pesos)
Dengue en menores de 15 años				
Consulta urgencias	1,97	1	33 800	33 800
Consulta ambulatoria de medicina general para control	1,2	3	20 600	61 800
Cuadro hemático completo	0,83	4	14 200	56 800
Recuento de plaquetas	0,34	4	5 800	23 200
Inmunoglobulina IgM ^b	1,69	1	29 000	29 000
Cultivos para virus ^c	7,43	1	127 500	127 500
Acetaminofén 1 caja de 10 tabletas de 100 mg (dosis: 15mg/k cada 6 horas por 4 días)		1	2 200	2 200
Total				334 300
Dengue en mayores de 15 años				
Consulta urgencias	1,97	1	33 800	33 800
Consulta ambulatoria de medicina general para control	1,2	3	20 600	61 800
Cuadro hemático completo	0,83	4	14 200	56 800
Recuento de plaquetas	0,34	4	5 800	23 200
Inmunoglobulina IgM ^b	1,69	1	29 000	29 000
Cultivos para virus ^c	7,43	1	127 500	127 500
Acetaminofén 2 cajas de 10 tabletas de 100 mg (dosis: 1g cada 6 horas por 4 días)		2	2 200	4 400
Total				336 500

Fuente: República de Colombia, "Manual Tarifario de Salud de Colombia de 2010" (Decreto 2423 del 31 dic 1996) y Management Sciences for Health (MSH), "Guía Internacional de Precios de Medicamentos 2008-2010", 2008.

^a La tasa de cambio de dólares a pesos: 2000 pesos. Salario Mínimo Diario Legal Vigente 2010.

^b Se hace al 20% de los pacientes.

^c Se hace al 5% de los pacientes.

Tratamiento y costos del dengue grave

Los pacientes con dengue grave son pacientes que deben ser hospitalizados para una estrecha observación y tratamiento médico por tener signos de alarma o encontrarse en choque. Se les debe hacer un seguimiento estricto incluyendo el balance de líquidos, hasta que pase la fase crítica. Se debe monitorear (1-4 horas) signos vitales (tensión arterial, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria), perfusión periférica, gasto urinario, hematocrito y función de otros órganos; para ello es necesario realizar diferentes pruebas de laboratorio, además de las pruebas diagnósticas correspondientes al 100% de los pacientes (véase cuadro 21).

CUADRO 21
COSTOS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE DENGUE GRAVE

Procedimiento	Smdlv ^a	Cantidad	Valor unitario (en pesos)	Valor total (en pesos)
Dengue grave				
Consulta urgencias	1,97	1	33 800	33 800
Habitación bipersonal nivel 2 por 4 días de estancia	8,4	4	144 200	576 800
Atención diaria intrahospitalaria, por el médico general tratante, del paciente no quirúrgico u obstétrico	1,51	4	25 900	103 600
Atención diaria intrahospitalaria, por el especialista tratante, del paciente no quirúrgico u obstétrico	2,01	4	34 500	138 000
Cuadro hemático completo	0,83	8	14 200	113 600
Hematocrito	0,15	16	2 600	41 600
Recuento de plaquetas	0,34	8	5 800	46 400
Transaminasas (AST)	0,87	2	14 900	29 800
Transaminasas (ALT)	0,87	2	14 900	29 800
Tiempo de protrombina (PT)	1,21	4	20 800	83 200
Tiempo parcial de tromboplastina (PTT)	1,18	4	20 300	81 200
Gases arteriales	1,86	1	31 900	31 900
Sodio	0,98	1	16 800	16 800
Potasio	1,19	1	20 400	20 400
Creatinina	0,56	1	9 600	9 600
BUN	0,4	1	6 900	6 900
Inmunoglobulina IgM	1,69	1	29 000	29 000
Electrocardiograma	1,64	1	28 200	28 200
Cultivos para virus	7,43	1	127 500	127 500
Dosis inicial y mantenimiento de líquidos (solución salina normal por 1000ml (10 ml/kg/hora))		3	1 480	4 440
Total				1 552 540

Fuente: República de Colombia, "Manual Tarifario de Salud de Colombia de 2010" (Decreto 2423 del 31 dic 1996) y Management Sciences for Health (MSH), "Guía Internacional de Precios de Medicamentos 2008-2010", 2008.

^a. La tasa de cambio de dólares a pesos: 2000 pesos. Salario Mínimo Diario Legal Vigente 2010.

C. Costos por incapacidad

1. Costos de incapacidad por malaria

Aunque se ha reportado transmisión de casos de malaria en áreas urbanas y periurbanas, la malaria es una enfermedad de transmisión predominantemente rural²² que causa incapacidad promedio de siete días (Correa y otros, 2005). El ingreso promedio mensual de una persona del área rural en Colombia equivale al 90% de un salario mínimo legal vigente (SMLV) (Leibovich, Nigrinis y Ramos, 2005).

El valor del SMLV en Colombia según el Decreto 5053 de 2009 es de 515.000 pesos, es decir que el ingreso promedio mensual de una persona del área rural es de aproximadamente 463.500 pesos. Teniendo en cuenta lo anterior, el ingreso que deja de percibir una persona con malaria en las áreas rurales del país es de 108.150 pesos (véase cuadro 22).

²² El 49% de los casos de malaria notificados al Sistema de vigilancia epidemiológica nacional SIVIGILA pertenecen al régimen subsidiado y el 40% no tiene ningún tipo de afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS). Esto quiere decir que solo el 11% de la población rural pertenece al régimen contributivo del SGSSS, por tanto, los costos de la incapacidad son asumidos directamente por la persona enferma o en caso de ser menores de edad o ancianos, por los cuidadores.

CUADRO 22
VALOR INCAPACIDAD POR MALARIA

90% de un SMLV año 2010 (en pesos)	SMLV-diario (en pesos)	Días de incapacidad	Valor de incapacidad (en pesos)
463 500	15 450	7	108 150

Fuente: Cálculos de los autores basados en salario mínimo legal vigente de 2010.

Costos de incapacidad por malaria complicada

Los signos y síntomas de malaria complicada generalmente inician al tercer día de inicio de signos y síntomas de malaria no complicada, posteriormente la persona con malaria complicada debe ser hospitalizada por siete días en promedio (Tobón y otros, 2006; González y otros, 2000) es decir, que el tiempo de incapacidad de una persona con malaria complicada es de diez días en promedio y que con ello deja de percibir 154.500 pesos (véase cuadro 23), valor que debe ser asumido directamente por la persona enferma o en caso de ser menores de edad o ancianos, por los cuidadores.

CUADRO 23
VALOR DE INCAPACIDAD POR MALARIA COMPLICADA

90% de un SMLV año 2010 (en pesos)	SMLV-diario (en pesos)	Días de incapacidad	Valor de incapacidad (en pesos)
463 500	15 450	10	154 500

Fuente: Cálculos de los autores basados en salario mínimo legal vigente de 2010.

2. Costos de incapacidad por dengue

El dengue es una enfermedad de transmisión urbana con tres etapas clínicas que requieren de 8 días de incapacidad: la etapa febril, la etapa crítica y la etapa de recuperación (MPS, 2010a). El ingreso promedio mensual de una persona que vive en el área urbanas de Colombia equivale al 122% de un SMLV (Leibovich, Nigrinis y Ramos, 2005). Como se mencionó anteriormente el valor del SMLV en Colombia es de 515.000 pesos, es decir que el ingreso promedio mensual urbano es de aproximadamente 628.300 pesos. Teniendo en cuenta lo anterior, el ingreso que deja de percibir una persona con dengue es de 167.547 pesos para el caso de los empleados no informales. Para los empleados formales afiliados al régimen contributivo el costo de la incapacidad es asumido por el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS)²³ (véase cuadro 24).

CUADRO 24
VALOR DE INCAPACIDAD POR DENGUE

122% de un SMLV año 2010 (en pesos)	SMLV-diario (en pesos)	Días de incapacidad	Valor de incapacidad (en pesos)
628 300	20 943	8	167 547

Fuente: Cálculos de los autores basados en salario mínimo legal vigente de 2010.

²³ El 47% de los casos de dengue notificados al Sistema de vigilancia epidemiológica nacional (SIVIGILA) pertenecen al régimen contributivo, el 35% al régimen subsidiado y el 13% no tienen ningún tipo de afiliación al SGSSS. Por tanto, los costos de la incapacidad son asumidos directamente por la persona enferma en el caso de ser un trabajador informal, si es formal lo asume el SGSSS.

Costos de incapacidad por dengue grave

La caída de la fiebre alrededor del cuarto día de inicio de los síntomas se asocia al momento en el que el paciente se agrava y anuncia el inicio de la etapa crítica, que si no evoluciona a dengue grave dura dos días, por el contrario si evoluciona a dengue grave se requiere de hospitalización por cuatro días en promedio y cuatro días de convalecencia domiciliaria. Es decir que el tiempo de incapacidad de una persona con dengue grave es de doce días en promedio. Las personas con dengue grave dejan de percibir 251.320 pesos para el caso de los empleados informales. Para los empleados formales afiliados al régimen contributivo los costos de la incapacidad son asumidos por el SGSSS (véase cuadro 25).

CUADRO 25
VALOR INCAPACIDAD POR DENGUE GRAVE

122% de un SMLV año 2010 (en pesos)	SMLV-diario (en pesos)	Días de incapacidad	Valor de incapacidad (en pesos)
628 300	20 943	12	251 320

Fuente: Cálculos de los autores basados en salario mínimo legal vigente de 2010.

D. Costos por transporte

Dadas las diferencias espaciales de la transmisión de la malaria y el dengue, los costos de transporte obedecen a un promedio de las tarifas establecidas para el transporte intermunicipal para el caso de malaria y de promedio de tarifas de transporte urbano para el caso de dengue. Según la Resolución 3600 del 9 de mayo de 2001, Colombia ha establecido libertad de tarifas para la prestación del Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor de Pasajeros por Carretera, a partir del 1° de junio de 2001, posteriormente a través de la Resolución 005786 de 2007 estableció las tarifas mínimas para la prestación del servicio. En consecuencia de ello las tarifas de transporte público varían de ciudad a ciudad y entre ciudades.

1. Costos por transporte malaria

El Estado colombiano desde 1956²⁴ hasta la actualidad se ha propuesto mejorar el acceso al diagnóstico y tratamiento de la malaria a través de la creación de las redes de microscopía –o puestos de diagnóstico de malaria. Los puestos de diagnóstico se ubican al interior de las veredas con transmisión, y el desplazamiento, en general, es a pie o a caballo. Se asume entonces, que el desplazamiento para el diagnóstico y tratamiento no tiene valor.

Costos por transporte malaria complicada

Los costos de transporte en que incurren los hogares para la búsqueda de la atención de malaria complicada corresponden a los costos promedio desde áreas rurales a cabeceras municipales, sin embargo la información con respecto al transporte rural en el país es mínima y muchas veces es prestado de manera informal con vehículos mixtos de carga y pasajeros; asimismo la información relacionada con los costos o tarifas promedios y volumen de pasajeros es desconocida (Ospina, 2004). Teniendo en cuenta la Resolución 005786 de 2007 donde se establecen las tarifas mínimas para la prestación del servicio por grupos de vehículos, se estimó que el valor promedio de dos recorridos de área rural a cabecera municipal es de 30.000 pesos. El valor correspondiente para 2010 es de 32.301 pesos.

2. Costos por transporte para dengue y dengue grave

La tarifa de transporte público varía de ciudad a ciudad y es dependiente del servicio ofrecido y la clase de vehículo (Ospina, 2004). Para este trabajo se buscaron en las páginas web de los municipios de

²⁴ Decreto N° 2968 del 5 de diciembre de 1956.

mayor transmisión de dengue, los valores del transporte público intermunicipal para 2010 y con ello se estimó el valor promedio de dos recorridos. El valor promedio de dos recorridos es de 2.750 pesos.

E. Resumen de costos

En el cuadro 26 se resumen los costos del programa de control de vectores y sus insumos junto con los costos para cada caso de malaria y dengue discriminados por edad. Estos costos serán aplicados a la carga futura probable de dengue y malaria.

CUADRO 26
RESUMEN DE LOS COSTOS PARA CADA CASO DE MALARIA O DENGUE

Costos indirectos compartidos del programa de ETV (en pesos)					
75% de la apropiación presupuestal del programa de ETV 2010					27 812 944 090
Insumos de control promedio por año					7 336 769 263
	Costos directos	Costos indirectos	Costos indirectos	Total	
	Tratamiento Malaria por Edad	Incapacidad	Transporte		
Tipo de Malaria					
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada menores de 1 año	22 816	108 150	0	130 966	
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 2 a 5 años	30 832	108 150	0	138 982	
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 6 a 14 años	38 848	108 150	0	146 998	
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada 15 años y más años	46 864	108 150	0	155 014	
Malaria por <i>P. vivax</i> menores de 1 año	14 840	108 150	0	122 990	
Malaria <i>P. vivax</i> 2 - 5 años	15 208	108 150	0	123 358	
Malaria <i>P. vivax</i> 6 - 14 años	15 128	108 150	0	123 278	
Malaria <i>P. vivax</i> 15 años y más	15 376	108 150	0	123 526	
Malaria complicada menores 1 año	1 730 861	154 500	32 301	1 917 662	
Malaria complicada de 2 a 5 años	1 735 044	154 500	32 301	1 921 845	
Malaria complicada de 6 a 14 años	1 743 564	154 500	32 301	1 930 365	
Malaria complicada de 15 años y más	1 755 681	154 500	32 301	1 942 482	
Tipo de Dengue					
Dengue en menores de 15 años	334 300	167 547	2 750	504 597	
Dengue en mayores de 15 años	336 500	167 547	2 750	506 797	
Dengue en menores de 5 años, mayores de 65 años	1 466 940	167 547	2 750	1 637 237	
Dengue grave todas la edades	1 552 540	251 320	2 750	1 806 610	

Fuente: Cálculos de los autores a partir de República de Colombia, "Manual Tarifario de Salud de Colombia de 2010" (Decreto 2423 del 31 dic 1996) y Management Sciences for Health (MSH), "Guía Internacional de Precios de Medicamentos 2008-2010", 2008 y Ministerio Protección Social-Colombia.

Se consideran como costos directos, los costos relacionados con el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. Como costos indirectos, se consideran los costos relacionados con el programa de control, los insumos, el transporte para desplazarse al servicio de salud y la incapacidad del enfermo o el tiempo del cuidador, cuando el enfermo es menor de edad.

V. Carga futura de enfermedad por malaria y dengue

Como se mencionó anteriormente la temperatura es la variable que limita la transmisión de estas dos enfermedades y como tal es la variable utilizada para determinar los casos incrementales. Los datos de temperatura corresponden a las proyecciones hechas por el IDEAM (2008) para los escenarios A2 y B2 de CC en Colombia y para las diferencias del período 2070-2100 con respecto al 1961 – 1990²⁵.

Para estimar la carga futura se exploraron tres alternativas de acuerdo con la evidencia disponible en Colombia:

- Siguiendo los resultados de Mantilla y otros (2009), en el que el aumento de 1°C en la temperatura superficial del mar aumenta los casos en un intervalo de 9,3 a 17,7% dependiendo de la región.
- Extrapolación de la magnitud de transmisión entre municipios de la misma región climática.
- Siguiendo los resultados de Blanco y otros (2009), en el que se estima un porcentaje de incremento de los casos frente a aumento de la temperatura y la precipitación.

La alternativa uno requiere saber las variaciones de la temperatura atmosférica cuando se incrementa en 1°C la temperatura superficial del mar; este dato no está disponible.

²⁵ En el caso de los otros estudios de la economía del cambio climático (RECCS) las proyecciones de temperatura y precipitación consideradas fueron las entregadas por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de Brasil, y los escenarios futuros se hicieron para los distintos períodos de corte (2030, 2050, 2070 y 2100) y para los escenarios A2 y B2.

Con respecto a la alternativa dos, un mismo municipio puede estar ubicado en más de una región climática y la exploración mostró diferencias importantes en la magnitud de la transmisión²⁶, adicionalmente, los datos climáticos y epidemiológicos están a escala municipal y no permiten desagregar la información por regiones climáticas o por fragmentos espaciales de municipios.

La opción tres tiene limitaciones, dentro de ellas se encuentran las siguientes:

- Series diferentes: las series usadas (Blanco y Hernandez 2009) son del año 2000 al 2005.
- Los coeficientes de correlación son bajos pero los niveles de significancia estadística son altos ($F=0,0000$). Esto significa que no se puede predecir la tasa de incidencia con precisión pero explica parte de su variación.

Con estas tres alternativas y en conjunto con el equipo del DNP, se decidió estimar la carga futura de las dos enfermedades, aplicando el porcentaje de incremento propuesto por la opción tres para cada una de las enfermedades y para cada municipio, es decir, según los cálculos de Blanco y otros (2009)²⁷ por cada grado que aumente la temperatura en grados centígrados en el período 2070-2100 la transmisión de malaria por *P. vivax* aumentará 6%; para *P. falciparum* aumentará 10,4% al igual que para malaria complicada; dengue y dengue grave aumentarán 21%. Los pasos que se siguieron para estimar la carga de enfermedad en los escenarios de temperatura A2 y B2 para 2070 – 2100 y sus costos fueron los siguientes:

- Revisión de bases de datos disponibles climáticas y epidemiológicas.
- Elaboración de series de tiempo de casos para malaria por *P. falciparum*, *P. vivax*, malaria complicada, dengue y dengue grave desde 2003 hasta 2008 por municipio y estimación del promedio multianual para cada enfermedad (véase cuadros 27 y 28). El número total de municipios incluidos fue: dengue clásico 902, dengue hemorrágico 639, malaria vivax 808, malaria falciparum 567 y malaria complicada 67. La fuente utilizada fue el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional (SIVIGILA).
- Extracción de datos de temperatura de grilla a municipios para el escenario A2 y B2²⁸ (el tamaño de la grilla fue de 25 kilómetros) basados en la información del IDEAM.
 - El objetivo de este punto es el análisis correspondiente al cálculo del promedio de temperatura en los municipios colombianos mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica.
 - La información geográfica utilizada para el análisis consistió en el mapa de municipios de Colombia proporcionado por el Instituto Nacional de Salud (INS) y los *raster* (superficies de información) de temperatura y precipitación de los escenarios A2 y B2, en formato compatible con ArcView proporcionados por el IDEAM.
 - El análisis se realizó mediante una herramienta de estadística zonal, la cual calcula un resumen estadístico de los valores en la capa *raster* (en este caso, temperatura) que subyacen en cada polígono de la capa de polígonos (en este caso, los municipios colombianos).
 - Antes de realizar el análisis fue necesario disminuir el tamaño de celda de los *raster* originales ya que este tamaño era superior al tamaño de algunos de los municipios, lo cual

²⁶ Estas enfermedades se caracterizan por concentrarse espacialmente. Dentro de un municipio puede haber diferentes niveles de riesgo.

²⁷ Este estudio tuvo como objetivo estimar las relaciones entre la precipitación y la temperatura con los casos de malaria y dengue a través un modelo estadístico que tomó como variable dependiente la tasa de la enfermedad en 715 municipios de Colombia desde el año 2000 hasta el 2005 y como variables independientes la temperatura media mensual; el promedio anual de precipitación para el período 1995-2005 y por último el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Los resultados sugieren incrementos para el año 2050 del 10% para malaria por *P. falciparum*, del 6% para malaria por *P. vivax* y de 21% para dengue. Este estudio asumió un incremento relativo de la precipitación anual de 5% para todo el país, adicionalmente no se tuvieron en cuenta los municipios que actualmente no tienen transmisión.

²⁸ Cambios en temperatura y precipitación para el período 2071 a 2100 basados en el período de 1961 a 1990 para las proyecciones en los escenarios A2 y B2 elaborados por el IDEAM.

generaba vacíos de infamación en algunos municipios. La herramienta utilizada se llama “Resample” de ArcView, la cual básicamente altera la proporción de un *raster* mediante el cambio del tamaño de celda.

- El resultado del análisis se genera en una tabla dbf que contiene la identificación de cada polígono y el máximo, mínimo, conteo, desviación estándar y promedio de los valores del *raster* localizados dentro de cada polígono. Para este ejercicio se utilizó el promedio.
- Donde no hubo superposición entre la capa de municipios y el *raster* de temperatura se tomó el valor de la celda más cercana o el promedio de las celdas más cercanas, dependiendo del tamaño del polígono (municipio). Estas zonas corresponden en su mayoría a algunas áreas de la costa atlántica, y del Choco (véase cuadro 29).

CUADRO 27
PROMEDIO MULTIANUAL 2003-2008 MALARIA

Tipo de malaria	Promedio casos 2003-2008 sin origen desconocido	Promedio casos 2003-2008 origen desconocido (en porcentaje del total) ^a	Total Promedio casos 2003-2008
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada menores de 1 año	345	5 (1,4%)	350
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 2 a 5 años	2.040	19 (0,9%)	2 059
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 6 a 14 años	6 973	62 (0,9%)	7 035
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada 15 años y más años	22 873	303 (1,3%)	23 175
Malaria por <i>P. vivax</i> menores de 1 año	883	6 (0,7%)	889
Malaria <i>P. vivax</i> 2 - 5 años	5 677	41 (0,7%)	5 718
Malaria <i>P. vivax</i> 6 - 14 años	15 592	107 (0,7%)	15 700
Malaria <i>P. vivax</i> 15 años y más	42 432	693 (1,6%)	43 125
Malaria complicada menores 1 año	0	0	0
Malaria complicada de 2 a 5 años	3	0	3
Malaria complicada de 6 a 14 años	5	0	5
Malaria complicada de 15 años y más	26	0	26

Fuente: Elaboración propia.

^a Los casos de origen desconocido se pueden dar por dos situaciones principalmente: i) errores de digitación, ii) la persona no proporciona esta información al momento de diligenciar la ficha de notificación. Esta última situación es frecuente en áreas con problemas de orden público.

CUADRO 28
PROMEDIO MULTIANUAL 2003-2008 DENGUE

Tipo de Dengue	Promedio casos 2003-2008 sin origen desconocido	Promedio casos 2003-2008 origen desconocido (en porcentaje del total) ^a	Total promedio casos 2003-2008
Dengue 5 a 15 años	9 382	65 (0,69%)	9 447
Dengue 15 a 65 años	19 890	225 (1,12%)	20 115
Dengue en menores de 5 años, mayores de 65 años	5 499	39 (0,70%)	5 538
Dengue grave todas la edades	4 047	29 (0,71%)	4 076

Fuente: Elaboración propia.

^a Los casos de origen desconocido se pueden dar por dos situaciones principalmente: i) errores de digitación, ii) la persona no proporciona esta información al momento de diligenciar la ficha de notificación. Esta última situación es frecuente en áreas con problemas de orden público.

CUADRO 29
MUNICIPIOS SIN SUPERPOSICIÓN DE CAPAS

Municipio	Código	Incremento Temperatura A2	Incremento Temperatura B2
Algarrobo ^a	47 030	5,71	4,62
Carmen del Darien ^a	27 150	3,41	2,72
Certegui ^b	27 160	4,10	3,37
Coveñas ^b	70 221	2,16	1,64
El Peñol ^b	52 254	3,74	3,02
El Roble ^a	70 233	4,65	3,75
Medio Atrato ^a	27 425	4,17	3,42
Medio Baudo ^b	27 430	3,84	3,18
Medio San Juan ^b	27 450	3,84	3,18
Mipiripana ^a	94 663	3,91	2,52
Norcasia ^a	17495	4,73	3,68
Puerto Santander ^b	54 553	4,41	3,77
Rio Iro ^a	27 580	3,79	3,07
Rio Quito ^a	27 600	4,17	3,42
Santa Barbara de Pinto ^b	47 720	5,58	4,70
Santa Rosalia ^a	99 624	4,02	2,47
Sucre ^b	19 875	4,22	3,45
Unión Panamericana ^b	27 810	4,10	3,37
Zona Bananera ^a	47 980	0,34	0,26

Fuente: Elaboración propia.

^a Se tomó valor celda aledaña.

^b Se tomó valor promedio celdas.

- Estimación de casos esperados en los escenarios A2 y B2:
 - Se aplicó a la transmisión promedio multianual por municipio un patrón de porcentaje de incremento. Por cada grado que aumenta la temperatura en grados centígrados en los escenarios A2 y B2 la transmisión de malaria por *P. vivax* aumentará 6%; por *P. falciparum* aumentará 10,4% al igual que para malaria complicada; dengue y dengue grave aumentarán 21%.
 - Estimación del porcentaje de incremento por municipio en los escenarios A2 y B2.
 - Estimación de casos que se incrementan por cambio climático: (promedio histórico de 2003 a 2008) X (porcentaje de incremento) asumiendo la no implementación de medidas de adaptación al cambio climático para dengue y malaria para el período 2070-2100 en los escenarios A2 y B2.
 - Casos totales para 2070-2100: (históricos) + (valor del punto c).
 - En los casos donde se desconoce el municipio de procedencia, se calculó un promedio del porcentaje de incremento de casos (Cuadro 30) y el mismo se aplicó a estos municipios para el cálculo de los casos esperados.
- Costos con cambio climático: a los casos esperados para los escenarios A2 y B2 se les aplicaron los costos señalados en el cuadro 26.

CUADRO 30
PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE INCREMENTO DE CASOS

Evento	A2	B2
Malaria Vivax	0,24	0,19
Malaria Falciparum	0,42	0,32
Dengue	0,88	0,68

Fuente: Elaboración propia.

VI. Resultados

A. Casos esperados

En los cuadros 31, 32, 33 y 34 se observa el incremento en el número de casos por cada una de las enfermedades para los cambios esperados de temperatura para 2070-2100 con respecto al período comprendido entre 1961 – 1990; asumiendo que la temperatura es la variable que modula la transmisión y que en el punto del tiempo que se cumplan la proyecciones de temperatura realizadas para el período 2070-2100 por el IDEAM, se esperará la magnitud estimada por año.

CUADRO 31
NÚMERO DE CASOS INCREMENTALES ANUALES ESPERADOS DE
MALARIA EN EL ESCENARIO A2 PARA EL PERÍODO 2070-2100

Tipo de malaria	Casos incrementales A2	Casos incrementales origen desconocido A2	Total
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada menores de 1 año	129	2	131
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 2 a 5 años	762	8	770
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 6 a 14 años	2 544	26	2 570
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada 15 años y más años	8 268	127	8 395
Malaria por <i>P. vivax</i> menores de 1 año	200	1	202
Malaria <i>P. vivax</i> 2 - 5 años	1 281	10	1 290
Malaria <i>P. vivax</i> 6 - 14 años	3 463	26	3 489
Malaria <i>P. vivax</i> 15 años y más	9 496	166	9 663
Malaria complicada menores 1 año	0	No hay	0
Malaria complicada de 2 a 5 años	1	No hay	1
Malaria complicada de 6 a 14 años	2	No hay	2
Malaria complicada de 15 años y más	10	No hay	10

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 32
NÚMERO DE CASOS INCREMENTALES ESPERADOS ANUALES DE MALARIA
EN EL ESCENARIO B2 PARA EL PERÍODO 2070-2100

Tipo de malaria	Casos incrementales B2	Casos incrementales origen desconocido B2	Total
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada menores de 1 año	100	2	102
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 2 a 5 años	594	6	600
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 6 a 14 años	1 987	20	2 007
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada 15 años y más años	6 384	97	6 481
Malaria por <i>P. vivax</i> menores de 1 año	152	1	153
Malaria <i>P. vivax</i> 2 - 5 años	974	8	982
Malaria <i>P. vivax</i> 6 - 14 años	2 633	20	2 653
Malaria <i>P. vivax</i> 15 años y más	7 188	132	7 320
Malaria complicada menores 1 año	0	No hay	0
Malaria complicada de 2 a 5 años	1	No hay	1
Malaria complicada de 6 a 14 años	2	No hay	2
Malaria complicada de 15 años y más	8	No hay	8

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 33
NÚMERO DE CASOS INCREMENTALES ANUALES ESPERADOS DE DENGUE
EN EL ESCENARIO A2 PARA EL PERÍODO 2070-2100

Tipo de dengue	Casos incrementales A2	Casos incrementales A2 origen desconocido	Total casos incrementales A2
Dengue 5 a 15 años	8 253	58	8 310
Dengue 15 a 65 años	17 462	198	17 660
Dengue en menores de 5 años, mayores de 65 años	4 963	35	4 998
Dengue grave todas la edades	3 749	26	3 775

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 34
NÚMERO DE CASOS INCREMENTALES ANUALES ESPERADOS DE DENGUE
EN EL ESCENARIO B2 PARA EL PERÍODO 2070-2100

Tipo de dengue	Casos incrementales B2	Casos incrementales B2 origen desconocido	Total casos incrementales B2
Dengue 5 a 15 años	6 400	45	6 444
Dengue 15 a 65 años	13 404	153	13 557
Dengue en menores de 5 años, mayores de 65 años	3 885	27	3 912
Dengue grave todas la edades	3 749	20	3 769

Fuente: Elaboración propia.

B. Costos estimados

En los cuadros 35, 36, 37 y 38 se observa el incremento en los costos a causa del aumento en el número de casos. Es importante mencionar que los costos se estimaron con base en las Guías de Atención y el Protocolo de Vigilancia para cada enfermedad, a pesar que según la experiencia para el caso de dengue, no se cumpla completamente. Los resultados corresponden a los costos incrementales por año en el caso en que los municipios alcanzaran la temperatura especificada en cada escenario.

Es importante recordar que los casos de origen desconocido corresponden a aquellos que en el SIVIGILA tienen información del departamento de procedencia pero no del municipio. Para el cálculo de los costos incrementales de estos casos se calculó un promedio del porcentaje de incremento de casos y se aplicó a los casos con municipio desconocido como fue mencionado anteriormente.

CUADRO 35
COSTOS INCREMENTALES POR CARGA FUTURA EN EL ESCENARIO A2 PARA MALARIA POR AÑO

Tipo de Malaria	Total costos directos e indirectos por caso (en pesos corrientes de 2010)	Total casos incrementales A2	Total costos incrementales A2 (en pesos corrientes de 2010)
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada menores de 1 año	130 966	131	17 156 546
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 2 a 5 años	138 982	770	107 016 140
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 6 a 14 años	146 998	2 570	377 784 860
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada 15 años y más años	155 014	8 395	1 301 342 530
Malaria por <i>P. vivax</i> menores de 1 año	122 990	202	24 843 980
Malaria <i>P. vivax</i> 2 - 5 años	123 358	1 290	159 131 820
Malaria <i>P. vivax</i> 6 - 14 años	123 278	3 489	430 116 942
Malaria <i>P. vivax</i> 15 años y más	123 526	9 663	1 193 631 738
Malaria complicada menores 1 año	1 917 662	0	0
Malaria complicada de 2 a 5 años	1 921 845	1	1 921 845
Malaria complicada de 6 a 14 años	1 930 365	2	3 860 730
Malaria complicada de 15 años y más	1 942 482	10	19 424 820

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 36
COSTOS INCREMENTALES POR CARGA FUTURA EN EL ESCENARIO B2 PARA MALARIA POR AÑO

Tipo de malaria	Total costos directos e indirectos por caso (en pesos corrientes de 2010)	Total casos incrementales B2	Total costos incrementales B2 (en pesos corrientes de 2010)
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada menores de 1 año	130 966	102	13 358 532
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 2 a 5 años	138 982	600	83 389 200
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada de 6 a 14 años	146 998	2 007	295 024 986
Malaria por <i>P. falciparum</i> no complicada 15 años y más años	155 014	6 481	1 004 645 734
Malaria por <i>P. vivax</i> menores de 1 año	122 990	153	18 817 470
Malaria <i>P. vivax</i> 2 - 5 años	123 358	982	121 137 556
Malaria <i>P. vivax</i> 6 - 14 años	123 278	2 653	327 056 534
Malaria <i>P. vivax</i> 15 años y más	123 526	7 320	904 210 320
Malaria complicada menores 1 año	1 917 662	0	0
Malaria complicada de 2 a 5 años	1 921 845	1	1 921 845
Malaria complicada de 6 a 14 años	1 930 365	2	3 860 730
Malaria complicada de 15 años y más	1 942 482	8	15 539 856

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 37
COSTOS INCREMENTALES POR CARGA FUTURA EN EL ESCENARIO A2 PARA DENGUE POR AÑO

Tipo de dengue	Total costos directos e indirectos por caso (en pesos corrientes de 2010)	Total casos incrementales A2	Total costos A2 (en pesos corrientes de 2010)
Dengue 5 a 15 años	504 597	8 310	4 193 321 489
Dengue 15 a 65 años	506 797	17 660	8 949 937 626
Dengue en menores de 5 años, mayores de 65 años	1 637 237	4 998	8 182 835 510
Dengue grave todas la edades	1 806 610	3 775	6 819 791 551

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 38
COSTOS INCREMENTALES POR CARGA FUTURA EN EL ESCENARIO B2 PARA DENGUE POR AÑO

Tipo de dengue	Total costos directos e indirectos por caso (en pesos corrientes de 2010)	Total casos incrementales B2	Total costos B2 (en pesos corrientes de 2010)
Dengue 5 a 15 años	504 597	6 444	3 251 642 533
Dengue 15 a 65 años	506 797	13 557	6 870 758 685
Dengue en menores de 5 años, mayores de 65 años	1 637 237	3 912	6 405 415 222
Dengue grave todas la edades	1 806 610	3 769	6 809 192 772

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 39 y cuadro 40 se puede observar un comparativo entre escenario A2 y B2 del total de costos incrementales de malaria y dengue respectivamente.

CUADRO 39
TOTAL COSTOS INCREMENTALES ESCENARIOS A2 Y B2 MALARIA

Evento	Total costos incrementales A2 (en pesos corrientes de 2010)	Total costos incrementales B2 (en pesos corrientes de 2010)
Malaria por P. falciparum no complicada menores de 1 año	17 156 546	13 358 532
Malaria por P. falciparum no complicada de 2 a 5 años	107 016 140	83 389 200
Malaria por P. falciparum no complicada de 6 a 14 años	377 784 860	295 024 986
Malaria por P. falciparum no complicada 15 años y más años	1 301 342 530	1 004 645 734
Malaria por P. vivax menores de 1 año	24 843 980	18 817 470
Malaria P. vivax 2 - 5 años	159 131 820	121 137 556
Malaria P. vivax 6 - 14 años	430 116 942	327 056 534
Malaria P. vivax 15 años y más	1 193 631 738	904 210 320
Malaria complicada menores 1 año	0	0
Malaria complicada de 2 a 5 años	1 921 845	1 921 845
Malaria complicada de 6 a 14 años	3 860 730	3 860 730
Malaria complicada de 15 años y más	19 424 820	15 539 856
Total	3 636 231 951	2 788 962 763

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 40
TOTAL COSTOS INCREMENTALES ESCENARIOS A2 Y B2 DENGUE

Evento	Total costos incrementales A2 (en pesos corrientes de 2010)	Total costos incrementales B2 (en pesos corrientes de 2010)
Dengue 5 a 15 años	4 193 321 489	3 251 642 533
Dengue 15 a 65 años	8 949 937 626	6 870 758 685
Dengue en menores de 5 años, mayores de 65 años	8 182 835 510	6 405 415 222
Dengue grave todas la edades	6 819 791 551	6 809 192 772
Total	28 145 886 176	23 337 009 212

Fuente: Elaboración propia.

El total de costos incrementales por cambio climático, escenario A2, para malaria será de 3.636 millones de pesos y para dengue 28.146 millones de pesos. En el escenario B2 son 2.789 millones de pesos para malaria y 23.337 millones de pesos para dengue (véase cuadro 41).

CUADRO 41
TOTAL COSTOS INCREMENTALES ESCENARIOS A2 Y B2 MALARIA Y DENGUE

Evento	Total costos incrementales A2 (en pesos corrientes de 2010)	Total costos incrementales B2 (en pesos corrientes de 2010)
Malaria	3 636 231 951	2 788 962 763
Dengue	28 145 886 176	23 337 009 212
Total	31 782 118 127	26 125 971 975

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los costos del programa de ETV siendo estos estimado a través de la apropiación presupuestal (véase cuadro 10) y el plan de compras del MPS para el programa de control de ETV (véase cuadro 11) se asumió que el total del plan de compras va dirigido para atender malaria y dengue y que el 75% de la apropiación presupuestal se destina igualmente para estas dos enfermedades, se observa que el valor total de compras y apropiación es de 36.264 millones de pesos (véase cuadro 42).

CUADRO 42
COSTOS PROGRAMA DE ETV

Promedio 75% apropiación presupuestal ^a	Plan de compras programa de control ETV ^b	Total plan de compras y apropiación ^c
28 694 614 418	7 569 344 848	36 263 959 266

Fuente: Elaboración propia.

^a Valor 2007 llevado a 2010.

^b Valor 2008 llevado a 2010.

^c Valor 2010.

Se calculó el gasto por caso (369.720 pesos) (véase cuadro 43) y posteriormente se multiplicó por los casos incrementales según sea el escenario A2 o B2 (véase cuadros 44 y 45). No se hace diferencia respecto al gasto por caso si es malaria o dengue ni se contemplan otros ajustes económicos.

CUADRO 43
COSTO DEL PROGRAMA DE ETV POR CASO

Total plan de compras y apropiación (en pesos corrientes de 2010)	Total casos malaria y dengue promedio 2003-2008	Costo por caso (en pesos corrientes de 2010)
36 263 959 266	98 085	369 720

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 44
COSTOS INCREMENTALES PROGRAMA ETV ESCENARIO A2 POR AÑO

Costo por caso (en pesos corrientes de 2010)	Casos incrementales malaria y dengue A2	Total costos incrementales programa ETV (en pesos corrientes de 2010)
369 720	61 267	22 651 618 416

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 45
COSTOS INCREMENTALES PROGRAMA DE ETV ESCENARIO B2 POR AÑO

Costo por caso (en pesos corrientes de 2010)	Casos incrementales malaria y dengue B2	Total costos incrementales programa ETV (en pesos corrientes de 2010)
369 720	47 991	17 743 219 342

Fuente: Elaboración propia.

Al sumar los costos incrementales del programa de ETV a los costos por tratamiento, incapacidad y desplazamiento da un valor de 54.434 millones de pesos en el escenario A2 y 43.869 millones de pesos en el escenario B2 (véase cuadro 46).

CUADRO 46
TOTAL COSTOS INCREMENTALES MALARIA Y DENGUE ESCENARIO A2 Y B2 POR AÑO

Costo	Escenario A2 (en pesos corrientes de 2010)	Escenario B2 (en pesos corrientes de 2010)
Total costos incrementales malaria y dengue (tratamiento, desplazamiento, incapacidad)	31 782 118 127	26 125 971 975
Total costos incrementales programa ETV	22 651 618 416	17 743 219 342
Total	54 433 736 543	43 869 191 317

Fuente: Elaboración propia.

VII. Conclusiones

Con el fin de tener una perspectiva sobre el significado de estos datos de costos, se realizó un ejercicio de estimación actual de costos de malaria y dengue. Para ello, se utilizó el promedio de casos 2003-2008 que se usó como base para calcular los casos incrementales por cambio climático. En el cuadro 47 se puede observar el costo total de malaria y dengue incluyendo los costos del programa.

CUADRO 47
TOTAL ACTUAL COSTOS MALARIA Y DENGUE A PRECIOS DE 2010

Costo	Valor (en pesos corrientes de 2010)
Total costos malaria	13 103 007 948
Total costos dengue	31 393 417 610
Total costos programa ETV (plan de compras y apropiación)	36 263 959 266
Total	80 760 384 824

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se estima que si actualmente se presentará el número de casos incrementales esperados por cambio climático, el incremento en los costos en el escenario A2 sería del 67% y en el B2 del 54%.

Con el ejercicio realizado se podría concluir que la inversión que se realice actualmente en programas que enfoquen sus actividades en medidas de adaptación dirigidas a disminuir la vulnerabilidad a cambio climático podrían disminuir los costos incrementales resultantes por cambio climático. Más aun teniendo en cuenta que la disminución de la vulnerabilidad se puede lograr a través de programas regulares de salud

pública y necesarios aun sin la presencia del cambio climático como saneamiento, acceso a agua potable, acceso a servicios de salud, mejoramiento de infraestructura de vivienda y fortalecimiento de los sistemas de vigilancia en salud pública entre otras.

CUADRO 48
INCREMENTO DE COSTOS COMPARADO CON VALOR ACTUAL

	Costo actual (en pesos corrientes de 2010)	Costos escenario A2 (en pesos corrientes de 2010)	Costos escenario B2 (en pesos corrientes de 2010)
Valor (en pesos)	80 760 384 824	54 433 736 543	43 869 191 317
Incremento (en porcentaje)		67%	54%

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, estas medidas pueden disminuir la vulnerabilidad pero no necesariamente incrementa la resiliencia en el futuro (Ebi, 2011); en ese sentido la adaptación requeriría de estímulos de la base comunitaria, por ejemplo, para el incremento del capital social y movilización, y de la respuesta social institucional para la actualización y mantenimiento de los programas de evaluación y atención del riesgo con el objetivo de anticiparse, reducir la vulnerabilidad a ese riesgo, prepararse y responder efectivamente a las amenazas y recuperarse rápidamente para la próxima amenaza, sin obviar las variables que en tiempo y espacio probablemente modifiquen la magnitud del impacto debido a vulnerabilidades específicas.

Bibliografía

- Agudelo C. A. Corredor y M.V. Valero (2004), “Assessing options for an Innovate malaria control program on de basis of experience with the New Colombian health social security system”, *Revista de Salud Pública*, vol 6, suppl.1, octubre 2004.
- Aron, J, y R.M. May (1982), The population dynamics of malaria, Anderson, R.M. (ed). “The population dynamics of infectious diseases: theory and applications”, Chapman and Hall, Londres, 139-179.
- Blanco, J.yD.Hernandez(2009), “Thecostsofclimatechangeintropical-borne disease: a case studio of malaria and dengue in Colombia”. *Sustainable development working paper 32*, World Bank. Disponible en [http://irispublic.worldbank.org/85257559006C22E9/A11+Documents/85257559006C22E9852575D600577B9B/\\$File/SDWP%2032%20June%202009.pdf](http://irispublic.worldbank.org/85257559006C22E9/A11+Documents/85257559006C22E9852575D600577B9B/$File/SDWP%2032%20June%202009.pdf).
- Bouma, M. y otros (1997), “Predicting high-risk years for malaria in Colombia using parameters of El Niño-Southern Oscillation”, *Tropical Medicine and International Health*, 2, 1122-1127.
- Burke, D. y otros (2001), “Under the weather: Climate, ecosystems, and infectious disease”, *Emerg Inf Dis* 2001; 7: 606-608.
- Campbell-Lendrum, D. y R. Woodruff (2007), “Climate Change: Quantifying the health impact at national and local levels. Environmental burden of disease”, *Public Health and the Environment*, Series N 14, Geneva, WHO.
- Castellanos, P.L. (1987), “Sobre el concepto de salud-enfermedad. Un punto de vista epidemiológico”, *Cuadernos Médicos Sociales*, N° 42, CESS, Rosario, p. 15 a 24.

- Cerón, V. (2009), "Epidemiology and first approach to estimate vulnerability to malaria outbreaks: steps to implement a malaria early warning system (MEWS) as adaptation measure for climate change in Colombia (INAP Project)", vol 14, suppl 2, September 2009.
- ____ (2008), "Descripción epidemiológica y estimación de la prevalencia de Malaria en el municipio de Buenaventura en el marco del proyecto INAP. Investigador", *suplemento revista Infectio* (revista de la Asociación Colombiana de Infectología), julio 2008, pág. 87.
- ____ (2008), "Informe anual Proyecto Piloto Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático (INAP) –malaria con base en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional (SIVIGILA) 2000-2007".
- ____ (2004), "Modelo de control de malaria en el Departamento de Antioquia. Estudio de casos", *Revista de Salud Pública*, vol 6, suppl.1.
- Cerón, V. y P. Gutiérrez (2008), "Epidemiología de la Malaria en Colombia, Georeferenciación y Definición de Escenarios Epidemiológicos en el marco del Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático INAP", *suplemento revista Infectio* (revista de la Asociación Colombiana de Infectología), julio 2008, pág. 78.
- Chavez M. y otros (2005), "Influence of water temperature and salinity on seasonal occurrences of *Vibrio cholerae* and enteric bacteria in oyster producing areas of Veracruz, Mexico", *Marine Pollution Bulletin*, 50(12): 1641-1648.
- Chen C. y otros (2007), "Effects of chronic and acute ozone exposure on lipid peroxidation and antioxidant capacity in healthy young adults", *Environ Health Perspect.* 2007 Dec;115(12):1732-7.
- Confalonieri, U. y otros (2007), Human health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 391-431.
- Connor, S. y otros (2006), "Using Climate Information for Improved Health in Africa: Relevance, Constraints and Opportunities", *Geospatial Health*, 1: 17-36.
- Correa B. y otros (2005), "Malaria entre la población Tule (Kuna) del resguardo Caimán Nuevo (Turbo y Necoclí; Antioquia, Colombia), 2003-2004," *Invest. educ. enferm*, vol 23, N°2, p.16-33. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/iee/v23n2/v23n2a02.pdf>.
- Dye, C. (1992), "The analysis of parasite transmission by blood-sucking insects", *Annu Rev Entomol.* 37: 1-19.
- Ebi, L. Kristie (2011), "Resilience to the Health Risks of Extreme Weather Events in a Changing Climate in the United States", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 8, 4582-4595.
- Epstein, P.R. (2000), "Is Global Warming harmful to health?", *Scientific American*, 283: 50-57.
- ____ (1997), "Climate, Ecology and Human Health", *Consequences, The Nature and Implications of Environmental Change*, vol 3, N° 2:3-19.
- Franco A. y otros (1997), "Cholerae in Lima Peru correlates with prior isolation of *Vibrio cholerae* from the environment", *American Journal of Epidemiology*, 146 (12): 1067-1075.
- Focks, D. y N. Alexander (2006), "Multicountry study of *Aedes aegypti* pupal productivity survey methodology: findings and recommendations", World Health Organization.
- Gil, C. (2009), "Estructura del gasto para los programas de control de enfermedades transmitidas por vectores", Informe Metodológico INAP-salud.
- González, L. y otros (2000), "Características clínico epidemiológicas de 291 pacientes hospitalizados por malaria en Medellín (Colombia)", *Acta Médica Colombiana*, vol. 25 N° 4 - julio-agosto – 2000.
- Guo Y. y otros (2009), "Association between ambient temperature and hospital emergency room visits for cardiovascular diseases: a case-crossover study", *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*, vol 29, issue 11, noviembre 2008, 1064-1068.
- Hay, S.I. y otros (2002), Hot topic or hot air?. Climate change and malaria resurgence in East Africa highlands, *Trends in Parasitology*, 18: 530-534.

- Hope, K.L. y M. Thompson (2008), *Climate and Infectious Diseases. Seasonal forecasts, climatic change and human health: health and climate*, Ed. Springer.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) (2008), “Elaboración de escenarios de cambio climático para la segunda mitad del siglo XXI en diferentes regiones del territorio colombiano y de un informe de evaluación del cambio climático en Colombia que incluya entre otros las tendencias actuales y futuras y los posibles impactos del cambio climático en los sectores socioeconómicos y regiones del país”, Informe final. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=1326>.
- ____ (2001), “Colombia: Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, Bogotá (Colombia), 303 p.
- INS (Instituto Nacional de Salud) (2010), “Informe Final Dengue 2009”.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007a), “Fourth Assessment Report, Contribution of Working Group I: Climate Change”, Disponible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#1.
- ____ (2007b) “Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Contribution of Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability”. Cambridge University Press.
- ____ (2001a) Third Assessment Report: Climate Change, Anexo B: Glosario de términos, Disponible en <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>.
- ____ (2001b), Third Assessment Report Contribution of Working Group I: Climate Change, Cambridge University Press.
- ____ (2001c), Third Assessment Report Contribution of Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Cambridge University Press.
- ____ (1996), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>.
- ____ (1995), Climate change: a glossary by the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#1.
- Kjellstrom, T. y otros, (2009), “Public health impact of global heating due to climate change: potential effects on chronic non-communicable diseases”, *Int J Public Health*, 2010 Apr;55 (2):97-103. Epub 2009 noviembre 10.
- Kovats, R.S. (2000), “El Niño and Human Health”, *Bulletin of the World Health Organization*, 78 (9): 1127-1135.
- Kovats, R.S. y S. Hajat (2008), “Heat stress and public health: a critical review”, *Annu Rev Public Health*. 2008; 29:41-55.
- Kuhn, K. y otros (2005), “Using climate to predict infectious disease epidemics”, *World Health Organization*, N° 54.
- Lama J. y otros (2004), “Environmental temperature, cholerae and acute diarrhoea in adults in Lima, Peru”, *Journal of Health, Population and Nutrition*, 22 (4): 399-403.
- Leibovich, J., M. Nigrinis y M. Ramos (2005), Caracterización del mercado laboral rural en Colombia. Borrador 408. Borradores de economía, Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República, Bogotá. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra408.pdf>.
- Lin, C.M. y C.M. Liao (2009), “Temperature-dependent association between mortality rate and carbon monoxide level in a subtropical city: Kaohsiung”, *Taiwan. Int J Environ Health Res.*, 2009 Jun;19(3):163-74.
- Lindsay, S.W. y M.H. Birley (1996), “Climate Change and Malaria Transmission”, *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 90: 573-588.
- Macdonald, G. (1957), *The epidemiology and control of malaria*, Oxford University Press, London, U.K.
- Mantilla, G., H. Oliveros, y A. Barnston (2009), The role of ENSO in understanding changes in Colombia's annual malaria burden by region, 1960-2006, *Malaria Journal* 2009, 8:6 <http://www.malariajournal.com/content/8/1/6>.

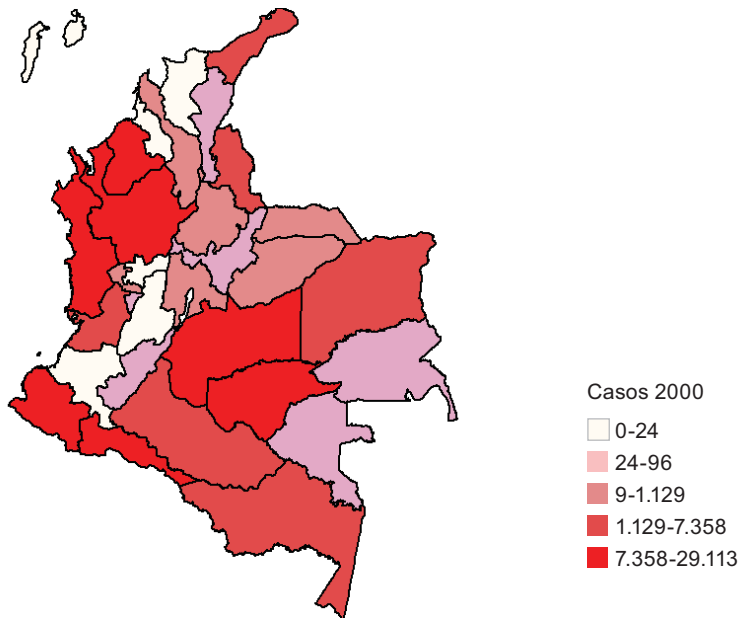
- Martens, W.J.M. (1997), "Health impacts of climate change and ozone depletion, An eco-epidemiological modelling approach", Maastricht, Netherlands.
- Martens W.J.M. y otros (1995), "Potential impact of global climate change on malaria risk", *Environmental Health Perspectives*, 103: 458-464.
- McMichael, A.J. y C.D. Butler (2004), Climate change, health, and development goals, *The Lancet*, vol. 364, Issue 9450, Pages 2004 – 2006.
- McMichael A.J., R. E. Woodruff y S. Hales (2006), Climate change and human health: present and future risk, *The Lancet*, vol 367, Issue 9513, Pages 859–869.
- Mitchell J.F.B. y D. J Karoly (2001), Detection of climate change and attribution of causes, *Climate change 2001: the Scientific basis*, J. T. Houghton y otros. Cambridge University Press. Cambridge pp 695.
- MSH (Management Sciences for Health) (2008), Guía Internacional de Indicadores de Precios de Medicamentos 2008-2010, Disponible en <http://erc.msh.org/mainpage.cfm?file=1.0.htm&module=dmp&language=spanish>.
- MPS (Ministerio de la Protección Social) (2010a), "Guía para la atención clínica integral del paciente con dengue", Documento borrador, Bogotá, D.C.
- ____ (2010b), "Guía para la atención clínica integral del paciente con malaria", Documento borrador. Bogotá, D.C.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2009), *World Malaria Report 2009*. Geneva.
- Osoario, S. (2009), Cambio climático salud humana: de la investigación a la toma de decisiones: Memorias XIV Congreso Colombiano de Medicina Tropical, *Biomédica* 2009;29(Supl.):78-82.
- Ospina, G. (2004), Estudio de Apoyo Sobre el Sector Transporte en Colombia, *Recent Economic Development in Infrastructure (REDI)*, World Bank. Disponible en <http://www.worldbank.org/transport/transportresults/regions/lac/lac-colombia-corregido.pdf>.
- Padmanbha, H. (2007), "Informe semestral proyecto INAP–dengue con base en el sistema de vigilancia epidemiológica nacional SIVIGILA 2000-2007".
- Patz J.A. y otros (2002), Climate change: Regional warming and malaria resurgence, *Nature*, 420: 627-628.
- Patz J.A. y R.S. Kovats (2002), Hotspots in climate change and human health, *British Medical Journal*, 325: 1094-1098.
- Patz, J.A. y otros (2005), Impact of regional climate change on human health, *Nature*, 438: 310-317.
- Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds.,(2007), Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 391-431.
- Pineda, F., M.V. Valero y C. Agudelo (2004), Evaluación del programa de control de malaria en la amazonia colombiana, *Revista de Salud Pública*, vol 6, suppl.1, Oct. 2004.
- PNUD (2008), Eventos climáticos extremos y pobreza en América Latina. Disponible en http://pnud.eventosclimaticos-lac.org/doc_trabajo.php.
- Poveda G. (2009), "Efectos del Cambio Climático sobre Salud Pública", Conferencia Internacional del Agua, Cali Noviembre 9 de 2009.
- Poveda, G. y otros (2001), Coupling between annual and ENSO timescales in the malaria-climate association in Colombia, *Environmental Health Perspectives*, 109: 489-493.
- Poveda, G., y otros (2000), Climate and ENSO variability associated with vector-borne diseases in Colombia. In: *El Niño and the Southern Oscillation, Multi-scale Variability and Global and Regional Impacts*, 1st edition. Edited by: Diaz HF and Markgraf V. Cambridge University Press: 183-204.
- Poveda, G. y W. Rojas (1997), Evidencias de la asociación entre brotes epidémicos de malaria en Colombia y el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur, *Revista de la Academia Colombiana de Ciencia*, 21:421-429.
- República de Colombia (1996), "Manual Tarifario de Salud de Colombia", Decreto 2423 del 31 de diciembre de 1996, Disponible en <http://www.fasecolda.com/fasecolda/BancoMedios/Documentos%20PDF/decreto%202423%20de%201996%20-%20año%202010.pdf>.

- Revich BA, DA. Shaposhnikov y EG. Semutnikova (2008), Climate conditions and ambient air quality as risk factors for mortality, *Moscow Med Tr Prom Ekol*, 2008;(7):29-35.
- Ruiz, D. y otros (2006), Modelling entomological-climatic interactions of Plasmodium falciparum malaria transmission in two Colombian endemic-regions: Contributions to a National Malaria Early Warning System, *Malaria Journal*, 2006, 5:66, 01 Aug.
- Ruiz, D., y otros (2002), Modelación sistémica para el diagnóstico de la interacción clima-malaria en Colombia. Aplicación durante El Niño 1997-98 y La Niña 1998-2000, *Meteorología Colombiana*, N° 5, 41-48.
- Rua, G. (2006), *Variabilidad climática con énfasis en el Fenómeno del Niño/Oscilación del Sur y su impacto sobre los factores entomológicos de la transmisión de malaria en zonas de Colombia*, Tesis de Grado Doctorado, Universidad Nacional de Colombia.
- Sachs, J.D. (2004), Health in the developing World: Achieving the Millennium Development Goals, *Bulletin of the World Health Organization*, 82 (12) 947-949.
- Schemann, J. F. y otros (2002), Risk Factors for trachoma in Mali. International, *Journal of Epidemiology*, 31 (1): 194-201.
- Slenning, B.D. (2010), Global climate change and implications for disease emergence, *Vet Pathol*, 47(1):28-33.
- Tebaldi, C. y otros, (2006), Going to the extremes: An intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events, *Climatic Change*, 79, 185–211.
- Tedesco, LR. (1980), Trachoma and environment in the Northern Territory of Australia, *Soc Sci Med Med Geogr.*, 14(2):111-7.
- Thompson M. y otros (2006), Potential of environmental models to predict meningitis epidemics in Africa. *Tropical Medicine & International Health*, 11 (6): 773-778.
- Tobón, A. y otros, (2006), Clínica de la malaria complicada debida a P. falciparum Estudio de casos y controles en Tumaco y Turbo (Colombia), *IATREIA*, vol 19 N°4, diciembre 2006.
- WHO (World Health Organization) (2004), Using climate to predict infectious disease outbreaks; a review, Geneva: Disponible en http://whqlibdoc.who.int/HQ/2004/WHO_SDE_OEH_04.01.pdf.
- Yang, W. y ST. Omaye, (2009), Air pollutants, oxidative stress and human health. *Mutat Res*, 31;674(1-2):45-54.

Anexos

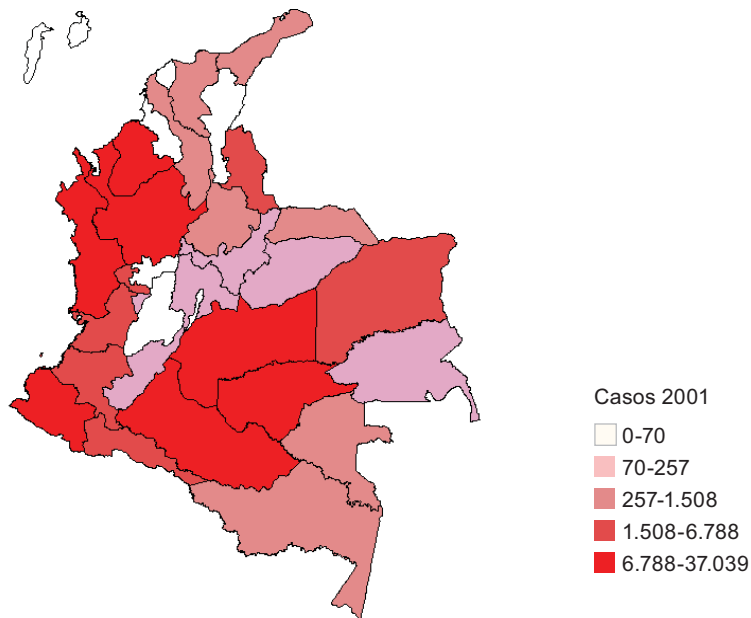
Anexo 1 Mapas de riesgo por año de dengue y malaria

**MAPA A.1
RIESGO POR CASOS DE MALARIA 2000**



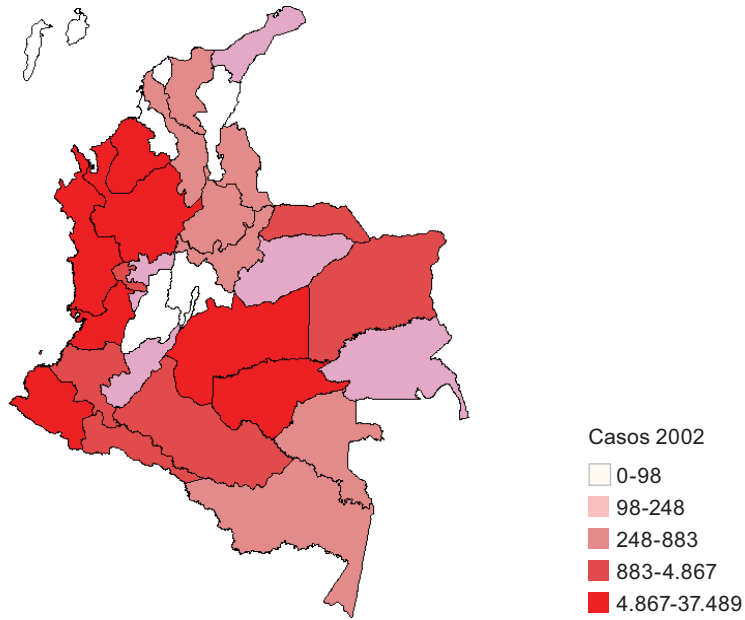
Fuente: Elaboración propia.

**MAPA A.2
RIESGO POR CASOS DE MALARIA 2001**



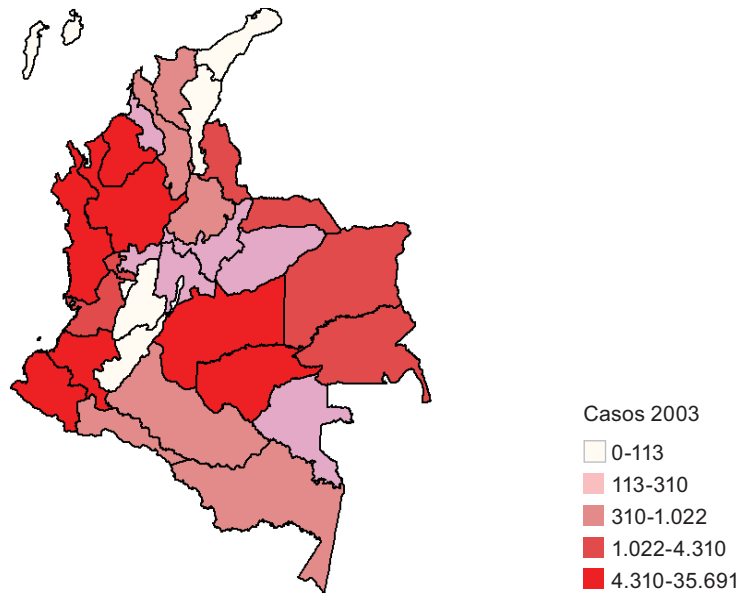
Fuente: Elaboración propia.

MAPA A.3
RIESGO POR CASOS DE MALARIA 2002



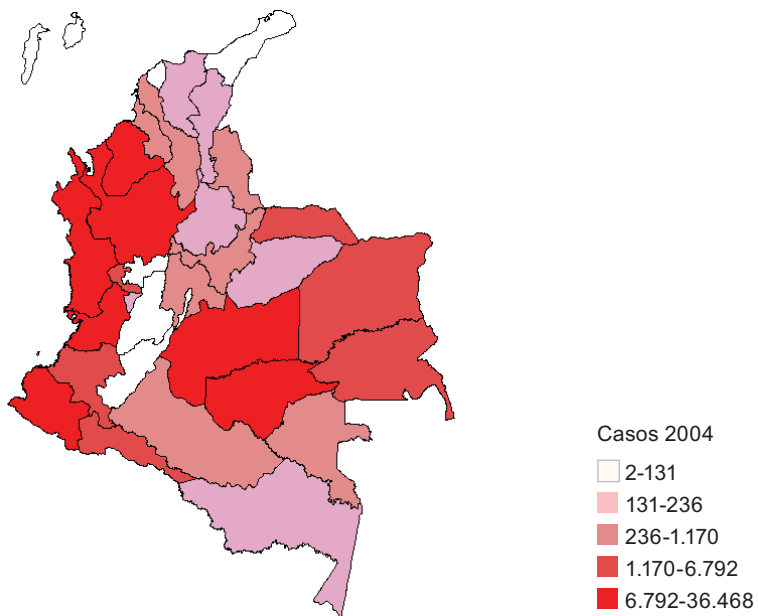
Fuente: Elaboración propia.

MAPA A.4
RIESGO POR CASOS DE MALARIA 2003



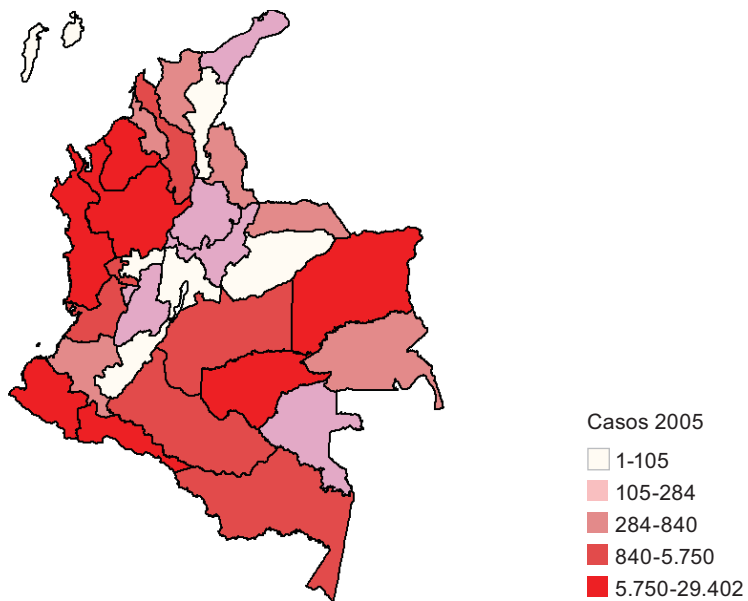
Fuente: Elaboración propia.

MAPA A.5
RIESGO POR CASOS DE MALARIA 2004



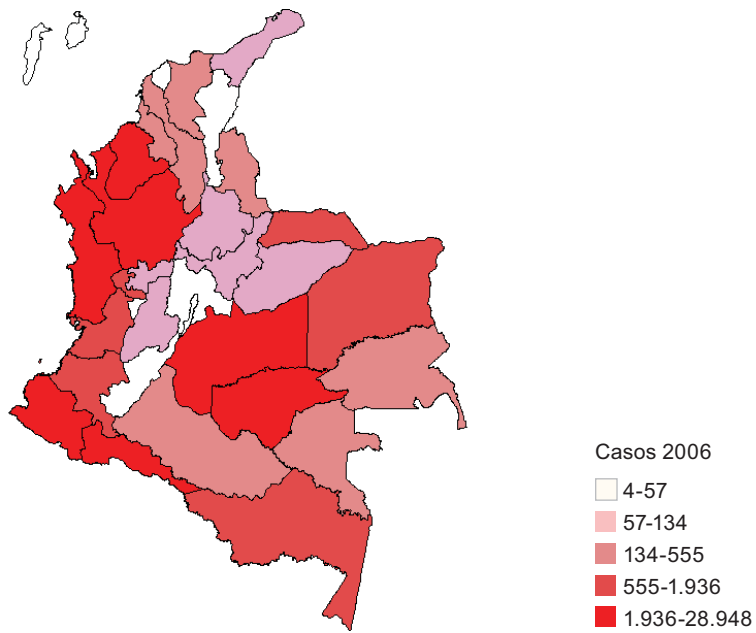
Fuente: Elaboración propia.

MAPA A.6
RIESGO POR CASOS DE MALARIA 2005



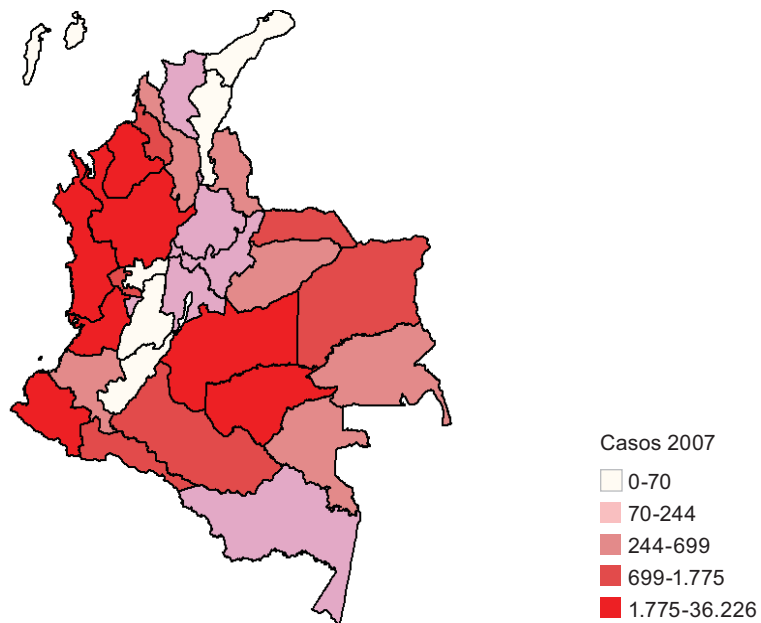
Fuente: Elaboración propia.

MAPA A.7
RIESGO POR CASOS DE MALARIA 2006



Fuente: Elaboración propia.

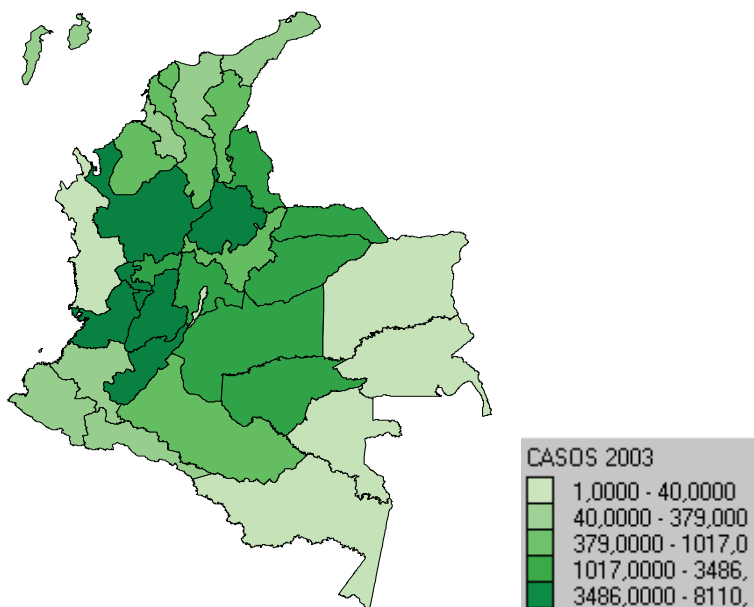
MAPA A.8
RIESGO POR CASOS DE MALARIA 2007



Fuente: Elaboración propia.

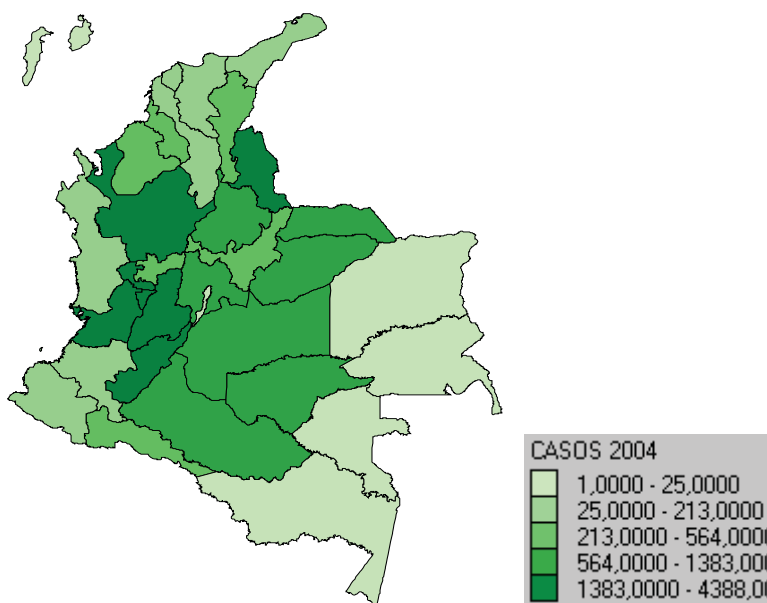
Anexo 2 Mapas de dengue

**MAPA A.9
RIESGO POR CASOS DE DENGUE 2003**



Fuente: Elaboración propia.

**MAPA A.10
RIESGO POR CASOS DE DENGUE 2004**



Fuente: Elaboración propia.



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

medio ambiente y desarrollo

Números publicados

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en
www.cepal.org/publicaciones

148. Efecto del cambio climático en el costo de los eventos de interés en salud pública en Colombia: estudio de caso sobre malaria y dengue. Viviana Cerón Rodríguez y Salua Osorio Mrad (LC/L.3587), marzo 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org, erecc.lac@cepal.org.
147. Desarrollo de una función agroclimática para estimar productividad de los cultivos agrícolas en Colombia. J. Francisco Boshell V. (LC/L.3586), marzo 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org, erecc.lac@cepal.org
146. Panorama del cambio climático en Colombia. Javier Blanco (LC/L.3585), marzo 2013. Email: carlos.demiguel@cepal.org, erecc.lac@cepal.org.
145. Análisis de la vulnerabilidad del sector hidroeléctrico frente a escenarios futuros de cambio climático en Chile. James McPhee, Eduardo Rubio, Rodrigo Meza, Álvaro Ayala (LC/L.3599), diciembre 2012. Email: erecc.lac@cepal.org.
144. Políticas Fiscales, impactos energéticos y emisiones de CO2 en Chile. Carlos de Miguel, Raúl O’Ryan, Mauricio Pereira y Bruno Carriquiry (LC/L.3434), diciembre 2011. Email: carlos.demiguel@cepal.org.
143. Financiamiento para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en un contexto de crisis: Indicadores para Chile. Raúl O’Ryan, Mauricio Pereira y Carlos de Miguel (LC/L.3405), noviembre 2011. Email: carlos.demiguel@cepal.org.
142. Estimaciones de gasto social en vivienda y desarrollo urbano para algunos países de América Latina y el Caribe. Raquel Szalachman, María Paz Collinao. (LC/L.3169-P) N° de venta: S.09.II.G.142 marzo 2010. Email: Raquel.szalachman@cepal.org.
141. Gasto social en vivienda y desarrollo urbano. Raquel Szalachman, María Paz Collinao. (LC/L.3149-P), N° de venta: S.09.II.G.122, diciembre 2009. Email: Raquel.szalachman@cepal.org.
140. Síndrome holandés, regalías mineras y políticas de gobierno para un país dependiente de recursos naturales: el cobre en Chile. Mauricio Pereira, Andrés Ulloa, Raúl O’Ryan, Carlos de Miguel (LC/L.3139-P), N° de venta: S.09.II.G.112, diciembre 2009. Email: carlos.demiguel@cepal.org.
139. Desenvolvimento redoviario e o impacto fiscal do sistema de concessões em Brasil. Ana Paula H.Higa (LC/L.3120-P), N° de venta: P.09.II.G.99, octubre 2009. Email: Ricardo.jordan@cepal.org.
138. Trade and Sustainable Development: Spatial Distribution of Trade Policies Impacts on Agriculture. Sergio Ludeña, Andrés Schuschny, Carlos de Miguel y José Durán. (LC/L.3048-P), N° de venta: E.09.II.G.50 (US\$ 10.00), junio 2009. Email: carlos.demiguel@cepal.org.
137. Consideraciones ambientales en torno a los biocombustibles líquidos. José Javier Gómez, Joseluis Samaniego, Mariana Antonissen (LC/L.2915-P), N° de venta: S.07.II.G.49 (US\$ 10.00), julio 2008. Email: jose.gomez@cepal.org.

El lector interesado en adquirir números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile, Fax (562) 210 2069, correo electrónico: publications@cepal.org.

Nombre:
 Actividad:
 Dirección:
 Código postal, ciudad, país:
 Tel.: Fax: E.mail:

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

148

DESARROLLO

MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO



COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN
www.cepal.org