

10.1. CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD

Para entender los impactos del cambio climático sobre la salud humana, es preciso conocer de antemano cuáles son las relaciones que se establecen entre el clima, el medio ambiente y la salud; con particular atención a las transformaciones o pérdidas de servicios en los ecosistemas y a los impactos en la sociedad, que traen consigo cambios en los patrones de las enfermedades, la reemergencia y brotes de enfermedades. El cambio climático, de la manera que se estima ocurra en Cuba, también podría tener efectos beneficiosos sobre la salud humana, debido a la ocurrencia de inviernos menos severos, lo que puede hacer disminuir el nivel de algunas enfermedades, como el Asma bronquial, del mismo modo que un aumento de las temperaturas podría reducir la variabilidad de las poblaciones de mosquitos. Sin embargo, la comunidad científica considera hoy día que las repercusiones del cambio climático a la salud serían en su mayoría adversas. (IPCC, 2007); en este sentido, un reporte de la Organización Mundial de la Salud del año 2002, se estimó que aproximadamente el 2,4% de las EDA son consecuencia de las variaciones y cambios del clima; de igual manera que un 6% de los casos de Malaria se atribuye a las anomalías del clima.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2008), señala que entre los cambios que se esperan para la salud están las modificaciones de los límites geográficos de extensión y los cambios de los patrones estacionales de algunas enfermedades infecciosas, en particular de las transmitidas por vectores, como la malaria y el dengue, y de las producidas por alimentos, como la salmonelosis. Otro aspecto del cambio climático de importancia para la salud, es el aumento de las temperaturas medias, que combinadas con una mayor variabilidad climática, altera el patrón de exposición a temperaturas extremas, lo que implicaría impactos, tanto en el período invernal como en verano (OMS, 2008).

Sin embargo, aun no está claro cuál es la contribución de las variaciones y el cambio climático en los patrones de las enfermedades, pues alteraciones en otros factores, también determinantes, dificultan encontrar los pequeños cambios en los modelos epidemiológicos atribuibles a la variabilidad climática; lo que induce a realizar investigaciones en las que se realicen observaciones simultáneas en diferentes regiones físico geográficas, para esclarecer el efecto del clima como determinante poblacional o factor de riesgo global, en los que no se puede hablar de individuos expuestos y no expuestos. (Carlos Corbalán, OMS- 2004).

Para el desarrollo de las investigaciones y los estudios que relacionen las condiciones climáticas y la transmisión de enfermedades infecciosas o el comportamiento de las no infecciosas, existen tres categorías (Ebis L K, Lewis D N and Corvalan C , 2005): (a) las dirigidas al análisis de pruebas científicas de las asociaciones de la variabilidad climática y la frecuencia de las enfermedades infecciosas en el pasado reciente; (b) el estudio de los indicadores tempranos de repercusión del cambio climático en la salud humana, que comienzan a manifestarse en las enfermedades infecciosas y no infecciosas y (c) las dirigidas a la utilización de las evidencias y relaciones encontradas,

para la creación de modelos predictivos que permitan estimar la carga futura de enfermedades y alertar sobre los brotes epidémicos, a partir de las condiciones climáticas que se prevén (OMS, 2009).

A pesar de los múltiples estudios realizados en cada una de las tres categorías, aun la comunidad científica no tiene claras las consecuencias de la variabilidad climática sobre la salud humana, ya que no han sido totalmente estudiadas. Por ello, no están debidamente reflejadas en las políticas y la toma de decisiones, debido a que las respuestas de una misma enfermedad varían de una región a otra, aumentando el nivel de incertidumbre de los estudios hasta ahora realizados. Esto conlleva al desarrollo de nuevos estudios de carácter regional y local, que permitan esclarecer la sensibilidad a los cambios y las formas de manifestarse en cada región climática, partiendo de modelos que intenten describir las interacciones no lineales fuertes, que aunque tienen presente las variaciones, no están reflejadas de manera explícita (Ortiz, 2010).

Este acápite muestra los resultados alcanzados en los estudios de variabilidad, cambio climático y salud humana en Cuba, que han posibilitado identificar las enfermedades sensibles al clima, y como este influye sobre la carga actual de algunas enfermedades, así como en su patrón de comportamiento y tendencias que provocan cambios del riesgo en la población cubana. Además estima los costos potenciales atribuibles al impacto del cambio climático.

10.2. ENFERMEDADES INFECCIOSAS

10.2.1. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES

Los vectores de importancia médica, como los mosquitos, responsables de la transmisión del dengue, malaria, encefalitis equinas y encefalitis del Nilo Occidental, entre otras, acortan su ciclo de vida, desarrollándose fácilmente en épocas húmedas y de intenso calor. Algunos vectores, como el *Aedes aegypti*, son favorecidos cuando se almacena agua en condiciones inadecuadas o se mantienen criaderos potenciales o reales por malas condiciones de higiene ambiental; a la vez que otros, como el *Anopheles albimanus* o *Culex quinquefasciatus*, potenciales transmisores de malaria y encefalitis, respectivamente, pueden ser beneficiados por idénticas actitudes negligentes. Las condiciones del tiempo y el clima en Cuba son propicias para que en todo el año estos vectores mantengan un desarrollo sostenido.

Dentro de las enfermedades infecciosas, las de transmisión por vectores constituyen un creciente problema de salud, ya que las mismas amplían su extensión geográfica, incrementan de forma alarmante su incidencia y se han hecho endémicas en muchos países, tal es el caso del dengue a expensas de su vector, el mosquito *Aedes aegypti*. Por presentarse en forma de epidemias, esta dolencia tiene un gran impacto económico y social, y se encuentra entre las enfermedades reemergentes de mayor magnitud en el país, a pesar de las acciones desarrolladas en los últimos 40 años. A nivel continental, este vector cobra cada vez mayor importancia, debido a la circulación simultánea de los 4 serotipos, la introducción de nuevas variantes genéticas del virus del dengue de mayor patogenicidad, y el aumento de la extensión geográfica y abundancia local del *Aedes aegypti*. En el período 2000-2002, los países de las Américas fueron el escenario de mayor actividad de dengue a nivel mundial, mucho más que los países del Sudeste Asiático y el Pacífico Occidental, que tradicionalmente ocupaban el primer lugar.

El factor de mayor importancia para la expansión e incremento del dengue, es la ampliación en extensión y abundancia del *Aedes aegypti*, lo que le confiere gran significado desde el punto de vista médico y epidemiológico, porque el combate al dengue está centrado exclusivamente en el ofensiva contra su vector transmisor y las condiciones que favorecen su presencia en las comunidades.

La amenaza del dengue en Cuba, por la presencia permanente del mosquito *Aedes aegypti* en la mayoría de las cabeceras provinciales, con índices de infestación altos en varias de ellas, unido al incremento del intercambio con países donde el dengue es una enfermedad endémica, potencian la ocurrencia de brotes epidémicos de esta arbovirosis en el país. En 1981 ocurre en Cuba la primera epidemia de dengue hemorrágico del Hemisferio occidental; cuando en mayo de ese año se comenzaron a notificar algunos enfermos con síndrome febril en el municipio Boyeros, en la Ciudad de La Habana, compatible con el diagnóstico de dengue. La enfermedad fue confirmada simultáneamente en La Habana, Cienfuegos y Camagüey, posteriormente se vieron afectadas las restantes provincias. En esta gran epidemia se notificaron un total de 344 203 casos, fueron hospitalizados 116 143 enfermos (33,7% del total) y 158 fallecidos, mientras que el costo total del evento se calculó en 103 millones de dólares. El 9 de junio de 1981 se puso en vigor el programa para la eliminación de la epidemia de dengue y de la erradicación del mosquito *Aedes aegypti*.

De 1984 a 1996, la incidencia anual de focos del vector en el país osciló en niveles bajos. En esta etapa, con excepción de Ciudad de La Habana, las restantes provincias, reportaron niveles mínimos de infestación, como resultado de traslados procedentes de la capital (única provincia positiva) y del exterior del país, principalmente a través de la importación de neumáticos, que en reiteradas ocasiones llegaban infestados a Cuba.

La crítica situación económica que enfrentaba el país en la década del '90, afectó severamente las condiciones higiénico-sanitaria y el programa de vigilancia epidemiológica, produciéndose una reinfestación por *Aedes aegypti* en una importante cantidad de municipios, fundamentalmente en las provincias Ciudad de La Habana, Santiago de Cuba y Guantánamo; donde las poblaciones del vector presentaron incrementos importantes, constituyendo áreas de riesgo para la ocurrencia de brotes de dengue. La consecuencia más adversa resultó ser la epidemia de dengue en la ciudad de Santiago de Cuba, a finales de 1996, donde tras dieciséis años sin dengue en Cuba, ocurrió la reintroducción del DEN-2. En este evento epidémico se confirmaron 3 012 casos, de los cuales 205 fueron de dengue hemorrágico, y se reportaron 12 defunciones. Las medidas renovadas de control del vector hicieron posible que el mismo quedara circunscrito al municipio de Santiago de Cuba, que reportó su último caso en noviembre de ese año. (Kouri *et al.*, 1987, 1997, Guzmán *et al.*, 2000, 2001, 2006, Peláez *et al.*, 2004). A partir de este momento la positividad por el vector iniciaría una tendencia al incremento, por la existencia de condiciones favorables para la reproducción ampliada del vector y deficiencias operacionales del programa de enfrentamiento.

En septiembre del año 2000, se detecta en el municipio Boyeros en Ciudad de La Habana un brote, que por la oportuna y efectiva intervención se logró interrumpir en solo 6 semanas, quedando limitado a los municipios de Boyeros, Playa y Lisa. En total se confirmaron 138 casos, sin fallecidos y hubo circulación simultánea de los serotipos DEN-3 y 4. (Peláez *et al.*, 2004). Nuevamente Ciudad de La Habana y Santiago de Cuba, determinaron el comportamiento de la infestación a nivel nacional, seguida por Guantánamo. No obstante, en las demás provincias se produjeron incrementos del

vector, a partir de las constantes introducciones procedentes de dichos territorios, las que en algunos casos no fueron controladas oportunamente, causando la reinfestación, dispersión y el establecimiento de esta especie de mosquito, principalmente en municipios cabecera de provincia.

Coincidiendo con el crítico panorama regional de la enfermedad, el 29 de junio de 2001 se detectó, en el municipio Playa, un caso con sintomatología de dengue, para convertirse así en el caso índice de un brote epidémico de mayor importancia. A pesar de la temprana detección de la transmisión, esta amplió su área de influencia, condicionado por los índices de infestación existentes en varias zonas y el alto desplazamiento de personas dentro del territorio. El 11 de enero de 2001, la máxima dirección del país convocó a todos los organismos y la población en general, a una estrategia intensiva destinada a interrumpir la transmisión y controlar el mosquito *Aedes aegypti* mediante: (1) recogida de basura, (2) eliminación de criaderos, (3) tratamiento adulticida, (4) recuperación de las acciones en las viviendas cerradas y (5) control de la calidad. Paralelamente fueron ejecutadas otras importantes acciones de mejoramiento ambiental, tales como: reposición de tanques de agua y tapas en mal estado, eliminación de salideros de agua y desbordamientos por aguas albañales. En marzo del mismo año se daba por concluido el brote, el que cerró con 12 889 casos de DEN-3. (Peláez *et al.*, 2004).

Las enérgicas medidas emprendidas a nivel nacional, hicieron posible que desde marzo del 2002 se lograra una significativa reducción de los focos. Quedaba demostrado, una vez más, la importancia que tienen en el control de un brote epidémico de dengue la voluntad política, la participación multisectorial y comunitaria, el control vectorial eficaz, la atención primaria de salud y el saneamiento sistemático.

En años posteriores, nuevamente se comenzaron a advertir aumentos en los niveles mensuales de infestación con el incremento de la focalidad en las principales ciudades. Debido a la tendencia ascendente observada en la infestación por el vector, se crea en el 2006, el *Programa de Sostenibilidad para la Prevención del Dengue y el Control de Aedes aegypti*, gracias al cual actualmente existen varias provincias con muy baja positividad y, en su mayoría, las introducciones son detectadas por el sistema de vigilancia entomológica. Hoy se registran provincias con índices relativamente bajos, aunque existe riesgo a nivel de algunas manzanas, mientras que otras exhiben los mayores índices, básicamente en sus municipios cabecera.

Por meses, históricamente, la infestación ha mantenido un comportamiento claramente estacional, con alzas que se inician en mayo, alcanzando en octubre el pico máximo, en correspondencia con el comportamiento de las precipitaciones, el intenso calor y también por factores sociales.

El contexto de la infestación por *Aedes aegypti* está caracterizado por:

- Factores climatológicos (el calentamiento del clima alterará enormemente los sistemas naturales y elevará los riesgos para la higiene ambiental, las repercusiones a largo plazo sobre la salud podrían ser drásticas e irreversibles).
- Incremento de la densidad poblacional en las urbes.
- Problemas de saneamiento básico y ordenamiento ambiental.
 - Insuficiente e inestable abasto de agua y baja calidad de esta.
 - Incremento del número de depósitos para almacenar agua y mal estado de estos.
 - Incremento de otros sitios potenciales para la reproducción del vector (recipientes no biodegradables).

- Deficiente disposición final de los residuos sólidos.
- Inadecuada disposición de desechos líquidos.
- Viviendas inapropiadas.
- Factores socio-culturales y económicos.
- Factores de tipo entomológicos.
 - Elevada tasa de reproducción.
 - Corto tiempo generacional.
 - Alta fecundidad.
 - Gran adaptabilidad y capacidad de desplazamiento de otras especies que pudieran hacerle competencia.
 - Extraordinaria habilidad para resistir plaguicidas utilizados en su control.
- Factores asociados a la organización y eficacia de las acciones para enfrentar esta problemática por parte del sector de la salud y otros.

10.2.2. ENFERMEDADES INFECCIOSAS NO TRASMITIDAS POR VECTORES

La morbilidad de las principales enfermedades infecciosas no transmitidas por vectores presentan elevada sensibilidad a las variaciones y cambios del clima (Ortiz, et, al 2008, WHO, 2003 WHO, 2010), estas se incluyen en los indicadores de salud en Cuba, constituyendo una de las principales causas de atenciones médicas tratadas en los cuerpos de guardia de las unidades de asistencia primaria. Según un informe del MINSAP, 2009, las tasas de comportamiento de algunas de estas enfermedades se comportaban de la siguiente manera:

- Meningocócica, 0,1/100 000 habitantes.
- Meningoencefalitis por streptococcus. Pneumoniae, 0.6/100 000.
- Leptospirosis, 1,6/100 000.
- Tuberculosis, 5,9/100 000.

No obstante el relativamente bajo nivel mostrado, este es un problema que debe ser considerado, por constituir entidades de alarma epidemiológica, por la discapacidad (AVAD) que producen por sus secuelas y la alta letalidad de muchas de ellas. La carga total estimada de meningitis (mortalidad y morbilidad) para Cuba en el año 2000, fue aproximadamente 104 AVPP por 100 000 habitantes (Seuc *et al.*, 2008). La hepatitis viral aguda tipo A, sin embargo, registró tasas de 21/100 000 habitantes, y su comportamiento está muy asociado a las condiciones del medio ambiente, en especial a la calidad del agua (MINSAP, 2009).

Por otra parte, en el 2008 se registraron 6 145 621 atenciones por infecciones respiratorias agudas (IRA) y 805 921 atenciones por diarreicas agudas (EDA), para tasas de atenciones de 546,8 y 71,7/100 000 habitantes respectivamente. (MINSAP, 2009). Ambas constituyen las primeras causas de morbilidad, por la cuantía de atenciones médicas que ha ido incrementándose sistemáticamente con el transcurrir de los años.

Las EDA y las hepatitis "A" de transmisión fecal oral, son favorecidas en condiciones de intenso calor y frecuentes precipitaciones, condiciones que facilitan el desarrollo de vectores mecánicos como moscas y cucarachas, así como la contaminación de fuentes de agua, no solo por grandes precipitaciones, también por intensas sequías que conllevan al almacenamiento y manipulación inadecuada del preciado líquido. Así

mismo, los alimentos mal manipulados y mal conservados son propicios a contaminarse; pudiendo contribuir a la propagación de agentes como salmonellas, shigellas, cólera, entre otras bacterias. Los enterovirus suelen ser frecuentes en temporadas de calor, en contraposición al rotavirus, que suele circular frecuentemente en la etapa más fría.

La estacionalidad para entidades de transmisión digestiva se ha desplazado tempranamente, comenzando a partir de marzo hasta agosto, manteniéndose así mayor período de tiempo (Ortiz *et al.*, 2008).

Es de destacar también que hubo una alerta epidemiológica en la región ante la circulación de nuevas cepas pandémicas de virus de Influenza A (H1 N1) que obligó a adoptar urgentes medidas de inmunización de más de un millón de personas, considerada como grupos de riesgo. Complementariamente se adoptaron medidas de contención para reducir la introducción de esta cepa en el país, acompañadas también de una intensa actividad educativa (WHO, 2010).

Estas enfermedades transmisibles, de importancia epidemiológica, son sensibles a condiciones climáticas, dado que las IRA y la varicela, al igual que las meningitis bacterianas, son de transmisión respiratoria, con estacionalidad definida, que se manifiesta con un incremento en determinados meses del año, siendo favorecidas por condiciones frías, secas e incluso en período de intenso calor, instante en que las mucosas o puertas de entrada nasofaríngeas son vulnerables a la penetración de virus y bacterias. Las condiciones de frío también conllevan a resguardarse del aire exterior con el cierre de ventanas y, como consecuencia de una mala ventilación de locales, se propicia la propagación de este grupo de entidades.

En los últimos años en el país las IRA tienen un alza trimodal, con picos en octubre, enero y junio. Las meningitis bacterianas en general se observan con alza en los primeros meses del año y la varicela ha tenido una elevada cifra de ocurrencia, por lo que ha sido considerada con un comportamiento hiperendémico, con la mayor frecuencia en los meses de marzo-abril (Ortiz *et al.*, 2009).

10.3. VARIABILIDAD, CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD HUMANA

Las investigaciones desarrolladas en Cuba en el tema de cambio climático y la salud, han estado dirigidas a evaluar la carga de morbilidad atribuible a la variabilidad y al cambio climático, tomando en cuenta proyecciones para los próximos años. Para esto se han utilizado diferentes enfoques, que han permitido revisar y establecer metodologías sobre la manera de evaluar la vulnerabilidad a nivel local y nacional. Lo anterior ha conllevado a la formulación y desarrollo de indicadores climáticos para los estudios en salud, así como de modelos para la predicción de los peligros climáticos de la salud y los estudios de vulnerabilidad ante cambio climático, un ejemplo de ellos es el *Modelo para la Variabilidad de la Anomalía y Cambio del Clima en la Salud Humana* (la valoración del riesgo epidémico y la estimación de los costes): Modelo MACVAH/AREEC, (siglas en inglés) (Ortiz *et al.*, 2009). Este modelo fue desarrollado con el fin de identificar las vulnerabilidades del sector de la salud y sentar las bases para la preparación y presentación de modelos de predicción de las enfermedades que resultan vulnerables a las anomalías climáticas, bajo el marco de los sistemas de vigilancia ya establecidos Cuba.

Estos aspectos se enmarcan en muchas de las tareas y objetivos que han sido propuestos y recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en su informe (A62/11) sobre el cambio climático y la salud, desarrollado bajo la 62

Asamblea Mundial de la Salud, realizada en marzo del 2009 (Ortiz *et al.*, 2009). Cuba muestra resultados en esta dirección, al mejorar el entendimiento de las respuestas de los patrones epidemiológicos y hacer recomendaciones al sector, sobre la base de las vulnerabilidades identificadas y la estimación de los potenciales impactos; lo que ha permitido proponer un conjunto de medidas de adaptación que están dirigidas a contribuir a mejorar los conocimientos sobre los riesgos sanitarios atribuibles a la variabilidad y al cambio climático y las intervenciones más eficaces para gestionar esos riesgos.

Como resultado de las investigaciones y los estudios realizados en Cuba, se identificaron las principales enfermedades sensibles al clima; entre las que se encuentran las enfermedades diarreicas agudas (EDA), las infecciones respiratorias agudas (IRA), las meningitis virales (MV), la meningitis neumococcica (MN) y bacterianas (MB), la Varicela (V), las hepatitis virales (HV), el dengue (analizado desde el indicador número de focos mensuales de *Aedes aegypti* (Ae) y la malaria (Ma) (esta última analizada desde el indicador del índice anófeles).

10.3.1. ESCENARIOS DE ENFERMEDADES

Para este estudio fueron utilizados los escenarios regionales de cambio climático, obtenidos con PRECIS para el escenario de emisión A2, que permitió generar los incrementos a las variables primarias que integran los índices con que trabaja el Modelo MACVAH/AREEC (Ortiz *et al.*, 2009).

Este modelo describe la variabilidad de las anomalías climáticas y el cambio climático para las evaluaciones de su impacto en la salud humana; utilizando como entrada en los modelos de clima-enfermedad las salidas de los modelos regionales, en este caso del PRECIS, como resultado se obtienen mapas de riesgo epidémico, que se expresa mediante el uso de un SIG. Finalmente, se estima el impacto de costos atribuibles al impacto de la variabilidad y del cambio del clima. La correlación espacial que se logra con este modelo, explica para cada enfermedad, la capacidad a la diseminación de la epidemia y el rango de la correlación describe su tendencia (Ortiz *et al.*, 2009).

Los modelos que establecen la relación clima-enfermedad, están basados en una combinación de, modelos espaciales con, modelos autoregresivos generalizados, que tienen heteroscedasticidad condicional (GARCH) y el uso de variables exógenas. Con esas estimaciones para cada modelo particular se calculan los impactos según la expresión siguiente:

$$I_1 = \frac{C_0}{1 - \sum_{i=1}^K a_i} \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{C_1}{1 - \sum_{i=1}^K a_i} \quad (2)$$

$$I_m = \frac{C_0 + C_1}{1 - \sum_{i=1}^K a_i} \quad (3)$$

Dónde:

- I_1 : I_2 e I_m son los efectos a largo plazo del cambio climático en cada una de las enfermedades .
- C_0 : es el valor del coeficiente que describe la magnitud de la señal del cambio climático en la enfermedad.
- C_1 : es el valor del coeficiente que describe el efecto de condición económico con cambio en la enfermedad.
- I_m : es la expresión del impacto de la combinación del clima y el cambio económico, escrito a través de valores los C_0 y C_1 .

10.3.2. RELACIONES CLIMA Y SALUD

Entre las condiciones climáticas y las enfermedades infecciosas y no infecciosas existen tres categorías (Ebis, K L and Patz, JA 2002). La primera está dirigida al análisis de las pruebas científicas de las asociaciones entre la variabilidad climática y la frecuencia de las enfermedades infecciosas y no infecciosas en el pasado reciente; la segunda, al estudio de los indicadores tempranos de repercusión del cambio climático, que comienzan a manifestarse en las enfermedades infecciosas; y la tercera, a la utilización de las evidencias y relaciones encontradas para la creación de modelos predictivos que permitan estimar la carga futura de las enfermedades y alertar sobre los brotes epidémicos. (Ebis K. L, Lewis D. N. y Corvalán C. F., 2005). Esto posibilita que se desarrollen nuevos estudios regionales y locales, para esclarecer la sensibilidad a los cambios y las formas de manifestarse en cada región climática, partiendo de modelos que intenten describir las interacciones que se establecen (OMS, 2009).

La conexión entre el clima y la salud es compleja. El clima, como elemento del medio ambiente cambia a través del tiempo, originando presiones que influyen en los ecosistemas por medio de eventos directos e indirectos, los cuales, a su vez, crean condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades. Esta situación conduce a la idea de que la transición epidemiológica se debe ver desde el punto de vista de cambios ecológicos, climáticos, socioeconómicos y cómo estos cambios conllevan a un cambio epidemiológico como consecuencia de las interacciones que se producen (figura 10.1).

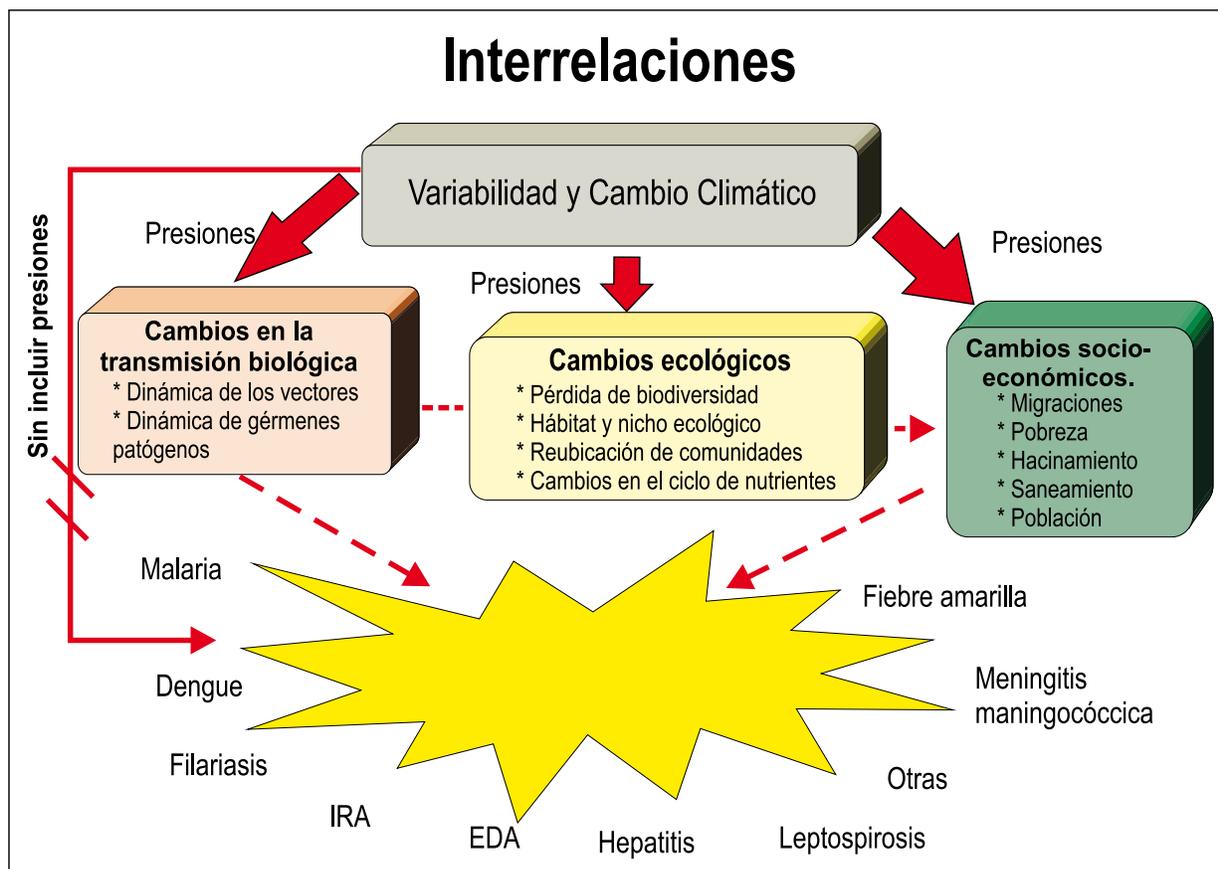


Figura 10.1. Interacciones y presiones que generan escenarios de cambio epidemiológico. Fuente: Ortiz et al. 2009

Para identificar, cuantificar y predecir los impactos del cambio climático en la salud humana, se debe enfrentar retos relacionados con la escala de análisis adecuada, la especificación de la “exposición” (que comprende el tiempo, la variabilidad y las tendencias del clima) y la elaboración de cadenas causales, que son frecuentemente complejas e indirectas. Por ejemplo, los efectos de las temperaturas extremas en la salud son directos; por el contrario, los cambios complejos en la composición y el funcionamiento de los ecosistemas median en el impacto del cambio climático y en la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores. Un último reto es la necesidad de estimar los riesgos para la salud en relación con escenarios climáticos ambientales futuros. A diferencia de la mayoría de los peligros ambientales conocidos para la salud, gran parte de los riesgos previstos como consecuencia del cambio climático global se proyectan a largo plazo.

La estimación de los posibles impactos del cambio del clima debe sustentarse en una comprensión de la carga actual y recientes tendencias en la incidencia y predominio de enfermedades que son sensibles a las variaciones del clima, y las asociaciones entre él y los problemas de salud. Las asociaciones pueden basarse en estadísticas rutinarias coleccionadas por agencias nacionales o en literatura publicada, también podría considerarse en la identificación de los resultados adversos a la salud, aquellos que están asociados con la variabilidad del clima en la escala interanual, estacional o intraestacional. (Ortiz, P L , 2010 y Ebis K L, Lewis D N and Corvalan C F, 2005).

10.3.3. IMPACTOS

Según IPCC, 2007, las evidencias de la sensibilidad actual de la salud del hombre al tiempo y el clima se basan en cinco tipos de investigaciones empíricas:

- Estudios sobre el impacto en la salud, originado por eventos extremos.
- Estudios espaciales, donde el clima es una variable explicativa de la distribución de la enfermedad o del vector que la produce.
- Investigaciones en el tiempo, donde se evalúan los efectos de la variabilidad climática en la salud a corto plazo (diario, semanal) y largo plazo (décadas); como parte de la detección de los efectos iniciales del cambio climático.
- Estudios experimentales, de laboratorio o de campo, de la biología y ecología del vector, patógeno o planta (alérgeno).
- Estudios de intervención, que investigan la efectividad de las medidas de salud pública para proteger a la población de los peligros de origen climático.

Evidencias recientes de los efectos de las anomalías climáticas sobre la salud humana muestran que se ha alterado la distribución de ciertos vectores de enfermedades infecciosas y la distribución estacional de algunas especies, así como se han incrementado las muertes asociadas a la ocurrencia de olas de calor. Algunas de estos hechos comienzan a observarse en Cuba.

El IPCC, 2009, asevera que: *es probable que la exposición al cambio climático impacte sobre el estado de salud de millones de personas en el mundo, particularmente de aquellas con baja capacidad de adaptación o con menos recursos económicos.*

10.3.3.1. DISTRIBUCIÓN Y CARGA DE ENFERMEDADES

La estimación de los posibles impactos del cambio del clima debe basarse en una comprensión de la carga actual y de las recientes tendencias y predominio de enfermedades que son sensibles a las variaciones del clima, y las asociaciones entre él y la salud; considerando para esto los resultados adversos a la salud, que están relacionados con la variabilidad del clima en la escala interanual, estacional o intra estacional (Ortiz, P. L. *et al.*, 2006 y OMS, 2009).

Las principales enfermedades que han recibido un impacto evidente de las variaciones climáticas actuales son expresadas mediante el Índice bioclimático ($IB_{t,i,c}$) en la tabla 10.1. Como resultado de un incremento en las temperaturas y acumulados de precipitaciones inferiores a los valores normales, se crean condiciones favorables para mantener un comportamiento trimodal o de tres alzas en las IRA. También se ha podido constatar que las HV y las EDA, presentan una marcada influencia en la variación estacional, observándose además alzas que guardan relación directa con las anomalías climáticas; estas enfermedades presentan una variación en su patrón estacional que asciende a un 0,1% (202 casos más por meses) en el caso de las HV y 0,11% (unos 1 049 casos más por meses) para las EDA.

Tabla 10.1. Principales impactos observados asociados a las anomalías de la variabilidad y cambios en el clima de Cuba (Período 2000-2010).

INDICADOR EPIDEMIOLÓGICO	CONSECUENCIA OBSERVADA
Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)	Cambio en la distribución estacional pasa de bimodal a trimodal y tendencia al aumento en marzo, junio-agosto y octubre-noviembre.
Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA)	Cambio del patrón estacional, desplazamiento del pico epidémico estacional.
Hepatitis Viral (HV)	Epidemias más frecuentes y corrimiento del patrón estacional.
Varicela (V)	Desplazamiento del alza estacional y tendencia al aumento.
Número de focos <i>Aedes aegypti</i> (NFAe)	Tendencia al aumento de los focos y por tanto probable incremento de la densidad del mosquito adulto con el consiguiente riesgo de transmisión de Dengue fundamentalmente con ciclos de dos años que puede variar a consecuencia de las campañas de intervención.

Fuente: Ortiz *et al.*, 2008, 2009

Los resultados corroboran que en todas las enfermedades que han sido mencionadas, se presenta nacionalmente una tendencia significativa al aumento, así como variaciones en sus patrones de comportamiento estacional e intra-estacional que están en correspondencia con las tendencias y las variaciones observadas en el clima actual, que favorece el desarrollo de estas enfermedades. Aunque estos resultados no presuponen una relación causa-efecto entre las variaciones climáticas y las tendencias descritas mediante el índice complejo ($IB_{t,i,c}$) y los indicadores estudiados, si queda evidenciado que algunas enfermedades son estacionales y por tanto sensibles al clima. Lo anterior indica que para efectuar cualquier estudio de las enfermedades mencionadas, no puede obviarse esta particularidad, pues este movimiento es sumamente fuerte en las dos variables y cualquier variación de los patrones climáticos en la escala estacional e intra estacional, traería consigo variaciones en los patrones epidemiológicos. Similares resultados se obtienen para las enfermedades diarreicas agudas y las hepatitis virales.

10.3.3.2. INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS Y ENTOMOLÓGICOS

A continuación se muestra cómo se manifiestan las relaciones y el nivel de sensibilidad de los indicadores de salud estudiados, ante los diferentes niveles de variabilidad descritos por el índice climático complejo y $IB_{t,1,C}$. En estos estudios no puede obviarse la variación de los patrones climáticos en la escala estacional, que provocan variaciones en los patrones epidemiológicos figuras 10.2 a la 10.8. En la figura 10.8 se observa que el número de focos de Ae presenta un patrón estacional, condicionado por las variaciones del patrón climático y que sus tendencias muestran variaciones interesantes entre un período y otro. Similares resultados se obtienen para el resto de las enfermedades (figuras 10.2 a la 10.7).

Las sequías extensas ocasionan la extinción de muchos criaderos y por ende disminuye la disponibilidad del hábitat adecuado para que el vector pueda subsistir, pues no tiene donde colocar sus huevos. La lluvia también condiciona la producción y tamaño de los criaderos. Lluvias fuertes o en exceso provocan la limpieza de los criaderos por arrastre o desborde de los mismos, disminuyendo o impidiendo la producción del vector. Luego las condiciones normales en el régimen pluviométrico garantizan la producción del mosquito. Sin embargo, aunque parezca contradictorio, las sequías intensas pueden provocar la aparición de nuevos criaderos en márgenes de ríos y presas que evidencien una disminución de los caudales, mientras que las lluvias intensas provocan la formación de nuevos criaderos que son rápidamente colonizados.

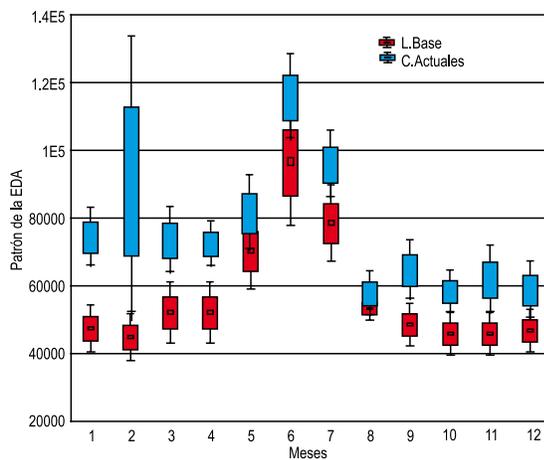


Figura 10.2. Variaciones observadas en la marcha del patrón estacional de las EDA en condiciones actuales (1991-2010) respecto a la línea base (1962-1990). Fuente: Ortiz, *et al.*, 2010. Fuente: Ortiz *et al.*, 2009

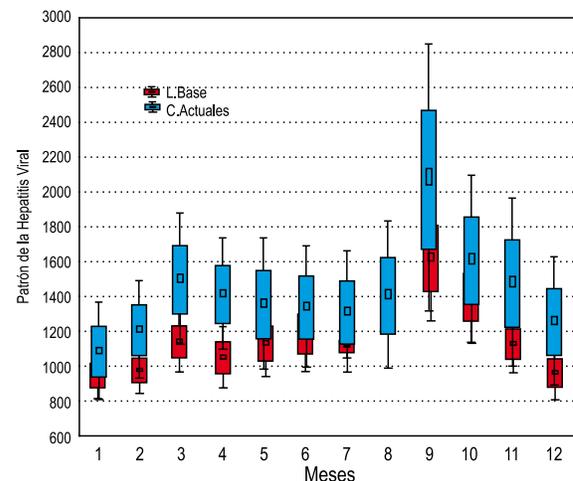


Figura 10.3. Variaciones observadas en la marcha del patrón estacional de las HV en condiciones actuales (1991-2010) respecto a la línea base (1963-1990). Fuente: Ortiz, *et al.*, 2010.

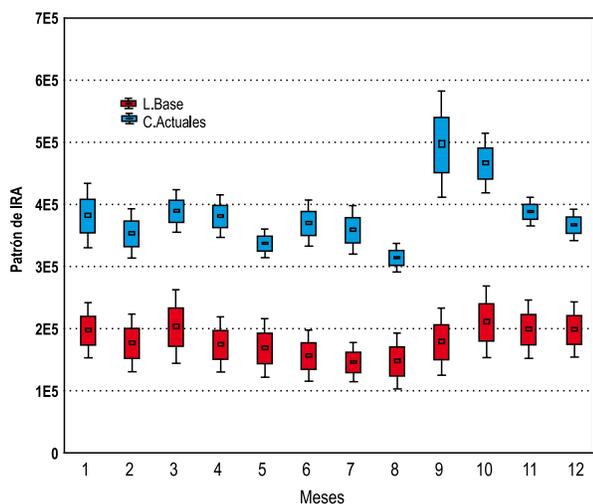


Figura 10.4. Variaciones observadas en la marcha del patrón estacional de las IRA en condiciones actuales (1991-2010) respecto a la línea base (1966-1990). Fuente: Ortiz, et al., 2010.

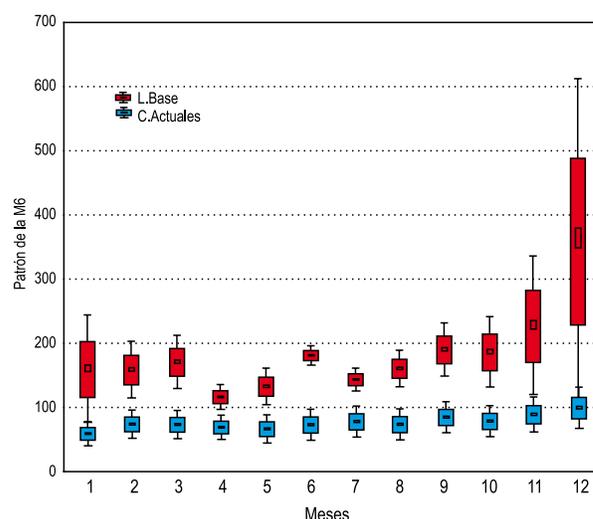


Figura 10.5. Variaciones observadas en la marcha del patrón estacional de las MB en condiciones actuales (1991-2010) respecto a la línea base (1982-1990). Fuente: Ortiz, et al., 2010.

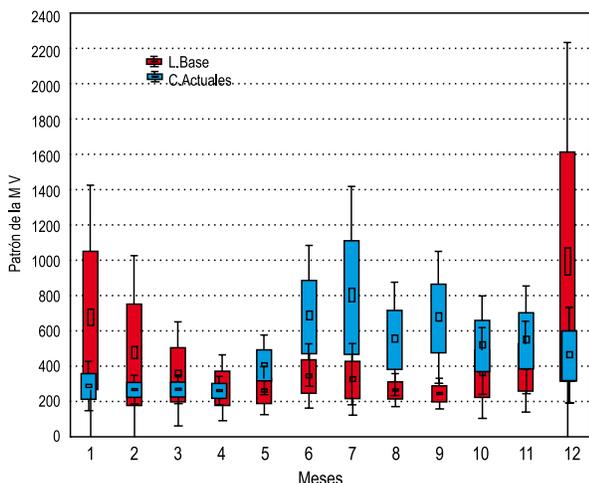


Figura 10.6. Variaciones observadas en la marcha del patrón estacional de las MV en condiciones actuales (1991-2010) respecto a la línea base (1965-1990). Fuente: Ortiz, et al., 2010.

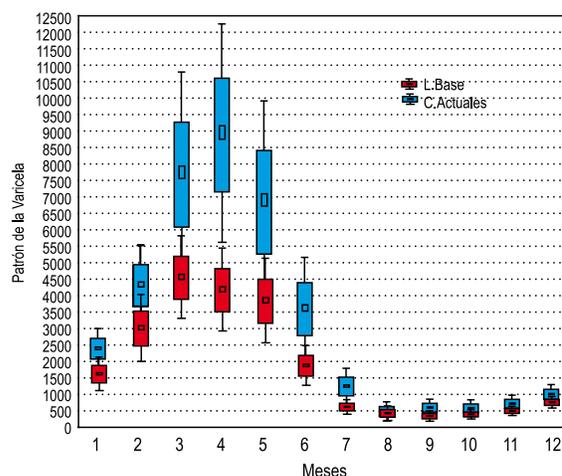


Figura 10.7. Variaciones observadas en la marcha del patrón estacional de las VRC en condiciones actuales (1991-2010) respecto a la línea base (1964-1990). Fuente: Ortiz, et al., 2010.

En el caso particular del *Aedes aegypti* (figura 10.9), estos impactos ocurren producto de la escasez de agua potable en los períodos de sequía, debido a que las personas almacenan agua en lugares inapropiados y mal tapados, creando un ambiente favorable para su reproducción y proliferación, mientras que cuando llueve, coloniza rápidamente las vasijas que se encuentre en los solares yermos o abandonadas en otros sitios, haciendo que aumente rápidamente la población de vectores. Otro factor importante es la luz, pues debido a que el vector se reproduce rápidamente en penumbra, por eso resulta muy lógico que en las condiciones de estrés climático se produzca un aumento rápido del número de focos que en el caso particular de Cuba ocurre al combinarse valores positivos altos (1,25-2,83) del $IB_{t,1,c}$ y valores bajos (0,0-0,8) del $IB_{t,2,c}$ los cuales coinciden con el período lluvioso con su pico máximo en los meses de septiembre (Ortiz, et al., 2008).

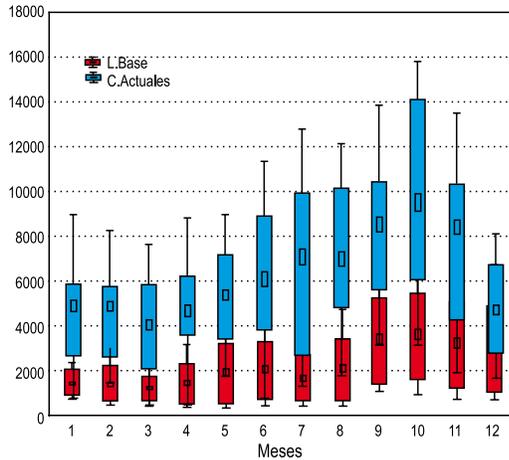


Figura 10.8. Variaciones observadas en la marcha del patrón estacional de número de focos de *Ae* en condiciones actuales (1996-2000) respecto a la línea base (2001-2010). Fuente: Ortiz, et al., 2010.

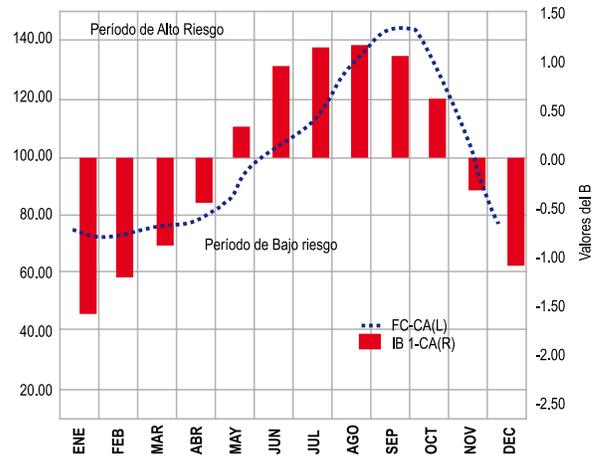


Figura 10.9. Respuestas del número de Focos de *Aedes aegypti* a las variaciones estacionales del clima según el índice IB 1,t,c. Fuente: Ortiz, et al., 2008.

10.3.3.3. TENDENCIAS Y VARIACIONES DE PATRONES

Los resultados de la tabla 10.2, corroboran que a escala nacional, todas las enfermedades abordadas en este estudio y las variaciones en sus patrones de comportamiento estacional e intraestacional, excepto la MB y la Leptospirosis, tienen una tendencia general y significativa al aumento, en correspondencia con las tendencias y variaciones observadas en el clima de Cuba (tabla 10.3 y figuras 10.10-10.17).

Tabla 10.2. Tendencia de la serie de casos vistos de las enfermedades sensibles al clima y del número de focos de *Aedes aegypti* ((NFAe) en La República de Cuba

ENTIDADES	PRUEBA ESTADÍSTICA	VALOR DEL ESTADÍGRAFO
Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)	Spearman	11,68**
	Kendall-Manm	12,22**
HEP	Spearman	4,46**
	Kendall-Manm	4,97**
Infección Respiratoria Aguda (IRA)	Spearman	19,71**
	Kendall-Manm	23,85**
MB	Spearman	-15,35**
	Kendall-Manm	-17,39**
Meningitis Viral (MV)	Spearman	10,83**
	Kendall-Manm	11,54**
Varicela	Spearman	7,02**
	Kendall-Manm	7,05**
Leptospirosis	Spearman	-6,42**
	Kendall-Manm	-6,60**
Número de Focos de <i>Aedes aegypti</i>	Spearman	8,27**
	Kendall-Manm	9,14**

Fuente: Ortiz, et al., 2010
 ** $p < \alpha = 0.01$ * $p < \alpha = 0.05$ n.s.: no significativo).

Tabla 10.3. Resumen de tendencias de las series de casos de Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), Hepatitis Viral (HV), Infección Respiratoria Aguda (IRA), Meningitis Viral (MV), Varicela, y del número de focos de *Aedes aegypti* durante el período 1981-2010. (Ortiz, et al., 2009).

ENFERMEDADES	TENDENCIA
EDA	AS
HV	A
IRA	AS
MV	A
Varicela	A
Número de Focos de <i>Aedes aegypti</i>	AS

Legenda:

Aumento (A) Aumento Significativo (AS).

Fuente: Ortiz, et al., 2010

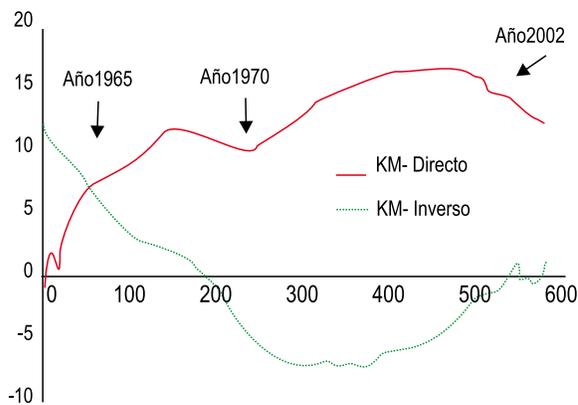


Figura 10.10. Tendencia de los casos de EDA para Cuba. Período 1963-2010. Fuente: Ortiz et al., 2010.

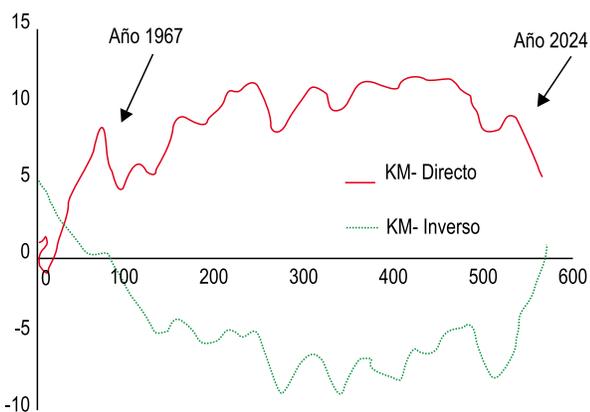


Figura 10.11. Tendencia de la serie de Casos vistos HV. Período 1963-2010. Fuente: Ortiz et al., 2010

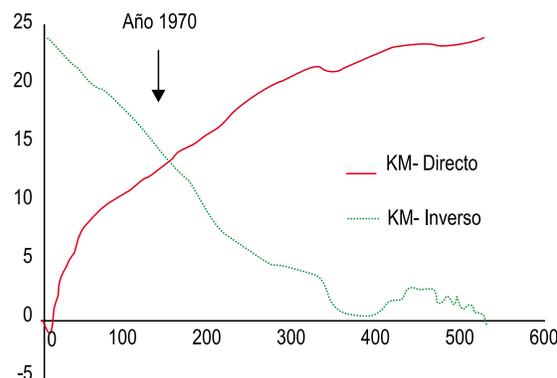


Figura 10.12. Tendencia de la serie de Casos vistos IRA. Período 1963-2010. Fuente: Ortiz et al., 2010

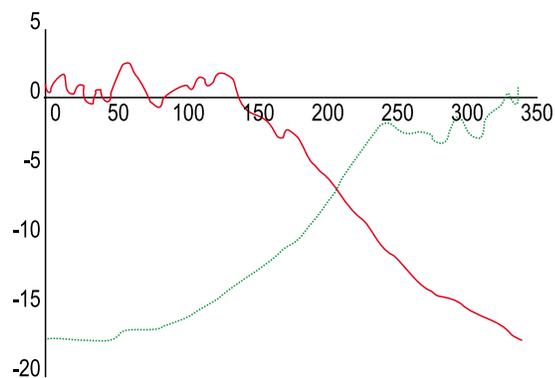


Figura 10.13. Tendencia de la serie de Casos vistos MB. Período 1982-2010. Fuente: Ortiz et al., 2010

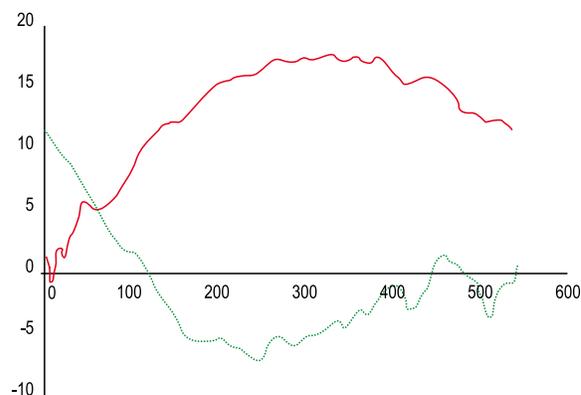


Figura 10.14. Tendencia de la serie de Casos vistos MV. Período 1965-2010. Fuente: Ortiz, et al., 2010.

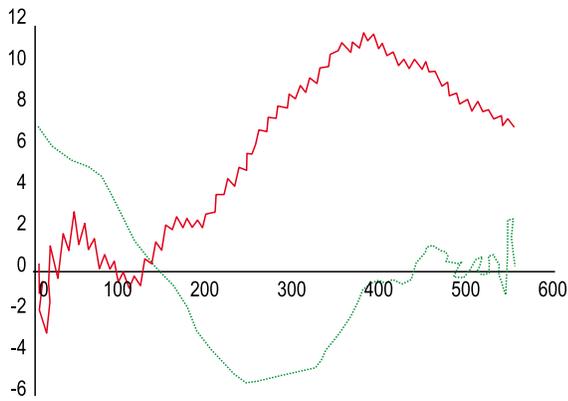


Figura 10.15. Tendencia de la serie de Casos vistos VRC. Período 1965-2010. Fuente: Ortiz, et al., 2010

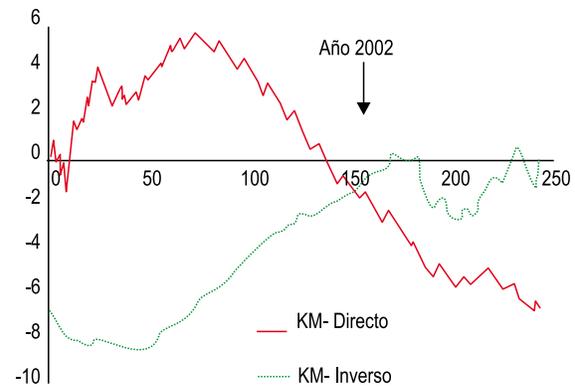


Figura 10.16. Tendencia de la serie de Casos vistos Leptospirosis. Período 1991-2010. Fuente: Ortiz, et al., 2010.

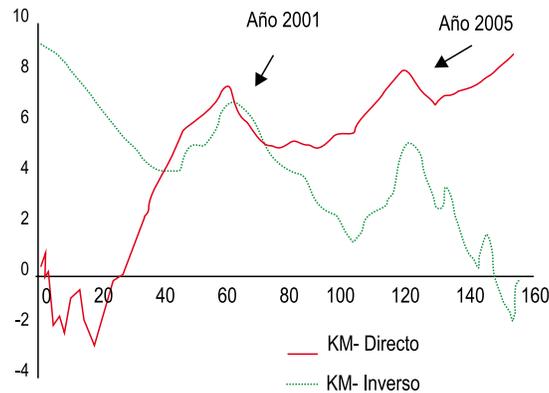


Figura 10.17. Tendencia del número de focos de *Aedes aegypti* (NFAe). Período 1997-2010. Fuente: Ortiz, et al., 2010.

Como resultado de las proyecciones climáticas y de las salidas de los modelos de salud, se evidencia que el nivel de respuesta en cada una de las enfermedades es diferente, observándose que la magnitud de los impactos varía de una enfermedad a otra. Sin embargo, para todas las enfermedades es similar la tendencia al aumento y la modificación de los patrones de alza estacional. Por otro lado, el hecho de que los inviernos (período poco lluvioso) se hagan más cálidos y húmedos, propician condiciones ambientales favorables para la circulación de agentes bacterianos y virales, y como consecuencia el aumento de la susceptibilidad en la población, dado que el calor puede modificar las barreras naturales protectoras de las mucosas; así como alterar el metabolismo de respuesta inmunitaria, especialmente de ancianos y niños (Ebis K L, Lewis D N and Corvalan C F, 2005; Ortiz et al., 2009; Ortiz et al., 2008), conllevando al aumento de otras enfermedades infecciosas (tabla 10.4).

De los resultados discutidos en epígrafes anteriores, se concluye que tanto la HV de transmisión oral como las EDA, presentan una marcada influencia en la variación estacional, atendiendo a sus individualidades, y que se registran alzas que guardan relación directa con las anomalías del clima, presentando una variación o modificación en su patrón estacional, que asciende a un 0,1% (202 casos más por meses) en las HV y 0,11% (unos 1 049 casos más por meses) para las EDA. (Ortiz, P. L. et al., 2006)

Tabla 10.4. Resumen de las principales consecuencias asociadas a las anomalías de la variabilidad y cambios en el clima de Cuba, en el período 2000-2010

INDICADORES DE SALUD	IMPACTOS OBSERVADOS
Infecciones Respiratorias Agudas	Tendencia general al aumento. Cambio en la distribución estacional: pasa de bimodal (máximos en marzo y octubre) a trimodal (otro máximo en los meses mayo-junio).
Varicela	Desplazamiento del alza estacional de marzo a abril-mayo y mantenido aumento en la cifra de casos.
Enfermedades Diarreicas Agudas	Cambio del patrón estacional, desplazamiento del pico epidémico estacional de mayo a junio-julio
Hepatitis Viral Tipo A	Epidemias más frecuentes y corrimiento del patrón estacional. Pico de agosto-septiembre pasa a octubre-noviembre. Nueva alza estacional en marzo-abril.
Indicador entomológico	
Número de focos de <i>Aedes aegypti</i> (NFAe)	Probable incremento de la densidad del vector, con el consiguiente peligro de introducción y transmisión del dengue en correspondencia con reservorios procedentes de países endemo-epidémicos. Mayor alcance espacial del vector (altitud y latitud) y aceleración de su ciclo reproductivo debido a condiciones climáticas más favorables.

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del Modelo MACVAH/AREEC. Ortiz, et al. 2009-2010

10.3.3.4. IMPACTOS A MEDIANO PLAZO

Algunas de las proyecciones esperadas a mediano plazo (Primera Comunicación Nacional, 2000) ya han comenzado a manifestarse, tal es el caso de las EDA, IRA, Varicela y el número de focos de *Aedes aegypti*, implicando el aumento del riesgo de epidemias y la variación del patrón intraestacional (tabla 10.5).

Tabla 10.5. Resumen de los impactos proyectados según los escenarios de cambio climático para la salud humana mediano plazo (2015-2020)

INDICADORES	IMPACTOS PROYECTADOS
Infecciones Respiratorias Agudas	Incremento de los casos y variación de la tendencia, con aumento en los meses del período lluvioso (con un alza significativa en los bimestre junio-julio y septiembre-octubre).
Meningitis neumocócica	Ligero incremento de los casos y probables cambios en la distribución geográfica.
Meningitis Bacterianas	Ligero incremento de los casos.
Varicela	Adelanto en la temporada de aparición del alza estacional y prolongación de una alta incidencia dentro del año.
Hepatitis Viral tipo A	Incremento en los meses del período poco lluvioso.
Enfermedades Diarreicas Agudas	Incremento en los meses del período poco lluvioso y desplazamiento del alza de mayo para julio-agosto.
Dengue	Mayor frecuencia de aparición de brotes epidémicos y cambios en el patrón espacial y temporal (nuevas regiones afectadas y aumento del período de afectación de los brotes epidémicos).
Malaria	Reemergencia de la enfermedad y aumento del riesgo.

Fuente: Ortiz, et al., 2009

Las condiciones climáticas pronosticadas se caracterizan por elevadas temperaturas, altos niveles de humedad y bajos totales de precipitación, situación favorable para el aumento de la productividad de los vectores, que al combinarse con bajas condiciones higiénicas y con el almacenamiento de agua por períodos extensos en condiciones inadecuadas, provocan un aumento del riesgo en todo el país por enfermedades transmitidas por vectores, en particular el dengue, debido al incremento y la expansión geográfica de la población de *Aedes aegypti*.

10.3.4.5. IMPACTOS A LARGO PLAZO

Las figuras 10.18 a la 10.23, muestran las proyecciones del comportamiento futuro de las enfermedades, teniendo en cuenta las estimaciones climáticas y los escenarios de salud.

La evaluación y seguimiento de los estudios climáticos y su impacto en la salud humana, demuestran que algunas de las proyecciones esperadas para el período 2020-2050 ya han comenzado a manifestarse, fundamentalmente en las EDA, IRA y Varicela, lo que ha significado un aumento de la frecuencia de los casos y la atención médica, acompañado de un incremento del número de focos de Ae, con el consiguiente aumento del riesgo de brotes y epidemias (tabla 10.6).

En el caso de los vectores, los modelos avizoran un aumento de las poblaciones, así como un aumento de su densidad larvaria en el período poco lluvioso, combinado con un cambio en su distribución espacial, lo que ocasiona un aumento de la población en riesgo, debido a las condiciones climáticas favorables que se espera.

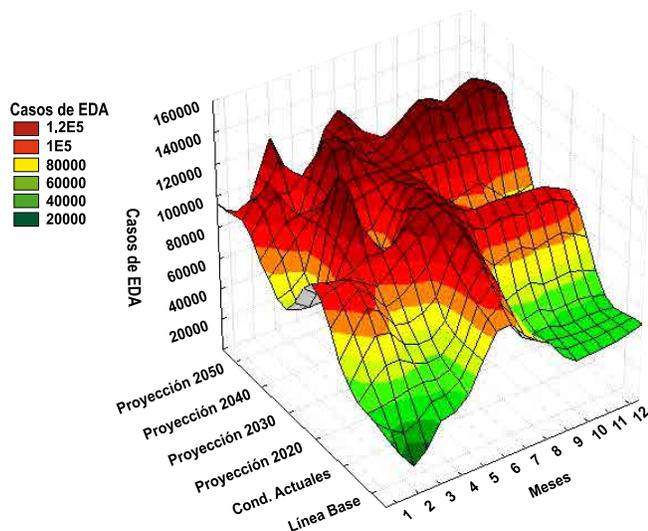


Figura 10.18. Proyección de casos de EDA. Escenario climático IB_{t.1}, Cuba, 2020, 2030, 2040 y 2050 respecto a línea base (1981-2000) y Condiciones Actuales (2001-2010). Fuente: Ortiz *et al.*, 2010.

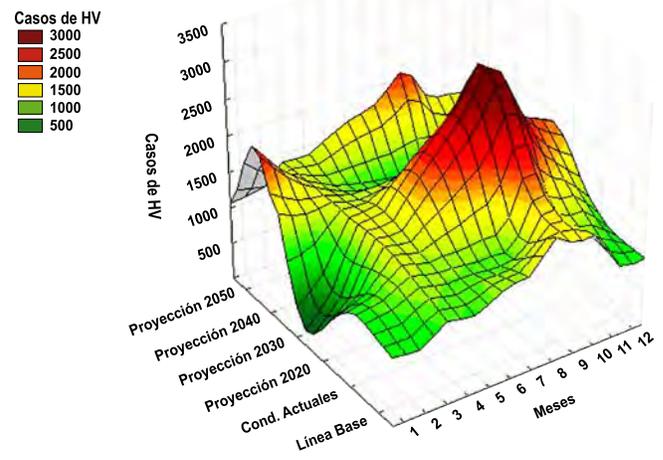


Figura 10.19. Proyección de casos de HV. Escenario climático IB_{t.1}, Cuba, 2020, 2030, 2040 y 2050 respecto a línea base (1981-2000) y Condiciones Actuales (2001-2010). Fuente: Ortiz *et al.*, 2010

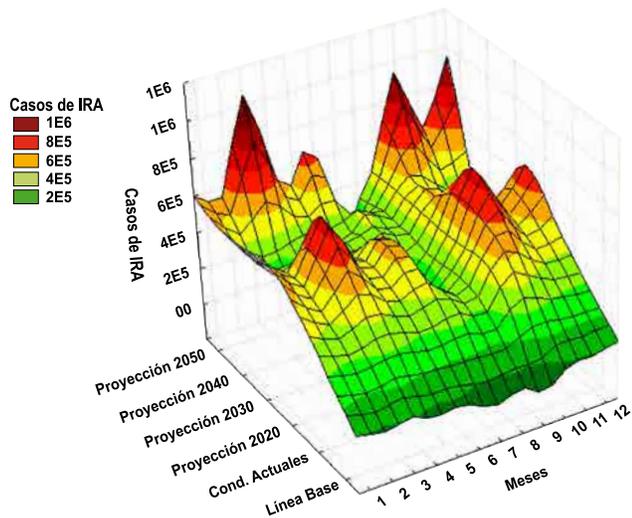


Figura 10.20. Proyección de casos de IRA: Escenario climático $IB_{t,1,Cuba}$, 2020, 2030, 2040 y 2050 respecto a línea base (1981-2000) y Condiciones Actuales (2001-2010). Fuente: Ortiz, et al., 2010.

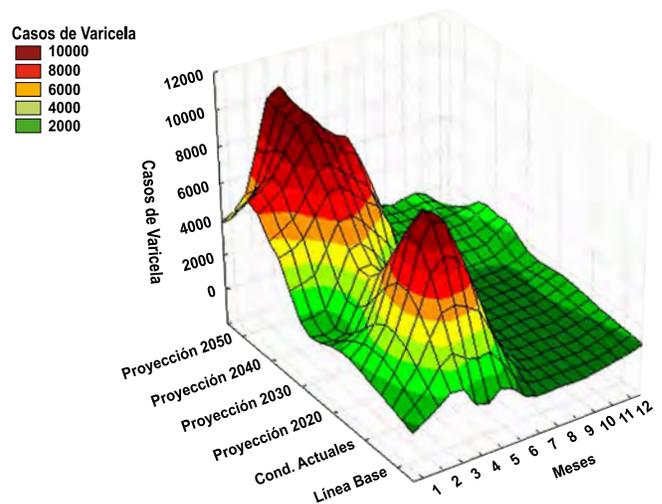


Figura 10.21. Proyección de casos de Varicela. Escenario climático $IB_{t,1,Cuba}$, 2020, 2030, 2040 y 2050 respecto a línea base (1981-2000) y Condiciones Actuales (2001-2010). Fuente: Ortiz, et al., 2010.

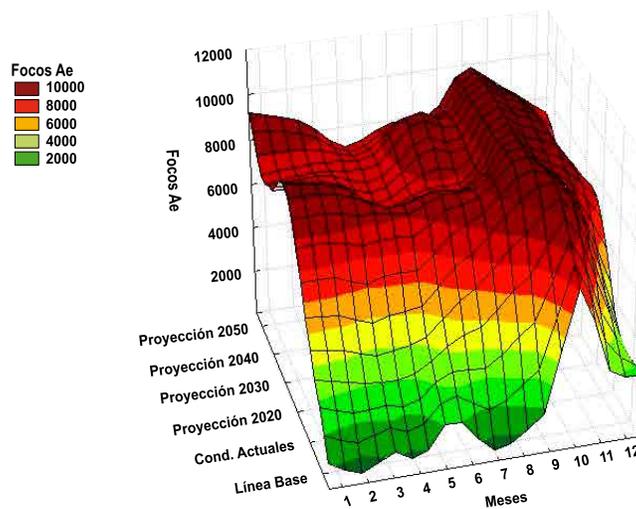


Figura 10.22. Proyección de Numero de Focos de *Aedes aegypti* (Ae). Escenario climático $IB_{t,1,Cuba}$ 2020, 2030, 2040 y 2050 respecto a (1981-2000) y Condiciones Actuales (2001-2010). Fuente: Ortiz et al., 2010.

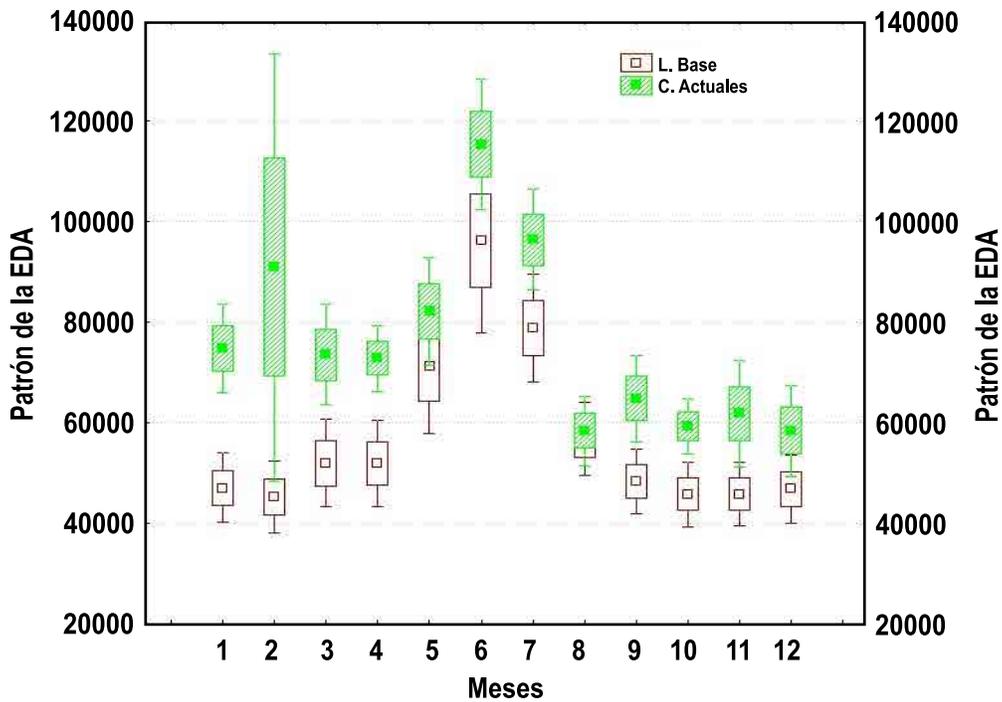


Figura 10.23. Gradiente de casos esperados por meses para variaciones climáticas esperadas del $IB_{t,1Cuba}$ período 2020-2050 respecto a condiciones actuales (2001-2010). Fuente: Ortiz et al., 2010.

Tabla 10.6. Potenciales Impactos a largo plazo 2020-50, de la Variabilidad y el cambio climático en Cuba

VÍA DE TRANSMISIÓN	INDICADOR	IMPACTOS ESPERADOS	PERÍODO DE IMPACTO
Aire	IRA	Incremento de las atenciones. Nueva alza estacional en el verano, con aumento del riesgo en edades extremas (ancianos y niños).	MP, IA
	Varicela	Modificaciones del patrón estacional y posible comportamiento hiperendémico.	MP
Agua y alimentos	Hepatitis Viral	Incremento en los meses del período poco lluvioso.	MP
	EDA	Incremento en los meses del período poco lluvioso y desplazamiento del pico de mayo para los meses de julio-agosto y cambios en la densidad de gérmenes circulantes.	MP, IA
	Meningitis Viral	Incremento de los casos y variación estacional con aumento en los meses del período poco lluvioso (septiembre-octubre), fundamentalmente por entero virus.	MP
Vectores	Dengue	Condiciones climáticas muy favorables para la extensión geográfica del vector y disminución del ciclo evolutivo. Incremento de focos de Ae. Peligro de introducción y brotes de dengue.	MP, IA
	Malaria	Las condiciones climáticas favorecen el ciclo evolutivo del vector (<i>Anopheles</i> sp). Probable introducción y brotes de malaria en el país por incremento de reservorio potencial.	LP

LP: largo plazo (2021-2050) MP: mediano plazo (2015-2020) IA; impacto actual (2001-2010)

Fuente: Ortiz, et al. 2009

10.3.4. INTEGRACIÓN MULTISECTORIAL DE IMPACTOS

La variabilidad climática y los cambios del clima, y sus efectos sobre la salud humana, no se pueden comprender sin tener en cuenta las interacciones entre un conjunto de variables del medio ambiente, que condicionan el comportamiento de los patrones epidemiológicos. Entre esas variables se encuentran: el estado del suelo, la disponibilidad de alimentos, la carga de elementos patógenos, los cambios ecológicos, la calidad de las aguas y el aumento del nivel medio del mar, conjuntamente con las condiciones socioculturales, económicas y demográficas. La tabla 10.7 demuestra que no solo las variaciones climáticas y el cambio del clima explican el estado o cambio de una situación de salud, y que existen escenarios epidemiológicos propicios para la emergencia y reemergencia de enfermedades infecciosas, muchas de las cuales se consideraban erradicada en el país.

Tabla 10.7. Relación entre las presiones, el estado de algunos componentes del medio ambiente, las condiciones socio económicas, los impactos y las consecuencias para indicadores de la salud humana según proyección para el 2050

COMPONENTE AMBIENTAL	ESTADO Y TENDENCIA DEL COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR IMPACTO EN SALUD HUMANA	
			EPIDEMIOLOGICO EDA	ENTOMOLOGICO
			SITUACIÓN EPIDEMIOLOGICA	NFae
Aguas marinas y costeras	Deterioro de las aguas marinas y costeras.	Efectos sobre los principales ecosistemas costeros, cambio de la línea de costa, reubicación de comunidades, cambio en el ciclo de nutrientes, intrusión salina y salinización de los suelos.	Alta morbilidad	No evidencia
Aguas terrestres	Déficit y deterioro de la calidad.	Deterioro de la calidad y disponibilidad de aguas para el consumo. Aumento de los recipientes para almacenar agua.	Aumento de las EDA	Elevado índice
Suelos	Erosionados, salinizados, cambio en el uso.	Pérdida de la diversidad biológica, cambio de nutrientes, cambio de la relación depredador presa, desplazamiento de poblaciones de gérmenes.	Aumento de las EDA	Aumento de la población de <i>Aedes</i> en las aéreas
Diversidad Biológica	Cambios en la diversidad, pérdida de hábitats, ecosistemas, etc.	Pérdida de la diversidad biológica, hábitat y nichos ecológicos, cambio de la relación depredador presa. Incremento de la reproducción y circulación de los agentes microbianos.	Aumento de las EDA por Bacterias (<i>Aeromonas</i> , <i>salmonellas</i> , <i>Shigellas</i> , <i>Vibrios</i>), Parásitos y Virus	Aumento de la población de <i>Aedes</i>
Medio Ambiente Urbano	Pérdida de la diversidad biológica.	Cambio en la dinámica de los virus, gérmenes y vectores, tendencia al aumento de las poblaciones.	Aumento de las EDA	Aumento de la población de <i>Aedes</i>

Fuente: adaptado de Pérez et al.,2009

Tabla 10.7. (continuación)

COMPONENTE AMBIENTAL	ESTADO Y TENDENCIA DEL COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR IMPACTO EN SALUD HUMANA	
			EPIDEMIOLÓGICO EDA	ENTOMOLÓGICO
			SITUACIÓN EPIDEMIOLÓGICA	NFae
Medio Ambiente Urbano	Deterioro del ecosistema humano.	Dificultades del funcionamiento de la infraestructura urbana.	Aumento de las EDA.	Aumento de la población de <i>Aedes</i> .
Socio-Económico - demográfico	Inseguridad alimentaria Incremento de las migraciones, Incremento de los costos Disminución de la disponibilidad de recurso. Cambio de la pirámide poblacional.	Incremento de la migración hacia las ciudades, aumento de la pobreza y deterioro del saneamiento ambiental. Aumento la población Mayor de 65 años. Cambio en los asentamientos humanos.	Aumento de las EDA con mayor riesgo en población adulta.	Aumento de la población de <i>Aedes</i> .

Fuente: Adaptado de Pérez *et al.*, 2009.

10.3.5. COSTOS DE LOS IMPACTOS

La estimación de costos atribuibles a la variabilidad y al cambio climático hasta la fecha ha tenido diversos niveles de aproximación en algunos países y regiones (Drummond, 1980 y CEPAL, 1997). Durante el 2008 se avanzó en el estudio del impacto económico en Brasil, en la Comunidad Andina y en México; y más recientemente se iniciaron estudios de este tipo en Centroamérica, el Caribe y América del Sur, con el apoyo de la cooperación del Reino Unido, Dinamarca y Alemania. Sin embargo, aun continúan siendo muy pobres estas valoraciones. En Cuba se ha trabajado en esta dirección también, con los primeros esfuerzos en la primera década del presente siglo. (Sharpu y Samuel, 2008, Fernández y Pérez, 2009 y Ortiz *et al.*, 2008).

En el país no existen limitaciones económicas para acceder a los servicios de salud, pues la prestación de los mismos es gratuita. El Estado destina anualmente grandes sumas de dinero a la salud de la población cubana y al mejoramiento de su calidad de vida, que ascienden a valores que oscilan entre 1 400 a 1 500 millones de pesos (Ortiz, 2005; Ortiz *et al.*, 2006, 2009).

10.3.5.1. VARIABILIDAD CLIMÁTICA EXTREMA

Los resultados de la evaluación del impacto del clima, tanto las atribuibles a la variabilidad y a los escenarios del cambio climático, sugieren incrementos elevados de los gastos del sistema de salud debido al aumento del número de casos y de hospitalizaciones. Por ejemplo, en el caso de los impactos debidos a las anomalías de la variabilidad climática en el período 2001-2002, los gastos estimados en Ciudad de La Habana fueron del orden de los 10,7 millones de pesos (Ortiz, P L, 2010; *et al.*, 2009). La tabla 10.8 contiene los valores dejados de producir y la afectación a los ingresos que esto causa a la calidad de vida de las familias cubanas.

Tabla 10.8. Costos estimados atribuibles al impacto de la variabilidad climática durante el período 2001-2010 en los indicadores de morbilidad (pesos)

ENTIDAD	ATENCIÓN	EN HOSPITAL	CERTIFICADO MÉDICO	TRATAMIENTO	CUERPO GUARDIA	TOTAL
HV	8 874,06	8 657,10	91 750,0	5 505,0	1 236,79	116 022,95
EDA	373 073,6	175 067,95	547 059,2	76 064,6	36 463,4	1 207 728,75
Dengue	-	-	-	3 45 605,66	-	3 745 605,66
M.Neumo*	-	231 318,00	-	-	-	231 318,00
TOTAL					5 300 675,36	

* Todos los casos son hospitalizados

Fuente: Ortiz, et al., 2006, 2008, 2009

Tabla 10.9. Costo de oportunidad atribuible a la variabilidad climática

ENTIDAD	COSTO TOTAL
HV	107 164,00
EDA	481 057,20
Dengue*	785 070,40
Total	1 373 291,6

* Referido solo a la C.Habana

Fuente: Ortiz, et al., 2006, 2008, 2009

10.3.5.2. ESCENARIO CLIMÁTICO AÑOS 2020-2050

En el caso de las proyecciones para el período 2020-2050 a nivel de país, según los escenarios previstos para los indicadores epidemiológicos, se estimó que los costos podían estar alrededor de 2 445 millones novecientos noventa y siete mil pesos, de no efectuarse intervenciones oportunas para evitar epidemias y contingencias significativas (tabla 10.10).

Tabla 10.10. Costos estimados por concepto del incremento de los indicadores estudiados a consecuencias del impacto de la variabilidad y el cambio climático para el período 2020-2050 para Cuba

INDICADOR EPIDEMIOLÓGICO	COSTO DE ATENCIÓN MÉDICA	COSTO POR HOSPITALIZACIÓN	COSTO POR CONTROL DEL VECTOR	COSTO TOTAL
EDA	5 044 837,76	4 738 980,90	-	9 783 818,66
HV	323 442,00	68 758,2	-	392 200,20
IRA	14 2708 914,80	73 523 374,29	-	216 232 289,09
VAR	2 228 567,88	-	-	2 228 567,88
EM*	-	3 851 814,78	-	3 851 814,78
EM**	-	18 743 458,80	-	18 743 458,80
M.Neumo	-	9 252 723,20	-	9 252 723,20
Dengue**	4 612,50	164 347,68	2 185 344 000,00	2 185 512 960,18
COSTO TOTAL				2 445 997 832,79
Indicador entomológico				
Número de focos <i>Aedes aegypti</i>	Incremento esperados			
	25 896,00		114 951 000,00	114 976 896,00
COSTO TOTAL			2 560 974 728,79	

Legenda: * Sin epidemia ** Con epidemia.

Fuente: Ortiz et al., 2009 y Ortiz, 2010.

Como se observa en la tabla 10.11, los costos por pérdida de oportunidad debido a los impactos de la variabilidad y el cambio climático resultan elevados, al ascender a más de 144 millones de pesos.

Tabla 10.11. Costo por pérdida de oportunidad atribuible al impacto de la variabilidad y el cambio climático para el período 2020-2050 para Cuba

INDICADOR	COSTO TOTAL
HV	3 127 320,00
EDA	65 055 031,52
IRA	129 617 836,00
VAR	4 913 484,00
Dengue	77 736,00
Total	144 241 408,02

Fuente: : Ortiz, 2010

10.3.6. INCERTIDUMBRES Y RETOS EN EL SECTOR DE LA SALUD HUMANA

El conocimiento es todavía limitado en áreas como la influencia de la variabilidad climática a corto plazo en las enfermedades, en el desarrollo de sistemas de alerta temprana, en la relación entre enfermedades y los fenómenos meteorológicos extremos, la identificación de los primeros efectos de las anomalías climáticas en la salud, y los mecanismos por el que la reiteración de fenómenos extremos, así como la disponibilidad de información y la calidad de la misma, pueden debilitar la capacidad de adaptación (Ortiz *et al.*, 2006). Luego, trabajar por la reducción de estas limitaciones y de otras fuentes de incertidumbre contribuye a disminuir los riesgos y severidad de los impactos en el sector de la salud (tabla 10.12).

Tabla 10.12. Limitaciones y fuentes de incertidumbre en las evaluaciones de clima y salud

FUENTES DE INCERTIDUMBRE	EJEMPLOS	PERÍODO DE SOLUCIÓN
Problemas con la información.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Errores en la información. 2. Ruidos asociados a datos incompletos y sesgos en la información de procedencia. 3. Sesgos en las muestras tomadas. 	C y MP
Problemas con los modelos existentes para explicar las relaciones entre el clima y la salud.	<ol style="list-style-type: none"> 1. No hay un claro conocimiento de las relaciones y estructuras en los modelos usados, a pesar de conocer los procesos de las enfermedades. 2. No se tiene en cuenta en los modelos que los parámetros e indicadores usados en el clima y la salud cambian en el tiempo. 3. Incertidumbre a la hora de simplificar las relaciones explicadas por los modelos. 	C y MP
Otras fuentes de incertidumbre.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problemas con el planteamiento de la hipótesis y objetivos para el desarrollo de las evaluaciones. 2. Ambigüedad en la definición de los términos y conceptos para identificar el grado de exposición al clima. 3. Utilización de variables e indicadores climáticos de amplio uso, pero que no han sido creados para las evaluaciones en salud e Inapropiado empleo de unidades espaciales y temporales. 	MD y LP

Leyenda:

C: Corto plazo MD: Mediano Plazo LP: Largo Plazo

10.3.6.1. RETOS PARA REDUCIR LAS INCERTIDUMBRES

1. Mejorar el conocimiento sobre las enfermedades sensibles al clima tropical, incluyendo indicadores de otros sectores de la economía, que pueden modificar el impacto del clima en la salud.
2. Priorizar las investigaciones integrales sobre las enfermedades de mayor incidencia en el país, con énfasis en las transmitidas por vías digestivas y respiratorias, donde se incorporen elementos de contaminación y el estudio de agentes transmisores.
3. Promover una visión integral e intersectorial que propicie la identificación de las áreas vulnerables, así como la obtención de mapas de vulnerabilidad y riesgo por comunidades, especialmente en las enfermedades vulnerables a la variabilidad y el cambio climático.
4. Desarrollar y evaluar nuevos indicadores para los estudios de salud e identificar los impactos potenciales de la variabilidad y el cambio climático en diferentes escalas espacio-temporales, donde se incorporen las dimensiones social, económica y ecológica, que modifican las vulnerabilidades.
5. Mejorar el entendimiento de la relación compleja entre los peligros asociados a la variabilidad climática atribuible al cambio y su combinación con otros determinantes de la salud.
6. Fortalecer el trabajo con el rescate de datos y conservación de la información acerca de los diferentes determinantes de salud.
7. Incorporar el uso de la epidemiología panorámica o satelital en investigaciones y servicios aplicados a la salud.

10.4. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

El principal requisito de adaptación en la salud humana radica en mejorar los sistemas de salud pública, particularmente, crear o mejorar los sistemas de vigilancia existentes, para identificar la presencia o aparición de enfermedades, con la incorporación del componente ambiental y en particular el climático. La Organización Mundial de la Salud (2003) propone en esta dirección, lograr un mejor entendimiento de la compleja relación causal entre el cambio climático y los patrones de transmisión de enfermedades, principalmente en tres áreas: a) el seguimiento histórico de la variabilidad climática y la ocurrencia o propagación de enfermedades infecciosas; b) la observación de indicadores de nuevos efectos de las enfermedades infecciosas debido al cambio climático a largo plazo, y c) la creación de modelos que permitan estimar la carga futura de las enfermedades infecciosas. Aspectos en los que Cuba ha trabajado y continúa trabajando con resultados alentadores.

El Ministerio de Salud Pública ha trazado una estrategia que persigue incrementar la eficiencia y la calidad en los servicios de salud, y así garantizar la sostenibilidad del sistema, encaminado a la eliminación de pequeñas desigualdades en la situación de salud y en la utilización de los servicios entre regiones y grupos de población. La estrategia privilegia las acciones de promoción de la salud y prevención de enfermedades, en el marco del perfeccionamiento de la atención primaria y la medicina familiar, la descentralización, la participación intersectorial y comunitaria, así como el perfeccionamiento de los servicios en el segundo y tercer nivel de atención.

De esta manera, Cuba cuenta con un marco definido en términos de política de salud y reorientación estratégica del sistema, que conforman el escenario del nuevo momento de reforma sectorial del país, lo que permite garantizar la implementación y preparación de las medidas de adaptación para enfrentar los problemas de salud atribuibles al cambio y la variabilidad climática.

10.4.1. MEDIDAS GENERALES

1. Establecer una estrategia que facilite la implementación de las medidas de adaptación.
2. Garantizar la estabilidad en el suministro de agua potable a la población, así como mantener los servicios de recogida y disposición de desechos sólidos y recolección de residuales líquidos según las normas establecidas.
3. Establecer una estrategia que facilite la implementación de las medidas de adaptación sustentables ante una situación de cambio climático.
4. Mantener e incrementar el programa de inmunización.
5. Capacitar y educar al personal de salud en estos temas.
6. Transferir tecnologías y asistencia financiera.
7. Educación ambiental y participativa de las comunidades en la aplicación de medidas generales y locales de adaptación a la variabilidad y el cambio climático.
8. Mejorar las estadísticas entre los sectores, la disponibilidad de información, la vigilancia y el conocimiento de las proyecciones futuras en materia de variabilidad y cambio climático en salud humana.
9. Mantener y conducir nuevos estudios para determinar la vulnerabilidad en el sector de la salud en unidades espaciales más pequeñas.

De igual manera que se han propuesto opciones de adaptación a escala general, se formularon para cada una de las entidades identificadas como vulnerables al clima. Ejemplo son las recientes acciones para el control del *Aedes aegypti*, *Anopheles ssp.* y otros mosquitos:

1. Cumplir con rigor las medidas del plan de sostenibilidad para el control del dengue y la erradicación del *Aedes aegypti*.
2. Elevar la calidad del trabajo en aspectos tales como capacitación y superación de toda la fuerza, fiscalización y control del trabajo.
3. Lograr mediante una educación sanitaria sistemática y eficaz, la participación activa y consciente de la comunidad en la prevención y eliminación de sitios de cría del vector a través de la realización del autofocal familiar y de centros de trabajo.
4. Continuar profundizando en las investigaciones dirigidas al estudio de los efectos del cambio climático en las enfermedades de transmisión vectorial.

10.4.2 MEDIDAS IMPLEMENTADAS

Sistema de Alerta Temprana a escala semanal, mensual, intraestacional y estacional, que incluye nueve enfermedades (tabla 10.13). Este sistema permite predecir el comportamiento de cada enfermedad, así como avizorar las situaciones de peligro para las diferentes enfermedades, lo cual contribuye a orientar a los tomadores de decisiones hacia donde hay que dirigir los esfuerzos.

Dentro del Sistema de Vigilancia, adquiere particular relevancia y novedad la asociada a la vigilancia de los peligros atribuibles a la variabilidad y el cambio climático sobre la salud humana a diferente escalas temporal y espacial por medio del Sistema de Alerta Temprana (tabla 10.13), constituyendo hoy una valiosa herramienta de apoyo para la toma de decisiones en cuanto a:

1. Aumentar los criterios para el análisis y el entendimiento de los eventos entomopidemiológicos.
2. Apoyar la caracterización ecológica de las especies de vectores.
3. Pronosticar el comportamiento a corto y mediano plazo de la infestación por *Aedes aegypti* y otros culcideos.
4. Emitir alertas tempranas ante la llegada del verano, ocurrencia de sequías, precipitaciones, ciclones y otros fenómenos de interés.
5. Planeación de estrategias de control oportunas.
6. Espacio para la investigación.

Tabla 10.13. Enfermedades incluidas en el Sistema de Pronóstico Bioclimático de Cuba (SPBC) y Alerta Temprana (AT). Fuente. Ortiz, 2005, Ortiz *et al.*, 2006, 2008

ENFERMEDADES INCLUIDAS EN EL SISTEMA (SPBC)	ENFERMEDADES NO INCLUIDAS EN EL SISTEMA (SPBC)
Diarreicas agudas Hepatitis viral Infecciones respiratorias agudas Varicela Meningocóccicas Meningitis bacteriana Meningitis por neumococo Meningitis viral Dengue	Fiebre amarilla Leishmaniasis

El país tiene implementado un sistema centinela que permite detectar de inmediato donde se presentan los primeros focos, así como un control estricto de vigilancia epidemiológica, que posibilita prever cambios en los canales endémicos de las entidades estudiadas, evitando que se produzcan contingencias por falta de control y tomas de medidas preventivas en los casos que lo requieran.

En correspondencia con el contexto de la infestación por *Aedes aegypti* antes descrito, y los potenciales impactos que se prevén, y que condiciona la tendencia observada y pronosticada al incremento, en 2006 se creó el Programa de Sostenibilidad para la Prevención del Dengue y el Control de *Aedes aegypti*, un programa de gobierno cuyas bases son:

- Desarrollar acciones integrales orientadas a fortalecer el saneamiento ambiental, la higiene del hogar y de los centros de trabajo y estudio, la vigilancia epidemiológica y la erradicación del *Aedes aegypti*.
- Organizar y realizar acciones del Sistema Nacional de Salud, orientadas y ejecutadas de conjunto con los Organismos de la Administración Central del Estado y el apoyo de las Organizaciones de Masas (comunidad) y Sociales, Juveniles y Estudiantiles.

Las acciones fundamentales del programa implementado han sido dirigidas al:

- Fortalecimiento de la logística del Sistema de Vigilancia y control vectorial y epidemiológico, tales como: transporte, reactivos e instrumental de laboratorio, equipos de fumigación intra y extradomiciliarios, plaguicidas y otros insumos necesarios para el trabajo.
- Garantizar la acción intersectorial para resolver o mejorar los problemas ambientales vinculados a la proliferación del *Aedes aegypti*.

Este programa de adaptación implementó:

1. Reorganiza el sistema de visitas a viviendas y locales por trabajadores de la campaña anti-aegypti (entre 2-4 semanas a cabeceras provinciales, zonas urbanas y territorios seleccionados, según su riesgo y cada 8 semanas en zonas rurales).
2. Ubicación de los operarios en puestos fijos de trabajo.
3. Creación del grupo de recontrol a nivel de áreas, municipios, provincias y nación.
4. Mejora de la atención al trabajador de control de vectores y fortalecida su preparación.
5. Mejora del ordenamiento ambiental:
 - a. Distribución de tanques bajo y de azoteas, con tapas para estos.
 - b. Reemplazo de tuberías y nuevas conexiones hidráulicas.
 - c. Construcción de nuevos acueductos en provincias con alta incidencia del vector.
 - d. Mejora en la recolección y disposición final de desechos sólidos y líquidos.
6. Manejo integrado para el control vectorial con la participación de la comunidad.
7. Fortalecimiento de la vigilancia integrada activa: entomológica, epidemiológica y ambiental, incluyendo:
 - a. Perfeccionamiento del Plan para el Enfrentamiento de las Graves Epidemias.
 - b. Fortalecimiento de la capacidad de procesamiento de datos, análisis de la información y predicción de eventos agudos.
 - c. Desarrollo de líneas de investigaciones imprescindibles (entomológicas, epidemiológicas, ambientales, sociales y evaluación económica).
8. Comunicación y educación sanitaria sistemáticas para lograr la participación activa de la comunidad y mejor integración con las acciones de control vectorial.
9. Perfeccionamiento de los instrumentos legales.

10.5. CONCLUSIONES

- Se evidencia que el clima constituye un determinante importante de numerosos ecosistemas, luego cualquier variación significativa que este experimente traerá cambios en la carga de microorganismos, vectores, reservorios y seres humanos susceptibles, generando transformaciones en los patrones epidemiológicos y los indicadores ecológicos, trayendo consigo el aumento del riesgo de numerosas enfermedades, en su mayoría infecciosas.
- Los resultados expuestos evidencian que los indicadores epidemiológicos de las enfermedades transmitidas por agua y alimentos, así como las transmitidas por vías respiratorias, son las más susceptibles a recibir los mayores impactos, de igual manera las transmitidas por vectores, en particular los cambios que se prevén en el índice entomológico y por ende en las poblaciones de vectores aumenta el riesgo de aparición de epidemia.
- El estudio demuestra que las variaciones y cambios en el clima son un factor determinante no solo para la producción de enfermedades sino que también conlleva a cambios ecológicos y socio-económicos propiciando variaciones y cambios epidemiológicos que afectan al sistema de Salud y por ende hay un cambio de la vulnerabilidad actual.
- Mediante los costos de los impactos atribuibles a la variabilidad y el cambio climático se evidencia que las interacciones del clima con los indicadores de salud no son nada despreciables y aportan un gasto al sistema de salud, que de no incorporar en sus planes acciones para los peligros climáticos generados por el cambio climático, se duplicarían los gastos que se acometerían al no elaborar e implementar medidas de adaptación. Evidenciándose en el estudio que la implementación oportuna de estas pueden influir en la planificación de los recursos materiales y humanos y en las políticas del sistema de salud y de esta forma se garantice el bienestar de la sociedad y la contribución a mejorar la calidad de vida de la población cubana.
- Mediante el informe se evidencia que el sector de la salud en Cuba se encuentra en una relativa ventaja en relación con los estudios de cambio climático y su capacidad de respuesta de otros países de la región. Muchas de las medidas de adaptación recomendadas en el informe ya se encuentran implementadas o se implementan en estos momentos con resultados satisfactorios, y solo requerirán de pequeños reajustes, sincronizaciones o profundización de sus proyecciones para lograr el objetivo propuesto. Sin embargo, esto no disminuye la necesidad de continuar estudiando los impactos del cambio y la variabilidad climática en este sector.
- El reporte muestra cuanto Cuba ha avanzado en las investigaciones para la búsqueda de evidencias de los impactos del cambio climáticos a la salud humana, así como en la prevención y manejo de los peligros climáticos a través de los sistemas de alerta temprana que incorporan la dimensión de la variabilidad y el cambio climático de forma explícita.

BIBLIOGRAFÍA

1. CEPAL (1997): La Economía Cubana. Reformas estructurales y desempeño en los noventa. (Anexo estadístico). Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 416pp.
2. Corvalán C. (2004): Cambios ambientales globales y salud en Brasil. Publicación OMS.
3. Drummond, M.F. (1980): "Principles of economic appraisal in health care", Oxford University Press.
4. Ebis K L Lewis D N and Corvalán C F (2005): Climate variability and Change and their health effects in small island states: Information for adaptation planning in the health sector. WHO.
5. Ebis, K L and Patz, JA. (2002): Epidemiological and impacts assessment methods. In: Global environmental change and human health. Martens, P. and McMichael, A.J. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
6. Guzmán MG, Kouri G, Valdés L, Bravo J, Álvarez M, Vázquez S, *et al.*, (2000): Epidemiologic studies on Dengue in Santiago de Cuba, 1997. *Am J Epidemiologic*; 152(9):793-9.
7. Guzmán MGD, Kourí GD, Pelegrino J LL (2001): Enfermedades Virales Emergentes. *Artículo Especial*.53(1):5-15
8. Guzmán MGD, Peláez OD, Kourí GD (2006): Caracterización final y lecciones de la epidemia de dengue 3 en Cuba, 2001-2002. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 19(4).
9. IPCC (2007): Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático, 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. Eds. Cambridge. University Press, Cambridge. Reino Unido.
10. Kouri GP, Guzman MG, Bravo JR (1987): Why dengue haemorrhagic fever in Cuba. An integral analysis. *Trans R Soc Trop Med Hyg*; 81(5):821-3.
11. Kouri G, Guzman MG, Valdes L, Carbonel I, del Rosario D, Vazquez S *et al.*, (1998): Reemergence of dengue in Cuba: a (1997) epidemic in Santiago de Cuba. *Emerg Infect Dis*; 4(1):89-92.
12. MINSAP (2009): Anuario Estadístico de Salud. Ministerio de Salud Pública Publicación #31.
13. Navarra A. (2005). The climate Dilemma. In: *Extremes Weather Events and Public Health Responses*. [In English]. Kirch W, Menne B and Bertollini. Eds. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
14. OMS (2008): cambio climático y salud humana—riesgos y respuestas. Resumen Actualizado.
15. OMS (2009): cambio climático y salud Informe de la Secretaría. 62ª ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD documento. (A62/11).
16. Ortiz, B P, Pérez. R A, Rivero.V A León.V N. Díaz M and Pérez A. (2006): Mini- Monograph "Resulted to assessing the human health vulnerability to climate variability and change in Cuba. "Environmental Health Perspectives (EHP). E.U. Vol 114, No12: 1942-49.
17. Ortiz *et al.*, (2008): Assessment of human health vulnerability in Cuba due to climate or weather Variability and change, In *Global Warming and Climate Change. Ten Years after Kyoto and Still Counting. Volume 2*.
18. Ortiz *et al.*, (2009): Impacto del cambio climático. Sector Salud Humana. Capitulo 6 en *Geo Cuba. Evaluación del medio ambiente cubano*. Eds. Fernández M A y Pérez R R. CITMA, PNUMA y AMA.
19. Fernández M A y Pérez R (Eds) (2009): *Geo Cuba. Evaluación del medio ambiente cubano*. R. CITMA, PNUMA y AMA.
20. Ortiz, P L (2010): Estimación de los costos atribuibles al impacto de la variabilidad y el cambio climático en el sector salud en Cuba. *Revista Colombiana*. No. 13 pp 21-33.

21. Ortiz, P L, Rivero V A, Pérez A R y Morgado F C. (2006): La influencia de la variabilidad climática en la ocurrencia de las enfermedades de transmisión digestiva en Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, marzo. Vol13, Número 1. pp 73-77.
22. Ortiz, P L, Pérez A.R, Rivero A.V, Pérez A C, Ramón C J and Lecha L E (2008): La Variabilidad y el Cambio Climático en Cuba: Potenciales Impactos en las Salud Humana *Rev Cubana Salud Pública*, ene.-mar. 2008, vol.34, no.1, [online]. ene.-mar. 2008, p.0-0. Disponible en la World Wide Web: <http://scielo.sld.cu/scielo.php>
23. Peláez O, Guzman MG, Kouri G, Pérez R, San Martín JL, Vázquez S *et al.*, (2004): Dengue3 epidemic, Havana, 2001. *Emerg Infect Dis* 2004; 10(4):719-22.
24. Seuc A., Pérez A, Dickinson F, Ortiz D, Domínguez E. (2008): Carga de la meningitis bacteriana en Cuba, año 2000. *Revista Cubana Salud Pública* 2008; 34 (2). Versión On-line ISSN 0864-3466.
25. Shardu and Samuel (2008): *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change. Costs, Benefits and Policy Instruments*, Paris
26. WHO (2003): *Climate Change and Human Health: Risks and Responses*. McMichel AJ, Cambpbell - Lendrum DH, Corvalán C, Ebi KL, Githeko A, Scheraga JD *et al.*, eds. WHO/WMO/UNEP. Geneva. Chapter 10.
27. WHO (2008): *Climate Change and Human Health: Risks and Responses*. McMichel AJ, Cambell-Lendrum DH, Corvalán C, Ebi KL, Githeko A, Scheraga JD *et al.*, eds. WHO/WMO/UNEP. Geneva. Chapter 10
28. WHO (2010): Selected infectious disease: number of reported cases. In: *World Health Statistics; WHO Library Cataloguing-in-Publication Data* ISBN 978 92 4 156398 7 (NLM classification: WA 900.1) © World Health Organization pp 73-84.