

UNIVERSIDAD PARA TODOS

Curso Cambio Climático

Parte 2

PRECIO: 1.00



Í N D I C E

Parte 2

CAMBIO CLIMÁTICO. IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN. (CONTINUACIÓN) / 2

Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático por sectores y regiones geográficas / 2

Mitigación del cambio climático / 11

Adaptación y mitigación. Retos y oportunidades / 12

Dimensión humana del cambio climático / 12

Respuesta internacional al cambio climático / 14

COORDINADOR PRINCIPAL

Dr. Luis Raúl Paz Castro (Instituto de Meteorología, INSMET)

COORDINADORES

Dr. Carlos Manuel López Cabrera (INSMET)

Dr. Ramón Pérez Suárez (INSMET)

COORDINADORA DEL TABLOIDE

Lic. Miriam Ester Limia Martínez (INSMET)

AUTORES DE LA PARTE 2

Dr. Luis Raúl Paz Castro (INSMET)

Lic. Miriam Ester Limia Martínez (INSMET)

Dr. Eduardo O. Planos Gutiérrez (INSMET)

Dr. Jorge Mario García Fernández (INSMET)

MSc. Miguel Izquierdo Álvarez, Instituto de Oceanología (IDO)

MSc. Marcelino Hernández González (IDO)

Dra. Beatriz Martínez Daranas (IDO)

Dr. Rodolfo Claro Madruga (IDO)

Lic. Avelino Suárez, Instituto de Ecología y Sistemática (IES)

Dr. Antonio López Almiral, Museo Nacional de Historia Natural

Dra. Nancy Ricardo Nápoles (IES)

MSc. Hermen Ferrás Álvarez (IES)

Lic. Leda Menéndez Carrera (IES)

MSc. José Guzmán Menéndez (IES)

Dr. Francisco Cejas Rodríguez (IES)

Dra. Lourdes Rodríguez Schettino (IES)

MSc. Vilma Rivalta González (IES)

Dr. Pedro Blanco Rodríguez (IES)

Dra. Daysi Vilamajó Alberti (IES)

Dra. Alicia Mercadet Portillo, Instituto Investigaciones Forestales (IIF)

Dr. Arnaldo Álvarez Brito (IIF)

MSc. Oriidia Hechavarría Kindelán (IIF)

MSc. Osiris Ortiz Álvarez (IIF)

Ing. Ivonne Diago Urfé, Dirección Forestal (MINAGRI)

Lic. Roger E. Rivero Vega, Centro Meteorológico Provincial de Camagüey (INSMET)

Dr. Oscar Solano Ojeda (INSMET)

MSc. Ramsés Vázquez Montenegro (INSMET)

Ing. Eduardo Pérez Valdés (INSMET)

Dra. Guadalupe Ramos, Instituto Nacional de Investigaciones de la Sanidad Vegetal (INISAV)

Dr. Mario Herrera Soler, Instituto Superior de Ciencias y Tecnologías Aplicadas (ISCTA)

MSc. Carlos M. Rodríguez Otero (IPF)

Lic. Ada Luisa Pérez Hernández (IPF)

Dr. Paulo Lázaro Ortiz Bultó (INSMET)

Dr. Antonio E. Pérez Rodríguez, Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK)

Lic. Alina Rivero Valencia (INSMET)

MSc. Alina Pérez Carreras, Unidad de Vigilancia y Lucha Antivectorial, (MINSAP)

MSc. Juan Ramón Cangas, Unidad de Vigilancia y Lucha Antivectorial, (MINSAP)

MSc. Antonio Vladimir Guevara Velasco (INSMET)

Dr. Luis B. Lecha Estela, Centro de Estudios y servicios Ambientales de Villa Clara (CESAM)

Dr. Juan Llanes Regueiro, Universidad de La Habana (UH)

Lic. Julio Torres Martínez, Observatorio Cubano de Ciencia y Tecnología

MSc. Yenillei Allegue Losada (UH)

Dr. Miguel Limia David, Consejo de Ciencias Sociales

MSc. Pablo Bayón Martínez, Instituto de Filosofía

Dr. Ramón Pichs Madruga, Centro de Investigaciones de la Economía Mundial

COAUTORES

MSc. Andrés Hernández Riquene (IIF)

MSc. José Luis Rodríguez Sosa Universidad de Granma

Ing. Arlety Ajete Hernández (IIF)

Ing. Elsa Cordero Miranda (IIF)

Ing. Leufrido Yero Valdés (IIF)

COLABORADORES

Dr. José Espinosa, (IDO)

MSc. Ana América Socarrás Rivero (IES)

MSc. Vilma Rivalta González (IES)

MSc. Ada Chamizo Lara (IES)

Ing. Giraldo Fagundo, Empresa Forestal Integral «Victoria de Girón»

Ing. Humberto Hernández, Empresa Forestal Integral «Mayabeque»

Ing. Onelio Rodríguez, Empresa Forestal Integral Mayabeque

Ing. Pedro Rodríguez Cuevas, Empresa Forestal Integral Baracoa

Arq. Emigdia Bermúdez Mulet (IPF)

Lic. Armando Muñiz González (IPF)

Arq. Concepción Álvarez Gancedo (Agenda 21 Local, UN Hábitat Cuba)

GRUPO DE EDICIÓN EDITORIAL ACADEMIA



Edición: Lic. Noelia Garrido Rodríguez

Diseño y tratamiento de imágenes: Marlene Sardiña Prado

Corrección editorial: Caridad Ferrales Avín

ISBN: 978-959-270-129-8

2008, «Año 50 de la Revolución»

CAMBIO CLIMÁTICO. IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN (CONTINUACIÓN)

Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático por sectores y regiones geográficas

Las fuertes evidencias existentes de que el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero está incrementando la temperatura del planeta y ocasionando cambios en el clima, imponen la necesidad de conocer cuáles serán las consecuencias del cambio climático inequívoco a partir del conocimiento de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación, tanto en sectores como en regiones geográficas. Al respecto el IPCC (2007b) afirma que «Evidencias observadas en todos los continentes y la mayoría de los océanos muestran que el cambio climático, en particular el aumento de la temperatura, afecta a muchos sistemas naturales», entendien-

do como *cambio climático toda variación del clima a lo largo del tiempo, por efecto de la variabilidad natural del clima o como resultado de las actividades humanas* (que difiere en parte del concepto utilizado en la Convención, el cual se refiere sólo al cambio debido a las actividades humanas).

El glosario de términos del IPCC (IPCC, 2007d) ofrece el significado de los términos utilizados en el título de esta sección que comúnmente se utilizan en el hablar cotidiano o en otras disciplinas técnicas con significados no exactamente iguales. En los párrafos siguientes se detallan estos significados.

Adaptación: Es el ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos actuales o esperados, o a sus efectos, que atenúa los efectos perjudiciales o aprovecha sus efectos beneficiosos. Este concepto se relaciona con el de *capacidad de adaptación*, entendida como la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) con el propósito de atenuar los daños potenciales, beneficiarse de

las oportunidades o afrontar las consecuencias. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas:

Adaptación preventiva o anticipatorio: Es la que ocurre antes de que se observen efectos del cambio climático, también se le llama *adaptación proactiva*.

Adaptación autónoma: La que no constituye una respuesta consciente a estímulos climáticos, sino que es desencadenada por cambios ecológicos de los sistemas naturales o por alteraciones del mercado, o del bienestar de los sistemas humanos, también denominada *adaptación espontánea*.

Adaptación planificada: Es la resultante de una decisión expresa en un marco de políticas, basada en el reconocimiento de que las condiciones han cambiado o están próximas a cambiar y es necesario adoptar medidas para retornar a un estado deseado, mantenerlo o alcanzarlo.

Impacto climático: Son las consecuencias del *cambio climático* en *sistemas humanos* y naturales. Según la medida de la *adaptación*, se pueden distinguir impactos potenciales e impactos residuales. Los *impactos potenciales* son todos los que pueden suceder dado un cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta las medidas de adaptación, y los *impactos residuales* son los que pueden ocurrir después de la adaptación.

Vulnerabilidad: Es el nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del *cambio climático*, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y capacidad de adaptación.

Los sectores que se considerarán continuación son: recursos hídricos, zonas costeras, biodiversidad marina, biodiversidad terrestre, silvicultura, agricultura, asentamientos humanos y salud humana.

Recursos hídricos

El agua es un recurso finito y renovable, que se distribuye irregularmente en el espacio y el tiempo, por lo general, de manera no concordante con las necesidades: Debido a ello, y a los requerimientos del desarrollo humano, este es un recurso sometido a grandes presiones, sobre todo derivadas de la explotación hidráulica, necesaria para satisfacer demandas crecientes en todos los sectores socioeconómicos y medioambientales.

En una conferencia internacional auspiciada por UNESCO en el año 1998 bajo el lema *Los recursos hídricos mundiales al inicio del siglo 21: El agua, ¿crisis que se avecina?*, se analizó de forma integral la problemática del agua a escala global y regional. La evaluación hecha en esta reunión del estado del recurso agua en el mundo, puede generalizarse del modo siguiente: algunas partes del planeta experimentan una creciente escasez de agua que se agrava, cuando en muchos lugares la demanda de servicios hídricos se incrementa superando la disponibilidad de agua que existe; mientras que, el crecimiento de la población y el empobrecimiento del medioambiente en su relación con el agua, pueden dificultar las perspectivas futuras del desarrollo económico y social sostenido. Tal es la situación que, en los últimos 25 años del pasado siglo, la disponibilidad anual de agua per cápita en el planeta disminuyó aproximadamente un tercio.

Por otra parte, al nivel mundial, «los recursos de agua dulce se ven reducidos por la contaminación. Unos 2 millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente en aguas receptoras y se estima que la producción global de aguas residuales es de aproximadamente 1 500 km³ y que la carga mundial de contaminación puede ascender actualmente a 12 000 km³. Como siempre, las poblaciones más pobres resultan las más afectadas, con un 50 % de la población de los países en desarrollo expuesta a fuentes de agua contaminadas» (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2003). Por tanto, la condición de recurso renovable que tiene

el agua, y su cuantía limitada, son seriamente afectadas porque su disponibilidad se agota y su calidad se deteriora debido a la sobreexplotación y la contaminación creciente.

La situación mundial del agua continúa evolucionando de forma negativa, y se prevé que en el futuro sea aun más grave, sobre todo si los problemas antes descritos se analizan considerando con profundidad el impacto del cambio climático. Un escenario de disponibilidad de agua estimado para el año 2025 (Fig. 23), basado fundamentalmente en las proyecciones del crecimiento de la población y de la demanda multisectorial, revela en síntesis lo siguiente: continuará incrementándose la demanda de agua para todos los consumos; el recurso hídrico será cada año más costoso; la extracción total de agua en el mundo aumentará hasta 12,2 % y el uso del agua se incrementará entre 15 y 35 % en los países desarrollados y de 200 a 300 % en los llamados países en vías de desarrollo (Fernández-Jáuregui, 2000). Estos datos demuestran que la escasez de agua es una de las actuales y futuras vulnerabilidades fundamentales del planeta. Pero esta evaluación de la situación futura del agua no considera los conocimientos que hoy existen sobre el impacto del cambio climático.

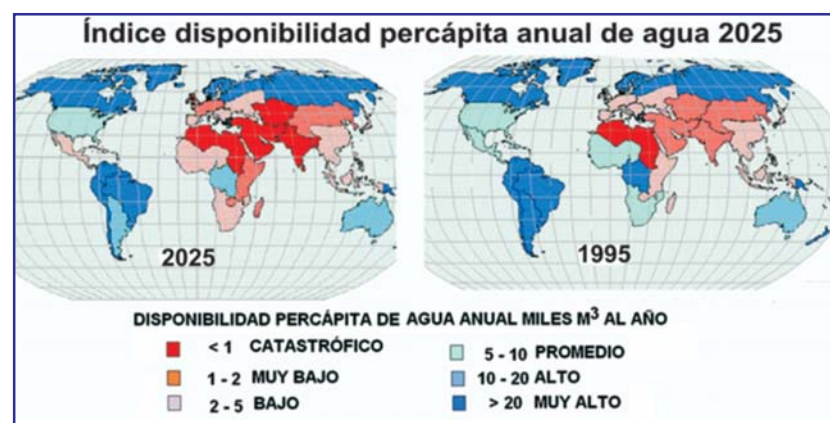


Fig. 23. Escenario de disponibilidad de agua estimado para el año 2025 (Fuente: UNESCO, Shiklomanov, 1998).

Si se analizan las perspectivas del agua a la luz de las tendencias que hoy se observan en el comportamiento de las variables climáticas y el clima más probable descrito para el futuro, el incremento del estrés hídrico detallado para el año 2025 podría ser mucho más intenso aún. Por ejemplo, en una valoración de la situación de agua en el mundo, basada exclusivamente en la relación entre la disponibilidad natural de recurso y la población, sin considerar la infraestructura hidráulica y la eficiencia en el uso del agua (Shiklomanov, UNESCO, 1998), se manifiesta que en la Región del Caribe sería baja (2100 a 5000 m³ per cápita anuales) la cantidad de agua que aún podría ser aprovechable para el desarrollo en el año 2025 (agua que no se utiliza en el presente y que puede ser hidráulicamente asimilable). Sin embargo, incluyendo en la evaluación antes presentada los escenarios climáticos e hidrológicos futuros más probables para esa época en dicha Región, la existencia de agua para nuevos usos califica como muy baja (1100 a 2100 m³ per cápita anuales), lo que desde el punto de vista cuantitativo sitúa la disponibilidad regional per cápita de agua muy cercano al límite de la pobreza hídrica (menos de 1000 m³ anuales per cápita); en este sentido hay que resaltar que valoraciones recientes indican que ya la mayoría de los países del Caribe viven en condiciones de pobreza hídrica (PNUD, 2008).

El IPCC en su cuarto informe identifica un conjunto de impactos importantes del cambio climático en los sistemas de agua dulce y su gestión al nivel global, entre los cuales resaltan los siguientes: más de un sexto de la población mundial será afectada por la disminución del volumen de agua almacenada en los glaciares y bancos de nieve; el aumento del nivel del mar incrementará las zonas de salinización de aguas sub-

terráneas y de los estuarios, lo que provocará una disminución de disponibilidad de agua dulce; aumentará el riesgo de inundaciones y sequías en muchas zonas, lo que afectará seriamente 20 % de la población mundial; el aumento de la temperatura del agua y la intensidad de la precipitación probablemente agravarán algunas formas de contaminación de las aguas, lo que influirá en ecosistemas, salud humana, fiabilidad de los sistemas hídricos y los costes operativos para su empleo; el funcionamiento de las infraestructuras hidráulicas existentes será afectado, así como las prácticas de gestión hídrica; y los efectos adversos del clima en los sistemas de agua dulce agravan los impactos de otros factores de estrés, como el crecimiento demográfico, los cambios en las actividades económicas, el cambio en el uso de los terrenos y la urbanización. El IPCC reflexiona que los efectos negativos del cambio climático en los sistemas de agua dulce superan a los positivos y que en todas las regiones del mundo se muestra un impacto negativo neto general debido al cambio climático.

¿Cuál es la situación que se prevé para la Región del Caribe? Los impactos esperados en las islas del Caribe son considerables: en el año 2002 la disponibilidad per cápita de agua era estimada en 2 532 m³ y en el

año 2006 esta disponibilidad se redujo en la mayoría de los países a menos de 1000 m³ (condición de escasez de agua). Pero los escenarios del futuro indican que en esta región se producirá una condición de gran estrés hídrico, como consecuencia de la reducción de la precipitación anual; el incremento de la frecuencia, duración e intensidad de la sequía y de la severa contaminación del agua subterránea por la intrusión salina, provocada por el incremento del nivel del mar (PNUD, 2008). Un elemento de particular relevancia en el Caribe es la contaminación del agua subterránea por intrusión marina, algunos datos revelan que el avance de la intru-

sión salina en los últimos 40 años ha oscilado entre 0,3 y 3 km tierra adentro, desde entonces por esta vía disminuye la disponibilidad y la calidad del agua.

En lo que a Cuba respecta, en las condiciones climáticas actuales existen limitados recursos renovables de agua (alrededor de 24,0 km³ de recursos hídricos son aprovechables cada año), con carencias relativas en determinadas zonas más vulnerables, no obstante el importante desarrollo hidráulico del país que ha hecho disponible hidráulicamente 57 % de sus recursos aprovechables. Con independencia de la necesaria adaptación al cambio climático, existen un conjunto de acciones importantes que pueden ponerse en práctica para elevar la disponibilidad relativa de agua, las cuales serán tratadas más adelante, cuando se analicen las medidas de enfrentamiento al impacto del clima del futuro. Un elemento adicional que provoca en el país la disminución de la disponibilidad de agua, es el deterioro de la calidad original de este recurso por la actividad antrópica (descarga de residuales sobre todo orgánicos biodegradables y concentración de la explotación de las aguas subterráneas, que contribuye a la intensificación de la intrusión salina).

¿Cómo compensar la variabilidad natural y cómo adaptarse y superar los problemas derivados de una disponibilidad reducida de agua como consecuencia de los impactos humanos, el desarrollo general y el cambio climático?

Las opciones son varias, para ello es necesario implementar estrategias de prevención y tecnologías, ambientalmente sostenibles, capaces de aumentar los limitados recursos hídricos naturales existentes, reducir la demanda y mejorar la eficiencia en la explotación, distribución y uso del agua, sobre todo a través de un manejo integrado. De manera tradicional se ha optado por

la construcción de obras hidráulicas de almacenamiento y trasvases de aguas superficiales, así como la extracción del agua subterránea; con lo cual se logra redistribuir espacial y temporalmente este recurso, según ciertas necesidades. Estas prácticas deben formar parte de las estrategias de adaptación al cambio climático. También hay que prestar más atención a formas innovadoras en el uso de las fuentes de agua naturales y a las nuevas tecnologías, como por ejemplo, la reutilización o la desalinización del agua, la recarga artificial del agua subterránea y la captación de agua de lluvia en el propio lugar donde ocurren las precipitaciones.

En el caso de Cuba, teniendo en cuenta el elevado índice de intervención que existe en los recursos hídricos aprovechables, necesario para satisfacer las demandas del desarrollo sostenible y la disminución de la vulnerabilidad del país como estado insular, entre las medidas para adaptarse al cambio climático, se identifican las siguientes: aumentar la eficiencia en el uso del agua para riego (60 % del consumo total anual del agua) y en el abastecimiento de la población e industrias; disminuir las pérdidas de agua en las redes y conductoras de acueductos, canales y equivalentes (sistemas de riego) y su rehabilitación; introducir tecnologías apropiadas para incrementar la eficiencia del uso del recurso agua en la economía, la sociedad y protección del medio ambiente; elevar la eficiencia en el mantenimiento de la importante infraestructura hidráulica creada, así como en la administración del agua para todos los usos; reducir paulatinamente la carga contaminante que se dispone en los cuerpos receptores superficiales y subterráneos, mediante la construcción de sistemas de tratamiento; elevar el reuso de las aguas residuales tratadas, con lo que se incrementa de manera relativa la disponibilidad de agua para usos que requieren de mayor calidad; continuar profundizando en la aplicación del enfoque de ecosistema a la gestión integral del recurso agua; promover la introducción de tecnologías apropiadas, tales como la cosecha directa de agua de lluvia para satisfacer demandas locales del recurso; y, fortalecer la educación ambiental para el uso sostenible del agua. Estas medidas son necesarias aun sin la situación climática que enfrenta el mundo.

El cambio climático exacerba la variabilidad espacial y temporal de los recursos hídricos e intensifica la urgente necesidad de una gestión responsable de los mismos. Dada la cantidad finita de agua dulce, el actual enfoque del desarrollo que propugna dejar las cosas tal y como están no puede sino limitar los recursos hídricos utilizables como resultado de la contaminación física y química continua y generalizada por parte de prácticamente todos los sectores. Una recopilación inadecuada de datos, la escasa fiabilidad de los datos existentes y nuestra limitada comprensión del funcionamiento de los sistemas hidrológicos suponen un grave impedimento para una buena planificación y gestión. Hay que entender mejor los complejos sistemas medioambientales y los impactos de las actividades humanas si queremos que la sociedad se anticipe, mitigue y se adapte a los cambios medioambientales y a las circunstancias cambiantes (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2007).

Zonas costeras

La Zona Costera constituye una de las regiones de mayor importancia en el contexto natural y socioeconómico de nuestro planeta, y resulta un área muy sensible al cambio climático y a la acción del ser humano.

A escala global y desde el punto de vista natural, la zona costera, que comprende las llanuras costeras y las aguas someras de la plataforma, ocupa sólo 18 % de la superficie terrestre; sin embargo, es responsable de la cuarta parte de la producción primaria¹ global y está constituida por los ecosistemas taxonómicamente

más ricos del planeta. Los bosques de mangle son 20 veces más productivos que el océano abierto como promedio. Los estuarios, los humedales y los arrecifes son de 5 a 15 veces más productivos y los mares de plataforma y las zonas de surgencia de 2 a 5 veces más productivos. El mar costero representa sólo 8 % de la superficie oceánica y menos de 0,5 % de su volumen total. No obstante, aporta 14 % de la producción oceánica² global, más de 50 % de la desnitrificación global, 80 % de la deposición global de materia orgánica, 90 % de la mineralización sedimentaria, es tributario de 75 a 90 % de la descarga de los ríos y de los elementos contaminantes asociados a ella y cerca de 50 % de la deposición global de carbonatos (IGBP, 1992; IGBP, 1993).

Con respecto a la actividad antrópica, en la zona costera existen las mayores densidades de población mundial, así como las tasas de crecimiento de la población más altas, ya que soporta 60 % de la población mundial y dos terceras partes de las ciudades con más de 1,6 millones de habitantes. De los más de 180 países con poblaciones en zonas costeras de baja altitud, 130 de ellos (alrededor de 70 %), tienen sus mayores conglomerados urbanos en esas áreas. Además, las ciudades más grandes del mundo, las que cuentan con más de 5 millones de habitantes, tienen en promedio un quinto de su población y un sexto de su territorio en zonas costeras. Las ciudades costeras crecen en promedio 20 % más rápido que las otras y tienen entre 10 y 15 % mayor densidad, de las 20 grandes ciudades del mundo, 15 se encuentran en el litoral (IPS, 2008).

La mayor parte del turismo internacional es costero. De la contaminación procedente de tierra firme, incluida las aguas albañales, los nutrientes y materias tóxicas, 90 % permanecen en el mar costero. Al nivel continental, las tasas de flujo de sedimentos se han reducido considerablemente debido a la construcción de diques y a esquemas de irrigación a gran escala. Los flujos de nutrientes disueltos, de origen antropogénico desde la tierra hacia el mar costero, son en la actualidad igual y en algunas áreas mayores que los flujos de origen natural. En estas condiciones provee 90 % de la captura de especies comerciales de peces (IGBP, 1992; IGBP, 1993).

En la zona costera se encuentran los ecosistemas y biotopos más productivos y diversos del planeta. En ella se encuentran extensas áreas de complejos y especializados ecosistemas como los manglares, arrecifes de coral, pastos marinos y sistemas de dunas en las playas. La amplia diversidad de ecosistemas refleja la naturaleza dinámica de la zona costera y la gran variabilidad de los tipos geomorfológicos como los deltas, los estuarios, las lagunas costeras, litorales rocosos y acantilados, etcétera.

Según dicta el Decreto Ley 212 «Gestión de la Zona Costera» de la legislación cubana, la zona costera se define como «la franja marítimo-terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales. En la misma se desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales y culturales».

Cualquier variación en los medios «tierra, mar, atmósfera» tendrá por fuerza un efecto sobre la zona costera, pues esta es constantemente modelada por la combinación de la dinámica de esos tres medios. El cambio climático produce variaciones en los tres medios, por tanto, afecta la zona costera.

La génesis del cambio climático está en la atmósfera. Como resultado de ello la dinámica de la atmósfera cambia y por consiguiente las temperaturas, las precipitaciones y los vientos. Estos factores tienen incidencia directa sobre agentes modeladores de la zona costera tales como, las tormentas, el nivel medio del mar y los caudales de los ríos.

Para la zona costera los efectos potenciales más notables del cambio climático serán el ascenso del nivel del mar, alteraciones en los patrones de las corrientes

costeras y modificaciones del campo de olas, en particular variaciones en el número, duración, energía y dirección del oleaje.

Los sistemas costeros son económica y ecológicamente importantes y se espera que su respuesta a los cambios del clima y del nivel del mar varíe ampliamente. Los cambios en esos ecosistemas tendrían importantes efectos negativos para el turismo. Muchas zonas costeras experimentarán aumento de niveles de inundación, erosión acelerada, pérdida de humedales y de manglares, e intrusión de agua del mar en las fuentes de agua dulce. La amplitud y gravedad de los impactos de tormentas, incluidas las inundaciones por temporales y la erosión de las costas aumentarán como resultado del cambio climático, incluida la elevación del nivel del mar. Las costas de altas latitudes experimentarán nuevos impactos relacionados con una mayor energía de las olas y un deterioro del permafrost³.

Los impactos en ecosistemas costeros muy diversos y productivos, tales como los arrecifes de coral, los atolones y las islas coralíferas, los pantanos de agua salada y bosques de manglares dependerán del ritmo de aumento del nivel del mar en relación con los ritmos de crecimiento y suministro de sedimentos, espacio y obstáculos para la migración horizontal, cambios del entorno clima-océanos tales como temperaturas de la superficie del mar, frecuencia de ocurrencia de temporales, y presiones procedentes de actividades humanas en las zonas costeras.

En las evaluaciones de estrategias de adaptación de zonas costeras se ha desplazado el énfasis, alejándose de estructuras de protección fuerte de la línea de costa (malecones, diques, espigones) hacia medidas de protección blandas (alimentación artificial de playa), relocalización y demolición de inmuebles y resiliencia⁴ mejorada de los sistemas biofísicos y socioeconómicos en las regiones costeras. Las opciones de adaptación para gestión costera y marina son más eficaces cuando están acompañadas de políticas en otras esferas: planes de mitigación de catástrofes y planificación del uso de la tierra.

En Cuba las características físico-geográficas, hidrográficas e hidroclimáticas, que han propiciado hasta ahora amplias variaciones espaciales y estacionales de los parámetros hidrológicos en la plataforma insular, se modificarán paulatinamente con un incremento del nivel medio del mar. Esto conllevará un aumento del intercambio de las aguas de la plataforma con el océano y a un incremento de la profundidad de la plataforma, lo que en consecuencia producirá una disminución gradual de la variabilidad espacial y estacional.

Las formas de sedimentación prevalecientes en la plataforma insular cubana, la sedimentación por precipitación del carbonato de calcio del agua de mar, la producción biológica de los organismos marinos reductores de carbonatos y el aporte de material terrígeno, son muy susceptibles a un cambio a largo plazo del nivel medio del mar y un aumento de la temperatura de las aguas, lo cual afectará la distribución espacial de los sedimentos con la consecuente incidencia sobre las playas y la biota en la zona costera.

En los golfos de Batabanó y Ana María-Guacanayabo, cuyas cotas apenas alcanzan 0,5 m, las cayerías interiores reducirían considerablemente sus extensiones territoriales. Algo similar ocurriría con 60-80 % de la ciénaga de Zapata y muchos de los cayos que componen los subarchipiélagos de Los Colorados, Sabana-Camagüey, Canarreos y Jardines de la Reina.

La sinergia⁵ que se está produciendo entre el cambio climático y las actividades del hombre constituye la amenaza más seria para los ecosistemas costeros, sobre todo para los arrecifes coralinos, los cuales sufrieron en el pasado grandes variaciones en el clima y se adaptaron o se transformaron en muchos casos.

El archipiélago cubano reúne casi todas las características inherentes a las zonas costeras a escala global antes comentadas. El aumento de la presión demográfica, incluida la población flotante constituida por los

turistas, el vertimiento de contaminantes de diverso tipo así como la expansión de la infraestructura del turismo, figuran entre los principales factores que contribuirán en su sinergia con el cambio climático, a aumentar la vulnerabilidad de la zona costera.

Algunas medidas de adaptación ante la variabilidad de los regímenes hidrometeorológicos y biogeomorfológicos de la zona costera ya se han puesto en práctica, como resultado de estudios sobre dinámica y manejo costeros, como sucede en la playa de Varadero, donde los costos relacionados con el impacto de un incremento del nivel del mar resultarán con toda seguridad elevados. Por el alto valor económico que representa esta playa para el país, desde 1987 se lleva a cabo un plan de medidas para su recuperación y protección, dentro de las cuales se contempla la alimentación artificial por medio de vertimientos de arena encaminados a mitigar la erosión de la playa, así como la demolición de inmuebles de alto riesgo, ubicados en primera línea de playa. Estas medidas son parte de un Programa Integrado de Acciones para la Recuperación, Mantenimiento y Mejoramiento de la Playa de Varadero.

Este último es la primera acción local en favor de lograr un Manejo Integrado de la zona costera. Experiencia que se extiende en todo el país con la puesta en marcha del Programa Nacional de Playa, que aportará en este año los proyectos ejecutivos (estudios técnicos) para el control de la erosión en los polos turísticos de Varadero, Guardalavaca y Jardines del Rey.

Biodiversidad marina

El conocimiento de la biodiversidad⁶ marina resulta un gran reto para la ciencia y la conservación debido a la gran extensión y limitada accesibilidad a los ecosistemas marinos. Este medio se caracteriza por su alta conectividad regional y global, debido a la naturaleza dispersa de las larvas, la existencia de notables gradientes espaciales, pobre endemismo, especies con amplia distribución y pocas posibilidades de extinción, alta renovación y mezcla de poblaciones, micro-hábitats específicos y una gran extensión y complejidad de los ecosistemas. Por ello, la conservación de la diversidad ecológica⁷, más que la diversidad de organismos⁸, tiene una función relevante en las evaluaciones de la biodiversidad marina ya que, al proteger los ecosistemas se garantiza en gran medida la conservación de la diversidad genética⁹ y de organismos.

La biodiversidad marina brinda al hombre una gran cantidad de bienes y servicios, de forma directa o indirecta. Entre los valores directos de la diversidad biológica marina, se incluyen aquellos relacionados con el consumo directo (la pesca, producción de recursos minerales y biotecnología) y los servicios (recreación y turismo). Los valores indirectos son aquellos relacionados con la conservación del medio ambiente como patrimonio de las actuales y futuras generaciones (protección de la zona costera, valores estéticos, paisajísticos, culturales), así como con la educación y la investigación científica.

Por el carácter isleño de Cuba, su desarrollo socioeconómico es altamente dependiente de los recursos y el medio ambiente marinos (pesca, turismo, navegación, desarrollo urbano e industrial, etc.) y estos dependen sobre todo de su biodiversidad. Los efectos del cambio climático, amenazan muy en serio esos recursos, altamente vulnerables a los cambios que este debe provocar.

Incremento de la temperatura: Provoca cambios fisiológicos en los organismos marinos, como en su crecimiento, reproducción, respiración y finalmente su supervivencia. Ello puede conllevar cambios en la distribución de algunas especies, y la extinción de otras, o afectar el alimento disponible en calidad y cantidad. El calentamiento también aumenta la morbilidad por enfermedades, como las ya identificadas en corales, gorgonias, erizos, peces, tortugas y cetáceos (Fig. 24).



Fig. 24. Blanqueamiento de los corales.

Incremento del nivel del mar: Ocasiona cambios en la zona costera y en el paisaje sumergido, en la salinidad de las aguas, en la distribución de los sedimentos, incrementos en la erosión costera y cambios en las corrientes marinas, lo que provocará alteraciones en la conectividad de los ecosistemas, en la dispersión y reclutamiento de las larvas de invertebrados y peces, así como de los patrones migratorios en especies pelágicas (peces y cetáceos), la reubicación de los ecosistemas actuales (playas, manglares, pastos marinos y arrecifes coralinos), así como la pérdida de biodiversidad en las zonas afectadas.

Incremento de la concentración de dióxido de carbono: Estimula la producción de las plantas marinas, pero ocasionará una acidificación de las aguas de los océanos, lo que disminuirá las tasas de calcificación del esqueleto de muchos organismos marinos (fitoplancton, zooplancton, erizos, moluscos, corales, algas, etc.; Fig. 25). Ello reducirá el área de los arrecifes coralinos, principal fuente de recursos pesqueros en el trópico y disminuirá las fuentes de arena de las playas.



Fig. 25. El alga calcárea *Halimeda copiosa* forma cascadas en los arrecifes.

Huracanes: Las especies y biotopos de la zona costera se han adaptado a estos fenómenos, pero se desconoce la capacidad de recuperación de estas zonas, si su frecuencia e intensidad aumentara. Los ecosistemas costeros emergidos, como los manglares y las playas son los más susceptibles, pero también el oleaje provoca serios daños a los arrecifes coralinos (Fig. 26) y los pastos marinos (Fig. 27), con la consecuente reducción del hábitat de muchos organismos, lo que disminuye la diversidad de especies y ecosistemas.

Cambios en el régimen anual de lluvias y vientos: Los eventos climáticos pueden interactuar y generar variaciones en la salinidad de las aguas (por sequía, por

aumento de la tasa de evaporación, o grandes precipitaciones), a las cuales muchas especies no se adaptarían.



Fig. 26. Partes de la cresta arrecifal del Rincón de Guanabo quedaron destruidas después del paso del huracán Wilma.



Fig. 27. El oleaje generado por los huracanes puede arrancar fragmentos de una pradera de *Thalassia testudinum*, y deja las raíces expuestas.

Los cambios en el régimen de los vientos producen afectaciones en los sistemas de afloramiento en las aguas oceánicas, que pudieran generar el desarrollo masivo de algas tóxicas (que afectan la salud de muchos organismos marinos y del ser humano). El incremento de los vientos aumenta el transporte de polvo desde regiones áridas, como el desierto de Sahara, y provoca daños a los arrecifes coralinos del Caribe.

Los ecosistemas más vulnerables son aquellos que se encuentran en la línea costera, que serán afectados por el ascenso del nivel del mar, como las playas, manglares y organismos que habitan en las costas bajas, como los moluscos, tortugas y aves costeras. Las especies que posean una baja diversidad genética tendrán mayor dificultad para adaptarse a los cambios ambientales.

El hombre realiza acciones como la contaminación, sobrepesca, sedimentación, turbidez y otros impactos físicos, que afectan a los ecosistemas marinos, los cuales tendrán menos oportunidad de aclimatarse a los cambios que los saludables. Entre estos se destacan los arrecifes coralinos y los pastos marinos, los cuales se encuentran ya en estado crítico en varias zonas del mundo.

Aunque existe cierto grado de incertidumbre sobre la magnitud del cambio climático, y más aun sobre el impacto que este ocasionará al planeta y al mundo vivo, por lo general, se acepta la necesidad de tomar medidas de mitigación y de adaptación. Una de las principales medidas de adaptación consiste en reducir al mínimo posible las acciones de origen humano que afectan la biodiversidad marina mediante un manejo adecuado, y facilitar su adaptación natural al cambio climático. Para la adopción de medidas eficaces, es necesario continuar investigando con alto rigor científico, los vacíos actuales en el conocimiento, e integrarse a redes de monitoreo de los ecosistemas marinos y los fenómenos climáticos a escala global, regional y local.

Como el cambio climático inevitablemente afectará a todos los seres humanos del planeta, el pueblo debe ser educado y preparado, de manera que sea capaz de participar, consciente y responsable, en las medidas de adaptación para la conservación de la biodiversidad marina, así como de los bienes y servicios que ésta presta a la humanidad.

Biodiversidad terrestre

En los informes del IPCC (2002 y 2007) se afirma y luego se confirma con un alto grado de certeza que el calentamiento reciente de origen antropogénico está afectando enormemente a los sistemas biológicos. El cambio climático antropogénico y otras acciones tomadas por el hombre tales como la contaminación, degradación de suelos, explotación selectiva de especies, introducción de especies no autóctonas, ejercen sobre la diversidad biológica una presión (tensión) adicional a la ejercida por las fuerzas naturales que ya la están afectando.

El cambio climático puede dañar directamente a la biodiversidad mediante cambios en las funciones de los organismos individuales (por ejemplo, el crecimiento y el desarrollo), modifica poblaciones (en el tamaño y la estructura) y afecta la estructura y función de los ecosistemas (ciclos de agua y nutrientes, composición e interacción de las especies) y su distribución dentro del paisaje. Para este siglo el IPCC (2007) plantea que es probable que:

- Entre 20 y 30 % de las especies estudiadas estarían en peligro de extinción.
- Como consecuencia del cambio climático la capacidad de adaptación (resiliencia) de muchos ecosistemas se sobrepasaría.
- Para incrementos de 1,5-2,5 °C de la temperatura media mundial se producirían cambios sustanciales en la estructura y función de los ecosistemas, en las interacciones entre especies, en su distribución geográfica, así como en los bienes y servicios que los ecosistemas brindan al hombre.

La biodiversidad ofrece un importante potencial para la mitigación, creando sumideros de carbono mediante la reforestación o actividades para evitar la deforestación, degradación de suelos y la transformación de otros ecosistemas terrestres. En el sector de la biodiversidad las acciones de adaptación al cambio climático se pueden aplicar tanto a ecosistemas gestionados por el hombre de manera intensiva como a los de forma no intensiva. La conservación de la biodiversidad está muy enfocada a las áreas protegidas, pero las acciones para la adaptación también logran ser muy eficaces fuera de estas áreas.

Impactos del cambio climático y vulnerabilidad de la diversidad biológica en Cuba

La biota cubana actual se comenzó a formar hace 40 millones de años, y desde entonces ha estado aislada de las masas continentales, por lo que el intercambio con estas fue mínimo; mientras tanto fueron continuas las extinciones masivas provocadas por transgresiones marinas, cambios climáticos y elevaciones del mar. Esas condiciones hicieron a la biota resistente a los grandes cambios y vulnerable a la competencia con especies continentales que tienden a convertirse en invasoras.

Los grupos taxonómicos propios de regiones áridas y los de regiones húmedas llegaron a Cuba en épocas diferentes, lo que permite su fácil identificación. En las llanuras, salvo excepciones, predominan los endémicos de regiones áridas, mientras en las regiones montañosas, predominan los de grupos evolutivos de regiones húmedas. Con la actividad humana, muchos de los paisajes originales en las llanuras se convirtieron en sabanas. El paisaje de sabanas es tanto o más árido

que los originales, y la aridez debe aumentar con los cambios climáticos. Esto obliga, entre otras cosas, a pensar desde ahora en la necesidad de usar cultivos capaces de producir más con menor cantidad de agua.

La flora endémica costera es rica en especies, y está en una situación precaria por la intensa actividad humana, que ha erigido construcciones sobre ella. Esta situación debe agravarse con la elevación del mar y el aumento de sal en los suelos. La afectación será menor para las especies que viven en lugares altos.

En las islas la diversidad biológica es muy vulnerable, por lo que la invasión de especies foráneas y su introducción afectan a las especies autóctonas, las que originan la extinción de más de 55 % de las aves y gran parte de la población de reptiles, mamíferos y plantas, además, provocan altos costos sociales principalmente en la economía y la salud.

Los manglares son formadores de sustratos al retener sedimentos y materia orgánica en sus raíces, y sobre todo al poseer una gran resiliencia que le permite adaptarse a condiciones cambiantes de las costas. Los manglares representan la primera barrera costera ante la elevación del mar, y mitigan sus efectos negativos, por lo que las respuestas de este ecosistema al citado evento resultan una información vital para el país.

En el archipiélago cubano la asimilación socioeconómica ha conllevado la fragmentación de la vegetación, la cual constituye corredores biológicos y reservorios genéticos de especies silvestres. En la actualidad, estos fragmentos tienen una importante función, que aumenta con el cambio climático, en el mantenimiento de la diversidad biológica y su conectividad.

Con el cambio climático, de acuerdo a sus tolerancias térmicas, las especies tienden a ampliar su área de distribución o, por el contrario, sufrir una restricción de este, ser sustituidas por especies relativamente termófilas (aquellas que pueden soportar temperaturas mayores) e incluso ocurrir extinciones locales.

La fauna de anfibios y reptiles de la Ciénaga de Zapata se verá afectada con el progresivo aumento del nivel del mar, sobre todo la de su litoral. Algunas especies viven también en diferentes regiones de Cuba, pero otras son exclusivas de ese gran humedal. Es necesario realizar un estudio de estas especies y enseñar a los pobladores de la ciénaga sobre el papel que tienen y la importancia de preservarlas para el futuro.

También serán dañadas o se reducirán sitios (30 %) de migración y reproducción de las aves playeras en diferentes localidades del país.

Toda esta fauna interviene en importantes vínculos alimentarios entre organismos en el ecosistema (redes tróficas) que tienen lugar en la naturaleza, por lo que cualquier afectación en uno de sus elementos conlleva el desequilibrio ecológico.

Áreas protegidas de Cuba ante el cambio climático

Las áreas protegidas también recibirán el impacto del cambio climático, lo que ha pasado a ser de creciente interés en las últimas décadas, para los gestores de políticas conservacionistas, planificadores y administradores de áreas protegidas. Cuba posee un sistema muy bien desarrollado de áreas protegidas. Existe entre aprobadas y propuestas unas 263 áreas protegidas, que cubren aproximadamente 22 % del territorio nacional. Desde el triunfo de la revolución cubana, se comenzó a prestar un interés especial por el cuidado y preservación de los valores naturales de la biodiversidad, lo cual requiere un manejo adecuado de la flora y fauna, con actividades de uso sustentable y el mejoramiento de la calidad de vida en los asentamientos humanos en estas áreas.

Un aumento de la temperatura combinado con la poca ocurrencia de precipitaciones y las características de las formaciones vegetales hace posible la ocurrencia de gran cantidad de incendios forestales en las

áreas protegidas, lo que provoca la pérdida de hábitats de numerosas especies y es uno de los principales problemas en cuanto al deterioro de la biodiversidad, ya que estos destruyen los sitios de refugio, alimentación y reproducción de la fauna en general.

Los ciclones tropicales junto con fuertes lluvias están provocando severos daños a la flora y la fauna en áreas naturales. Esto contribuye además, a que la gran acumulación de materia orgánica producto de la caída de árboles se convierta en el combustible que pueden propiciar incendios forestales.

Se observa un incremento de especies invasoras (*sistemas montañosos, llanuras, ciénagas y lagunas, así como, en las costas*), tanto exóticas como nativas, asociado a diversos grados de impactos antrópicos y naturales; así como a inadecuados manejos silviculturales.

Como consecuencia del incremento del nivel del mar es posible que los humedales cubanos se vean afectados en alguna medida con mayor énfasis en los ecosistemas de manglar, las comunidades herbáceas y los arrecifes coralinos.

El incremento de los costos ecológicos y socioeconómicos en el manejo de las áreas protegidas, debido a los daños ocasionados por fenómenos meteorológicos y variaciones regionales del clima en la última década, indica cada vez mayor vulnerabilidad ante los cambios climáticos; por lo que se deben concebir previamente las acciones estratégicas para responder a estos retos, sobre la base de identificar la vulnerabilidad de las áreas protegidas ante los factores del cambio climático y sus impactos, para determinar una serie de medidas como son: desarrollo de una estrategia de adaptación nacional para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) con la participación de científicos y gestores; enriquecer el manejo con medidas de adaptación; restauración y rehabilitación de zonas afectadas por fenómenos adversos, eliminando el estrés y disminuyendo su vulnerabilidad; evitar nuevas presiones que afecten la capacidad de respuesta y recuperación; evitar la fragmentación de los ecosistemas; proteger y disminuir la población en los lugares más bajos cercanos a la costa; disminuir la vulnerabilidad en la infraestructura constructiva; realizar el monitoreo ecológico y climático; e incluir el cambio climático en la actividad de educación ambiental.

Silvicultura

El mundo posee poco menos de 4 000 millones de hectáreas de bosques, que cubren alrededor de 30 % de la superficie terrestre mundial. Los bosques están distribuidos de forma desigual en el mundo: de los 229 países u otras zonas objeto de presentación de informes para la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA, 2005), 43 países poseen superficies forestales que superan 50 % de su superficie terrestre total, mientras que 64 disponen de superficies forestales inferiores 10 % (Fig. 28). Cinco países (la Federación Rusa, Brasil, Canadá, Estados Unidos de América y China) abarcan juntos más de la mitad de la superficie forestal total. (FAO, 2007).

La deforestación sigue aumentando a una tasa alarmante de alrededor de 13 millones de hectáreas por año. Al mismo tiempo, las plantaciones forestales y la

expansión natural de los bosques han reducido considerablemente la pérdida neta de superficie forestal.

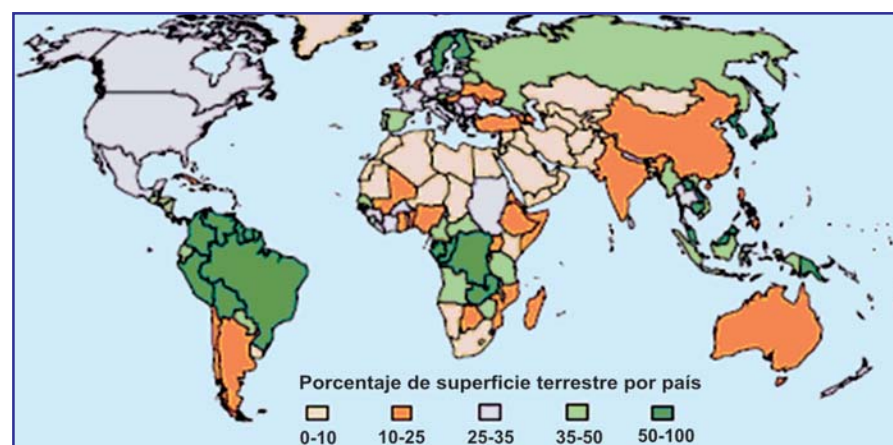


Fig. 28. Distribución (%) de la superficie forestal (2005) (FAO, 2007).

A lo largo de los 15 años transcurridos de 1990 a 2005, el mundo perdió 3 % de su superficie forestal total, lo que representa una disminución media de alrededor de 0,2 % al año (Fig. 29). De 2000 a 2005, la tasa neta de pérdida disminuyó ligeramente, lo cual resulta un progreso. En el mismo período, 57 países han informado acerca de aumentos de la superficie forestal, mientras que 83 notificaron disminuciones (36 de ellos disminuciones superiores a 1 % anual). No obstante, la pérdida forestal neta sigue siendo de 7,3 millones de ha/año, lo que equivale a 20 000 ha/día.

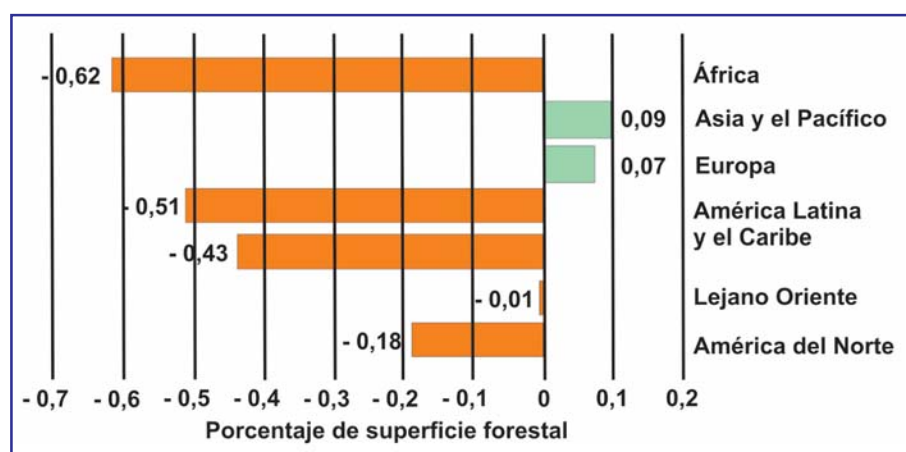


Fig. 29. Variación neta anual de la superficie forestal, 2000-2005 (FAO, 2007).

Las reservas de carbono en la biomasa forestal disminuyeron en alrededor de 5,5 % al nivel mundial de 1990 a 2005. Las tendencias regionales, por lo general, siguen las tendencias relativas a la superficie forestal y las existencias en formación: las reservas de carbono están aumentando en Europa y América del Norte y disminuyendo en las regiones tropicales. (FAO, 2007).

En Cuba el patrimonio forestal lo integran los bosques naturales y artificiales, los terrenos destinados a esta actividad, las áreas deforestadas con condiciones para la actividad forestal, los árboles de especies forestales que se desarrollen en forma aislada o en grupos, cualquiera que sea su ubicación y tenencia, así como las áreas inforestales¹⁰ (Cuba, 1998).

Al término del año 2006 el patrimonio forestal del país superaba ligeramente las 3,6 millones de hectáreas, equivalente a 33 % de la superficie nacional y de él estaban cubiertas por bosques algo más de 2,7 millones de hectáreas, lo que representa 75,4 % del patrimonio y casi 25 % de la superficie del país. Adicionalmente, existían 185,5 miles de hectáreas de plantaciones en desarrollo, menores de tres años, edad límite definida para considerarlas como establecidas (Diago, 2007).

Según plantea la FAO (2007), cada vez hay indicios más claros de que el cambio climático afectará profundamente a los bosques del mundo, y se señala como ejemplo que el brote reciente de escarabajo del pino de montaña en la Columbia Británica, parece estar relacionado con las temperaturas extraordinariamente elevadas que se han registrado y podría convertirse en la

peor catástrofe forestal de la historia del Canadá. Por su parte, el Panel intergubernamental sobre cambio climático ha expresado (IPCC, 2007), entre otros aspectos, que:

- La evidencia observacional de todos los continentes y de la mayoría de los océanos demuestra que muchos sistemas naturales están siendo afectados por cambios climáticos regionales, en especial por los aumentos de la temperatura.
- Una evaluación global de los datos acumulados desde 1970 ha demostrado que es probable (con más de 66 % de seguridad) que el calentamiento antropogénico haya tenido una influencia discernible sobre muchos sistemas físicos y biológicos.

Las afirmaciones anteriores están respaldadas por una densa red de observaciones registradas durante los últimos 35 años, fundamentalmente en el hemisferio norte del planeta lo que en modo alguno significa que sean sólo esos los cambios que estén ocurriendo.

Por otra parte, existen impactos en otros sectores señalados por el IPCC (IPCC, 2007) asociados directa o indirectamente con los bosques como: el flujo anual promedio de los ríos y la disponibilidad de agua, los cuales disminuirán en algunas regiones secas de latitudes medias y en los trópicos secos; el aumento en extensión de las áreas afectadas por la sequía; el muy probable aumento de eventos de lluvias fuertes, con la consecuente elevación de los riesgos de inundaciones, entre otros. Como consecuencia de estas expectativas, la valoración de las principales vulnerabilidades regionales asociadas a los recursos forestales de los países en vías de desarrollo indica entonces, que en América Latina, a mediados de siglo los bosques amazónicos orientales serán gradualmente reemplazados por sabanas y la vegetación semiárida por vegetación árida.

En Cuba, el sector forestal inició la valoración de los impactos y vulnerabilidades que podrían afectarlo a partir de 1992 y durante los 15 años transcurridos desde entonces, estos análisis han ganado sistemáticamente en argumentos técnicos que han permitido el aumento de su espectro y la disminución de sus incertidumbres.

Así, al término del 2007 el Instituto de Investigaciones Forestales presentó los resultados de la cuarta versión de estas evaluaciones (Álvarez, 2007), derivados del análisis conjunto de:

- La distribución y tipo de los principales cambios esperables en el clima de Cuba, como resultado del análisis de los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero considerados en la Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001).
- La distribución de los principales núcleos de las 2,3 millones de hectáreas bosques naturales existentes en el país (Diago, 2007).
- La distribución espacial de los huracanes que han afectado al país durante los últimos dos siglos (Limia, Vega y Pérez; 2007).

Estos resultados indicaron que los bosques naturales del país son principalmente vulnerables a seis impactos diferentes:

- Pérdida de superficie y cambios en la composición de especies, fundamentalmente en los bosques de manglares y costeros, debido al aumento del nivel del mar.
- Cambio y pérdida de especies por adaptación a la aridez y la salinidad.
- Alteraciones ecológicas por el aumento de intensidad de los huracanes.
- Elevado riesgo de incendios forestales.
- Alteraciones fenológicas y pérdidas de biodiversidad por aumento de la temperatura.
- Aumento de la productividad comercial de la madera.

El diseño e implementación de una estrategia de adaptación al cambio climático para los bosques cubanos puede seguir diversas alternativas, dado que ello dependerá, por una parte, del tipo de impacto que se enfrente y por otra, del tipo de bosque que lo reciba; incluyendo su composición de especies, las características propias del territorio que ocupe y las múltiples funciones que pueden desempeñar (como productores, protectores o de conservación). Además, considerando que los bosques constituyen los principales reservorios de diversidad biológica y de variabilidad genética de los ecosistemas terrestres, sería siempre conveniente valorar multidisciplinariamente la formulación de una estrategia de adaptación para estos recursos, dadas las implicaciones futuras que se pudiesen derivar.

Una vez aclaradas las premisas anteriores, serán analizadas algunas de las posibles estrategias a seguir para la adaptación forestal al cambio climático:

Aumento del nivel del mar: Este fenómeno puede generar la inundación de áreas boscosas costeras contiguas a los manglares o que formen parte del componente terrestre de esta formación, de manera irreversible, con la pérdida de todos los recursos forestales contenidos en ellas, por lo que una alternativa posible de adaptación consistiría en centrar preferentemente en esas áreas el aprovechamiento forestal previsto en los proyectos de ordenación, y conjugar de forma temporal el aprovechamiento con el período de ocurrencia estimado para el impacto, de tal manera que lo anteceda. Sin embargo, no siempre es sólo esto lo que ocurre; en ocasiones la pérdida de territorio pudiera estar seguida por un proceso migratorio de los manglares hacia el interior (hacia una nueva línea costera), con una modificación natural de la composición de especies en el manglar a tener en cuenta en las acciones a desarrollar. Casos como estos ya han sido documentados en el país, en específico para las estrategias de adaptación de las Empresas Forestales Integrales Guanahacabibes (Álvarez; Milián y Álvarez; 1998) y Victoria de Girón (Ortiz, Álvarez y Mercadet; 2007).

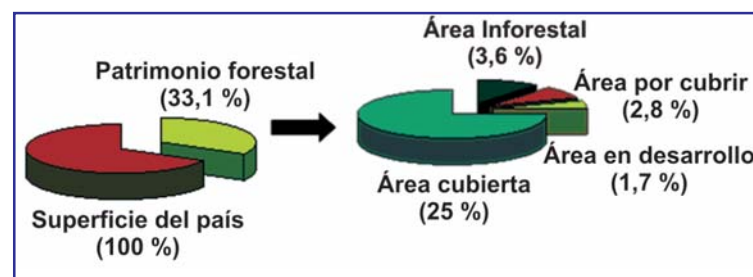


Fig. 30. Composición del patrimonio forestal cubano al término del 2006 (Diago, 2007).

Agricultura

La agricultura es la mayor fuente de empleo en el mundo, puede ser considerada como una gran fábrica al aire libre. Constituye uno de los sectores de la sociedad más sensibles y vulnerables a las condiciones climáticas así como a sus variaciones y cambios. Las condiciones climáticas adversas afectan no sólo el crecimiento y desarrollo de los cultivos en el campo, sino a todas las actividades de producción en general, desde la etapa de preparación de tierras y la efectividad de las tecnologías de cultivo a aplicar, hasta las actividades de recolección en el campo, su transporte y almacenamiento para la exportación y consumo interno.

La evaluación más reciente realizada por el IPCC (IPCC 2007b) de los posibles impactos del cambio climático sobre la agricultura pueden ser resumidos como sigue:

- Se prevé un incremento ligero del rendimiento de los cultivos en regiones de latitud media a alta si aumenta la temperatura media local de 1-3°C, pero si se sobrepasa este intervalo se produciría una disminución. En latitudes más bajas, sobre todo regiones tropicales estacionalmente secas, se prevé la disminución del rendimiento de los cultivos incluso cuando la temperatura local aumente ligeramente (1-2°C), lo cual puede incrementar el riesgo de hambruna.

- El aumento en la frecuencia de sequías e inundaciones afectarán negativamente a la producción local de cultivos, sobre todo a los sectores de subsistencia en latitudes bajas. Es probable que por el aumento de las áreas de sequía se degrade la tierra, se reduzca el rendimiento de los cultivos, aumente la mortalidad del ganado y el peligro de incendios en la vegetación. Con el aumento de la frecuencia de fenómenos de precipitaciones intensas es muy posible que se dañen los cultivos, se erosionen los suelos y se incapacite el cultivo de la tierra debido al anegamiento de los suelos.
- El incremento del nivel del mar provocaría una mayor intrusión salina en las fuentes de agua subterráneas cercanas a la costa que puede salinizar el agua utilizada con fines de riego, lo que obligaría a invertir enormes recursos en la protección de las costas o en el traslado de cultivos.
- Los cambios proyectados en la frecuencia y severidad de los fenómenos meteorológicos extremos, unidos al aumento de los riesgos de incendios, plagas y brotes de enfermedades tendrán consecuencias considerables en la producción alimentaria y la inseguridad alimentaria.

La comunidad científica internacional considera que estos impactos serán más sensibles en las zonas tropicales del planeta donde hoy se concentra una gran mayoría de los países en vías de desarrollo.

El análisis de los impactos esperados sobre la agricultura debe tomar en cuenta las incertidumbres implícitas en los escenarios de cambios climáticos y las del llamado efecto de fertilización por dióxido de carbono.

Este último valora que el carbono es también un nutriente esencial para las plantas y se encuentra en ellas en mucha mayor proporción que el resto de los nutrientes minerales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Mientras que, los fertilizantes usuales son tomados del suelo por las plantas, el carbono es, sin embargo, tomado del aire en el proceso de fotosíntesis que se realiza en las partes verdes de ellas durante el día. Existen dos grandes grupos de plantas que efectúan la fotosíntesis por procesos bioquímicos diferentes, conocidas como plantas con ciclos fotosintéticos C3 y C4; las plantas C3 constituyen casi 90 % de las especies comunes de cultivo con excepción del maíz, el sorgo, el mijo, la caña de azúcar y los pastos tropicales. Experimentos de laboratorio demuestran que las plantas C3 elevan de forma considerable su tasa de crecimiento en atmósferas enriquecidas con dióxido

de carbono aunque, por otra parte, esto deteriora la relación carbono/nitrógeno y disminuye el contenido en sus proteínas. Este efecto de fertilización por dióxido de carbono ha sido muy utilizado por los escépticos bien intencionados y aquellos que defienden grandes intereses financieros para argüir que el impacto negativo del cambio climático será compensado mediante un mecanismo de este tipo.

Sin embargo, la aparición de este efecto en condiciones reales de campo no ha logrado ser apreciada en tal forma, que haya convencido a la comunidad científica internacional. Esto es atribuible a varias causas relacionadas con que el efecto en cuestión posee un límite natural, las interacciones con el ozono troposférico y la escasez relativa de agua y nitrógeno en los suelos impiden a las plantas tomar ventaja del enriquecimiento atmosférico en dióxido de carbono. Las conclusiones indican que de producirse este efecto en las plantas, no sería de la magnitud necesaria para contrarrestar el impacto negativo del cambio climático en la mayor parte de los escenarios climáticos plausibles.

Aún existiendo incertidumbres en estos escenarios, todos ellos implican una elevación paulatina de las temperaturas, la tensión del vapor de agua en la atmósfera, el nivel del mar y la concentración atmosférica de gases como el dióxido de carbono. Las mayo-

res...

res incertidumbres radican en la dirección y magnitud del cambio en los regímenes de precipitación y la frecuencia de eventos meteorológicos y climáticos extremos.

Estudios del impacto del cambio climático en la agricultura en Cuba

Por razones de carácter científico (Rivero *et al.*, 2005) la mayoría de los estudios de impacto del cambio climático en Cuba se han realizado bajo escenarios que implican una reducción gradual de las precipitaciones anuales, acompañada de una redistribución estacional de las lluvias que favorecerá el segundo semestre del año en detrimento del primero, y una elevación de la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos como sequías y huracanes.

Tales escenarios conducen a una elevación progresiva de la aridez y frecuencia de sequías moderadas y severas en la región oriental de Cuba (Rivero *et al.*, 1999). De igual modo estos escenarios conducen a una reducción paulatina del potencial hídrico de las cuencas, equivalente a la disminución del agua embalsada y su disponibilidad para el riego de los cultivos (Planos *et al.*, 1999; Rivero *et al.*, 2005). El aumento en extensión territorial de áreas con climas subhúmedos secos, la elevación de los tenores de radiación solar global y evapotranspiración potencial, así como el aumento del nivel del mar, actuarán de forma sinérgica favoreciendo el desarrollo de procesos de degradación de suelos, reducción de su contenido de materia orgánica y aumento de las áreas salinas. Esto implica procesos de desertificación que reducirán considerablemente el potencial productivo de los suelos.

La elevación progresiva de las temperaturas conducirá a una reducción en la duración de las fases fenológicas y del ciclo de cultivo para todas las plantas, lo que será más visible en los cultivos de ciclo corto con hábito de crecimiento determinado que dispondrán de menos tiempo para la etapa correspondiente a la formación del producto final cosechado (Rivero *et al.*, 1999; Rivero *et al.*, 2005). Dado que la intensidad de la fotosíntesis de la gran mayoría de los cultivos que se desarrollan en la época más fresca del año, generalmente bajo riego, decrecerá al tiempo que se incrementan sus gastos respiratorios, estos efectos se combinarán para producir un decrecimiento paulatino de los rendimientos potenciales agrícolas.

La producción de cultivos de clima templado que se realiza bajo riego en la época más fresca del año, como la papa, se reducirá de tal forma, que su producción se hará imposible a mediados del presente siglo (Rivero *et al.*, 1998; Rivero *et al.*, 1999; INSMET, 2001; Rivero *et al.*, 2005).

Para los cultivos que hoy se realizan bajo condiciones de riego total, como la papa y el arroz, la producción esperada decrecerá de modo aún más notable, si el impacto del cambio climático sobre los rendimientos agrícolas es integrado con la disminución estimada sobre las disponibilidades de agua de riego (Rivero, 2001; Rivero *et al.*, 2005).

En condiciones de secano los rendimientos de cultivos disminuirán, en general, debido a la combinación del decrecimiento de sus rendimientos potenciales con la menor disponibilidad de humedad de los suelos a consecuencia de su degradación y la disminución progresiva de las precipitaciones (Rivero *et al.*, 1999; Rivero *et al.*, 2005). Sin embargo, tales impactos serán distintos según la estación del año en que estos sean cultivados, las mayores afectaciones corresponderán al primer semestre del año y podrían no ser sensibles durante el segundo semestre, además de resultar diferentes si se trata de cultivos de ciclo largo como caña de azúcar, plátano y yuca o de ciclo corto: maíz, arroz y frijoles. Una conclusión reciente es que las mejores fechas de siembra y la magnitud de los impactos esperados sobre los rendimientos de secano serán dependientes no

sólo del cambio climático, sino del tipo de suelo que se cultive (Rivero y Rivero, 2002).

La producción de carne y leche es altamente vulnerable al cambio climático. Las afectaciones provendrán de las fuentes siguientes:

- Disminución de la productividad y calidad nutritiva (proteína) de los pastos tropicales.
- Decrecimiento del rendimiento de cultivos utilizados para alimentación suplementaria.
- Reducción en la disponibilidad de agua para el consumo animal y labores productivas.
- Aumento sostenido del estrés térmico de los animales.

La combinación de la reducción en disponibilidad y calidad de la alimentación animal, combinada con la escasez de agua y la elevación del estrés térmico conducirán a un deterioro de los indicadores de producción de bovinos, ya que los animales priorizan la supervivencia en condiciones difíciles de alimentación y estrés, a las actividades reproductivas necesarias para el mantenimiento y crecimiento de la población bovina, así como la producción de leche (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001; Rodríguez *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2007). Impactos similares deben esperarse en la producción animal relacionada con el ganado ovino-caprino y aviar, aunque la magnitud de estos aún se encuentra bajo estudio.

Adaptación de la agricultura al cambio climático

Para los países en vías de desarrollo, la disponibilidad de recursos y el fomento de capacidades de adaptación tienen una importancia particular. La evaluación de la vulnerabilidad de las diferentes regiones será una herramienta de gestión para enfrentar el cambio climático lo que permitirá planificar la estrategia de adaptación que se debe llevar a cabo en cada lugar. Una sólida estructura de vigilancia científico-operacional de aquellos eventos climáticos que ponen en peligro la producción agrícola, forman parte de las mejores estrategias para prevenir y reducir los efectos de la sequía, la ocurrencia en corto plazo de tiempo de altas temperaturas, del peligro de incendios en la vegetación, y el ataque de plagas y enfermedades de los cultivos agrícolas y el ganado. En la medida en que los agricultores estén preparados para enfrentar los acontecimientos climáticos extremos producidos por la variabilidad del clima, tendrán mayor capacidad de respuesta para reducir los impactos que el cambio climático pudiera generar.

Entre las medidas de adaptación se encuentran:

- Regionalización agroclimática.
- Selección e introducción de nuevas variedades resistentes a condiciones climáticas más extremas y niveles de CO₂ superiores.
- Perfeccionamiento de la disciplina tecnológica.
- Mantenimiento y perfeccionamiento del sistema de vigilancia de la sanidad vegetal y animal, la alimentación suplementaria.
- Reducción del pastoreo intensivo mediante la disminución del ganado por unidad de área.
- Rotación de los pastos, el pastoreo alternado y alimentación suplementaria con otros tipos de alimentos como forrajes, silo, miel, pienso, heno, etcétera.
- Protección del ganado de la exposición solar en pastoreo mediante la siembra de árboles.
- Cambio a razas tolerantes al calor.

Una medida de adaptación del tipo anticipatorio o preventiva es la puesta en práctica de sistemas de alerta temprana de eventos climáticos extremos perjudiciales para los cultivos agrícolas y el ganado, como la sequía, lluvias localmente intensas y vientos fuertes, así como el peligro de incendios en la vegetación. Sistemas de este tipo están operativos en Cuba.

Asentamientos humanos

La vulnerabilidad de la población a la variabilidad y el cambio climáticos, parte del conocimiento del impacto que estos provocan la capacidad actual y futura de la población para adaptarse a la frecuencia y severidad de los peligros climáticos existentes o de nueva estimación, a partir de las tendencias socioeconómicas y ambientales reinantes en el planeta.

El informe sobre el estado de la población mundial de UNFPA, 2007 prevé una ola urbanizadora para el siglo XXI y reporta que en la actualidad la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas, crecimiento que será más acelerado en las zonas urbanas más pobres, al recibir estas el flujo migratorio desde zonas rurales con déficit de base económica. De no lograrse la planificación del desarrollo sostenible de las ciudades, se profundizarán los niveles de pobreza, la inequidad en la distribución de los recursos, la acelerada degradación del medio ambiente y el incremento de la vulnerabilidad a la variabilidad y el cambio climáticos.

La aglomeración de la población, la concentración de industrias y otras actividades productivas y de transporte en las ciudades, implica un aumento de la producción de desechos sólidos, líquidos, polvos, humos, gases, ruidos, alto consumo de energía y, por consiguiente, mayor generación de calor hacia el entorno local y global. En la COP¹¹ 12 de cambio climático celebrada en Nairobi, 2006, se reconoció que 80 % de los gases de efecto de invernadero (GEI) que repercuten en la elevación de los valores de temperatura global, son generados por las ciudades.

La gran densidad de edificaciones, viviendas y centros de servicios, la trama vial asfaltada, plazas y parques almacenan mucho calor durante el día, que se emite lentamente a la atmósfera en la noche, para crear un microclima urbano con mayor temperatura respecto a su entorno rural, al que se añaden las alteraciones climáticas esperadas con impactos directos en el balance térmico que incrementará el efecto de «isla de calor»¹², con repercusiones negativas en el bienestar de los habitantes, y en el aumento de consumo de energía para climatizar locales, entre otros.

Esta situación es muy desfavorable para más de la mitad de la población mundial que vive a menos de 60 km de las costas y, en especial, en la tres cuartas partes de las ciudades costeras del mundo, vulnerables a los ciclones, inundaciones, sequías y cambios en el nivel del mar, con serio impacto en el balance hídrico, las condiciones de vida, la ocupación del uso del suelo, entre otros.

En el cuerpo de políticas, acciones y medidas para el desarrollo urbano de cada país deben incluirse las estrategias de adaptación, y su aplicación debe iniciarse en un período temporal de corto plazo, como solución a las amenazas actuales y paso previo para reducir la vulnerabilidad al cambio climático a largo plazo; esta adaptación ocurre a distintos niveles en la sociedad, incluyendo el local; donde se aplican medidas educativas, organizativas y estructurales, además se ponen en práctica, leyes, normas, lineamientos y regulaciones en el uso del suelo, las edificaciones, obras de infraestructura e inversiones, a incluir por los planes de desarrollo económico.

El ordenamiento territorial urbano, constituye un instrumento para la adaptación a la variabilidad y el cambio climáticos porque integra las políticas sectoriales y territoriales, permite la regulación y el control del uso y transformación del espacio urbano, preserva la integridad del espacio y considera las actividades que se asimilarían en cada territorio, en beneficio de la calidad vida de la población. Entre otras acciones, valora la regulación de los procesos migratorios; las alternativas de uso de energía no convencional para reducir la emisión de GEI, el aumento de la solidez de los diseños de infraestructura e inversiones contra las inundaciones y fuertes vientos; la construcción en palafitos para contrarrestar las inundaciones; la utilización de materiales de muros y cubier-

tas, el color de la pintura de las paredes y la presencia de los espacios verdes urbanos de forma que aminoren las altas temperaturas, entre otros. Además, contempla la restauración, conservación y mantenimiento de las redes de acueducto, alcantarillado y drenaje pluvial existentes, especialmente en los asentamientos costeros y en los localizados en el interior de los territorios que presentan peligro de inundación.

Es importante identificar tanto las barreras existentes como las oportunidades para la implementación de las medidas de adaptación, que requieren de voluntad política y la participación ciudadana. Como resultado se obtienen las opciones técnicas posibles, económicamente beneficiosas, social o legalmente aceptables, válidas desde el punto de vista ambiental o sostenible y los vínculos espaciales o regionales.

Desde hace más de cuatro décadas en Cuba se estudia el Sistema de Asentamientos Humanos (SAH), donde viven, según el censo de población y viviendas del año 2002, 11 177 743 habitantes en 7 075 asentamientos humanos: 593 urbanos (8,3 %) y 6 482 rurales (91,7 %) y una población dispersa de 835 297 habitantes, que alcanzan un índice de urbanización de 75,9 %.

Los asentamientos costeros localizados adyacentes a la línea de costa o distantes 1 km, computan 262 (IPF, 2007a), generalmente coinciden con zonas de ambiente seco, vulnerables a los eventos de sequía. Los ubicados en costas bajas acumulativas son muy vulnerables al ascenso del nivel del mar, a los ciclones tropicales por sus fuertes vientos, y las inundaciones costeras que provoca la surgencia.

Según el estudio de caracterización del sistema de asentamientos humanos de Cuba (IPF, 2007b) del conjunto de asentamientos urbanos se destacan 167 que poseen funciones de centralidad, una mayor concentración de la población, importantes actividades productivas y la mayor presión al medio ambiente; de ellos 31 ciudades experimentarían un mayor impacto a la variabilidad y el cambio climático dadas sus dimensiones, por poseer más de 10 000 habitantes, y localizarse en zonas interiores y costeras vulnerables.

Las principales medidas identificadas para atenuar el impacto de las altas temperaturas, el incremento de los eventos meteorológicos extremos y el ascenso del nivel del mar, se relacionan con la creación de capacidades de adaptación de la población y los asentamientos, además de la adecuación del uso del suelo urbano, las mejoras en la tipología y estado de las viviendas, el diseño de infraestructura y edificaciones, el acceso a los asentamientos y la ejecución de obras de protección ante inundaciones.

Resulta importante sistematizar la temática de la adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el ordenamiento territorial, en particular en la escala urbana para diversos horizontes temporales y en la proyección económico y social del país.

Salud humana

Relaciones entre el clima y la salud humana

Durante la última década ha cobrado gran interés al nivel mundial los estudios concernientes al clima y a la salud humana debido a los efectos adversos que han alterado el equilibrio de los ecosistemas naturales y humanos.

Para entender el impacto del cambio climático es preciso conocer primero cuáles son las relaciones que se establecen entre el tiempo, el clima, la salud y el bienestar del hombre, junto con otros componentes del medio ambiente. La Biometeorología y la Bioclimatología se encargan del estudio de tales vínculos.

El cambio climático mundial tendrá diversos impactos sobre la salud humana, la mayoría negativos. Los cambios en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos (inundaciones y sequías, olas de calor y de frío, huracanes), la contaminación local del aire, entre otros), afectarán directamente la salud de la población.

Otros impactos para el sector ocurrirán en los sistemas ecológico y social con cambios en los patrones de las enfermedades infecciosas, o no infecciosas, en los brotes de enfermedades, la producción local de alimentos, desnutrición, migración de las poblaciones y cambios en el uso del suelo.

En el desarrollo de las investigaciones entre las condiciones climáticas y las enfermedades infecciosas y no infecciosas existen tres categorías (WHO, 2003): La primera está dirigida al análisis de las pruebas científicas entre las asociaciones de 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 que comienzan a manifestarse en las enfermedades infecciosas; y la tercera y última categoría, dirigida 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 (Ortiz *et al.*, 2002).

Esto hace que se desarrollen nuevos estudios de carácter regional y local que permitan esclarecer la sensibilidad a los cambios y las formas de manifestarse en cada región climática, sobre la base de modelos que intenten describir las interacciones no lineales fuertes, que aunque tienen presente las variaciones no están reflejadas de manera explícita (Navarra, 2005).

Luego de todo lo anterior, es posible considerar que la conexión entre el clima y la salud, en el mejor de los casos, es compleja; el clima como elemento del medio ambiente cambia a través del tiempo e influye en los sistemas ecológicos mediante eventos directos e indirectos, los cuales, a su vez, crean condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades (Fig.31).

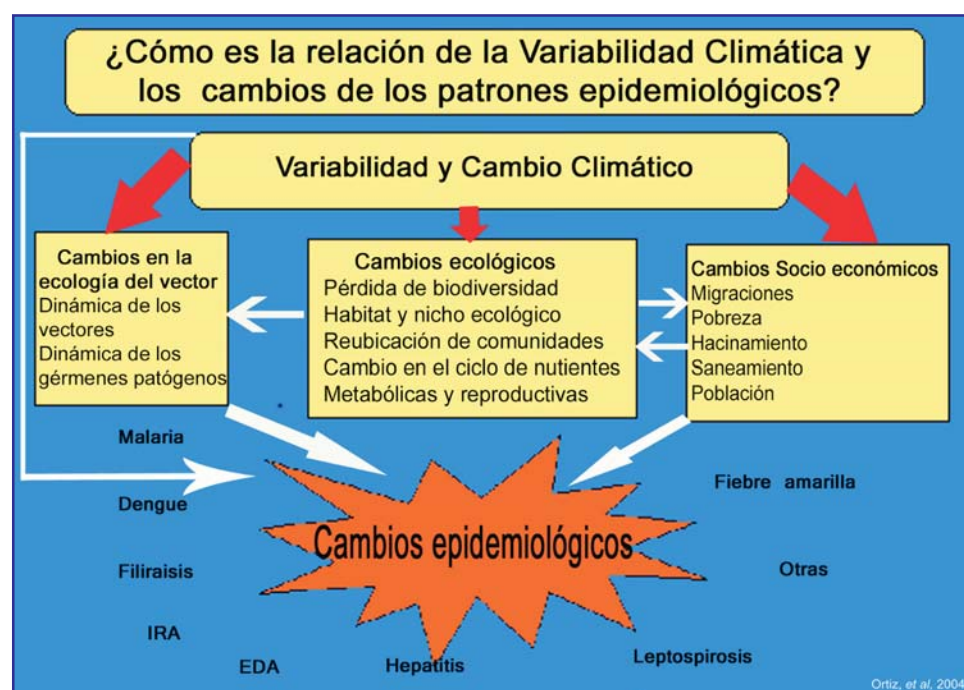


Fig. 31. Formas para abordar la problemática de la variabilidad y el cambio climático en la Salud Humana.

Las influencias del clima en la salud se ven moduladas a menudo por interacciones con otros procesos ecológicos, condiciones sociales, económicas, culturales, y políticas de adaptación (Fig.32).

Para poder identificar, cuantificar y predecir los impactos del cambio climático en la salud humana se debe

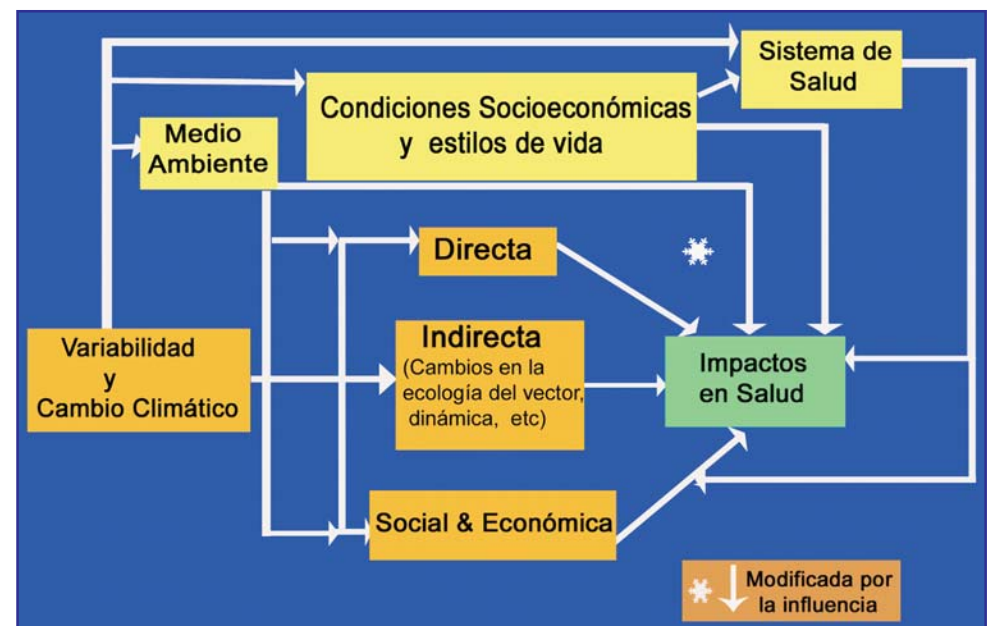


Fig. 32. Vías en que la variabilidad y el cambio influyen en la Salud.

enfrentar retos relacionados con la escala de análisis adecuada, la especificación de la *exposición* (que comprende el tiempo, variabilidad y tendencias del clima) así como la elaboración de cadenas causales, frecuentemente complejas e indirectas. Por ejemplo, los efectos de las temperaturas extremas en la salud son directos. Mientras que, los cambios complejos en la composición y el funcionamiento de los ecosistemas median en el impacto del cambio climático 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 sitúan a años o décadas vistas.

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. Estas asociaciones se basan 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 asociados con la variabilidad de clima en la escala interanual, estacional o intraestacional (Ortiz *et al.*, 2006 y 2008).

Potenciales impactos al nivel global

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

- Estudios sobre el impacto en la salud de eventos extremos individuales (inundaciones, tormentas, sequías, olas de calor, frío extremo, etcétera).
- Estudios espaciales donde el clima es una variable explicativa en la distribución de la enfermedad o de su vector.

- Investigaciones en el tiempo, donde se evalúan los efectos de la variabilidad climática en la salud, sea de variaciones a corto plazo (diario, semanal) de la temperatura y las precipitaciones, o a más largo plazo (décadas) en el contexto de la detección de los efectos iniciales del cambio climático.
- Estudios experimentales, de laboratorio o de campo, de la biología ecológica del vector, patógeno o planta (alergeno).
- 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 del cambio climático sobre la salud humana muestran que este ha alterado la distribución de ciertos vectores de enfermedades infecciosas y la distribución estacional de algunas especies alergénicas de polen, así como se ha incrementado las muertes asociadas a la ocurrencia de olas de calor.

La misma fuente 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», mediante: aumento de la malnutrición y sus consiguientes trastornos, con implicaciones para el desarrollo y crecimiento de los niños; aumento de muertes, enfermedades y lesiones a raíz de las olas de calor, inundaciones, tormentas, incendios y sequías; aumento de la carga de las enfermedades diarreicas; aumento de la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias ocasionadas por mayores concentraciones de ozono al nivel del suelo debidas al cambio climático; y, modificación de la distribución espacial de algunos vectores de enfermedades infecciosas.

La fuente citada señala que estudios realizados en zonas templadas muestran que el cambio más cálido como el que se proyecta proporcione algunos beneficios, tales como la reducción de muertes por exposición al frío. Pero se prevé que en general, los efectos negativos en la salud provocados por el aumento de la temperatura al nivel mundial, principalmente en países en desarrollo, superen estos beneficios. También afirma el informe de evaluación del IPCC mencionado que el equilibrio entre impactos positivos y negativos en la salud humana variará de un lugar a otro y se modificarán en el tiempo, a medida que continúe el aumento de las temperaturas. Por supuesto, este equilibrio dependerá de factores como: la educación de la población, el nivel de asistencia sanitaria, las iniciativas, las infraestructuras de salud pública y el desarrollo económico. En la medida en que estos factores tengan un mayor nivel de desarrollo y de alcance en la población, la sociedad tendrá capacidad de adaptación superior.

Potenciales impactos a mediano y largo plazo sobre la salud en Cuba

Las evaluaciones realizadas en Cuba sobre algunas enfermedades como la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) y la Infección Respiratoria Aguda, entre otras, indican tendencia general al aumento y variaciones en sus patrones de comportamiento estacional e intraestacional. Este comportamiento se corresponde con las tendencias y variaciones observadas en el clima actual en Cuba. Tales tendencias y variaciones favorecen la aparición de enfermedades al encontrar mejores condiciones ambientales para la incubación, desarrollo y propagación de agentes infecciosos, así como una mayor susceptibilidad de la población.

Las tendencias al incremento de las temperaturas y las variaciones en las precipitaciones propician condiciones óptimas para el desarrollo de los vectores, en particular del *Aedes aegypti* (Fig.33). Las sequías extensas originan la reducción de muchos criaderos, por ende disminuye la disponibilidad de hábitats para la reproducción, pero a su vez la escasez de agua potable obliga a la población a almacenarla por largos períodos

de tiempo en depósitos inapropiados, lo que crea un ambiente favorable para su reproducción, así como criaderos potenciales de mosquitos. La lluvia también condiciona la disponibilidad y producción de los criaderos ubicados en el exterior de las viviendas (patios y en torno a las casas) debido a que es muy probable que sean colonizados con rapidez los depósitos expuestos a la lluvia, lo que aumenta la población de vectores. Otro factor importante es la luz, pues el vector se reproduce en condiciones de penumbra.

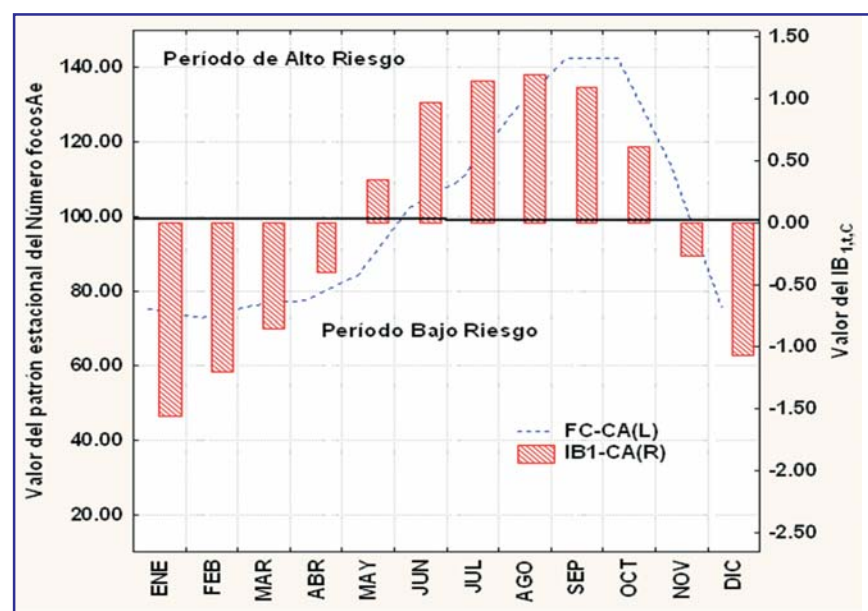


Fig. 33. Respuesta del número de focos de *Aedes Aegypti* a las variaciones estacionales del clima según el índice climático $IB_{1,t,c}$.

Como resultado de las proyecciones climáticas y de las salidas de los modelos utilizados en Cuba, se evidencia que el nivel de respuesta en cada una de las enfermedades es diferente, y se observa que la magnitud de los impactos varía de una enfermedad a otra. Sin embargo, lo que sí es similar para todas las enfermedades estudiadas es la tendencia al aumento y 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, virales y el aumento de la susceptibilidad en la población, dado que el calor puede modificar las condiciones protectoras de las mucosas, así como el metabolismo entre otros factores (Ortiz, 2005; Ortiz et al., 2006a; 2006b), esto conlleva el aumento de otras enfermedades infecciosas. Las condiciones climáticas pronosticadas se caracterizan por elevadas temperaturas, altos niveles de humedad y bajos totales de precipitación, lo cual crea condiciones favorables para el aumento de la productividad de los vectores, que si se combinan con bajas condiciones higiénicas y el almacenamiento de agua por períodos extensos en condiciones inadecuadas, provocan un aumento del riesgo en todo el país de las enfermedades transmitidas por vectores, debido al aumento y expansión geográfica de la población de *Aedes aegypti*.

Estrategias y medidas de adaptación

A pesar de todas las investigaciones desarrolladas, en el orden nacional e internacional, el conocimiento es todavía limitado en áreas como la contribución de la variabilidad climática a corto plazo en la incidencia de enfermedades, el desarrollo de sistemas de alerta temprana en enfermedades y fenómenos meteorológicos extremos, la identificación de los primeros efectos en la salud, los mecanismos por el que la reiteración de fenómenos extremos, así como por la disponibilidad de información y calidad de esta, pueden debilitar la capacidad de adaptación (Kovats, 2003). 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, por consiguiente a adaptarnos.

La estrategia trazada por el Ministerio de Salud Pública que persigue incrementar la eficiencia y calidad en los servicios de salud, garantizar la sostenibilidad del sistema, privilegiar 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 intersectorialidad y participación comunitaria, así como el perfeccionamiento de los servicios en el segundo y tercer nivel de atención, proporciona al país contar con una alta capacidad de adaptación para enfrentar los problemas de salud atribuibles al cambio y la variabilidad climática.

Como medidas de adaptación preventiva o anticipatoria Cuba cuenta con:

- Sistema de alerta temprana a escala trimestral, mensual, semanal y diarias (este último abarca desde las 24 horas hasta los tres días), que permite predecir el comportamiento y 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.
- 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 diferentes, y evitar contingencias por falta de control y tomas de medidas preventivas en los casos que lo requieran.
- Programa de inmunización que cubre un amplio rango de enfermedades.

Impactos del cambio climático en América Latina

En su Cuarto Informe de Evaluación el IPCC (IPCC, 2007b) incluye una evaluación de los posibles impactos, la adaptación y vulnerabilidad de la región de América Latina ante el cambio climático. A continuación se presenta una información resumida de lo que se prevé para esta región, tomada del mencionado informe.

- Un aumento de 2°C y la reducción del agua del suelo podrían conducir a la sustitución de los bosques tropicales por sabanas en la Amazonia oriental y en los bosques tropicales del centro y sur de México, simultáneamente con el reemplazo de la vegetación semiárida por árida en regiones del noreste de Brasil y la mayor parte del centro y sur de México.
- Existe el riesgo de pérdida de una parte importante de la biodiversidad debido a la extinción de especies en muchas zonas tropicales de América Latina (cuenta con siete de las veinticinco regiones más críticas del mundo con concentraciones altas de especies endémicas, zonas que ya están padeciendo la pérdida del hábitat).
- Es probable que para la década de 2020, entre 7 y 77 millones de personas sufran la falta de abastecimiento de agua apropiado. Para la segunda mitad del siglo XXI, la reducción potencial de la disponibilidad de agua y la demanda creciente de la población regional podría aumentar esta cifra entre 60 y 150 millones. Es probable que cualquier reducción futura de las precipitaciones en las regiones áridas y semiáridas de Argentina, Chile y Brasil conduzca a una escasez severa de agua. Por otra parte, en los próximos 15 años, es muy posible que los glaciares intertropicales desaparezcan, y se reduzca la disponibilidad de agua y generación de

energía hidroeléctrica en Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador.

- Para el decenio de 2050, es muy probable que 50 % de las tierras agrícolas se enfrenten a la desertificación y salinización en algunas zonas. Con respecto a algunos cultivos agrícolas en específico, es probable que haya reducciones generalizadas en el rendimiento del arroz para el decenio de 2020, así como aumentos en el rendimiento de las semillas de soja en las zonas templadas si se tienen en cuenta los efectos de fertilización del CO₂. Para la ganadería es probable que disminuyan su productividad y los productos lácteos, debido al aumento de las temperaturas.
- En el futuro, es muy posible que el cambio climático (incluidos los cambios en los extremos climáticos) y la elevación del nivel del mar tengan impactos en: zonas bajas, construcciones y turismo, manglares y en la disponibilidad de agua potable en algunas zonas costeras.
- Se prevé que el aumento de la temperatura de la superficie del mar debido al cambio climático tenga efectos adversos en los arrecifes de corales en la región mesoamericana y en la ubicación de las poblaciones de peces en el sudeste del Pacífico (por ejemplo, Perú y Chile).

Impactos del cambio climático en las pequeñas islas

La Convención de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro reconoció que los pequeños estados insulares en desarrollo (donde está incluida Cuba) en su conjunto son un caso especial, tanto para el medio ambiente como para el desarrollo sostenible.

Las pequeñas islas tienen características que las hacen especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, el incremento del nivel del mar y los eventos extremos (IPCC, 2007b). Entre estas características se destacan (UNFCCC, 2005): recursos naturales generalmente limitados; concentración de la población, actividades socioeconómicas y la infraestructura a lo largo de la zona costera; alta susceptibilidad a ciclones tropicales más frecuentes e intensos así como la surgencia de tormenta asociada; dependencia de recursos de agua dulce que son altamente sensible a los cambios del nivel del mar; relativo aislamiento y a grandes distancias de los grandes mercados, con la consiguiente pérdida de competitividad en el comercio; economías extremadamente abiertas; alta densidad de población; inadecuada infraestructura en la mayoría de los sectores; su limitado tamaño físico elimina efectivamente algunas opciones de adaptación a los incrementos del nivel del mar.

También el IPCC en su Cuarto Informe de Evaluación (IPCC, 2007b) arriba a un conjunto de conclusiones sobre los impactos, la adaptación y vulnerabilidad de las pequeñas islas al cambio climático. A continuación se presenta de forma resumida la información que ofrece este informe sobre las pequeñas islas.

- Se espera que el incremento del nivel del mar agrave las inundaciones, las surgencias, la erosión y otros peligros costeros, poniendo en peligro la infraestructura vital que sostiene el bienestar socioeconómico de las comunidades insulares. Algunos estudios indican que el aumento del nivel del mar puede ocasionar la pérdida de tierra e inundaciones costeras, mientras otros apuntan que algunos territorios insulares son morfológicamente resistentes y se prevé que se mantengan. En los territorios insulares del Pacífico y el Caribe más de 50 % de la población vive a una distancia de la costa de 1,5 km. Casi sin excepción, los puertos y aeropuertos, las principales arterias viales, las redes de comunicación, las instalaciones y otras infraestructuras clave en los pequeños territorios insulares de los Océanos

Índico y Pacífico suelen estar situadas en las zonas costeras.

- Es probable que los recursos hídricos en los pequeños territorios insulares estén gravemente en peligro. La mayoría de los pequeños territorios insulares dispone de poca agua. Muchos de los que están en el Mar Caribe y el Océano Pacífico padecerán posiblemente un aumento del estrés hídrico a raíz del cambio climático.
- Es muy probable que el cambio climático tenga efectos graves en los arrecifes de coral, las pesquerías y otros recursos marinos. El aumento de las temperaturas superficiales marinas, la elevación del nivel del mar, unas aguas más turbias, la carga de nutrientes, la contaminación química, los daños producidos por ciclones tropicales y la disminución en las tasas de crecimiento a raíz de los efectos de una mayor concentración de CO₂ en la composición química de los océanos, ocasionarán muy probablemente la decoloración y mortalidad de los corales.
- Es muy probable que el cambio climático afecte adversamente a la agricultura comercial y de subsistencia en los pequeños territorios insulares. El aumento del nivel del mar, las inundaciones, la intrusión de agua del mar en depósitos de agua dulce, la salinización de los suelos y la falta de agua provocarían un impacto adverso en la agricultura costera. Lejos de las costas, es posible que los cambios en los fenómenos extremos (por ejemplo, las inundaciones y sequías) tengan un efecto negativo en la producción agrícola.
- Probablemente tenga impactos de naturaleza adversa en la salud. Es probable que el aumento de las temperaturas y la disminución de la disponibilidad de agua a raíz del cambio climático incrementen el peso de las enfermedades infecciosas y diarreicas en algunos de los pequeños territorios insulares.
- Probablemente los efectos del cambio climático en el turismo sean directos e indirectos y mayormente negativos. El turismo es la fuente principal del PIB y del empleo en la mayoría de los pequeños territorios insulares. Es posible que la elevación del nivel del mar y el aumento de la temperatura de las aguas marinas contribuya a acelerar la erosión de las playas, así como degradar y decolorar los arrecifes de coral. La pérdida del patrimonio cultural a raíz de inundaciones y crecidas reducirá el valor del ocio de los usuarios de las costas. Se espera que el cambio climático tenga impactos significativos a la hora de seleccionar los destinos turísticos. Un clima más cálido puede reducir la cantidad de personas que visitan los pequeños territorios insulares en latitudes bajas, pero a su vez tener el efecto contrario en territorios insulares de latitudes medias y altas.

En el mencionado informe del IPCC se reporta que varios pequeños territorios insulares (por ejemplo, Barbados, Maldivas, Seychelles y Tuvalu) han comenzado a invertir en la aplicación de estrategias de adaptación, donde se incluye la desalinización, para compensar la escasez de agua actual y la prevista. Si bien las opciones de adaptación para los pequeños territorios insulares pueden ser limitadas, señala el informe, las investigaciones preliminares indican que es posible obtener beneficios colaterales a partir de la aplicación de determinadas estrategias de adaptación. Se cita como ejemplo, la utilización de sistemas que usan desechos para producir energía y otros sistemas de energía renovable que promueven el desarrollo sostenible.

Mitigación del Cambio Climático

¿Qué es Mitigación?

Técnicamente se define como *cambio tecnológico y sustitución que reducen el insumo de recursos y emisiones por unidad de producto* (IPCC, 2007c). Muchas

políticas de carácter económico, social y demográfico (modificación de los patrones de consumo, reducción del aumento de la población, medidas para descentralizar el uso de energía y aprovechar fuentes renovables locales) son capaces de generar una reducción de emisiones, pero respecto al cambio climático, mitigación supone la implementación de políticas y medidas directas que reducen emisiones y amplían los sumideros. La mitigación es una de las políticas que forman parte de las medidas adoptadas para paliar el cambio climático combatiendo las causas antropogénicas o humanas que lo motivan. Luego, mitigación en el contexto del cambio climático se refiere a las acciones dirigidas a mitigar el cambio climático y no a sus efectos.

Este concepto se utiliza también en otro sentido para denominar políticas que promueven la reducción de impactos adversos debido a desastres naturales u otros impactos motivados por diferentes causas como plagas, enfermedades y carencias. En el lenguaje común se suele decir «vamos a mitigar la sed» cuando se bebe agua.

Un concepto asociado es el de *capacidad de mitigación* o capacidad mitigativa, que se define como *la habilidad de un determinado país para reducir las emisiones de GEI o ampliar sumideros, donde habilidad se refiere a las habilidades y capacidades que ha adquirido y formado un país y depende de las tecnologías disponibles, las instituciones, el bienestar de la sociedad, equidad, infraestructura e información. La capacidad mitigación está íntimamente relacionada con la senda de desarrollo sostenible de un país* (IPCC, 2007c).

Bien público

La atmósfera es a la vez un recurso y condición indispensable para la vida en la tierra. Desde el punto de vista económico se dice que es un *bien público*, algo favorable para las sociedades humanas pero cuyo acceso como depósito de gases de efecto invernadero, no está sujeto a ningún tipo de regulación o restricción; nadie es capaz de determinar que parte de la capacidad de asimilación corresponde a cada uno de los países que emiten GEI. Tampoco es posible limitar el acceso de un país a la emisión de GEI, independientemente de que no contribuya a su conservación o como en este caso, a la reducción de emisiones.

La electricidad se consume y se paga posteriormente, no al igual que otros productos y servicios para cuyo acceso es necesario pagar de forma previa. Por el uso de la atmósfera como depósito de GEI, nadie paga, por lo menos hasta ahora. Un impuesto a la emisión a la atmósfera supone pagar en alguna medida por utilizar esa capacidad, pero ¿quién desea asumir compromisos individuales si los demás no lo hacen? Esta es una razón, que hace muy complicado llegar a un acuerdo internacional sobre cuáles son las responsabilidades de cada país, por lo que existen múltiples puntos de vista según las características específicas sociales, económicas y políticas, además influyen otras condiciones, geográficas, ambientales, demográficas muy diversas.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, establece responsabilidades comunes pero diferenciadas, sobre todo para los países desarrollados, con las mayores emisiones históricas acumuladas, que son los llamados a liderar el esfuerzo global para estabilizar las concentraciones atmosféricas de GEI. Es una responsabilidad eminentemente ética y política, con independencia del aspecto económico.

Estudios de mitigación

En el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en lo adelante la Convención, de la cual Cuba es Parte desde el 5 de enero de 1994, la mitigación supone acciones para la reducción de emisiones de GEI y la ampliación de sumideros.

Existen, al menos, cuatro razones para efectuar estudios de esta índole:

1. Según los compromisos adquiridos por las partes en la Convención, establecidos en su artículo 4, todas las partes deben elaborar, actualizar regularmente programas nacionales que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático.
2. Mostrar a los decisores una evaluación de las políticas y medidas que contribuyan a la reducción de emisiones y a los objetivos del desarrollo económico y social del país.
3. Coadyuvar a entender los retos y las oportunidades que ofrecen las diferentes alternativas de reducción de emisiones.
4. Identificar posibles proyectos, programas y medidas vinculadas al desarrollo de inversiones y programas nacionales de desarrollo.

Medidas por sectores

Los estudios para reducir emisiones abarcan prácticamente todos los sectores de la economía nacional: industria, energía, edificaciones e infraestructura, transporte, desechos y uso de la tierra (agricultura, ganadería y forestal). Las opciones y posibilidades de reducir emisiones son muy variadas, las principales se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 1

Industria	Gestión de la energía Aumento de eficiencia Cambios de combustibles Mejor uso de materiales
Energía	Eficiencia energética Gestión de la demanda Cambio de combustibles Nuevas tecnologías Mejoras en la obtención y transporte de combustibles
Edificaciones e infraestructura	Equipamiento eficiente Mejoras en el aislamiento Uso de energía solar Cambios en proyectos Normas y regulaciones
Transporte	Gestión de la demanda Vehículos más eficientes Fuente alternativas de energía Cambios en sistemas e infraestructura
Desechos	Reducción de emisiones en la fuente, reciclaje Compost, generación de electricidad Recuperación de metano en vertederos Recuperación de metano en el tratamiento de aguas
Agricultura	Reforestación y manejo de bosques, agroforestación y reforestación agrícola Conservación y protección de suelos Almacenamiento de carbono en suelos Métodos eficientes de cultivo Agricultura orgánica y reducción de aplicación de fertilizantes Manejo de rebaños Cultivo de arroz

Algunos datos internacionales de interés

De acuerdo con el último informe de evaluación del IPCC (IPCC, 2007c) se estima que: Entre 1970 y el 2004, las emisiones antropógenas globales de GEI, tomando en cuenta el potencial de calentamiento global de cada GEI, se incrementaron en 70 %.

- Entre 1990 y el 2004, el aumento de estas emisiones agregadas totales fue de 24 %. Los datos de emisiones presentados no incluyen las remociones de carbono pero si las emisiones derivadas del cambio de uso de la tierra y la silvicultura (CUTS).
- A pesar de haberse producido una notable disminución en la intensidad energética (-33 %) entre 1970 y 2004, no se logra compensar el aumento del ingreso per cápita (77 %) y el aumento de población (67 %).
- Los escenarios elaborados por el IPCC indican que las emisiones aumentarán hasta 2030 en un rango entre 25 y 90 %.
- Existe un importante potencial económico para realizar reducciones en las emisiones en las próximas décadas.

- Cambios en las costumbres y patrones de consumo contribuirían a la reducción de emisiones.
- Los beneficios colaterales de la reducción de emisiones, pueden resultar importantes y reducir los costos de estas medidas por su efecto en la salud humana, beneficios de la reforestación, mejoramiento de suelos y tratamiento de desechos.

Métodos utilizados y problemas a largo plazo

Debido a que se trata de un problema que se extiende a largo y muy largo plazo es necesario utilizar el método de escenarios, que resultan una fórmula para explorar el futuro sobre la base de un conjunto de supuestos consistentes sobre la posible evolución de las principales fuerzas motrices. En la página 16 de la Parte I de este Tabloide se muestra un cuadro la descripción de los escenarios de emisiones del Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (IE-EE). La figura 34 caracteriza los problemas del largo plazo, ilustrado por los beneficios derivados de la reducción de las emisiones; si se actúa a tiempo, estos se extenderán durante muchos años, lo que implicaría actuar positivamente sobre el bienestar de muchas generaciones futuras.

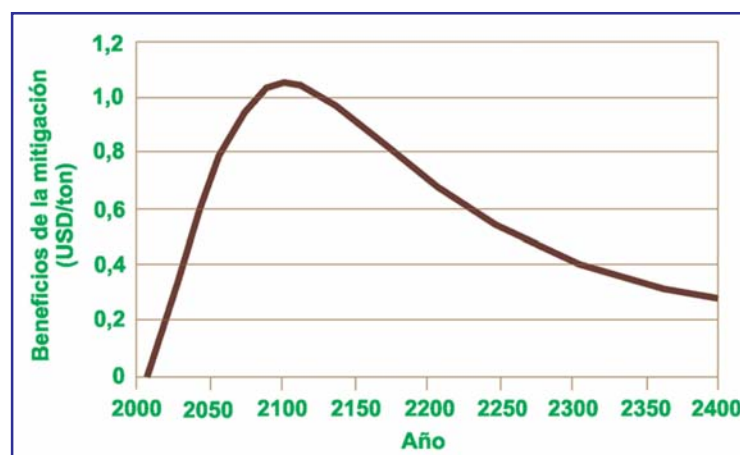


Fig. 34. Perfil temporal de los beneficios al reducir 1 TM de emisiones de carbono en el año 2000. (Tomado de: Discounting the benefits of climate change mitigation. How much do uncertain rates increase valuations?, by Richard Newell and William Pizer, Resources for the Future: Economics, Technical Series, Pew Center on Climate Change, December 2001, p. 2).

Por último es necesario hacer referencia al «Principio de Precaución», a que hace referencia el artículo 3 de la Convención:

Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prevenir, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, teniendo en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible. A tal fin tales medidas, esas políticas y medidas deberían tener en cuenta los distintos contextos socioeconómicos, ser integrales, incluir todas las fuentes.

Estudios realizados en Cuba

Aunque las emisiones brutas de Cuba resultan pequeñas y en el orden cuantitativo no es un país esencial en el esfuerzo internacional de mitigación, las posibilidades nacionales de reducción de emisiones pueden ser importantes vinculadas a las políticas energéticas, a la erradicación de problemas ambientales como la degradación de suelos y políticas para el desarrollo sostenible, un ejemplo de ello es la reforestación que, en este sentido, significa ampliar sumideros.

En Cuba se han realizado dos estudios de mitigación. El primero entre 1999 y 2000 en el marco de la Primera Comunicación Nacional a la Convención (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001). En esta ocasión

se propusieron medidas en los sectores residencial, generación de electricidad, industria, transportes y forestal.

En 2002 y 2003 se llevaron a cabo trabajos para mejorar la capacidad técnica y construir escenarios a largo plazo, presentados al Taller de Divulgación de los Resultados del Grupo de Trabajo III del IPCC correspondiente al Tercer Informe de Evaluación, La Habana, 23 y 24 de septiembre de 2002.

Adaptación y mitigación. Retos y oportunidades

Las estrategias de respuesta fundamentales en la lucha frente al cambio climático son la mitigación y la adaptación. Estas estrategias, deben considerar la inercia de los sistemas climático, ecológico y socioeconómico, así como el carácter irreversible de las interacciones entre estos sistemas, lo que refuerza la importancia de acciones preventivas en materia de adaptación y mitigación. Mientras mayor y más rápida sea la reducción de emisiones, menor y más lento sería el calentamiento proyectado.

De acuerdo con los principales resultados del IPCC, la adaptación no evitaría todos los daños, pero se necesitaría a todas las escalas para complementar a la mitigación. Ni la adaptación, ni la mitigación, por sí solas, pueden evitar todos los impactos significativos del cambio climático; pero si complementarse mutuamente y de conjunto reducir de forma notable los riesgos del cambio climático. En ambos casos —es decir, tanto para la mitigación como para la adaptación— se impone la necesidad de superar obstáculos que impiden avanzar con más celeridad; y dar prioridad a un enfoque integral¹³ que vincule el desarrollo con la equidad y la sostenibilidad.

Entre los conceptos clave acerca de la adaptación y la mitigación vale subrayar los de capacidad de adaptación y capacidad de mitigación. Estas capacidades descansan en gran medida sobre la base de recursos económicos y naturales de una región o país determinado, las redes sociales, las estructuras institucionales y de gobierno, la voluntad política, los recursos humanos y la tecnología, entre otros factores; y varía entre las regiones, sociedades, géneros y grupos de ingreso.

Las evaluaciones más recientes del IPCC destacan que el mejoramiento de la capacidad de respuesta de la sociedad mediante la adopción de patrones de desarrollo sostenible es una forma de promover tanto la adaptación como la mitigación. Esto facilitaría la efectiva implementación de ambas opciones, así como su influencia en la planificación y el desarrollo sectorial.

Los países subdesarrollados, en particular aquellos más pobres, son los que tienen capacidades de adaptación y mitigación más deprimidas, debido básicamente a las restricciones socioeconómicas, tecnológicas y financieras que enfrentan estos países en el actual contexto de globalización neoliberal.

A manera de ejemplo, según datos del Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008 del PNUD (ONU-PNUD, 2007), hasta mediados del 2007, los fondos multilaterales desembolsados para la adaptación al cambio climático en los países subdesarrollados ascendían a apenas unos 26 millones de dólares, lo que equivale al presupuesto de inversión de una semana en el Reino Unido para acciones de protección frente a las inundaciones.

Dimensión humana del Cambio Climático

El cambio climático es una amenaza para el desarrollo humano, en particular para los países y sectores que ya sufren de pobreza extrema, acentuando las precarias condiciones de vida de buena parte de la población

mundial. Millones de seres humanos (3/4 partes de la población mundial), viven en zonas naturales y sociales muy vulnerables. Por tanto, las comunidades humanas tratan de mitigarlo en su ritmo y naturaleza, y adaptarse, ya que afecta las condiciones primarias de la vida humana.

Según el informe del Panel Intergubernamental de cambio climático (IPCC, 2007a), el calentamiento global, que se condiciona por los patrones de consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero, exige la introducción de estrategias de mitigación dirigidas a estabilizar y reducir sus emisiones. Se requiere introducir fuentes energéticas no contaminantes, aprovechadas de manera eficiente. Las ventajas ambientales, estratégicas y socioeconómicas del uso de estas energías son conocidas.

La adaptación es imprescindible dado que el cambio climático es ya un hecho que condiciona la vida. Estas acciones contemplan toda una amplia gama que debe de ser contextualizada en los espacios y escenarios distintos en que se despliega la vida de las comunidades humanas. Las estrategias de enfrentamiento deben considerar los enlaces con los problemas ambientales globales.

El cambio climático es una manifestación más del deterioro ambiental del planeta provocado por la acción humana a lo largo de su historia, especialmente, la historia moderna, con el auge y el desarrollo del sistema capitalista mundial.

Esta crisis es fruto de una crisis civilizatoria, que traspa las *soluciones* del sistema capitalista neoliberal hegemónico, destructivo del planeta. Por su esencia sistémica está intrínsecamente dispuesto a capitalizar el aire, los bosques, los suelos, la biodiversidad y los recursos humanos, potenciar con ello la obtención de ganancias a toda costa y extrapolar a todo el mundo su modelo consumista como patrón de desarrollo.

En el mundo de hoy son los pobres los que llevan el peso del cambio climático, pero este amenaza a la humanidad entera en tiempo ya previsible.

El calentamiento global está poniendo en evidencia que se sobrepasa la capacidad de carga de la atmósfera del planeta, que el modo de relacionarnos con la naturaleza primaria es insolvente. Se está convirtiendo de manera galopante la Biosfera en una tumba.

Hay una relación inversa entre la responsabilidad por el cambio climático y la vulnerabilidad ante sus efectos que en ocasiones se olvida. Este es un punto particularmente clave para los países insulares como Cuba. Mientras los pobres viven en la Tierra dejando una huella ecológica apenas perceptible, soportan el grueso de las consecuencias de la gestión no sostenible de la interdependencia ecológica.

Las vulnerabilidades al cambio climático –vinculadas con tormentas e inundaciones– se dan en las comunidades rurales que habitan los deltas de grandes ríos como el Ganges, el Mekong y el Nilo, y en los asentamientos precarios que crecen sin control en las ciudades del tercer mundo. No obstante, la lección del Katrina, en New Orleans (EUA) revela las inconsistencias sistémicas de las sociedades *desarrolladas* en materia de equidad y justicia social, aún dentro de sus fronteras. Entre el 2000 y 2004 unas 262 millones de personas resultaron afectadas por desastres climáticos todos los años; más de 98 % de ellas, vivían en países del tercer mundo.

Cabría preguntarse: ¿El cambio climático es un problema ambiental más o resultante del manejo inadecuado de los recursos del planeta? Este asunto hay que analizarlo de manera integral como resultado complejo del modo históricamente conformado de relacionarse la SOCIEDAD con la NATURALEZA. La forma actual de construirse esta relación es predatoria de los fundamentos mismos de la vida en la Tierra.

Se debe analizar con objetividad ¿por qué la especie humana ha llegado a ser la responsable del peligro y amenaza ambiental (climática) que ya afecta?

La población mundial a lo largo de sus procesos

históricos ha crecido vertiginosamente. De esta manera se ha duplicado varias veces, y reducido de forma ostensible los intervalos de tiempo en que esto ha ocurrido. Se estima que para el año 2050 se acerque a los 10 000 millones de personas. Así, a partir de la Revolución industrial (Fig. 35) creció de 3 700 millones a 6 000 (62 %) en poco más de 150 años. Esto supuso un elevado impacto sobre el sistema Tierra. No obstante, existen las condiciones materiales, financieras y socioculturales imprescindibles para proteger y dignificar su existencia.

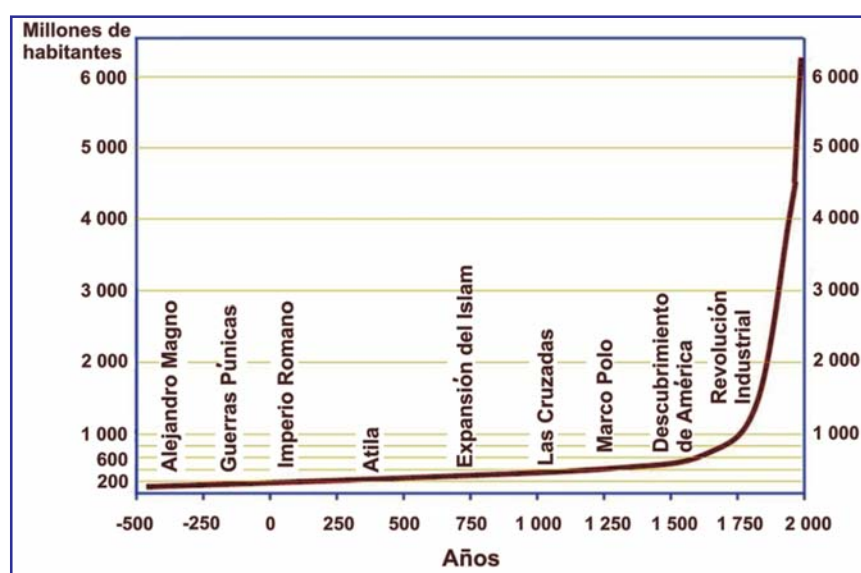


Fig. 35. Evolución de la población humana.

Con el cambio climático la población humana es afectada en sus condiciones de existencia de forma directa y diferenciada, a partir de su ubicación en entornos ecológicos y sociales determinados. Por tanto, tiene que reaccionar ante estos cambios a los niveles global, regional, nacional y local; articulando los ámbitos sociales, económicos, políticos, culturales y ambientales.

El mundo en que vivimos está bajo la égida del capitalismo global transnacionalizado y su metrópoli hegemónica, el imperialismo norteamericano. El capitalismo despoja de recursos a la *periferia*, además de agotar los del *centro*; explota, reprime y discrimina como procedimientos intrínsecos a la producción y reproducción de su sistema de producción y de vida. Para incrementar sus ganancias, los capitalistas recurren al aumento de la producción y la reducción de sus costos a la elevación de los precios de venta; a la producción de nuevas mercancías, y a la apertura de nuevos mercados. Ahora lo consiguen con la conquista y reconquista de territorios y espacios sociales que antes no tenían interés para el capital. Conocimientos ancestrales y códigos genéticos, además de recursos naturales como el agua, los bosques y el aire, devienen mercancías con mercados abiertos o por crear. Las personas que se encuentran en estos espacios y territorios donde existen estas y otras mercancías se convierten en enemigos de facto del capital.

En la actualidad es muy común que se multipliquen los llamados a la *conciencia universal*, haciendo ver que supuestamente todos somos igual de responsables, pero rara vez se alude a los fundamentos de la crisis. Esto no es casual. Los fundamentos de la crisis se encuentran en la naturaleza del modo de producción y de vida capitalistas. Por eso, la construcción de la nueva sociedad socialista no puede ser más de esto con ciertos retoques, sino una superación a fondo de la lógica del capital en la constitución de las relaciones sociales y con el entorno.

Precisamente, el proceso de la producción material como transformación consciente de los objetos de trabajo media de forma decisiva entre la naturaleza y la sociedad. La producción implica no sólo determinadas relaciones tecnológicas, sino un tipo dado de relaciones de sociales establecidas entre las personas que

participan de la producción y reproducción de objetos y de enlaces entre los individuos. Es este modo de producción específicamente social el que condiciona la selección y diseño social de las tecnologías, así como el modo de vida y de consumo, en general.

Entonces se habla de un planeta dominado por el capitalismo como modo de producir y reproducir la vida de la sociedad, donde la explotación de los trabajadores, la opresión y el deterioro de las condiciones de existencia de millones de personas implican la destrucción del medio ambiente, como muy tempranamente habían percibido Marx y Engels.

La lógica del sistema es el crecimiento entendido como incremento de la riqueza para pocos y la miseria para muchos, que se vincula asimismo con la destrucción de la fuente natural de la civilización. Ahí está el fondo de la crisis ecológica. Se requiere de una profunda revolución social para revertir la situación de manera esencial, con el propósito de que sean respetados *los límites del crecimiento* y se reconozca que la naturaleza posee un valor intrínseco y no simplemente que necesita cuidado.

La etapa actual de transformación de la naturaleza bajo la hegemonía capitalista se caracteriza por fuerzas estructurales que de manera sistemática degradan y llegan a exceder la capacidad de la natura-

leza de asimilar la producción humana, por lo que ponen en movimiento una serie impredecible pero interactiva y expansiva de fracturas ecosistémicas. Estos son los problemas ambientales globales.

Desde el punto de vista económico, el capitalismo debe ser necesariamente un capitalismo en expansión. La ganancia es el medio de expansión de las nuevas tecnologías e inversiones. Ganancia y crecimiento se convierten en una misma cosa. Pero el capitalismo se transforma en su peor enemigo y de la humanidad al poner en riesgo la propia sustentabilidad del desarrollo, debido a la contradicción entre la producción social y la apropiación privada, tal como lo planteó Marx.

La producción de riqueza en el capitalismo trae consigo necesariamente producción de pobreza, rivalidad, inseguridad y ecodestrucción, de la cual el sistema no puede recuperarse ya que su lógica de crecimiento se lo impide. El dilema en manos de los pueblos es lograr que el capitalismo desaparezca antes de que provoque el fin de la humanidad.

Marx y Engels emplearon en sus obras expresiones como *control de la naturaleza*, *dominio de la naturaleza*, *poder sobre la naturaleza*, acorde con el lenguaje de la época, pero no deben ser tomados como meros productivistas-racionalistas. Marx llamó la atención sobre el progreso destructivo del capitalismo; subrayó en distintos momentos de su vida, la manera cómo el capitalismo no solamente trastoca y modifica las relaciones entre hombre y naturaleza sino que además destruye la base natural de la riqueza hasta límites impensados, tales como el agotamiento de los suelos, la destrucción de los bosques y la contaminación de las ciudades, asimismo postularon la necesidad de establecer una relación regulada entre el hombre y la naturaleza. Esto supone la superación del capitalismo.

El crecimiento exponencial de ataques al medio ambiente y la creciente amenaza de romper el equilibrio ecológico apuntan a un escenario catastrófico que pone en peligro la supervivencia de la especie humana. Se enfrenta a una crisis civilizatoria que exige cambios radicales. Supuestamente cada corporación debe actuar de forma racional desde el punto de vista de los dueños y empleados, los cuales buscan aumentar al máximo su propio interés tomando decisiones capita-

listas individuales y racionales. Pero el resultado es que la suma de estas decisiones *racionales* en lo individual, son masivamente irracionales de hecho, y al final catastróficas, de modo que están conduciendo al camino del suicidio colectivo (Smith, 2005).

En consecuencia, el enfrentamiento viable, equitativo y justo de las implicaciones prácticas del cambio climático global supone la superación de los dictados del capital en la producción y reproducción de las relaciones de las personas entre sí y con la naturaleza, no su pretendida eternización a través de la imposición del mercado capitalista transnacionalizado como esencia de la *civilización occidental*, el intercambio desigual, las guerras de exterminio masivo y un nuevo reparto del mundo por las potencias imperialistas, atendiendo a los cada vez más escasos recursos naturales: combustibles fósiles, recursos hídricos y bióticos.

Este no es un asunto sólo de cambio de las relaciones de producción, sino también del modo tecnológico de producir y de su cultura, pues por su naturaleza y estructura está al servicio de la acumulación del capital y de la expansión ilimitada del mercado. Se contraponen a las necesidades de la protección del medio ambiente y de salud de la población.

Las fuerzas productivas, y no sólo las relaciones de producción, deben transformarse profundamente, lo que incluye una revolución energética, mediante el reemplazo de las fuentes actuales —esencialmente fósiles—, por fuentes de energía renovables. Los combustibles fósiles representan cerca de 90 % del consumo mundial de fuentes comerciales de energía primaria (el petróleo sólo garantiza alrededor de 36 %) y aportan alrededor de 80 % de las emisiones de CO₂, que es el gas de efecto invernadero más abundante.

La comunidad humana tiene que responder como portadora de una racionalidad socio-ambiental que trascienda la económica productivista y consumista despilfarradora prevaleciente, armonizando políticas y acciones que regulen la disponibilidad y distribución de los recursos, en la asimilación de los espacios y territorios, para de este modo reproducir la vida social en condiciones ambientales sostenibles, participativas y justas, que incluya todos los sistemas terrestres.

El desarrollo de una nueva cultura ambiental supone un cambio de concepción del ser humano sobre sí mismo y su lugar en el mundo, en consecuencia de su lugar respecto a los otros hombres y sistemas vivos, con la Sociedad y la Naturaleza. Este es un asunto esencialmente ético, de responsabilidad ética social e individual incrementadas. La Educación Ambiental procura accionar en la esfera de las relaciones conflictivas entre las orientaciones políticas, las éticas y las racionalidades que organizan la vida social, se producen y reproducen en los espacios de realización humana dentro de la comunidad. La educación general y ambiental, la participación social y la comunicación en ambiente y desarrollo humano han de concebirse en los espacios comunitarios, y articular la formación en nuevos valores que lleven a la construcción de una socialidad justa, equitativa, participativa y sostenible.

El enfrentamiento del impacto del cambio climático requiere ser integral, holístico, es decir, enfocado como totalidad sistémica, para construir soluciones que apunten a la seguridad global, regional, nacional y local, sobre la base de la justicia, la equidad y la participación. Entonces, no pueden ser hilvanadas sobre las exigencias y pautas del capital y de la relación centro-periferia, sino basadas en la solidaridad y el reconocimiento del derecho a la vida y al desarrollo como valores inalienables de todos en el planeta.

El reciente informe del IPCC revela que lejos de estar en el camino de su solución, el problema de los impactos negativos del cambio climático se está agravando. En la Cumbre del Clima (XIII Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Bali, diciembre 2007), se intentó lograr una propuesta más ambiciosa que la del Protocolo de Kyoto, el cual expirará en el

2012. Allí se reveló la negativa norteamericana a cooperar con los países del Sur en la transferencia de tecnologías limpias y de limitar la producción de gases de efecto invernadero.

Cuba, con un proyecto social guiado por la voluntad de equidad y bienestar sociales, es pionera en la introducción de las directrices de la ONU acordadas en la cumbre de la Tierra de 1992, identificada como Agenda 21. Para ello, se cuenta con el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo, importante pauta de la Política y la Gestión ambientales, entre otros instrumentos y programas de este corte.

La República de Cuba es signataria de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMUNCC) desde junio de 1992. La ratificó el 5 de enero de 1994. Es asimismo firmante del Protocolo de Kyoto desde el 13 de marzo de 1999, ratificado el 30 de abril de 2002.

Un elemento clave de la posición cubana frente a este tema es el reconocimiento de la insostenibilidad de los patrones de producción y consumo del sistema capitalista. El Comandante en Jefe expresó en la Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, junio de 1992):

Es necesario señalar que las sociedades de consumo son las responsables fundamentales de la atroz destrucción del medio ambiente. Ellas nacieron de las antiguas metrópolis coloniales y de políticas imperiales que, a su vez engendraron el atraso y la pobreza que hoy azotan a la inmensa mayoría de la humanidad... Con sólo el 20 por ciento de la población mundial, ellas consumen las dos terceras partes de los metales y las tres cuartas partes de la energía que se produce en el mundo. Han envenenado los mares y ríos, han contaminado el aire, han debilitado y perforado la capa de ozono, han saturado la atmósfera de gases que alteran las condiciones climáticas con efectos catastróficos que ya empezamos a padecer (Castro, 2007).

Cuba apoya y potencia la cooperación Sur-Sur como una de las vías esenciales para construir las soluciones satisfactorias globales ante estos retos y amenazas.

En el contexto nacional se sigue de manera cuidadosa la problemática del cambio climático. Se ha trabajado en la identificación de sus posibles impactos sobre las formas de asentamiento poblacional, el uso de la tierra, las migraciones de la población, la urbanización, y el desarrollo local en general.

Son múltiples los Programas de la Revolución Cubana que se relacionan con esta temática al nivel local. Entre ellos es posible citar la reforestación, la voluntad hidráulica, recuperación de playas, prevención de plagas y epidemias, y la Revolución Energética.

El programa de enfrentamiento al cambio climático debe abarcar todos los sectores, ramas y actores de la sociedad cubana. La nueva Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010, así como la adecuación de las Estrategias Ambientales Sectoriales y Territoriales actuales deben rectorar la dirección estratégica de cada una de estas instancias en las acciones y planes encaminados al desarrollo económico y social sostenible.

Tanto al nivel local como de país, la Revolución promueve una noción del desarrollo social profundamente diferente a la sustentada por la Modernidad capitalista, tanto en lo que se refiere a las relaciones entre las personas y colectividades de diferentes órdenes, como de la sociedad con el medioambiente, la comunidad internacional, el Estado, etc. Es desde una perspectiva crítica propositiva y conformadora de un nuevo tipo de socialidad que se asumen los retos del cambio de la pauta climática global, lo cual es un elemento clave para la construcción del socialismo en las nuevas condiciones históricas.

La adaptación al cambio climático exige potenciar la competencia local para componer los diagnósticos y estrategias de desarrollo integrales, a partir de la capacitación que proporcionan las ciencias sociales y

humanísticas, así como la generación de un ambiente de innovación social y tecnológica contextualizada y flexible, que propicie mediante una gestión integrada de ciencia, innovación tecnológica y medio ambiente, el enfrentamiento con éxito de los complejos retos del desarrollo sostenible y equitativo en los momentos actuales. Los impactos esperados son de tal naturaleza e incertidumbre que requieren modos no tradicionales para su manejo en términos de cultura agrícola y producción de alimentos en general, ordenamiento y gestión de la tierra y el agua, la construcción de viviendas, educación ambiental, etc. Este asunto radica en la base de la necesidad de crear una atmósfera de innovación y participación social crecientes.

Lo anterior supone la necesidad de proceder al desmontaje sistemático de las viejas prácticas, acciones, actitudes, valoraciones y saberes en relación con el medio ambiente, ante todo de la actitud y percepción práctica y cognitiva predatoria, presentista, consumista e irresponsable frente a los recursos naturales y la tecnología. Sin estos desaprendizajes resultaría muy difícil superar los resultados contraproducentes que hoy se observan en el empleo de los portadores energéticos, la tierra, el agua, las playas y los litorales en general, de los bosques, los residuales orgánicos y no orgánicos, domésticos e industriales, etc. Al mismo tiempo se necesita fomentar los nuevos saberes, hábitos, habilidades y capacidades que requiere el enfrentamiento a los severos y crecientes impactos de la modificación climática.

Esto ante todo se refiere a la incorporación de nuevos y más eficientes recursos energéticos renovables, ciclos de producciones limpias, reciclaje de los residuales, etc., en aras de lograr una conciencia ecológica responsable, junto a una actitud solidaria y participativa en este tema.

El desarrollo local que se requiere frente a estas nuevas realidades ha de construirse a partir de la noción de proyecto, de idea de desarrollo a emprender, y no como actividad para captar inversiones de capital. Pero esto supone la definición de una estrategia a este nivel basada en un diagnóstico calificado y consensuado de los potenciales para el desarrollo realmente existentes. Es decir, ha de centrarse en el descubrimiento de los recursos materiales, humanos y simbólicos al alcance de la comunidad: infraestructura, empresas y organizaciones económicas, sociales, culturales, de salud, cuadros de dirección y personales calificadas, suelos, cultivos, saberes tradicionales, entre otros.

Ante la barbarie que intenta imponer el capitalismo hegemónico, la sociedad humana está llamada a responder como comunidad global real, no ilusoria, y esto pasa por la lucha contra la política de dominación, conquista y explotación imperialista de los recursos del planeta, así como contra el capitalismo transnacionalizado en calidad de *modelo* de sociedad, de consumo y de cultura. La solución de los retos que implica el cambio climático ha de configurarse sobre la base de la equidad, el derecho al desarrollo y a la vida plétórica de todos y no de un sector o parte privilegiada de la población del planeta.

Las relaciones sociales en el contexto del sistema Tierra, han de concebirse y *rescatarse* tal como lo plantea Engels: como relaciones «de reconciliación de la humanidad consigo misma, y la consiguiente reconciliación de la humanidad con la naturaleza».

Respuesta internacional al Cambio Climático

A pesar de que la preocupación por la posible ocurrencia de un cambio en el clima mundial ya estaba presente desde la década de los años 70 y antes, no fue hasta la celebración de la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima en 1990, que se recomienda el inicio de negociaciones para elaborar un tratado internacional que regulara la cooperación entre los países para afrontar un problema global causado por el incremento de las

emisiones de los llamados gases de efecto invernadero producto de las actividades humanas. Como respuesta la Asamblea General de las Naciones Unidas, estableció el Comité Intergubernamental de Negociación (CIN) para redactar este tratado. En mayo de 1992 ya estaba terminado el texto de un tratado que recibió el nombre de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La Convención se abrió a la firma de los jefes de estado y de gobierno en la Cumbre para la Tierra, Río de Janeiro, junio de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Cuba fue el estado número 52 en ratificarla, se necesitaban 50 ratificaciones para su entrada en vigor. Se iniciaba un largo camino en la búsqueda de respuestas a lo que se ha denominado el mayor reto ambiental global *el cambio climático*. La humanidad contaba con un marco de referencia dentro del cual, los gobiernos colaborarían para aplicar nuevas políticas y programas, que tendrían una amplia repercusión en la manera en que viven y trabajan los seres humanos.

Los países Partes en la Convención tienen como objetivo trabajar para *lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida las interferencias humanas peligrosas en el sistema climático, lo que se debe lograr en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático*. Los principales gases de efecto invernadero considerados en la Convención son el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso. Para lograr que los ecosistemas se adapten al cambio climático y, a la vez, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible, según el objetivo mencionado, se debe actuar desde ahora y con urgencia, antes de que sea demasiado tarde, de acuerdo con uno de los principios que rige la Convención, el principio precautorio.

Otro de los principios en que se sustenta la Convención reconoce responsabilidades comunes pero diferenciadas ante el problema, lo que significa reconocer que si bien el cambio climático es un reto global que concierne a todos en el planeta, los países industrializados, como principales emisores de gases de efecto invernadero, deben dar los primeros pasos para enfrentar este problema. Consecuente con este principio los compromisos de los países industrializados y los subdesarrollados están diferenciados en la Convención.

Debido al carácter diferenciado de los compromisos de las Partes en la Convención sólo los países industrializados tienen compromisos específicos y los subdesarrollados presentan compromisos generales comunes a todas las Partes en la Convención. Al respecto, se establece que los países industrializados adoptaran políticas nacionales limitando o reduciendo sus emisiones de gases de efecto invernadero, protegiendo y mejorando los sumideros y depósitos de esos gases, sin llegar a establecerse compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones. Durante la Primera Conferencia de las Partes en 1995, se reconoció que estos compromisos de reducción de emisiones eran insuficientes para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para satisfacer el objetivo último de la Convención y se adoptó el Mandato de Berlín, que puso en marcha un proceso para negociar un protocolo que estableciera compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por las actividades humanas, para los países industrializados que son Partes en la Convención a partir del año 2000.

La ciudad japonesa de Kyoto fue el escenario en 1997 donde se aprobó el texto del Protocolo que lleva su nombre, el cual establece compromisos jurídicamente vinculantes para los países industrializados, cuyo objetivo es reducir de manera colectiva sus niveles de emisiones de gases de efecto invernadero en 5,2 % con respecto a los existentes en 1990, en un período de cinco años comprendido del 2008 al 2012. El Protocolo

cubre seis gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Los compromisos de reducción de emisiones con respecto a los niveles que estos países tenían en 1990, son diferenciados. Van desde 8 % para Suiza, la mayoría de los estados de Europa Central y Oriental, y la Unión Europea en su conjunto (con diferentes porcentajes entre sus miembros), pasando por Canadá, Hungría, Japón y Polonia que deben reducir 6 %, y Estados Unidos de América con 7 %. Rusia, Ucrania y Nueva Zelanda estabilizaran sus emisiones al nivel que tenían en 1990, es decir, su compromiso es 0 %. Pueden incrementar sus emisiones: Noruega 1 %, Australia 8 % e Islandia 10 %.

El Protocolo entró en vigor el 16 de febrero del 2005, ya que para su ratificación, se requerían 55 países. Pero se exigía además, que en esas 55 ratificaciones, estuvieran incluidos, un total de países desarrollados, cuyas emisiones significaran 55 % del total de emisiones de CO_2 en 1990, lo que se logró después de la ratificación de Rusia junto al resto de la casi totalidad de los países industrializados. Como se conoce Estados Unidos de América, el principal emisor de gases de efecto invernadero en el mundo se niega a ratificarlo. El impacto del Protocolo de Kyoto sobre el calentamiento global sería poco significativo, si todos los países industrializados cumplieran sus compromisos, los estimados indican que sólo contribuiría a reducir el incremento del promedio global de la temperatura entre 0,02°C y 0,28°C. Sin embargo, si se hicieran efectivos estos modestos compromisos de reducción recogidos en el Protocolo, constituirían un hecho importante ya que se produciría una desaceleración en la tendencia al aumento, lo que ha primado desde el comienzo de la revolución industrial. Se ha iniciado un proceso negociador en el marco de la Convención para establecer los compromisos de los países industrializados en un período posterior a 2008-2012, conocido como período post Kyoto. Junto a este proceso se aprobó, durante la Conferencia de Montreal 2005, iniciar un diálogo multilateral amplio para explorar y analizar enfoques estratégicos, y acciones de cooperación de largo plazo, con vista a afrontar el cambio climático que cubra las áreas de desarrollo sostenible, adaptación, tecnología y mecanismos basados en el mercado.

Como colofón del mencionado diálogo en diciembre del año 2007, durante la Décimo Tercera Conferencia de las Partes de la Convención celebrada en Bali, Indonesia, se adoptó el llamado *Plan de Acción de Bali* con el propósito de mejorar urgentemente la aplicación de la Convención para lograr su objetivo de plena conformidad con sus principios y compromisos. Se reafirma que el desarrollo económico y social, así como la erradicación de la pobreza son prioridades mundiales. Para adoptar este Plan, la Conferencia de las Partes se

basó en las conclusiones del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, mencionado con frecuencia anteriormente, de que *el calentamiento del sistema climático es inequívoco y la demora en la reducción de emisiones limita significativamente las posibilidades de alcanzar niveles de estabilización más bajos y aumenta el riesgo de que se agraven los impactos del cambio climático*. Se decidió iniciar un proceso global de negociación que permita la aplicación plena, eficaz y sostenida de la Convención mediante una cooperación a largo plazo desde ahora y que se prolongue más allá del 2012, fecha en que concluye el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto. Este proceso de negociación debe concluir en el 2009. Serán dos años de intensas negociaciones internacionales, de las cuales el mundo estará pendiente por lo que implica para el futuro común, frente al *Cambio Climático Un Reto Global*.

NOTAS

- 1 Producción primaria. Se refiere a las fases iniciales de la cadena alimentaria, a partir de donde se origina el alimento. Es la cantidad de materia sintetizada por el metabolismo autótrofo. La mayoría de los organismos autótrofos son plantas, que responden mediante la fotosíntesis. Productores primarios son el fitoplancton, las algas y fanerógamas.
- 2 Producción oceánica. Producciones pesqueras marinas al nivel mundial, que incluyen las pescas de altura, plataforma y costeras.
- 3 Permafrost. Suelo permanentemente congelado; suelo subyacente o roca que se mantiene permanentemente congelado, se encuentra sobre todo en las regiones polares.
- 4 Resiliencia. En Ecología, rapidez con que el sistema retorna a su estado original después de ser perturbado.
- 5 Sinergia. Acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.
- 6 Biodiversidad o diversidad biológica. Según la Convención para la Diversidad Biológica (CDB) y usado por el IPCC (2002) comprende la cantidad y abundancia relativa de las especies y ecosistemas en una zona determinada, así como la variabilidad de todos los organismos vivos y la diversidad dentro de cada especie, entre ellas y de los ecosistemas.
- 7 Diversidad ecológica. Este es el nivel más alto y menos comprendido, aunque no menos importante. Incluye la diversidad de condiciones ambientales (biológicas, físicas, químicas, geológicas, etc.) que determinan la composición, estructura y funciones de las comunidades que habitan en cada lugar. Es decir, es el nivel que garantiza la realización de los procesos vitales. Aquí se incluyen los biomas, bioregiones, paisajes, ecosistemas, hábitats y comunidades.
- 8 Diversidad de organismos. Nivel intermedio de organización, es el más obvio y comprensible. Se refiere al número organismos de cada uno de los niveles taxonómicos de la fauna y flora, en relación con sus correspondientes hábitats o áreas de distribución. Incluye la diversidad de reinos, filos, familias, géneros, especies, subespecies, poblaciones e individuos.
- 9 Diversidad genética. Diversidad de elementos genéticos, que determinan la adaptación de los seres vivos a las condiciones cambiantes del medio ambiente y la evolución. Incluye dentro de la especie: las poblaciones, los individuos, cromosomas, genes y nucleótidos.
- 10 Área inforestal. Aquellas que, aún cuando están incluidas dentro del patrimonio forestal, nunca será posible cubrirlas con bosques. Ejemplos: ríos, lagunas, ciénagas, áreas rocosas, caminos, trochas corta-fuego, viveros, aserrios.

Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) fue creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Su creación fue propiciada por la aprobación en 1988 de la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas titulada *La protección del clima para las generaciones presentes y futuras*.

El IPCC produce las evaluaciones más rigurosas y autorizadas del conocimiento sobre cambio climático, basadas en una amplia revisión de la literatura relativa a los aspectos científicos, tecnológicos y socioeconómicos del tema. Estas evaluaciones, que sirven de referencia para la comunidad científica y los tomadores de decisiones, también han constituido la base para los debates políticos internacionales en torno al cambio climático. Su primer informe se presentó en 1990 y fue decisivo para comenzar el proceso de negociación internacional que culminó con la adopción en 1992 del texto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El IPCC ha producido hasta el momento cuatro informes de evaluación, el cuarto ha servido de fuente de información fundamental para este tabloide.

Desde 1990 la comunidad científica internacional ha avanzado notablemente en la comprensión del funcionamiento del Sistema Climático y en la proyección futura del clima global. La existencia de más datos, el uso de mejores métodos de análisis y mejores modelos para simular el clima, constituyen las bases de esas mejoras. Hoy la ciencia ha demostrado que las medidas de respuesta son urgentes.

- ¹¹ COP. Conferencia de las Partes de la Convención marco de la Naciones Unidas para el cambio climático.
- ¹² Isla de calor. Bóveda de aire caliente y contaminado que cubre una zona urbana y en donde la temperatura es más alta que en los alrededores. Aparece en forma de *isla* en la delineación de las isothermas en un mapa de superficie. (WMO/No. 182, 1992).
- ¹³ Este enfoque integral ha quedado expresado en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en particular en el objetivo 7, que busca garantizar la sostenibilidad ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. (2007): El cambio climático y la actividad agraria cubana. Situación del sector forestal. Conferencia Magistral. IV Congreso Forestal de Cuba. La Habana, del 17 al 20 de abril.
- Álvarez, A.; C. Milián y L. Álvarez. (1998): Evaluación a fondo de los posibles impactos del cambio climático sobre los sectores socioeconómicos y ambientales del país. Sector silvícola. La EFI Guanahacabibes: Un estudio de caso. Instituto de Investigaciones Forestales. 21 pp.
- Bayón, P. (2006): «Educación ambiental, participación y transformación social sostenible en Cuba». Revista *INTERFACE*. Universidade Federal do Tocantins. Campus de Porto Nacional. Curso de Geografía. Núcleo de educação, meio ambiente e desenvolvimento (NEMAD), vol. 3, no. 3, mayo.
- Castro, F. (2005): Conferencia Mundial Diálogo de Civilizaciones. América Latina en el siglo XXI: Universalidad y Originalidad. Palacio de las Convenciones, 30 de marzo de 2005. Oficina de Publicaciones del Consejo de Estado, La Habana.
- CITMA (2007): Agencia de Medio Ambiente. Nueva estrategia ambiental nacional 2007-2010.
- Claro, R. (Ed.) (2006): La biodiversidad marina de Cuba. Instituto de oceanología. CD-ROM.
- Cuba (1998): Ley 85. Ley Forestal.
- Diago, I. (2007): Patrimonio forestal de Cuba. Situación actual. Año 2006. IV Congreso Forestal de Cuba. La Habana, del 17 al 20 de abril.
- FAO (2007): *Situación de los Bosques del Mundo*. Roma, 157 pp.
- Fernández-Jauregui, C. (1998): El Agua como fuente de conflictos. Una revisión de los focos de conflictos en el mundo. Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO. <http://www.unesco.org.uy/phi/biblioteca/>
- Grupo Nacional de Cambio Climático (2001): Primera Comunicación Nacional de la República de Cuba a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (A. Centella, J. Llanes, L. Paz, C. López y M. Limia, eds.), Instituto de Meteorología-CUBA-ENERGIA, La Habana.
- Hernández, M.; P. García y M. Izquierdo (1998): Preliminary considerations on the probable impact of sea level rise and water temperature in some localities of the coastal zone of the Cuban Archipelago. Climate Change Impacts and Responses. Proceedings of the Conference on National Assessment Results of Climate Change. Held in San José, Costa Rica.
- IGBP (1992): Global Change. Reducing uncertainties. 40 pp.
- _____ (1993): The LOICZ Science Plan. IGBP. Report No. 25, Stockholm.
- Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008 (2007): La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido, Watkins K, C. Ugaz, L. Carvajal, D. Coppard, R. Fuentes Nieva, A. Gaye, W. Ha, C. Johansson, A. Kennedy, C. Kuonqui, I. Medaño Pereira, R. Menon, J. Morse y P. Seck. PNUD. http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_summary_spanish.pdf
- Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)(1990): Global Sea Level Observing System (GLOSS). Implementation Plan. UNESCO, no. 35.
- IPCC (2002): *Cambio climático y diversidad biológica*. Ed. H. Gitay, A. Suárez, R.T. Watson y D.J. Dokken Reporte Técnico V del IPCC, 85 pp.
- _____ (2007a): Historical Overview of Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- _____ (2007b): Summary for Policymakers (Resumen para decisores). En: 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, pp. 7-22.
- _____ (2007c): Mitigation of Climate Change, Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policy Makers and Technical Summary. WMO, UNEP.
- IPF (1990): «Programa de desarrollo de turismo internacional». Cuba.
- _____ (2001): Los asentamientos humanos, el uso de la tierra, y los cambios globales en Cuba.
- _____ (2007a): Estudio de riesgo de los asentamientos humanos costeros de Cuba.
- _____ (2007 b): Caracterización del sistema de asentamientos humanos de Cuba.
- _____ (2008): Inter Press Service. Costas en peligro inminente. <http://www.ipsnoticias.net>
- Juanes, J. L. (1997): «La erosión en las playas de Cuba. Alternativas para su control». Tesis Doctoral. Archivo Científico del Instituto de Oceanología.
- Kovats, S.; K. I. Ebi and B. Menne (2003): Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change. Geneva. Series no.1 Health and Global Environmental Change. Europe.
- Limia, M.; R. Vega y R. Pérez (2007): Variación espacio-temporal de la probabilidad de la afectación de huracanes a Cuba. Valoración del peligro. IV Congreso Cubano de Meteorología. La Habana, 4-8 diciembre.
- Limia, M. (2007): Experiencias de desarrollo humano: comparación de Kerala y Cuba. 3-5 de diciembre de 2007. Intervención en el 2do. Taller Anual de FLACSO-UH.
- Llanes, J. (1999): Políticas Económicas Ambientales: El caso contaminación. Ed. Ciencias Sociales, La Habana.
- Lloyd, C. D. (2007): Local Models for Spatial Analysis. Queen's University. CRC Press.London
- Mercadet, A.; A. Álvarez e I. Diago (2007): Estimación del carbono retenido por los bosques cubanos en el período 2000-2004. IV Congreso Forestal de Cuba. La Habana, 17-20 abril.
- Navarra, A. (2005): The climate Dilemma. In: Extremes Weather Events and Public Health Responses. [In English]. (Kirch W, Menne B. and Bertolini. Eds.) Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- ONE (2006): Censo de población y viviendas del 2002.
- ONU-PNUD (2007): Informe sobre Desarrollo Humano 2007/2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido.
- Ortiz, B. P. y A. Rivero (2004): Índices climáticos para la determinación y simulación de las señales de la variabilidad climática en diferentes escalas espacio temporales. Revista Cubana de Meteorología. 11(1): 41-52.
- Ortiz, B. P. (2005): Modelos para evaluación del impacto y pronóstico de enfermedades a partir de las condiciones climáticas. Impacto Económico. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Económicas. Universidad de La Habana.
- Ortiz, P. L.; V. A. Rivero; A. R. Pérez y F. C. Morgado (2006a): La influencia de la variabilidad climática en la ocurrencia de las enfermedades de transmisión digestiva en Cuba. Revista Cubana de meteorología, marzo, 13(1): 73-77.
- Ortiz, B. P.; R. A. Pérez; V. A. Rivero; V. N. León; M. Díaz and A. Pérez (2006b): Mini-Monograph «Resulted to assessing the human health vulnerability to climate variability and change in Cuba». Environmental Health Perspectives (EHP). E.U. 114(12): 1942-49.
- Ortiz, B. P.; R. A. Pérez; V. A. Rivero; C. A. Pérez; R. J. Canga y L. B. Lecha (2008): La Variabilidad y el Cambio Climático en Cuba: Potenciales Impactos en las Salud Humana. *Revista Cubana Salud Pública*, vol. 34, no. 1, [online]. enero-marzo, p. 0-0. Disponible en la World Wide Web:
- Ortiz, O.; A. Álvarez y A. Mercadet (2007): Resultados de la evaluación preliminar sobre la influencia del cambio climático sobre el sector forestal: Estudio de caso en la EMA Victoria de Girón. [inédito] Tesis en opción al grado científico de Dr. C. Forestales.
- Planos, E., O. Barros y A. Carrasco (1999): Recursos Hídricos. En Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Informe Final Proyecto No. FP / CP / 2200-97-12, Instituto de Meteorología, La Habana, pp. 27-54.
- PNUD (2003): Guía del usuario para el marco para las políticas de adaptación al cambio climático.
- _____ (2008): Climate Change in the Caribbean and the Challenge of Adaptation. UNEP Regional Office for Latin America and the Caribbean, Panama City, Panama.
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (2003): Agua para todos, agua para la vida. Informe de Naciones Unidas sobre los Recursos Hídricos en el Mundo. http://www.unesco.org/water/wwap/index_es.shtml
- _____ (2006): El Agua una responsabilidad compartida. 2do Informe de Naciones Unidas sobre los Recursos Hídricos en el Mundo. http://www.unesco.org/water/wwap/index_es.shtml
- Rivero, R. E., G. Gómez, A. Álvarez, R. R. Rivero, D. R. García, I. C. Martínez *et al.* (1999): Agricultura y Silvicultura. En Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Informe Final Proyecto no. FP / CP / 2200-97-12, Instituto de Meteorología, La Habana, pp. 81-130.
- Rivero, R. E. (2001): Integrated Analysis of Climate Change Impact in Cuba: The Case of Agriculture and Water Resources. Seminario Regional del PNUD para la Adaptación a la Variabilidad y al Cambio Climático en el Caribe, del 7 al 9 de mayo, La Habana.
- Rivero, Z. I. y R. E. Rivero (2002): Influencia del suelo sobre los rendimientos de maíz de secano. Forum de Ciencia y Técnica, 26 de febrero del 2002, Centro Meteorológico de Camagüey, 14 pp.
- Rivero, R. E.; R. Rivero y Z. I. Rivero (2005a): Reducción de Incertidumbres en el Clima de Camagüey. En Memorias del Tercer Congreso de Meteorología, La Habana, diciembre del 2005, 7 pp.
- _____ (2005b): Impacto del Cambio Climático sobre los Recursos Hídricos en Camagüey. Memorias del VII Congreso Internacional de Hidráulica, 25-28 octubre 2005, Camagüey. CD-ROM ISBN 959-247-015-4.
- _____ (2005c): Cambios Climáticos: Impactos Agrícolas y Adaptación. En Memorias del Tercer Congreso de Meteorología, La Habana, diciembre, 11 pp.
- Rivero, R. E.; R. R. Rivero; Z. I. Rivero y J. Limia (2005d): Impacto Integrado del Cambio Climático sobre la Producción de Arroz en Camagüey. Memorias del III Encuentro Internacional de Arroz y III Congreso Nacional de Arroz, La Habana, 6-10 de junio 2005. CD-ROM: ISBM 959-7164-91-4.
- Rodríguez, A.; R. E. Rivero; Z. I. Rivero; D. R. García; N. Varela e I. Pérez (2005): Impacto de los cambios climáticos sobre los pastos y la ganadería en la provincia de Camagüey. En Memorias del Tercer Congreso de Meteorología, La Habana, diciembre, 21 pp.
- Rodríguez, A., R. R. Rivero, R. E. Rivero, A. M. Agramante, O. Padilla, *et al.* (2007): Impactos de los Cambios Climáticos esperados para la cuenca del Río San Pedro. Informe Parcial del Proyecto Territorial «Impacto de los cambios climáticos sobre la Ganadería en la Cuenca del Río San Pedro», Centro Meteorológico de Camagüey, Camagüey, 4 de diciembre, 16 pp.
- Shiklomanov, I. (1998): World Water Resources-A new appraisal and assessment for the 21st. century. París: UNESCO.
- Smith, R. (2005): «The Engine of Eco Collapse», Capitalism, Nature and Socialism, 16(4): 31-33.
- Tabloide sobre Diversidad Biológica. Universidad para Todos.
- UNEP y UN-HABITAT (2006): COP 12 Conference of the Parties of the UN Framework Convention on Climate Change
- UNEP/ROLAC. GPA (2003): Diagnosis of the Erosion Processes in the Caribbean Sandy Beaches. Project: Physical Alteration and Destruction of Habitats.
- UNESCO (1990): Strategies for adaptation to sea level rise. Report of the Coastal Zone Management Subgroup.
- _____ (1990): Relative sea-level change: a critical evaluation. UNESCO reports in marine science. no. 54.
- UNFCCC, (2005): Climate Change Small Island developing States
- UNFPA (2007): *Estado de la población mundial 2007*.
- Vales, M., A. Álvarez, L. Montes y A. Ávila (eds.) (1998): Estudio nacional sobre la diversidad biológica en la República de Cuba. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Centro Nacional de Biodiversidad/Instituto de Ecología y Sistemática/CITMA, La Habana, 480 pp.
- WHO (2003): Climate Change and Human Health: Risks and Responses. Mc Michel A. J., Cambpbell - Lendrum D. H. Corvalán C., Ebi K. L., Githeko A., Scheraga J. D., *et al.*, eds. WHO/WMO/UNEP. Geneva. Chapter 10.
- _____ (1992): Vocabulario meteorológico internacional, no. 182, Ginebra, Suiza.