

IMPACTOS POTENCIALES DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS

Olivo-Garrido, M. L.¹ y Soto-Olivo, A. G.²

(Recibido mayo 2010, Aceptado febrero 2012)

¹Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina.

²Universidad Simón Bolívar. Maestría Desarrollo y Ambiente
lourdes_olivo@yahoo.com. alejandrasoto@gmail.com.

Resumen: Cada vez existe mayor consenso científico sobre la incidencia de un factor antrópico en la tendencia ascendente de la temperatura superficial del aire durante los últimos años. Distintos modelos climáticos han proyectado un calentamiento a nivel mundial para fines de este siglo, en un rango comprendido entre 1,0 a 6,4 °C, dependiendo de varias hipótesis de desarrollo, crecimiento poblacional, uso de energía, entre otras. Este incremento de temperatura impactará de diferentes maneras aspectos, tales como el balance hídrico, las actividades económicas, la biodiversidad, la salud, modos de vida, migraciones y el ascenso del nivel del mar. El objetivo de la investigación es realizar un análisis teórico sobre los impactos potenciales del incremento de temperatura a consecuencia del cambio climático. El estudio consiste en una extensa investigación documental, con el propósito de ampliar los conocimientos sobre los impactos potenciales del cambio climático antropogénico sobre el ecosistema humano, y de renovar el alerta a la comunidad científica y público en general sobre esta problemática. Se propone promover la educación formal e informal para enfrentar las consecuencias del cambio climático.

Palabras clave: Cambio Climático/ Impactos/ Temperatura/ Educación

POTENTIAL IMPACTS OF CLIMATE CHANGE

Abstract: Every time there is more scientific consensus on the incidence of an anthropic factor in the upward trend in surface air temperature during recent years. Different climate models have projected warming at the global level by the end of this century, at range between 1,0 to 6,4 °C, depending on several hypotheses development, growing population, the use of energy, among others. This increase in temperature will impact in different ways aspects, such as the water balance, economic activities, biodiversity, health, modes of life, migrations, and sea-level rise. This research objective is referred to perform a theoretical analysis of the potential impacts of the increase in temperature as a result of climate change. The study consists of an extensive documentary research with the aim to extend knowledge about the potential impacts of anthropogenic climate change on the human ecosystem, and renew the alert to the scientific community and public in general on this issue. It aims to promote the formal and informal education to address the consequences of climate change.

Keywords: Climate Change/ Impacts/ Temperature/ Education.

I. INTRODUCCIÓN

Un tema que estimula la investigación y análisis de los especialistas del área ambiental, es el cambio climático y sus impactos en el mundo, destacando el efecto invernadero como agente causal, y como consecuencia el aumento de temperatura.

Existe consenso científico sobre la tendencia ascendente de la temperatura promedio superficial del aire durante los últimos años. Se ha comprobado un aumento de aproximadamente 0,76 °C desde finales del siglo XIX, cambio que seguramente no tiene un origen totalmente natural (1).

A través de la aplicación de varios modelos climáticos se ha proyectado el calentamiento a nivel mundial para fines de este siglo, en un rango comprendido entre 1,0 a 6,4 °C

(2), dependiendo de varias hipótesis relacionadas con el aumento de la población, crecimiento económico, uso de la tierra, sector forestal, cambios tecnológicos, disponibilidad y demanda de energía más el uso de combustibles en el período 1990 a 2100.

De manera que ya nos estamos enfrentando a los efectos del cambio climático global, como resultado de las emisiones de origen antropogénico de gases con efecto invernadero (GEI).

El ascenso de la temperatura del aire está ocasionando el retiro global de los glaciares de montaña, la reducción de la cubierta de nieve, la fusión más temprana del hielo de ríos y lagos en primavera, las modificaciones en los patrones hídricos, la disminución de la biodiversidad, la alteración de ecosistemas terrestres y acuáticos, la

afectación a la salud y en la tasa acelerada de aumento del nivel del mar (2, 3).

Esta investigación consiste en una exhaustiva revisión y análisis de los efectos del ascenso de la temperatura del aire sobre los siguientes aspectos: el ciclo hidrológico, el componente terrestre, la salud y glaciares y placas de hielo.

II. DESARROLLO

1. Metodología

Esta investigación es parte de un estudio amplio sobre cambios climáticos realizado por las autoras. Se caracteriza por ser de tipo documental, basada en la recopilación y análisis de una extensa y actualizada bibliografía especializada, relacionada sobre los impactos del potencial incremento de temperatura del aire en el ecosistema humano, debido al cambio climático antropogénico. Se consultó información analógica y digital, informes técnicos generados por diferentes organismos nacionales e internacionales y material hemerográfico.

2. Revisión y análisis documental

2.1 Impactos de los cambios climáticos

Las modificaciones naturales en el clima ya han provocado efectos importantes en distintos aspectos del desarrollo humano. Se han documentado algunas respuestas de las civilizaciones antiguas que estuvieron expuestas a cambios climáticos persistentes, y que posiblemente ocasionaron el colapso del Imperio Maya Clásico, y afectaron Egipto, Mesopotamia y Europa, durante los cuatro siglos de la Pequeña Edad de Hielo (4).

Los impactos con origen humano se están observando en muchas partes del mundo y seguirán intensificándose, si no se toman medidas para atenuarlos. A continuación se presentan algunos de los efectos más resaltantes:

2.2 Ciclo hidrológico

Con temperaturas más cálidas, el ciclo hidrológico será más vigoroso, produciendo alteraciones en los regímenes de circulación atmosférica con efectos en la frecuencia y estacionalidad de las precipitaciones y en el incremento global en la tasa de evaporación y precipitación (5). De manera que son de esperar sequías e inundaciones con varios grados de severidad en diferentes regiones del mundo.

Los cambios en el ciclo hidrológico afectarán actividades y componentes del ecosistema tales como la disponibilidad del agua, biodiversidad, salud humana, modos de vida, actividades económicas (especialmente la agropecuaria), movimientos migratorios y la infraestructura, entre otros.

Se estima que una tercera parte de la población del mundo, se localiza en la actualidad en países sometidos a tensiones por escasez de agua y se prevé que este número aumente aproximadamente a 5.000 millones en el año 2025 (6).

Investigaciones recientes también han señalado el efecto que las modificaciones en el clima podrían tener sobre la reducción de las reservas de agua de algunos países, pudiéndose generar conflictos por su acceso (7). En este sentido, se ha indicado que en las próximas décadas, el calentamiento climático va a provocar una modificación en el tema de la seguridad estratégica (8).

El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales de Venezuela investigó el efecto del cambio climático sobre las precipitaciones, utilizando el software *magic/scengen* para generar diversos escenarios de emisiones y estimar los cambios futuros de precipitación y temperatura (9).

El resultado de este análisis apunta hacia un futuro más seco que la situación actual. Sus conclusiones establecen que los cambios máximos en la precipitación oscilarían entre: 9 % a 13 % (2025) y de 33 % a 40 % (2100). Adicionalmente, señala que las repercusiones del cambio climático sobre los regímenes de humedad y temperatura en Venezuela, se manifestarían en el régimen hídrico, disponibilidad de agua, número de meses húmedos, excesos de agua, confort humano y animal, y el riesgo de incendios.

Desde otro punto de vista, se ha planteado que se intensificarán los sucesos meteorológicos extremos (10); otros investigadores apoyan esta aseveración (11), señalando que el aumento en el número de estos eventos durante el último siglo, se correlacionan estrechamente con el incremento en las temperaturas en la superficie del mar.

2.3 Componente terrestre

Las características climáticas influyen sobre la distribución de las especies a través de sus umbrales fisiológicos de tolerancia a la temperatura y precipitación. Actualmente esta distribución está cambiando de acuerdo a la capacidad de dispersión en latitud y altitud (12), que depende de la capacidad reproductora, dispersión de semillas, disponibilidad de corredores migratorios y movilidad, movilidad de las poblaciones (alimento, competencia y relaciones predador-presa), frecuencia de agentes perturbadores (como el fuego) y la disponibilidad de un hábitat adecuado, entre otras (13).

Un incremento de apenas 1°C puede causar cambios significativos en la composición, estructura y distribución de ciertas poblaciones vegetales y, de acuerdo con (14), es de esperar un reemplazo de los árboles asociados a bosques maduros (especies de lento crecimiento) por árboles y arbustos de rápido crecimiento asociados con áreas perturbadas.

Asimismo, se prevé que la distribución de la vegetación se desplace a mayor altitud a un ritmo de 8-10 m por década, por lo que podrían extinguirse algunas especies limitadas a las cumbres montañosas (15).

Otros estudios muestran que los márgenes de distribución de algunas especies han estado modificándose: en aves 18,9 km en promedio en Gran Bretaña (16), y mariposas, *Euphydryas editha* que se han desplazado más al norte y a mayor altitud, 2° en latitud (17).

Bajo el escenario del futuro cambio del clima, hay un riesgo de extinciones significativas de especies en muchas áreas de América tropical (18). En el caso de los mamíferos, (19) se ha establecido que casi la tercera parte está amenazada por la extinción, mientras que en aves se estima que más del 72 % de las especies se extingan en algunas áreas (20).

Se conocen casos de extinción de especies animales comunes y el incremento de especies raras en el desierto de Sonora, el solapamiento temporal de nichos en anfibios de Inglaterra y sus consecuencias sobre las interacciones tróficas (12) y el colapso poblacional de veinte especies de ranas y sapos en los bosques montanos de Costa Rica por la disminución de la neblina desde 1970 (21). En este último caso, se ha señalado que los anfibios están expuestos a la pérdida de hábitat, a los herbicidas, a la luz ultravioleta, a una enfermedad transmitida por hongos (chytridiomycosis), a las especies invasoras y hasta la influencia del cambio climático (22). Recientemente, resultados de estudios muestran que el ascenso de temperatura también está incidiendo en la reproducción exitosa de varias especies de lagartijos (23).

Por otra parte, desde los años 60 en Europa y en América del Norte se han reportado tendencias fenológicas (ciencia que estudia las relaciones de los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos) que han provocado problemas de desincronización biológica. Entre los efectos más comunes se hallan aquellos relacionados con actividades propias de la primavera, tales como floración más temprana de plantas; adelanto en el canto, en las puestas y en los procesos de migración de aves y en el desove y coros anticipados en anfibios (12).

También se han detectado cambios fisiológicos que indican que el aumento de CO₂ atmosférico tiene el potencial de estimular la producción de biomasa aérea y la respuesta específica de crecimiento de las especies (24).

En virtud de lo complejo de los factores determinantes, las respuestas de los ecosistemas y de las especies no son sencillas y por lo general oscilarán entre dispersiones

uniformes y progresivas, a esfuerzos repentinos caracterizados por grandes avances.

Desde otro punto de vista, se conoce que históricamente, la agricultura se ha adaptado a las condiciones cambiantes del clima, pero no se sabe con certeza si estará en capacidad de hacerlo con los cambios climáticos antropogénicos. Además, se debe tomar en cuenta que la competencia por la tierra y el recurso agua, desde otros sectores de la economía, también serán afectados por este fenómeno.

Los ascensos de temperatura y en las concentraciones de los GEI, y las alteraciones del ciclo hidrológico, también afectarían la actividad agropecuaria a través de impactos en la productividad de las cosechas, calidad de los suelos, plagas y enfermedades del ganado, entre otros.

La respuesta neta de los ecosistemas al incremento del CO₂ atmosférico, ya sea directa o indirectamente a través de los cambios de temperatura y disponibilidad de agua, es muy compleja. Probablemente, el incremento gradual de las concentraciones de CO₂ tenga sólo un impacto también paulatino en los ecosistemas terrestres (25).

Sin embargo, se considera que una atmósfera con concentraciones mayores de CO₂, podrían resultar tasas más altas de fotosíntesis y un uso del agua más eficiente de parte de los cultivos (26). Sin embargo, es necesario hacer una diferenciación ya que la intensidad de la respuesta de la fotosíntesis al incremento en la concentración de CO₂, dependerá de los pasos fotosintéticos usados por las plantas (27).

En la Tabla I se muestran algunos resultados de la aplicación de modelos de circulación general (MCG) considerando un escenario de incremento de temperatura en el rango de 1 a 4,5 ° C y concentraciones duplicadas de dióxido de carbono.

Sólo recientemente se comenzó a evaluar el efecto de los cambios climáticos sobre el sector agrícola en Venezuela, a través de modelos de simulación dirigidos a los rendimientos de cultivos anuales en algunas localidades para el escenario intermedio de cambio climático (29).

Un estimado del efecto del cambio climático sobre los rendimientos y, consecuentemente, sobre la producción nacional de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseolmmmus vulgaris*) y arroz (*Oryza sativa* L), se muestra en la Tabla II. Para el año 2020, se estimaron disminuciones entre 116 y 204 kg/ha de maíz, entre 42 y 240 kg/ha de caraota y entre 493 y 494 kg/ha de arroz, dependiendo de la localidad (29).

Tabla I. Aplicación de modelos de circulación general en la agricultura

Región	Cultivo	Impacto en la productividad (%)	Comentarios
China	Arroz	- 78 a + 28	Incluye arroz con y sin riego.
Europa	Maíz	- 30 y aumenta	Datos de Francia, España y norte de Europa; con adaptación al efecto de CO ₂ ; asume estaciones más largas y menor eficiencia de irrigación.
	Trigo	Aumento o disminución	Datos de Francia, Reino Unido y norte de Europa; con adaptación al efecto de CO ₂ ; plantea estaciones más largas; aumento de daños por plagas.
	Vegetales	Aumento	Datos de Reino Unido y norte de Europa, asume incremento por daños de plagas.
África	Maíz	- 65 a + 6	Datos de Egipto, Kenia, África de Sur, Zimbabwe; con efecto de CO ₂ .
	Mijo	- 79 a -63	Datos de Senegal.
Norte América	Maíz	- 55 a + 62	Datos de USA y Canadá, con y sin adaptación y con y sin efecto de CO ₂ .
	Trigo	- 100 a + 234	
	Soya	- 96 a + 58	Datos de USA; con incremento con CO ₂ y adaptación.
América Latina	Maíz	- 61 y aumenta	Datos de Argentina, Brasil, Chile y México; con y sin efecto de CO ₂ .
	Trigo	- 50 a +5	Datos de Argentina, Uruguay y Brasil; con y sin efecto de CO ₂ .
	Soya	- 10 a + 40	Datos de Brasil con efecto de CO ₂ .

Fuente: (28)

Tabla II. Reducciones de rendimientos de cultivos en Venezuela

Reducciones de rendimientos		
Cultivo	Años	
	2020	2060
Maíz	2,3 a 4,4 %	6,2 a 12,0 %
Caraota	2,2 a 13,4 %	8,7 a 43,2 %
Arroz	3,1 a 4,4 %	7,6 a 11,8 %

Fuente:(29)

El informe señalado anteriormente, indica que los incrementos en la temperatura mínima parecen ser el factor principal en las reducciones de los rendimientos, mientras que las variaciones en precipitación y otras variables asociadas al balance hídrico, afectarían en menor medida el rendimiento de los cultivos.

Para analizar el impacto a nivel de la distribución geográfica de cultivos, los especialistas elaboraron el mapa de uso actual de la tierra, utilizando conjuntamente los mapas de precipitación anual para los años 2020, 2040 y 2060. De esta comparación se evidencia un futuro más seco en general, y se identificaron las zonas en las cuales

se produciría un mayor impacto sobre áreas de uso agrícola (29).

2.4 Salud

Se puede afirmar que la cuantificación de los impactos potenciales en la salud como consecuencia de los cambios climáticos es compleja, porque estos efectos dependen de numerosos factores coexistentes e interactuantes que caracterizan la vulnerabilidad de una población particular, y que incluyen aspectos ambientales y socioeconómicos, estado nutricional e inmunológico, densidad de población, acceso a servicios de salud y factores genéticos, entre otros.

De forma general, se pueden identificar efectos en la mortalidad y morbilidad (principalmente cardiovascular y respiratoria) relacionados con el aumento de calor y frío (30, 31). Además de desórdenes alérgicos y respiratorios debido a aumento de contaminantes en el aire, polen y esporas (Figura 1).

Adicionalmente, en vista que los cambios temporales y espaciales de las temperaturas, incidirán en los patrones de precipitaciones y de humedad que afectan a la biología y ecología de los vectores y los huéspedes intermedios, se incrementará el riesgo de transmisión de ciertas enfermedades (32).

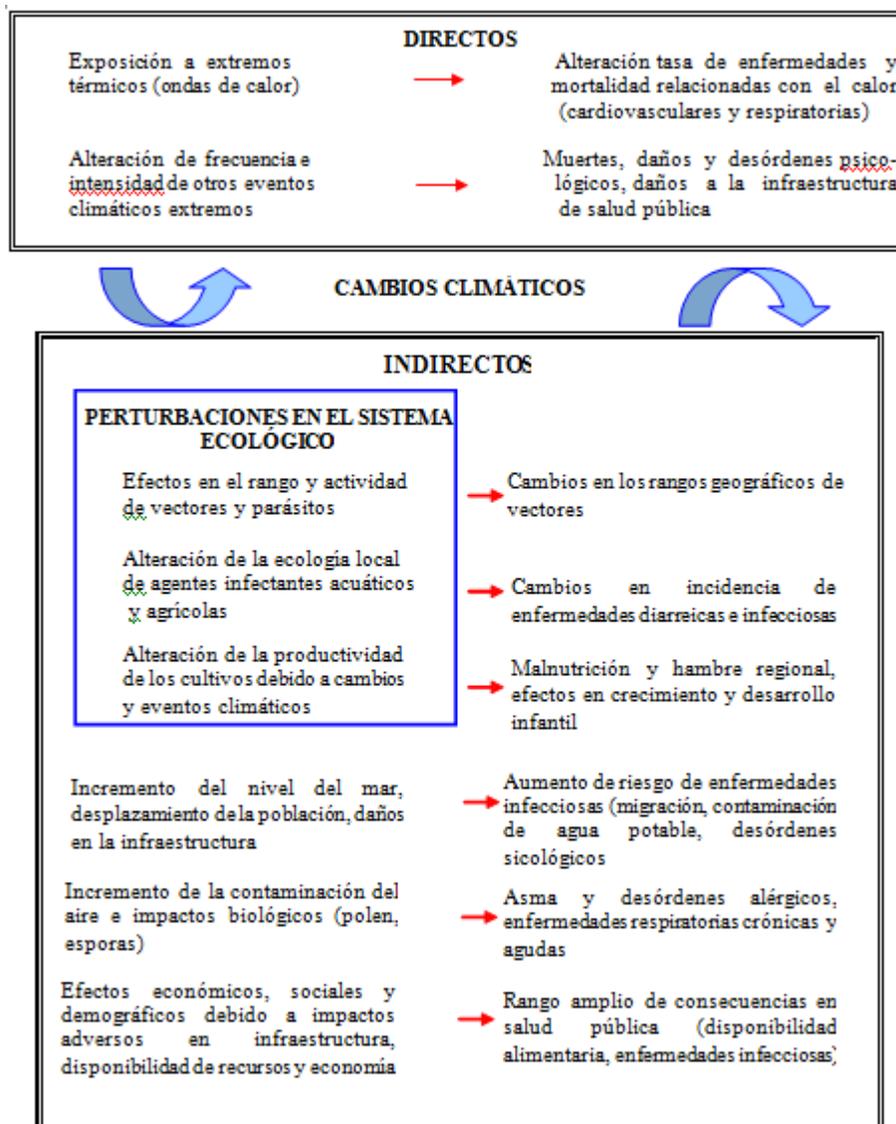
En Venezuela, se han llevado a cabo investigaciones sobre:

- Métodos geoespaciales aplicados a la salud pública e impactos epidemiológicos (33, 34). La relación entre

el número de casos de dengue y malaria con series mensuales de lluvia (35, 36).

- La vinculación de las condiciones físico-ambientales y socioeconómicas para la identificación de áreas de riesgo epidemiológico para el virus de la fiebre amarilla selvática (37).

El rango geográfico, la tasa de desarrollo, la abundancia estacional y la sobrevivencia de los insectos vectores, está fuertemente relacionada con la temperatura del aire, la precipitación y la humedad. Se ha reportado que un aumento en esta temperatura, acelera la tasa metabólica del insecto, incrementa la producción de huevos, provoca que la alimentación con sangre sea frecuente y la reducción del ciclo gonotrófico (38). En el caso de la malaria se ha comprobado el acortamiento del ciclo extrínseco del parásito dentro del vector, lo que incrementa su tiempo de vida (2).



Fuente: (30) modificado por la autora.

Figura 1. Impactos de los cambios climáticos en la salud

De manera que se registrará el aumento de la frecuencia en la transmisión potencial de enfermedades infecciosas, mediadas por vectores (malaria, dengue, fiebre amarilla, mal de Chagas, oncocercosis, leishmaniasis cutánea, entre otras), que son sensibles a las condiciones climáticas. Adicionalmente, se estima que podrían expandirse y reaparecer en muchos países enfermedades infecciosas no transmitidas por vectores, tales como el cólera, salmonelosis, esquistomiasis y giardiasis, como resultado de las mayores temperaturas y un aumento de zonas anegadas (39, 40).

Adicionalmente, pueden presentarse daños generales en la infraestructura pública de salud por desastres climáticos y

aumento del nivel del mar, agravados por las migraciones humanas forzadas por los cambios del clima. Las inundaciones podrían desplazar poblaciones enteras, conduciendo a la aparición de enfermedades, efectos fisiológicos adversos y otros tenses (41). En los países en vías de desarrollo, las poblaciones se han vuelto más vulnerables a los desastres, que inciden en brotes de cólera, leptospirosis, malaria y dengue, entre otros (31).

En la Tabla III se presentan algunas enfermedades, sus vías de transmisión y la relación con elementos climáticos.

Tabla III. Algunas enfermedades transmisibles y su relación con el clima

Enfermedad	Transmisión	Relación clima-epidemias
Cólera	Agente causal, bacteria <i>Vibrio cholerae</i> , por alimentos y agua.	Incremento de la temperatura en el mar y aire. Tienen rol importante el saneamiento y conducta humana.
Malaria	Vector hembra del mosquito Anopheles, parásito Plasmodium.	Cambios en temperatura y precipitaciones asociados con epidemias. Otros factores relevantes son las características del vector inmunidad, población.
Leishmaniasis	Vector díptero <i>Phlebotomus</i> , agente protozoo <i>Leishmania</i> . Reservorios cánidos, roedores.	Incrementos de temperaturas y precipitaciones. Se asocian a epidemias.
Esquistomiasis o Bilharziasis	Transmisión por agua, un caracol es el huésped intermedio, parásito tremátodo del género <i>Schistosoma</i> .	Incrementos en la temperatura y precipitaciones pueden afectar la transmisión estacional y distribución geográfica.
Oncocercosis	Vector insecto <i>Simulium</i> , parásito filaria <i>Onchocerca volvulus</i> .	Si la temperatura y las precipitaciones aumentan, su densidad poblacional pudiera incrementarse 25 %, incidiendo en su expansión.
Enfermedad de Chagas	Género <i>Rhodonius</i> , <i>Triatoma</i> y <i>Panstrongylus</i> , parásito <i>Trypanosoma cruzi</i> .	Presencia de insectos están relacionada con temperaturas altas, baja humedad y tipos vegetación.
Dengue	Picadura de la hembra del mosquito <i>Aedes</i> transmite el virus.	Temperaturas cálidas, humedad y lluvias se relacionan con epidemias. Son importantes los factores no climáticos.
Virus del Nilo Occidental	Vector hembra del mosquito <i>Culex</i> , agente flavivirus.	Altas temperaturas y fuertes precipitaciones están relacionadas con el comienzo de las epidemias. Los factores no climáticos pueden tener impactos importantes.
Fiebre amarilla	Vector hembra de <i>Aedes</i> y <i>Haemogogus</i> , agente viral. Reservorios mamíferos.	Altas temperaturas y fuertes precipitaciones están relacionadas con epidemias. Factores poblacionales intrínsecos son importantes.
Leptospirosis	Vectores roedores, mamíferos por tejidos o excretas; agente espiroquetas.	Factores de riesgo en situaciones de falta de saneamiento ambiental, anegamientos, pobreza, hacinamiento.

Fuente: (30) modificado por la autora.

2.5 Glaciares y placas de hielo

Muchos de los cambios físicos que los científicos han valorado como consistentes con el cambio climático se están observando actualmente, en especial en las regiones polares, ya que allí se manifiestan con más rapidez las alteraciones asociadas con el incremento de temperatura (42).

Los estudios sugieren que los niveles del océano pueden irreversiblemente subir en los venideros años, ya que el calentamiento a lo largo de la costa está provocando la fusión de los hielos, con la liberación más rápida de las placas de hielo al mar (43).

El Panel Intergubernamental reporta que la última vez que las regiones polares estuvieron más calientes que en la actualidad hace unos 125.000 años, las reducciones en el volumen del hielo polar provocaron un aumento en el nivel del mar de 4 a 6 m (44).

Durante la segunda mitad del siglo XX, las capas de nieve disminuyeron en muchas regiones polares, como en el Hemisferio Norte, donde la reducción fue de aproximadamente 7 %. Adicionalmente, la fecha promedio de congelamiento para ríos y lagos se ha atrasado en unos 5,8 días por siglo, mientras que la época promedio de descongelamiento se ha adelantado unos 6,5 días/ siglo en los últimos 150 años (44).

En el mar Antártico la extensión del hielo ha disminuido entre 10 y 15 %, desde 1950 a principios de 1970. Se ha señalado que las temperaturas han aumentado cinco veces más que el promedio global en los últimos 50 años, la temperatura actual promedio es 2,5 °C mayor que la registrada en 1940 (45, 46).

Un grupo de científicos del “British Antarctic Survey”, demostraron por primera vez la relación entre la destrucción de las plataformas de hielo y el calentamiento global, así como el desplazamiento acelerado de los glaciares (47).

En el océano Ártico la situación es similar, la extensión del hielo se ha reducido 2,7% por década desde 1978 (44). De acuerdo con algunos investigadores (48, 49), las temperaturas medias en el Ártico se incrementaron casi al doble que la media mundial en los últimos cien años y están aumentando más rápidamente que en el Antártico. Científicos de la Universidad de Texas (50), concluyeron que esta capa de hielo está desapareciendo a una tasa creciente de 240 km/ año desde el año 2004.

Adicionalmente, los registros señalan que en Alaska durante las tres décadas pasadas, la temperatura promedio subió 2,31 °C y que su bosque boreal (árboles y arbustos) se está extendiendo hacia el norte a una tasa de 100 km. por 1 °C de aumento, colonizando progresivamente las regiones anteriormente ocupadas por la tundra (51).

El calentamiento global también está ocasionando la fusión del “permafrost” (capa de hielo sólido permanente) que ha actuado como un sumidero de carbono por miles de años (52, 53), afectando construcciones, hábitats de plantas y animales y generando extensas aperturas en el casquete de hielo perenne del mar Ártico, que de continuar, abriría nuevas rutas comerciales a través de este océano (54).

Se conoce la situación de los glaciares en las montañas Himalaya y los de Tianshan, que han disminuido 67 % su superficie durante las décadas pasadas (55), de los lagos glaciales en Nepal y Bután que se han vuelto potencialmente peligrosos para los asentamientos ubicados río abajo, y del Kilimanjaro, Tanzania, donde se reporta una pérdida de 82 % de la capa de hielo desde 1912 (56).

En Europa, trece glaciares del Pirineo han desaparecido en apenas una década, de 1993 a 2002, y otros cuatro han disminuido marcadamente su superficie (57). En España, los glaciares de Aragón presentan lenguas de hielo cuya extensión se ha reducido a la mitad desde 1982, de manera que solamente quince sistemas pueden seguir siendo considerados como glaciares. En Suiza, también se ha reportado que los glaciares se han estado adelgazando y retirando desde mediados del siglo XIX (46).

Esta situación no es ajena a la zona intertropical, donde también se está observando el retroceso de los glaciares. Algunas investigaciones indican que la mayoría de los glaciares de América del Sur, desde Colombia a Chile y a la Argentina, están reduciendo drásticamente su volumen a una tasa acelerada (58).

Registros del siglo XX y XXI también reportan que en Venezuela está ocurriendo el deshielo de los glaciares. En el Pleistoceno, los glaciares merideños cubrían un área aproximada de 200 km², superficie que se ha estado reduciendo hasta llegar a 1 km² en el año 1991 (59, 60).

III. CONCLUSIONES

1. Existe una tendencia ascendente de la temperatura promedio superficial durante los últimos años seguramente un factor antrópico está interviniendo.
2. Se están presentando impactos en el ciclo hidrológico; en la composición, estructura, distribución y desincronización biológica de ciertas poblaciones vegetales; tasas más altas de fotosíntesis y un uso del agua más eficiente de parte de los cultivos, dependiendo de pasos fotosintéticos; reducciones en rendimientos de cultivos; en la morbi-mortalidad; desórdenes alérgicos y respiratorios y del riesgo de transmisión de ciertas enfermedades; fusión de glaciares y placas de hielo.

IV. RECOMENDACIONES

1. Movilizar a los ciudadanos a fin de que concienticen las consecuencias del cambio climático, y para que participen en la prevención y mitigación de estos efectos.
2. Implantar y fomentar los programas de educación formal e informal relacionados con el tema.
3. Impulsar políticas públicas y planes de acción a fin de enfrentar las consecuencias del cambio climático.

V. REFERENCIAS

1. Houghton J., Ding Y., Griggs D., Noguer M., Van der Linden P., *et al.*, (2001). *Climate change 2001: The scientific basis*, Cambridge University Press. p 944.
2. Magrin G., Gay D., Cruz J., Giménez A., Moreno G., *et al.* (2007). *Latin America. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* (eds.) M. Parry, O. Canzini, J. Palutikof and C. Hanson. Cambridge University press, Cambridge, UK, 581-615.
3. Olivo, M. L. (2009). *El potencial incremento del nivel del mar como un resultado del cambio climático global en Venezuela: caso Cabo Codera-Laguna de Tacarigua, estado Miranda.* Tesis Doctoral. Área Geografía. Facultad de Humanidades y Educación. Área Geografía. Doctorado en Humanidades *Mención Honorífica*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Humanidades y Educación.
4. De Menocal, P. (2001). Cultural responses to climate change during the Late Holocene. *Science* 292 (5517): 667 - 685.
5. Nicholls R., Wong V., Burkett J., Codignotto J., Hay R., *et al.*, (2007). Coastal systems and low-lying areas. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* (eds.) M. Parry, O. Canzini, J. Palukko, P., van der Linden and C. Hanson. Cambridge University press, Cambridge, U. K. 315-356.
6. PNUMA-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2007). *Cambio climático-Chile: basta de charla.* [Documento en línea]. 02-03-2007. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2007-03/02/#02-cambio>. Consultado 04-08-2007.
7. PNUMA-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2007). *El cambio climático podría reducir las reservas de agua de América del Norte y provocar conflictos entre Estados Unidos y Canadá por su suministro.* [Documento en línea]. 12-04-2007. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2007-03/07/#02-brasil>. Consultado 05-05-2007.
8. Mabey, N. (2008). *El mundo subestima la amenaza del calentamiento global para la seguridad: las respuestas de la seguridad internacional a un mundo expuesto al calentamiento climático.* [Documento en línea]. 23-04-2008. Royal United Services Institute (Rusi). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2008-04/23/#5>. Consultado 08-05-2008.
9. MARN-Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (2003). *Cambios en la precipitación en Venezuela por efecto del cambio climático.* Primera comunicación nacional de Venezuela en cambio climático. M. T. Martelo. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de Cuencas Hidrográficas. Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología. Caracas. 79 p.
10. Gómez, C. (2001). *Se espera mayor temperatura global, por el efecto invernadero.* [Documento en línea]. 21-01-2001. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.rolac.unep.mx>. Consultado 06-06-2004.
11. Holland G., y P., Webster (2007). *La frecuencia de tormentas atlánticas se duplicó durante el pasado siglo.* [Documento en línea]. 06-09-2007. Centro Nacional para la Investigación Atmosférica (NCAR) e Instituto de Tecnología de Georgia. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2007-09/06/#04-tormentas>. Consultado 07-09-2007.
12. Gian-Reto W., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., *et al.*, (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 339-395.
13. Mooney H., y J., Drake (1989). *Biological invasions, a scope program overview.* In: *biological invasions: a global perspective (SCOPE 37)*. (eds.) J. Drake, H. Mooney, F. De Castri, R. Groves y M. Williamson. Wiley Chichester. UK. 491 – 508 p.

14. EPA-Environmental Protection Agency (2000). Global warming impacts. [Documento en línea]. Disponible <http://www.epa.gov/globalwarming/impacts>. Consultado 17-06-2008.
15. Grabherr G., Gottfried H., y G., Pauli (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature* 369: 448.
16. Thomas C., y J., Lennon (1999). Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399: 213.
17. Parmesan, C (1996). Climate and species? range. *Nature* 382: 765-766.
18. Mooney, H (2008). Extinciones masivas de especies siglo XXI. [Documento en línea]. Associated Press University Standford. Disponible http://espanol.news.yahoo.com/s/ap/080617/internacional/eur_cie_extincion. Consultado 17-06-2008.
19. Chivian E., y A., Bernstein (2008). Sustaining life. [Documento en Línea]. 23-05-2008. Auspiciado por Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), y la Convención sobre Diversidad Biológica (CBD). Oxford University press. Disponible. <http://www.pnuma.org/información/noticias/2008-04/24/#2>. Consultado 24-05-2008.
20. WWF-World Wild Fund (2006). Cambio climático: provocaría la muerte de 72 % de las especies de aves. [Documento en línea]. 16-11-2006. Disponible http://www.adnmundo.com/contenidos/ambiente/cambio_climatico_ma_141106.html. Consultado 01-04-07.
21. Pounds J., Fogden M., y J., Campbell (1999). Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398: 611-615.
22. Stokstad, E (2004). Decline of amphibians. Ecology: global survey documents. *Science* 306(5695).
23. PNUMA- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2010). Pone calentamiento en riesgo a lagartos. [Documento en línea]. 13-03-2010. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2010-05/14/index.htm?fecha=#4>. Consultado 14-05-2010.
24. Delucia E., Maherali H., y E., Carey (2000). Climate-driven changes in biomass allocation in pines. *Global Change Biology* 6: 587-596.
25. Watson R., Marufu C., Zinyowera N., y R., Moss (1996). Climate change 1995. Impacts adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses. Cambridge University press. UK. 879 p.
26. Baethgen, W. (1997). Vulnerability of the agricultural sector of Latin America to climate change. *Climate Research* 9: 1-7.
27. Mooney H., Canadell F., Chapin III J., Ehleringer Ch., Körner, P., et al., (1999). Ecosystem physiology responses to global change. In: implications of global change for natural and managed ecosystems. A synthesis of GCTE and related research. IGBP book series No. 4. (eds.) B. Walker, W. Steffen, J. Canadell and J. Ingram. Cambridge University press, Cambridge. 141-189 p.
28. IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change (2001) Resúmenes del grupo de trabajo II: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Capítulo 6. Tercer informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. New Cork, USA. 45 p.
29. MINAMB-PNUD-GEF/ Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-Fondo para el Medio Ambiente Global (2005). Primera comunicación nacional en cambio climático de Venezuela (2005). Caracas. 145 p.
30. WHO-World Health Organization (2005). World health report, 2005. Climate and health. July. Switzerland Switzerland. 34 p.
31. OMS-Organización Mundial de la Salud (2008). Calentamiento global traerá graves consecuencias sobre la salud. [Documento en línea]. 07-04-2008. Margaret Chan. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2008-04/08/#2>. Consultado 08-05-2008.
32. Githeko A., Lindsay S., Confalonieri U., y J., Patz (2007). El cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores: un análisis regional. Organización Mundial de la Salud. 30 p.
33. Barrera R., Grillet M., Rangel Y., Berti J., y A., Aché (1998). Estudio ecoepidemiológico de la reintroducción de la malaria en el nor-oriente de Venezuela, mediante sistemas de información geográfica y sensores remotos. *Bol. Dir. Malariaol. San. Amb.* 38:14-30.
34. Delgado L., Ramos S., Martínez N., y L., Gamboa (2003). La malaria en el estado Sucre: caso de estudio sobre la relevancia de los métodos geoespaciales en problemas de Salud Pública. *Acta Cientif Est* 1:83-95.
35. Bocanegra Y., y J., Martínez (2003). Modelado cartográfico para la evaluación de riesgo epidemiológico asociado a malaria en el municipio Sifontes, estado Bolívar. Trabajo especial de grado.

Escuela de Geografía. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 123 p.

36. Sáez-Sáez V., Martínez J., Rubio-Palis Y., y L., Delgado (2007). Evaluación semanal de la relación malaria, precipitación y temperatura del aire en la península de Paria, estado Sucre, Venezuela. [Documento en línea]. *Bol Mal Salud Amb.* 47(2):177-189. Disponible http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482007000200003&lng=es&nrm=iso>. Consultado 05-09-2008.
37. Sáez-Sáez V., y M., Seijas (2006). Propuesta de distribución espacial del riesgo epidemiológico de la fiebre amarilla selvática, municipio Jesús María Semprún, estado Zulia., Venezuela. IX Jornadas de investigación humanística y educativa. FHE-UCV. Resúmenes. Caracas.
38. Moreno, A. (2007) Impactos sobre la salud humana. Climate change seminar. Universidad Autónoma de México. Lead autor IPCC Report. May 21-24 2007. Santo Domingo. 10 p.
39. Hunter, P. (2006). El cambio climático provoca mayor difusión de las enfermedades. [Documento en línea]. 07-09-2006. Universidad de East Anglia. Disponible http://www.adnmundo.com/contenidos/ambiente/cambio_climatico_enfermedades.html. Consultado 08-04-2007.
40. PNUMA- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2010). Uruguay - Se buscan herramientas para primeras víctimas del clima. [Documento en línea]. 20-04-2010. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.pnuma.org/información/noticias/2010-04/20/index.htm?fecha=#4>. Consultado 14-05-2010.
41. Epstein, P. (2000). Is global warming harmful to health? *Scientific American* 283(2): 50-57.
42. Corell, R. (2004). Rapid arctic thaw portends warming. [Document on line]. 25-05-2004. Posted: 12:25 PM EDT (1625 GMT) Oslo (Reuters). Chairman of an eight-nation study the arctic climate impact assessment. Available <http://www.reuters.com>. Consulted 13-10- 2004.
43. Revkin, A. (2004). Antarctic glaciers quicken pace to sea; warming Is cited. [Document on line]. 24-09-2004. Available <http://www.nytimes.com/1004/09/24/science/24climate>. Copyright 2004 The New York Times Company. Consulted 18-10-2004.
44. IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). Climate change 2007: The physical science basis contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Summary for policymakers. WMO-UNEP. February 5th, 2007. Geneva, Switzerland 123 p.
45. Glick, D. (2004). Marcas geográficas. El gran deshielo. En calentamiento global. Informes de un planeta caliente. *Revista Nacional Geographic*. Septiembre 2004. p 12 - 19 p.
46. Krajick, K. (2002). Meeting glaciers release ancient relics. *Science* (296): 454-456.
47. Marshall, G. (2006). Encuentran evidencia de la desintegración del hielo Antártico. [Documento en línea]. 20-10-2006. British antarctic survey (BAS), Disponible http://www.adnmundo.com/contenidos/ambiente/hielo_antartico_evidencia_ma_181006.html. Consultado 01-04-2007.
48. IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). Cambio climático golpea fuerte a América Latina y el Caribe. [Documento en línea]. Bruselas, 06-03-2007. Panel intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). Disponible http://unep.org/pdf/ipcc/IPCC_spanish.pdf. Consultado 20-10-2007.
49. Burgeois, E. (2006). Científicos señalan que el Ártico ha perdido espesor de 8 a 10% en 30 años. [Documento en Línea] 14-08-2006. Disponible <http://eluniversal.com.mx/articulos/33791.html> Tierramérica. Consultado 08-04-2007.
50. Universidad de Texas (2006). Calentamiento global: la capa de hielo de Groenlandia se derrite tres veces más rápido que en los cinco años anteriores [Documento en línea]. 11-08-2006. Austin (Estados Unidos). Disponible <http://www.sciencemag.org/about/podcast.dtl> February 24. Consultado 02-04-2007.
51. Chapin, J. (2007). Investigadores advierten que el hielo del Ártico podría desaparecer en 50 años. [Documento en Línea]. 16-04-07. Universidad de Alaska. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Oficina regional para América Latina y el Caribe. Unidad de comunicación e información pública. Disponible <http://www.pnuma.org/información/noticias/2007-04/16/#04-advierten>. Consultado 04-04-2008.
52. Greene Ch., y A., Pershing (2007). Climate drives sea change. *Oceans. Science* 315: 1084- 1085.
53. PNUMA- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2010). La fusión del suelo helado de los Polos eleva el calentamiento [Documento en línea]. 05-04-2010. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible

- [http://www.pnuma.org/informacion /noticias/2010-04/05/index.htm?fecha=#4](http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2010-04/05/index.htm?fecha=#4). Consultado 14-05-2010.
54. Drinkwater, M. (2006). Derretimiento del casquete de hielo Ártico asusta a científicos. [Documento en línea]. 28-09-2006. Agencia Espacial Europea (ESA). Unidad Hielo/Océanos. Disponible [http://www.circuloastronomico.cl/eco /calentamiento15.html# ARTICO](http://www.circuloastronomico.cl/eco/calentamiento15.html#ARTICO). Consultado 02-04-2007.
55. PNUMA-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2007a). Efectos del calentamiento diferirán de un país a otro. [Documento en línea]. 09-02-07. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible [http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/ CienciayTecnologia/09022007/221255.aspx](http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/CienciayTecnologia/09022007/221255.aspx). Consultado 19-02-2007.
56. UNEP-United Nations Environment Programme (2004). Vanishing icecap of mount Kilimanjaro. [Document on line]. 02-12-2004. Division of early warning and assessment (DEWA). Available <http://www.hq.unep.org/climatechange/mountain/kili-ice.asp>. Consulted 15-10- 2004.
57. Ceresuela, F. (2006). Se derriten glaciares de los Pirineos: trece glaciares han desaparecido en los Pirineos en apenas diez años. [Documento en Línea] 08-08-2006 EFE. Disponible [http://www.circuloastronomico.cl /eco/ calentamiento15.html#ARTICO](http://www.circuloastronomico.cl/eco/calentamiento15.html#ARTICO). Consultado 10-08-2007.
58. PNUMA-Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2007). Desolador futuro por cambio climático. [Documento en línea]. 21-02-07. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.eluniversal.com.mx/nacion/148618.html>. Consultado 25-03-2007.
59. Boede, E. (2006). Testimonio históricos y gráficos del deshielo de los glaciares. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. *Natura* 8-14.
60. Vilorio, A. (2008). Glaciares venezolanos retroceden por cambio climático. [Documento en línea]. 17-04-2008. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Unidad de Comunicación e Información Pública. Disponible <http://www.pnuma.org/información /noticias/2008-04/17/#12>. Consultado 08-05-2008.