

Salud y calentamiento global de atmósfera y océanos

Los modelos informáticos prevén la intensificación de muchas patologías con el calentamiento de la atmósfera terrestre. Ya han comenzado a aparecer las primeras confirmaciones de las dificultades pronosticadas

Paul R. Epstein

Si son pocos los científicos que pongan en cuestión que la atmósfera se está calentando, la mayoría coincide, además, en que lo hace a una velocidad acelerada y en que las consecuencias de ese cambio de temperatura podrían llegar a ser cada vez más insidiosas. Hasta los estudiantes de enseñanza media podrían recitarnos algunos de esos males anunciados: subida de la temperatura de los océanos, fusión de los glaciares con el ascenso consiguiente del nivel de los mares y anegamiento de zonas habitadas de costas bajas. Al propio tiempo, serán otras las regiones apropiadas para el cultivo. Las condiciones meteorológicas se volverán más inciertas y, más intensos, los temporales.


No acabarán ahí los daños, aunque el conocimiento de los mismos resulte menos común. Los modelos informáticos predicen que el calentamiento global y las alteraciones climáticas que induce, incrementarán la aparición y distribución de atentados graves contra la salud. Y lo que resulta especialmente preocupante: todo indica que esos presagios se están cumpliendo.

Por vías muy dispares incide el calentamiento atmosférico en la salud. La más directa es por su capacidad generadora de olas de calor, de mayor frecuencia e intensidad; adquieren particular gravedad si el atardecer deja de aportar alivio refrescante. Por desgracia, la pérdida de enfriamiento nocturno tiene todos los números; la atmósfera, que se está calentando

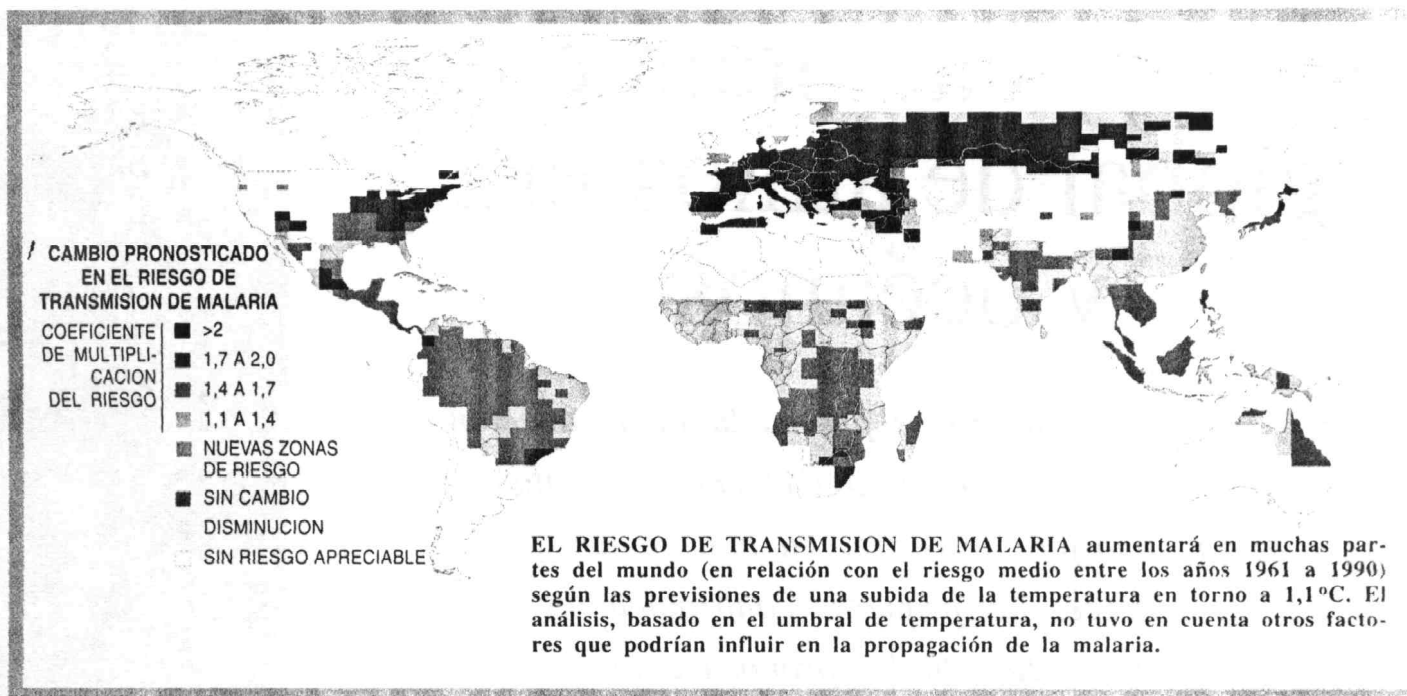
de manera desigual, registra los mayores ascensos por la noche, en invierno y a latitudes superiores a los 50 grados. Se prevé que en ciertos lugares el número de muertes asociadas a las olas de calor se duplique de aquí al año 2020. El calor prolongado favorece, además, la formación de nieblas ácidas y la dispersión de alérgenos. Ambos efectos se han relacionado con problemas respiratorios.

De un modo menos directo, el calentamiento global constituye también una amenaza seria contra la salud al alterar las condiciones meteorológicas habituales, en particular al aumentar la frecuencia e intensidad de inundaciones y sequías y provocar rápidos cambios de tiempo. Con el calentamiento de la atmósfera operado a lo largo de los últimos cien años, han persistido durante más tiempo las sequías en zonas áridas y se han multiplicado los episodios de precipitación intensa, con su rosario de muertos de hambre y ahogados. No sólo eso. Tales desastres favorecen la aparición, reintroducción y propagación de numerosas enfermedades infecciosas.

Se abre un panorama harto preocupante. Puede ser muy difícil encerrar de nuevo en su botella al geniecillo de la enfermedad infecciosa. Quizás en su primera embestida cause menos bajas que una inundación arrasadora o una sequía pertinaz, pero una vez enraizada en una comunidad, acostumbra desafiar su erradicación y puede invadir otras zonas.



1. LA MUJER MALGACHE de la derecha enjuaga arroz en agua tomada del portal inundado de su choza. Las grandes inundaciones desatadas a principio de este año en Madagascar y Mozambique trajeron epidemias de cólera (enfermedad transportada por las aguas) y malaria (transmitida por los mosquitos). En la foto inferior izquierda, una madre mozambiqueña sostiene a su hijo, atacado quizá por la malaria; a su derecha, el cuerpo de una víctima del cólera en Madagascar es introducido en un ataúd. Con el calentamiento global se prevé que menudeen inundaciones y sequías devastadoras por todo el mundo, con su secuela inevitable de enfermedades infecciosas.



La cuestión del control reviste una importancia principal en los países en vías de desarrollo, donde escasean los recursos para el tratamiento y prevención. Pero tampoco las naciones industrializadas se hallan exentas de ataques súbitos, como ocurrió el año pasado cuando el virus del Nilo Occidental apareció en Norteamérica y mató a siete neoyorquinos. En nuestra época de internacionalización del comercio y los viajes, cualquier trastorno infeccioso que aparece en una parte del mundo puede rápidamente convertirse en un problema en otro continente si el patógeno, o agente responsable de la enfermedad, encuentra un entorno propicio.

Inundaciones y sequías asociadas al cambio climático global podrían, asimismo, socavar la salud por otros medios. Al dañar los cultivos y hacerlos vulnerables a la infección y a las plagas por insectos y malas hierbas, reducirían la disponibilidad de alimentos con su secuela de desnutrición. En los países subdesarrollados, el desplazamiento forzado, permanente o semipermanente, de po-

blaciones enteras en busca de alimento llevaría a fenómenos locales de superpoblación con problemas de tuberculosis y otras enfermedades relacionadas con el hacinamiento.

El tiempo se hace más extremado y variable con el calentamiento atmosférico. Se debe ello, en parte, a la aceleración, inducida por dicho calentamiento, del ciclo del agua: el proceso en virtud del cual el vapor de agua, principalmente de los océanos, pasa a la atmósfera antes de condensarse y caer en forma de precipitación. Una atmósfera más cálida calienta a su vez los océanos (promoviendo una evaporación más rápida) y puede contener más vapor de agua que si está fría. Cuando el agua extra se condensa, cae con más frecuencia en forma de chubascos intensos. En paralelo al calentamiento oceánico, ocurre lo propio en tierra firme, cuyos suelos se tornan de una aridez extrema en las regiones secas. Aridez que favorece los gradientes de presión promotores de desarrollo de los vientos, con su secuencia de vientos turbulentos, tornados y otros temporales violentos. Además, la mo-

dificación de los gradientes de presión y temperatura que acompaña al calentamiento global puede trastocar la distribución de lugares y momentos en que se producirán los temporales, inundaciones y sequías.

Antes de abordar con mayor detalle los preocupantes efectos sobre la salud del calentamiento global y de la alteración de las características climáticas, conviene anotar que no todas las consecuencias pudieran resultar dañinas. Las temperaturas muy altas en regiones cálidas podrían diezmar las poblaciones de caracoles, que intervienen en la transmisión de la esquistosomiasis, una enfermedad parasitaria. Los vientos fuertes dispersan la contaminación. Los vientos más cálidos que soplaran en regiones frías reducirían las cardiopatías y las enfermedades respiratorias asociadas al frío. Pero, en conjunto, es probable que los efectos indeseables de un tiempo más variable comporten nuevas tensiones y sorpresas enojosas que ensombrezcan los efectos beneficiosos.

El calor, aliado de los mosquitos

Las enfermedades transmitidas por mosquitos —malaria, dengue, fiebre amarilla y varias clases de encefalitis— se numeran entre las más insidiosas de cuantas van ligadas al calentamiento global. Los mosquitos ingieren los microorganismos patógenos al chupar la sangre de un ani-

PAUL R. EPSTEIN, especialista en salud pública tropical, es director adjunto del centro de salud y entorno adscrito a la Facultad de Medicina de Harvard. Ha ejercido la medicina, enseñado e investigado en Africa, Asia e Iberoamérica, amén de colaborar con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio.

mal o persona infectados. El patógeno se reproduce en el interior del insecto, y éste puede inocular dosis capaces de causar la enfermedad en su próxima víctima.

Las enfermedades causadas por mosquitos figuran entre las que adquirirán creciente prevalencia porque tales vectores son muy sensibles a las condiciones meteorológicas. El frío constituye un aliado de los humanos porque confina los mosquitos portadores a las estaciones y regiones en donde las temperaturas permanecen por encima de ciertos mínimos. Las heladas invernales matan muchos huevos, larvas y adultos. Los mosquitos *Anopheles*, que transmiten los parásitos del paludismo (tales como el *Plasmodium falciparum*), sólo causan brotes prolongados de malaria si las temperaturas exceden habitualmente los 15 grados Celsius. De manera similar el mosquito *Aedes aegypti*, responsable de la fiebre amarilla, transmite el virus muy raramente allí donde las temperaturas caen por debajo de los 10 grados Celsius.

El calor excesivo mata a los insectos con la misma contundencia que el frío. Ahora bien, dentro del intervalo de temperaturas de supervivencia, los mosquitos se multiplican mejor y agreden con mayor frecuencia cuanto más caliente está el aire. Al propio tiempo, con el incremento de calor se aviva la tasa reproductora y se adelanta la maduración de los patógenos hospedados en su interior. A 20 grados Celsius, el parásito *P. falciparum* tarda 26 días en desarrollarse plenamente, pero a 25 grados Celsius sólo 13 días. *Anopheles*, que transmite este parásito de la malaria, vive sólo unas semanas; las temperaturas más altas aumentan la probabilidad de que los parásitos maduren a tiempo para que los mosquitos propaguen la infección. Al abarcar el calentamiento zonas extensas, los mosquitos podrían colonizar territorios antaño prohibidos, portando allí la enfermedad. Sin olvidar que la subida de la temperatura nocturna e invernal podrían permitirles una mayor propagación de la patología durante períodos más largos en sus regiones de habitación tradicionales.

El calentamiento extra no es el único factor que favorece el aumento de enfermedades propagadas por mosquitos. La intensificación de las inundaciones y las sequías causadas por el calentamiento global pueden ambas ayudar a desencadenar epidemias creando condiciones de reproducción

para insectos cuyos huevos desecados son todavía viables y eclosionan en aguas estancadas. Al retirarse las inundaciones, dejan tras de sí charcos. En épocas de sequía, los torrentes se pueden convertir en charcas estancadas y la gente puede echar a ellas pozales para sacar agua; estas charcas, y también los recipientes, pueden convertirse en incubadoras de nuevos mosquitos. Y los insectos pueden recibir un nuevo impulso si el cambio climático u otros procesos (modificación humana del entorno)

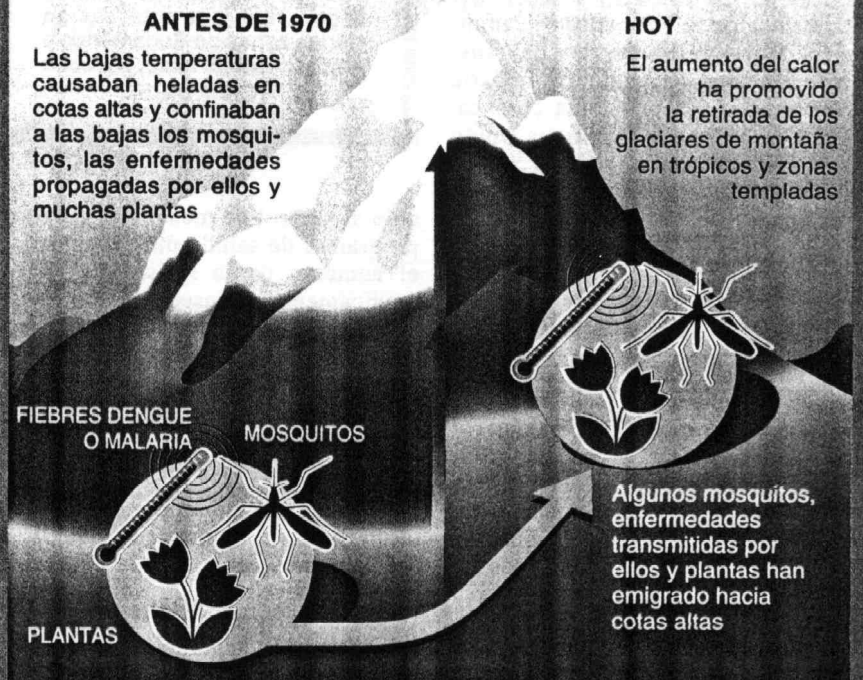
reducen las poblaciones de depredadores que mantienen los mosquitos a raya.

Enfermedades transmitidas por mosquitos

De las enfermedades transmitidas por mosquitos, la malaria y el dengue serían las que, a buen seguro, conocerían un progreso espectacular con la subida general de la temperatura. La malaria (caracterizada por escalofríos, fiebre, dolores y ane-

Los cambios ya están en marcha

Los modelos informáticos prevén que el calentamiento global compondrá cambios múltiples en las tierras altas. Comenzarán a fundirse los glaciares de las cumbres (así como los hielos marinos del Polo Norte); las plantas, mosquitos y enfermedades que transmitan remontarán cotas antaño demasiado frías para ellos (*diagrama*). Todas estas predicciones se están cumpliendo. De tal corroboración se infiere que el ascenso zonal de mosquitos y enfermedades por ellos mediados, y de las que existen registros correspondientes a los últimos 15 años (*lista inferior*), obedeció, al menos en parte, a una subida de la temperatura.



DONDE LAS ENFERMEDADES O SUS PORTADORES HAN ALCANZADO LAS COTAS SUPERIORES

Malaria
Tierras altas de Etiopía, Ruanda, Uganda y Zimbabwe
Montañas Usamabara, Tanzania
Tierras altas de Papúa Nueva Guinea y Papúa Occidental (Irian Jaya)

Dengue
San José, Costa Rica
Taxco, México

Mosquitos *Aedes aegypti*
(propagan el dengue y la fiebre amarilla)
Andes Orientales, Colombia
Tierras altas septentrionales de la India

mia) causa ya 3000 bajas diarias, niños en su mayoría. A finales del siglo XXI, con el progresivo calentamiento, se habrá extendido la zona de transmisión potencial de la malaria desde un área que alberga el 45 por ciento de la población mundial hasta otra que abarcará alrededor del 60 por ciento, vaticinan algunos modelos. Un pronóstico nada halagüeño si recordamos que no existe vacuna fiable y que los parásitos responsables están adquiriendo resistencia contra los medicamentos acostumbrados.

En concordancia con los modelos, la malaria está reapareciendo al norte y sur de los trópicos. En los EE.UU. medraron largo tiempo los mosquitos *Anopheles*; la malaria se encontraba allí arraigada hace decenios. Merced a los programas de control de mosquitos y otras medidas de salud pública, en 1980 la enfermedad quedaba confinada a California. Sin embargo, desde 1990, en que se inició el decenio más cálido nunca registrado, se han venido produciendo brotes locales de malaria durante olas de calor en Texas, Florida, Georgia, Michigan, Nueva Jersey y Nueva York (así como en Toronto), episodios que comenzaron, sin duda, con un mosquito errante o perdido que portaba el parásito. Pero los microorganismos responsables hallaron condiciones idóneas en los EE.UU., a saber, suficiente calor y humedad y abundancia de mosquitos capaces de transmitirlos a sus víctimas. La malaria ha retornado a la península coreana, Europa meridional y la antigua Unión Soviética, así como la costa índica de Sudáfrica.

También se está expandiendo el dengue, grave infección vírica que se acompaña a veces de hemorragias internas fatales. Afecta a una población estimada en 50 o 100 millones en los trópicos y subtropicos (principalmente en zonas urbanas y sus alrededores). A lo largo de los últimos diez años ha ensanchado ya su zona de invasión en América del Norte y del Sur. A finales de los noventa había llegado a Buenos Aires, y se le ha encontrado en el norte de Australia. No existe todavía vacuna ni tratamiento específico con medicinas apropiadas.

Aunque esta propagación de la malaria y el dengue corroboran las predicciones, no podemos adscribir con absoluta certeza la causa de esta expansión al calentamiento global. Podrían hallarse comprometidos otros factores; por ejemplo, una modificación del entorno que prime la proliferación de mosquitos, la menor aten-

El mensaje de El Niño

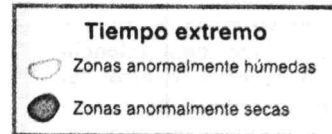
La investigación de subsistemas suele aportar datos que nos permiten ahondar en el funcionamiento de sistemas complicados. Es el camino seguido en el estudio de los efectos producidos por el calentamiento global sobre la salud. En esa línea, se está sometiendo a criba la influencia de El Niño/Oscilación Meridional (ENSO), proceso climático que produce muchos cambios meteorológicos idénticos a los pronosticados para un mundo que se calienta. Lo recopilado no resulta tranquilizante.

"El Niño" designa un fenómeno oceánico que se materializa aproximadamente cada cinco años en el Pacífico tropical. Ante las costas de Perú el océano se calienta por encima de los niveles de normalidad y permanece así durante meses antes de retornar al estado habitual o pasar a un frío extremo (La Niña). Por "Oscilación Meridional" se entienden los cambios atmosféricos asociados a esos cambios antagónicos del Pacífico, fuera de la normalidad.

Durante un episodio de El Niño, la evaporación de un Pacífico oriental más caliente engendra lluvias copiosas en ciertas zonas de Sudamérica y África; mientras tanto, padecen

sequías otras regiones de Sudamérica y partes del sudeste asiático y tralia. Los cambios de presión atmosférica sobre el Pacífico tropical producen bien efectos de rizado en todo el mundo con inviernos benignos en algunas zonas septentrionales de los EE.UU.

Brotos epidémicos que acompañan el tiempo extremo durante El Niño de 1997-1998



ción al control de mosquitos y a otros programas de salud pública, así como el aumento de la resistencia contra medicamentos e insecticidas. La responsabilidad de la contribución climática crece, sin embargo, cuando aparecen otras consecuencias previstas del calentamiento global asociadas a brotes epidémicos.

Ocurre así por doquier en las tierras altas. De acuerdo con lo esperado para esas zonas, el calentamiento, lo mismo que plantas y mariposas, está escalando montañas con la fusión consiguiente de los glaciares de las cimas. Desde 1970, la altura de las temperaturas permanentes por debajo de cero grados Celsius ha ascendido casi 150 metros en los trópicos. En esa escalada se suman los mosquitos y las enfermedades que transmiten.

A lo largo del siglo XIX, los colonos europeos de África se estable-

cieron en las zonas montañosas, más frescas, para escapar del peligroso aire de los pantanos ("mal aria") que fomentaba la enfermedad en las tierras bajas. Muchos de esos refugios se hallan ahora en entredicho. Se están encontrando insectos e infecciones propagadas por ellos a grandes alturas, en América del Sur y Central, Asia y África Central y Oriental. Desde 1980, los mosquitos de la especie *Ae. aegypti*, antaño confinados a las cotas bajas por mor de la temperatura, han venido apareciendo por encima de 1600 metros en las tierras altas del norte de la India y por encima de 2000 metros en los Andes colombianos. Su presencia incrementa el riesgo de dengue y fiebre amarilla. Que se sepa, el dengue ha escalado ya los 1600 metros en Taxco, México. Puesto que el comportamiento migratorio de los insectos cambia más deprisa en las mon-

nadá occidental. Durante un episodio de La Niña, las características meteorológicas en las áreas afectadas pueden pasar a los extremos opuestos.

La incidencia de enfermedades mediadas por vectores y por las aguas asciende durante los años de El Niño y La Niña, sobre

todo en las zonas afectadas por inundaciones y sequías. Los estudios a largo plazo realizados en Colombia, Venezuela, India y Pakistán revelan que la malaria aparece en la estela de los episodios El Niño. Y el autor y su grupo de la Universidad de Harvard han mostrado que las regiones que sufrieron

inundaciones o sequías durante el fenómeno de El Niño correspondiente a 1997-98 (el más intenso del siglo) tuvieron que luchar, además, con una gavilla convergente de enfermedades transmitidas por mosquitos, roedores y aguas (*mapa*). Además, en muchas regiones secas los incendios arrasaron sin control, contaminando el aire en kilómetros a la redonda.

ENSO no es mero aviso de las dificultades que se avecinan. Con probabilidad, constituye el cebador de las mismas.

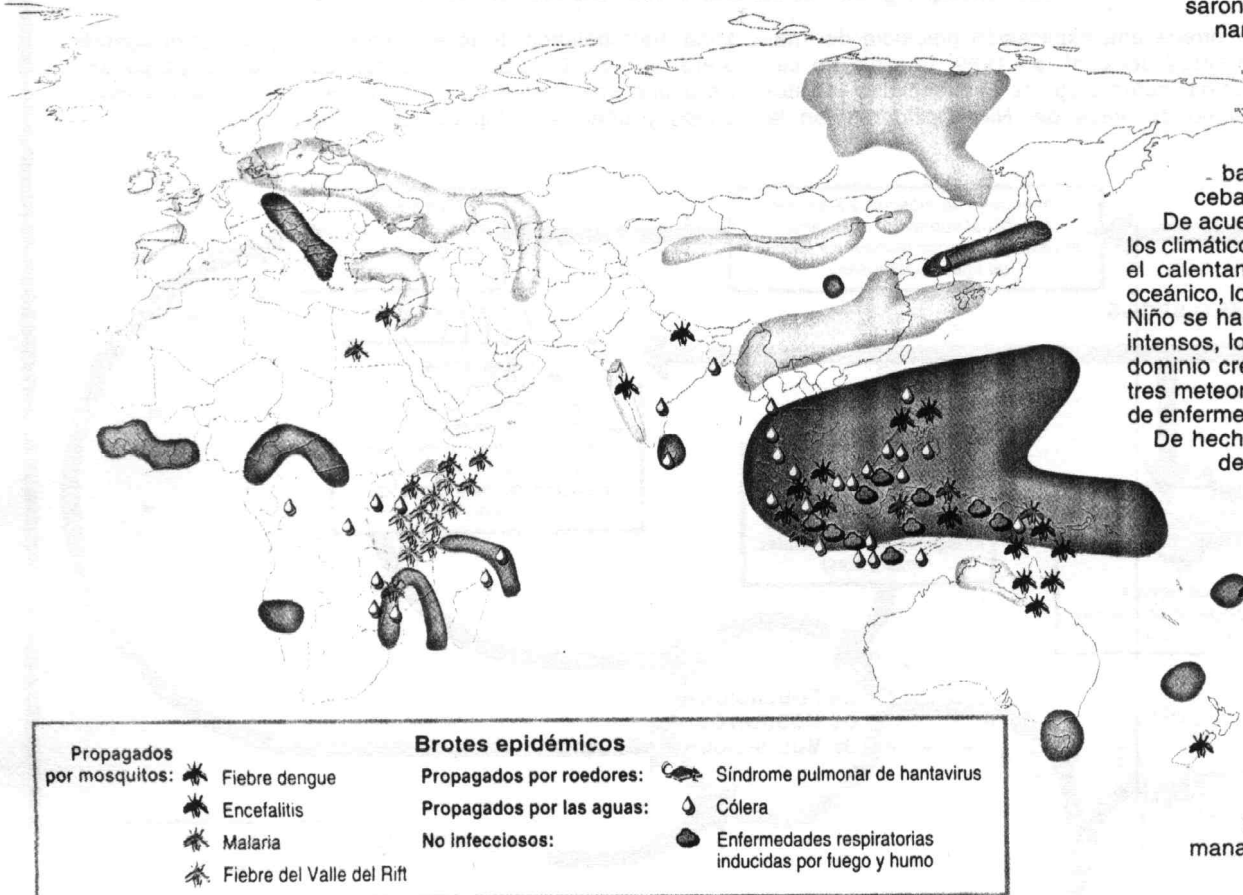
De acuerdo con varios modelos climáticos, conforme ascienda el calentamiento atmosférico y oceánico, los propios episodios El Niño se harán más frecuentes e intensos, lo que significa un predominio creciente de los desastres meteorológicos y del rosario de enfermedades asociadas.

De hecho, las características de ENSO han comenzado ya a cambiar.

Desde 1976 han aumentado la intensidad, duración y frecuencia de los episodios El Niño. A lo largo del decenio de los noventa, cada año quedó marcado por un extremo de El Niño o La Niña.

Esas tendencias encierran malos augurios para la salud humana en el siglo XXI.

—P.R.E.



tañas que al nivel del mar, tales modificaciones en las pautas nos sirven de indicadores de alteraciones climáticas y de expansión de las enfermedades.

Los oportunistas buscan las condiciones extremas

La creciente variabilidad climática que acompaña al calentamiento revestirá quizás una importancia mayor que el propio calentamiento. Por la sencilla razón de que constituye el caldo de cultivo de los brotes de enfermedades mediadas por vectores. Los inviernos cálidos seguidos de veranos tórridos y secos (secuencia que podría convertirse en hartazgo común al calentarse la atmósfera) favorecen la transmisión de la encefalitis de San Luis y otras patologías que describen ciclos donde intervienen aves, mosquitos urbanos y personas, en ese orden.

Tal secuencia parece haberse dado en la súbita aparición del virus del Nilo Occidental en Nueva York, hace un año. Aunque se ignora cómo entró el virus en los EE.UU., podemos ofrecer una explicación razonable de su persistencia y expansión si atendemos a los efectos del tiempo sobre los mosquitos de la especie *Culex pipiens*, responsables decisivos de su propagación. Esos inquilinos de las ciudades ponen sus huevos en sótanos húmedos, alcorques, cloacas y charcos de agua sucia.

Esta sería la interacción probable entre el tiempo, los mosquitos y el virus: el suave invierno de 1998-99 permitió a muchos mosquitos sobrevivir hasta una primavera precoz, cuya sequía y la del verano subsiguiente concentró los nutrientes orgánicos en sus zonas de reproducción y, a la vez, mató a los depredadores naturales de los mosquitos, a saber, li-

bélulas y mariquitas, encargadas de mantener a raya la población de esos vectores. La sequía indujo también la agrupación de las aves, pues compartían menos charcos, y menores, a los que acudían asimismo los mosquitos.

Una vez ingerido el virus por los mosquitos, la ola de calor que acompañó a la sequía aceleró su maduración en el interior de los insectos. Conforme los mosquitos infectados buscaban luego alimentación sanguínea, difundían prestamente el virus entre los pájaros. A la infección galopante de las aves corría pareja la de los mosquitos, en número tal, que, desparramados, pudieron infectar a las personas. Las lluvias torrenciales de finales de agosto crearon nuevos charcos para la cría de *C. pipiens* y otros mosquitos, desencadenando una nueva hornada de portadores potenciales de virus.

Igual que los mosquitos, otros vectores portadores de enfermedades tienden a convertirse en "plagas", vale decir, oportunistas que se reproducen muy deprisa y medran bajo condiciones perturbadas e inhóspitas para organismos más especializados. La variabilidad climática registrada en

los años noventa contribuyó a la aparición del síndrome pulmonar hantavírico, infección de los pulmones altamente letal, transmitida por roedores. Salta de éstos al hombre cuando inhala partículas víricas escondidas en las secreciones y excreciones de los múridos. La secuencia de extre-

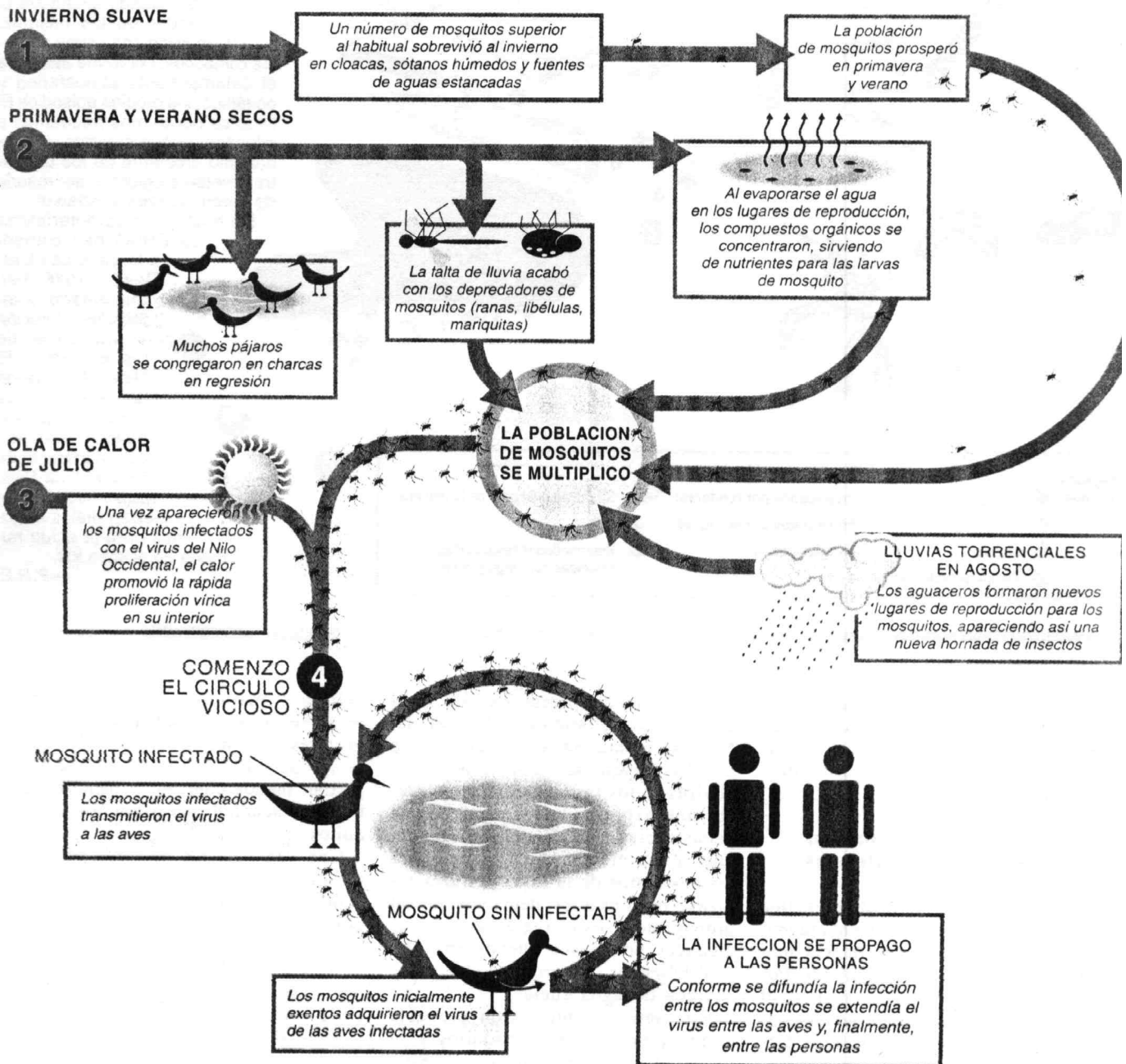
mos meteorológicos que preparó e escenarió para el primer brote, identificado en el sudoeste norteamericano en 1993, fueron unas sequías persistentes interrumpidas por intensas lluvias.

Un primer episodio de sequía regional mermó la población de de

El tiempo y el virus del Nilo Occidental

Este diagrama ofrece una explicación plausible del mecanismo en virtud del cual, en 1999, una ola de calor y unos extremos meteorológicos secuenciales facilitaron el asentamiento del virus del Nilo Occidental en la

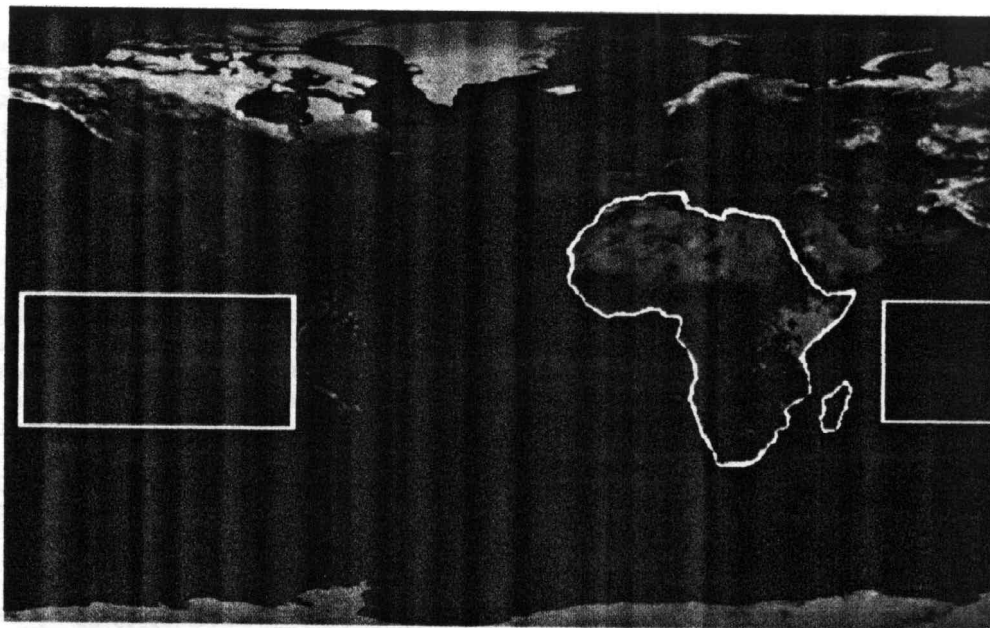
zona metropolitana de Nueva York. Se ignora si el agente entró en los EE.UU. vía mosquitos, aves o personas. Pero una vez introducido, la interrelación entre los mosquitos y pájaros multiplicó su proliferación.



predadores de ratones: rapaces (lechuzas, águilas, halcones, gavilanes y cernícalos), coyotes y serpientes. Tras la sequía cayeron lluvias torrenciales a principios de 1993, que trajeron abundante comida de saltamontes y piñones para los roedores. La explosión de población resultante permitió a un virus, hasta entonces inactivo o aislado en un pequeño grupo, introducirse en muchos roedores. Cuando la sequía regresó en verano, éstos se acercaron a las casas en busca de alimento y transmitieron la enfermedad a las personas. Hacia el otoño de 1993, el número de roedores había descendido y el brote se redujo.

Los episodios estadounidenses de síndrome pulmonar hantavírico que vinieron después tuvieron un alcance limitado, merced en parte a los sistemas de alerta que indican cuándo se han de reforzar los métodos de control de roedores y en parte a un mayor cuidado de la gente en evitar las deyecciones de animales. Pero la enfermedad ha aparecido en Iberoamérica, donde se han descubierto indicios preocupantes de una posible transmisión intraespecífica, de una persona a otra.

Como demuestra el final natural del primer episodio de hantavirus, los ecosistemas acostumbran sobrevivir en condiciones extremas esporádicas. Resultan incluso reforzados con los cambios estacionales de las condiciones meteorológicas, dado que las especies que medran en climas variables deben hacer frente a una gama amplia de valores. Pero los extremos de larga duración y las fluctuaciones drásticas del tiempo pueden arruinar la capacidad de resistencia del ecosistema. (Por botón de muestra: el calentamiento persistente de los océanos constituye una grave amenaza para a los arrecifes de coral, lo mismo que los incendios forestales propiciados por la sequía ponen en riesgo la vida en los bosques.) Y el hundimiento del ecosistema es una de las vías más insidiosas del cambio de clima para atentar contra la salud humana. En el control de las plagas se esconde uno de tantos servicios inestimables que la naturaleza presta al hombre. El buen funcionamiento de los ecosistemas, donde interaccionan especies diversas, mantiene bajo control la población de organismos perjudiciales. Si el cre-



2. ESTA IMAGEN DE SATELITE reveló la elevación de la temperatura de la superficie del mar en la vertiente occidental del océano Índico ecuatorial y en el Pacífico oriental (cuadros); nos ofrecía también un cuerno de África cubierto de una vegetación exuberante (verde) a causa de las abundantes lluvias. Semejante panorama indicaba que el cuerno corría el riesgo de una epidemia de fiebre del valle del Rift, que ataca al ganado y a la población. Con frecuencia creciente se recurre a la vigilancia mediante satélite para detectar la presencia de condiciones inductoras de brotes epidémicos, al objeto de poder tomar medidas preventivas.

ciente calentamiento y los extremos de tiempo degradan los ecosistemas, los desajustes consiguientes permiten el crecimiento de poblaciones oportunistas e intensifican la propagación de la enfermedad.

Agua insalubre

Además de exacerbar las enfermedades transmitidas por vectores a las que antes aludíamos, el calentamiento global elevará probablemente la frecuencia e intensidad de enfermedades ligadas al consumo de agua, entre ellas el cólera (causa de grave diarrea). El propio calentamiento puede contribuir al cambio, como también puede hacerlo la creciente frecuencia y extensión de las inundaciones y las sequías. Quizá parezca extraño que las sequías se alíen con enfermedades ligadas al agua. No lo es si pensamos que agotan los manantiales y concentran contaminantes que en condiciones normales estarían diluidos. Además, la falta de agua clara durante una sequía impide la higiene y la rehidratación de quienes han perdido grandes cantidades de líquido a causa de la diarrea o la fiebre.

De múltiples formas las inundaciones propician las enfermedades li-

gadas al agua. Barren los alcantarillados y otras fuentes de patógenos (como el *Cryptosporidium*) y los mezclan con depósitos de agua potable, a donde arrastran también los abonos químicos. Fertilizantes y aguas fecales, combinados con agua recalentada, favorecen el desarrollo explosivo de algas dañinas. Algunas de esas eclosiones resultan tóxicas por sí mismas para los humanos que inhalan sus emanaciones; otras contaminan peces y mariscos, cuyas toxinas pasan al hombre en la ingesta. Recientes descubrimientos han revelado una tercera vía perjudicial para la salud. En su desarrollo, las poblaciones algales soportan la proliferación de diversos patógenos, entre ellos la del *Vibrio cholerae*, agente del cólera.

Las lluvias torrenciales traídas al cuerno de África en 1997 y 1998 por un océano Índico caldeado ofrecen un ejemplo del modo en que se resienten las poblaciones cuando el calentamiento global engendra inundaciones adicionales. Esas precipitaciones desencadenan epidemias de cólera y dos infecciones transmitidas por mosquitos: la malaria y la fiebre del valle del Rift (enfermedad parecida a la gripe que puede ser letal para el ganado y para los humanos).

Hacia el oeste, el huracán Mitch se detuvo tres días sobre América Central, en octubre de 1998. Alimentada por un Caribe caliente, la tempestad soltó torrentes de agua que mataron a 11.000 personas, por lo menos. Pero eso fue sólo el principio del caos que produjo. Honduras informó de miles de casos de cólera, malaria y dengue, secuelas de su paso. En febrero de este año empezaron a caer lluvias de intensidad inusitada y a desarrollarse una serie de ciclones que inundaron el sur de África. Por su causa en Mozambique y Madagascar murieron centenares de personas, millares fueron desplazadas y se propagaron el cólera y la malaria. Esos desastres de la naturaleza pueden también, en las regiones afectadas, retrasar el progreso económico y los avances en salud pública colaterales.

Soluciones

El precio a pagar en salud por el calentamiento global dependerá de las medidas cautelares que se tomen para conjurar los peligros. La estrategia ideal de defensa constaría de múltiples componentes.

De entrada, incorporaría la mejora de los sistemas de vigilancia que detectaran de inmediato la aparición o el resurgimiento de enfermedades infecciosas o de sus vectores. La detección precoz pondría en marcha medidas controladoras de la proliferación de éstos sin dañar el entorno, alertaría al público sobre la autoprotección, suministraría vacunas (si las hubiera) para las poblaciones en peligro y prestaría sin demora el tratamiento oportuno.

Fue esa la pauta seguida en primavera para frenar la expansión del virus del Nilo Occidental en el NE de los Estados Unidos. Al advertir que el virus superó el invierno, la administración sanitaria recomendó la retirada doméstica de cualquier recipiente o adminículo que pudieran contener agua estancada y así evitar la cría de los mosquitos. Introdujo, en los cursos de agua y cuencas de avenamiento, peces que se comen las larvas de los mosquitos. Y echó pastillas insecticidas en los alcantarillados.

Por desgracia, no caben todavía planes exhaustivos de vigilancia en buena parte del globo. Y aun cuando existen vacunas o tratamientos eficaces, muchas regiones carecen de medios de obtenerlas y distribuir las. Debería ser una prioridad mundial

suministrar esas medidas y tratamientos.

Un segundo componente se centraría en predecir el momento en que las condiciones meteorológicas y otras ligadas al entorno pudieran instar la aparición de brotes de enfermedad, a fin de minimizar los riesgos. Si los modelos climáticos señalan la probabilidad de inundaciones en una región dada, la administración debería acomodar los refugios; si las imágenes de satélite y las muestras de aguas costeras revelan el comienzo de formaciones algales relacionadas con los brotes de cólera, habría que aconsejar la filtración del agua de consumo y solicitar a los centros médicos que preparasen personal adicional, camas y medicinas.

La investigación realizada a lo largo de 1999 da cuenta de los frutos que se recogen con la vigilancia mediante satélites. Se demostró que las imágenes que detectaron aguas recalentadas en dos regiones oceánicas específicas y vegetación exuberante en el cuerno de África podían predecir con cinco meses de antelación las epidemias de fiebre del valle del Rift. Si esos conocimientos pusieran en marcha campañas de vacunación del ganado, se evitarían posibles epidemias de éste y las personas.

Habría que atajar, y ello sería el tercer factor componente de la estrategia, el propio calentamiento global. Urge limitar las actividades que promueven el calentamiento o redoblan sus efectos. La combustión de carburantes fósiles para producción de energía desempeña, sin duda, un papel destacado en el calentamiento con su emisión de gases "de invernadero": dióxido de carbono y otros absorbentes de calor.

No debe postergarse la puesta en servicio de fuentes más limpias de energía, lo mismo en el mundo industrializado, voraz en su consumo, que en las naciones en vías de desarrollo, de las que no podemos esperar que recorten su uso. (La higiene, el alojamiento, la preparación de los alimentos, la refrigeración y otras combustiones domésticas consumen energía, igual que la necesitan el bombeo y purificación de agua o la desalinización de la misma para el riego.) Al propio tiempo, se impone la recuperación de bosques y humedales para que absorban, aquéllos, dióxido de carbono y, éstos, aguas de las inundaciones, amén de filtrar los contaminantes antes de que alcancen las aguas potables.

El clima, los ecosistemas y la sociedad pueden recuperarse de una tensión siempre y cuando no dure en exceso ni se produzca una concatenación de riesgos. Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, establecido por las Naciones Unidas, la suspensión del incremento actual de concentración de gases de invernadero en la atmósfera requeriría un recorte drástico de las emisiones, cifrado en el 60 o 70 por ciento.

Importa que las medidas correctoras eficaces se tomen cuanto antes. El clima no cambia necesariamente de una forma paulatina. Los múltiples factores que operan contra la estabilidad del sistema global podrían inducir una súbita alteración radical. En cualquier momento, el mundo podría volverse de repente mucho más cálido o mucho más frío, con unas consecuencias para la salud que hemos de evitar a toda costa.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

THE EMERGENCE OF NEW DISEASE. Richard Levins, Tamara Auerbuch, Uwe Brinkmann, Irina Eckardt, Paul R. Epstein, Tim Ford, Najwa Makhouli, Christina dePossas, Charles Puccia, Andrew Spielman y Mary E. Wilson en *American Scientist*, vol. 82, n.º 1, págs. 52-60; enero/febrero 1994.

CLIMATE CHANGE AND HUMAN HEALTH. Dirigido por Anthony J. McMichael, Andrew Haines, Rudolf Sloff y Sari Kovats. Organización Mundial de la Salud, Organización Meteorológica Mundial, Programa Medioambiental de las Naciones Unidas, 1996.

THE REGIONAL IMPACTS OF CLIMATE CHANGE: AN ASSESSMENT OF VULNERABILITY, 1997. Dirigido por R. T. Watson, M. C. Zinyowera y R. H. Moss. Cambridge University Press, 1997. Resumen acerca del Panel Intergubernamental Sobre el Cambio Climático Disponible en www.ipcc.ch/pub/reports.htm.

BIOLOGICAL AND PHYSICAL SIGNS OF CLIMATE CHANGE: FOCUS ON MOSQUITO-BORNE DISEASES. Paul R. Epstein, Henry F. Díaz, Scott Elias, George Grabherr, Nicholas E. Graham, Willem J. M. Martens, Ellen Mosley-Thompson y Joel Susskind en el *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 79, págs. 409-417; 1998.

Otras páginas Web de interés: www.healthonline.org y www.med.harvard.edu/chge.