

Qué hacer con el cambio climático

por Indur M. Goklany

Resumen

La evaluación rápida patrocinada por el Reino Unido sobre las consecuencias mundiales del cambio climático (un gran aporte al tan anunciado *Informe Stern sobre la economía del cambio climático*), indica en líneas generales que, hasta el año 2100 la contribución del cambio climático a las amenazas para la salud humana y el medio ambiente se verá eclipsada por factores no relacionados con este. Por lo tanto, es improbable que sea el principal problema ambiental del mundo en el siglo XXI.

El análisis a partir del *Informe Stern* y de la evaluación rápida revela que, a pesar del cambio climático, en el futuro próximo, el bienestar humano y ambiental será mayor en un escenario “más rico pero más caluroso” y menor en escenarios de mayor pobreza (con menos carbono). Se espera que el bienestar futuro del mundo *en desarrollo* supere varias veces los niveles actuales en todos los escenarios; incluso, que supere el bienestar presente del mundo *desarrollado* en todos los escenarios excepto en el de mayor pobreza. Por ello, no resultan convincentes los argumentos basados en la equidad, que sostienen que las generaciones presentes deben desviar recursos escasos de los problemas urgentes para resolver aquellos potenciales de las futuras generaciones más ricas.

Frenar el cambio climático reduciría la mortalidad acumulada causada por diversos peligros relacionados con el clima, como el hambre, el paludismo y las inundaciones costeras, entre un 4% y un 10% para el año 2085, al mismo tiempo que incrementaría las poblaciones en riesgo de estrés hídrico y, posiblemente, complicaría la situación en lo que respecta a la biodiversidad. No obstante, según la información sobre costos del Programa del Milenio de las Naciones Unidas y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés), las medidas orientadas específicamente a disminuir la vulnerabilidad a estos peligros reducirían la mortalidad acumulada causada por ellos entre un 50% y un 75% a un costo mucho menor que el de restringir los gases de efecto invernadero (GEI). Simultáneamente, esas medidas reducirían los principales obstáculos para el desarrollo económico sostenible del mundo

Indur M. Goklany es autor de dos obras publicadas por Cato Institute: The Improving State of the World, en el que se basa gran parte de este documento, y de The Precautionary Principle: A Critical Appraisal of Environmental Risk Assessment.

en desarrollo. La falta de este es la razón por la cual esta parte del mundo es tan vulnerable al cambio climático.

La mejor manera que tiene el mundo de combatir el cambio climático y promover el bienestar, en especial el de las poblaciones más expuestas, es reducir las vulnerabilidades actuales a problemas relacionados con el clima que podrían exacerbarse por el cambio climático, en lugar de restringir los GEI en forma muy drástica.

Introducción

La mayoría de los escenarios futuros sugieren que, durante este siglo, aumentarán la población y la riqueza mundial. Si bien esto debería promover el bienestar humano, también podría incrementar el cambio climático, lo que, a su vez, podría contrarrestar parcialmente, si no por completo, cualquier posible mejora en el bienestar que hubiera ocurrido en ausencia de este. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de la ONU informa en su evaluación de 2001 que un calentamiento mundial moderado (de uno o dos grados centígrados por sobre los niveles de 1990) podría incrementar el producto económico mundial generando mayores aumentos en los países desarrollados de latitudes más altas que los necesarios para compensar las pérdidas de los países en desarrollo.¹ Sin embargo, si el calentamiento global fuera mayor, podría caer el producto económico mundial y causar daños considerables en el medio ambiente.

Estas consideraciones llevaron a políticos influyentes, como el ex primer ministro británico Tony Blair, y los ex presidentes de Estados Unidos, Bill Clinton y de Francia, Jacques Chirac, a proclamar que el cambio climático es el problema ambiental más importante que enfrenta el mundo en este siglo y que, a menos que se tomen medidas drásticas para controlarlo, en poco tiempo caerá el bienestar humano y ambiental.²

Este estudio analiza si el cambio climático es, en verdad, el problema mundial más urgente para el medio ambiente y la salud humana, y considera los méritos para la mitigación (es decir, las políticas que restringirían las emisiones y la concentración de GEI) versus la adaptación (políticas que reducirían o aprovecharían las consecuencias del cambio climático causado por las emisiones de GEI) para hacer frente a cualquier problema que se cree o exacerbe. En pocas palabras, el análisis minu-

cioso revela que, de aquí al futuro próximo, el cambio climático exacerbará los problemas existentes del medio ambiente y la salud humana, pero solo moderadamente, en comparación con los efectos de otros factores no relacionados con este. Por ello, las amenazas que plantea este fenómeno pueden tratarse con mayor solidez y eficacia en función de los costos, por lo menos a corto o mediano plazo, mediante políticas que se ocupen de las causas subyacentes de los problemas para el medio ambiente y la salud humana que se ven potenciados.

Los datos y proyecciones utilizados en este estudio provienen fundamentalmente de dos informes:

- La “evaluación rápida” del impacto mundial del cambio climático, patrocinada por el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido; y
- El *Informe Stern sobre la economía del cambio climático*.

La evaluación acelerada

La evaluación rápida de las consecuencias mundiales del cambio climático se publicó en una edición especial de *Global Environmental Change: Part A*, cuyo editor fue Martin Parry.³ En los casos en los que resulta pertinente, esta evaluación fue complementada con otros estudios patrocinados por el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales. Casi todos los involucrados en estos documentos fueron autores principales coordinadores o colaboradores del tercer y cuarto informe de evaluación del IPCC. Parry, además, es el actual presidente del Grupo de trabajo II del IPCC, que supervisa las secciones de las evaluaciones que versan sobre impacto, adaptación y vulnerabilidad.

Al igual que todas las estimaciones de los impactos del cambio climático, los análisis de la evaluación rápida están plagados de incertidumbres que derivan del hecho de que éstas se obtienen utilizando una serie de modelos relacionados cuyos respectivos resultados inciertos funcionan como insumo del modelo siguiente. Y, para complicar aún más las cosas, cada uno es, necesariamente, una representación simplificada de la realidad.

Por lo general, esta cadena comienza con modelos de emisión, determinados por diversos supuestos socioeconómicos sobre los próximos 100 años o más a fin de formular escenarios que abarquen los últimos años del siglo. Pero incluso quienes emplean estos escenarios de emisión reconocen que 2085 está en el límite del futuro previsible, porque los pronósticos socioeconómicos que van más allá de esa fecha son demasiado especulativos.⁴ Probablemente, ya es muy difícil vislumbrar el futuro hasta 2085. Por ejemplo, un documento encargado para el *Informe Stern* destacó que “no es posible proyectar con cierto realismo los cambios en los sistemas socioeconómicos a más de cinco o diez años”.⁵

Los escenarios de emisión se utilizan para derivar modelos que permitan estimar las tendencias futuras en la concentración atmosférica de GEI. Luego, esa concentración se usa para mo-

delar el grado de calentamiento (o “forzamiento radiactivo”) del sistema climático, que luego se incorpora en modelos acoplados de circulación general atmósfera-océano a fin de estimar los cambios en el espacio y en el tiempo de las variables climáticas, que, a su vez, se emplean como insumo para modelos simplificados y, con frecuencia inadecuados, que proyectan cambios biofísicos de localización específica correspondientes a los recursos afectados (por ejemplo, la vegetación y otras especies, los cultivos o los rendimientos de la producción de madera).

Cuanto más pequeña sea la escala espacial del análisis, mayor es la incertidumbre respecto de las variables climáticas. Pero dado que los recursos que se ven afectados por el cambio climático son espacialmente heterogéneos —al igual que las condiciones socioeconómicas que afectan a esos recursos y determinan si los seres humanos responderán a esos cambios, y cómo lo harán— es más apropiado realizar el análisis de consecuencias biofísicas a escala local en lugar de hacerlo a una escala mayor, regional o nacional.

Por último, según el sistema humano o natural que se esté considerando, podría ser necesario emplear los resultados de estos modelos biofísicos para otros modelos a fin de calcular las consecuencias sociales, económicas y ambientales sobre estos sistemas. Esto también se aplica al cálculo de los impactos regionales y mundiales mediante modelos de comercio.

Además de la cascada de incertidumbres que se propagan de modelo a modelo —cuyos efectos acumulativos aún no están cuantificados—, los resultados de estas evaluaciones de impacto están expuestos a errores sistemáticos potencialmente grandes, que tienden a sobrestimar mucho los impactos negativos del cambio climático y, a la vez, a subestimar los positivos. Esos errores sistemáticos se deben a que, por lo general, las evaluaciones consideran poco o nada los aumentos en la capacidad de adaptación derivados de:

- Los incrementos en la riqueza postulados en los supuestos socioeconómicos que se utilizan para formular escenarios de emisión; y
- La creación de tecnologías nuevas o mejoradas que aparecerán con el tiempo, porque la tecnología se acumula a través del tiempo.⁶

Dicho de otro modo, las evaluaciones de impacto son inconsistentes con los supuestos integrados en los escenarios de emisión a partir de los que se proyecta el cambio climático.

A pesar de estas deficiencias, a los fines de este estudio, en términos generales, tomaremos los resultados de la evaluación rápida por la gran presencia que ha cobrado en el debate internacional sobre calentamiento mundial y porque nos permite calcular estimaciones del aporte relativo futuro del cambio climático a diversos problemas que se ven afectados por este.⁷ Al igual que la evaluación rápida, este documento no toma en cuenta resultados poco probables pero con consecuencias potencialmente importantes tales como una interrupción de la circulación termohalina o el derretimiento de los mantos de hielo de Groenlandia y el Antártico. Se considera improbable que estos acontecimientos se produzcan en este siglo, si es que ocurren alguna vez.⁸

El Informe Stern

El *Informe Stern sobre la economía del cambio climático* fue encargado en representación del gobierno británico por Gordon Brown, entonces Ministro de Hacienda, a Nicholas Stern, el otrora economista principal del Banco Mundial. Se publicó el 30 de octubre de 2006. El *Informe Stern* estimó que, de no mitigarse, el cambio climático disminuirá el bienestar en una medida equivalente a una reducción “en la actualidad y para siempre” de entre el 5% y el 20% en el consumo per cápita si se toman en cuenta los impactos relacionados y no relacionados con el mercado, y el riesgo de catástrofe.⁹ Además, sugirió que, para el año 2200, el percentil 95 de las pérdidas equivalentes en términos de PIB per cápita podría aumentar al 35,2%.¹⁰

Muchos investigadores cuestionan las estimaciones del impacto del *Informe Stern* y las consideran sumamente exageradas.¹¹ Los mismos autores del informe señalan “enfáticamente” que las cifras no deben tomarse “demasiado literalmente”.¹² No obstante, dejaré de lado estas inquietudes y aceptaré las conclusiones del Informe a fin de estimar si, de no mitigarse, el cambio climático hará caer el bienestar futuro por debajo de los niveles actuales. Específicamente, consideraré a los efectos de este análisis y, como conjetura, que el cambio climático supuesto en los escenarios más cálidos dará como resultado una pérdida de bienestar equivalente al 35,2% del PIB en 2100.

Escenarios del IPCC del futuro

En 2000, el IPCC formuló cuatro “familias” de escenarios de emisión de GEI para describir el futuro de acuerdo con distintos supuestos sobre tendencias demográficas, tecnológicas, económicas y sociales del período 1990–2100. Este estudio se ocupa principalmente de explorar, a la luz de los resultados de la evaluación rápida y del *Informe Stern*, las consecuencias para el bienestar humano y la calidad ambiental de cuatro escenarios, cada uno de los cuales representa a una familia.

Los escenarios del IPCC no son tanto pronósticos sino más bien insumos para cálculos “si se da esto, entonces”. Es decir, los escenarios (algunas veces llamados “líneas evolutivas”) representan futuros plausibles que funcionan como la materia prima del análisis. Suelen preferirse los escenarios a los pronósticos porque los pronósticos de las tendencias socioeconómicas mencionadas previamente que determinan las emisiones a lo largo de los próximos 100 años son muy poco confiables.

El informe de la evaluación rápida utilizó escenarios de emisión formulados por el *Informe especial sobre escenarios de emisiones* del IPCC para proyectar el cambio climático futuro desde 1990 (el año base de cada escenario) hasta 2100.¹³ Estos suponen que no se adoptarán nuevas políticas ni medidas para reducir los daños causados por el mencionado cambio climático. Este supuesto prácticamente garantiza que se sobrestimarán los impactos negativos y se subestimarán los positivos.

En el cuadro 1 se exponen las características dominantes de las “líneas evolutivas” utilizadas en estos escenarios. Además, el cuadro 1 presenta las estimaciones correspondientes de la concentración atmosférica de CO₂, el incremento de la temperatura y el aumento del nivel del mar que derivan de cada escenario

hasta 2085.¹⁴ Estos cálculos de impacto son el producto de las simulaciones encadenadas por computadora mencionadas previamente, en la sección titulada la evaluación rápida.

En este y en la mayoría de los cuadros siguientes, las columnas se organizan por escenario en orden descendente en función de los cambios en la temperatura mundial. Según la nomenclatura del IPCC, estos escenarios son, de izquierda a derecha, A1FI (el más cálido), A2, B2 y B1 (el más frío).¹⁵

La evaluación rápida utilizó estas proyecciones del cambio climático para estimar los impactos mundiales para varias amenazas susceptibles al clima y que también funcionan como determinantes del bienestar humano y ambiental.¹⁶ En lo relativo a las amenazas que afectan el bienestar humano, la evaluación rápida analizó el hambre, el estrés hídrico, las inundaciones de zonas costeras y el paludismo.¹⁷ Con respecto al bienestar ambiental, la evaluación independiente proyectó la productividad biológica neta de la biosfera terrestre (medida según su capacidad de fijar el carbono en la vegetación, es decir, de aislar carbono como biomasa) y la cantidad mundial de tierras húmedas costeras y tierras de cultivo.¹⁸

La creación de riqueza, el avance tecnológico y el cambio climático

Si bien el cambio climático puede conducir a un deterioro de muchos indicadores ambientales y de la salud humana, eso no nos dice lo que en verdad nos interesa. Lo que queremos saber es: en escenarios más ricos pero más cálidos, ¿serán superiores la salud humana y la calidad ambiental que en escenarios más pobres pero más fríos? Esto se debe fundamentalmente a que la creación de riqueza, el capital humano y las tecnologías nuevas o mejoradas suelen reducir los “males” de la salud humana y ambientales relacionados con este fenómeno más de lo que los exacerban los aumentos de temperatura.

Los datos del cuadro 1 sugieren que, por un lado, las consecuencias del cambio climático deberían disminuir a medida que uno pasa del escenario A1FI, a la izquierda, al B1, a la derecha (según el patrón de disminución del cambio climático, *ceteris paribus*). Por otro lado, el desarrollo económico y tecnológico —ambos determinantes cruciales de la capacidad de adaptación— deberían atenuar los impactos del mencionado cambio.¹⁹ Si se tienen en cuenta los niveles futuros de desarrollo económico y tecnológico, esa atenuación debería ser mayor en el caso del escenario A1FI, seguida por los escenarios B1, B2 y A2, en ese orden. Por lo tanto, si bien el escenario A1FI es el de mayor aumento de la temperatura y, en consecuencia, el de mayor cambio climático, no necesariamente sería el que traería aparejados los peores resultados. Esto se debe a que también debería ser el escenario con una mejor capacidad de adaptación.

El crecimiento económico incrementa el bienestar humano a través del aumento de la riqueza, el desarrollo tecnológico y el capital humano. Estos factores permiten a la sociedad enfrentar casi cualquier tipo de adversidad, esté o no relacionada con el clima, al tiempo que incrementan específicamente la capacidad de la sociedad de reducir los daños causados por el cambio climático, ya sea a través de la adaptación o de la mitigación.²⁰

Cuadro 1
Características y supuestos de diversos escenarios

| | <i>Escenarios</i> | | | |
|---|-----------------------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| | <i>A1FI</i> | <i>A2</i> | <i>B2</i> | <i>B1</i> |
| Población en 2085 (en miles de millones) | 7.9 | 14.2 | 10.2 | 7.9 |
| Factor de crecimiento del PIB, 1990-2100 | 525 - 550 | 243.00 | 235 | 328 |
| PIB per cápita en 2085, promedio mundial | \$52.600 | \$13.000 | \$20.000 | \$36.600 |
| PIB per cápita en 2100 | | | | |
| Países industrializados | \$107.300 | \$46.200 | \$54.400 | \$72.800 |
| Países en desarrollo | \$66.500 | \$11.000 | \$18.000 | \$40.200 |
| Cambio tecnológico | Rápido | Lento | Medio | Medio |
| Uso de energía | Muy alto | Alto | Medio | Bajo |
| Tecnologías de la energía | Intensivo en combustibles fósiles | Diversidad regional | “Dinámica usual” | Gran eficiencia |
| Cambio en el uso de la tierra | Bajo-medio | Medio-alto | Medio | Alto |
| Concentración de CO ₂ en 2085 | 810 | 709 | 561 | 527 |
| Cambio en la temperatura mundial (°C) en 2085 | 4 | 3,3 | 2,4 | 2,1 |
| Aumento del nivel del mar (cm) | 34 | 28 | 25 | 22 |

Fuentes: N. W. Arnell, “Climate Change and Global Water Resources: SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios”, *Global Environmental Change* 14, no. 1 (2004): Cuadros 1, 6, 7; y R. J. Nicholls, “Coastal Flooding and Wetland Loss in the 21st Century: Changes under the SRES Climate and Socio-Economic Scenarios”, *Global Environmental Change* 14, no. 1 (2004): Cuadros 2 y 3. El PIB y el PIB per cápita se expresan en dólares de Estados Unidos de 1990.

Nota: el cambio en la temperatura mundial se basa en el modelo HadCM3.

Muchos factores determinantes del bienestar humano —el hambre, la malnutrición, las tasas de mortalidad, la expectativa de vida, el nivel de educación, y el gasto en atención de la salud y en investigación y desarrollo— mejoran cuando se eleva el nivel de desarrollo económico, medido según el PIB per cápita.²¹

El incremento de la riqueza también hace que mejoren algunos indicadores de bienestar ambiental, aunque no necesariamente todos. Las naciones más ricas tienen un mayor rendimiento cerealero (un factor importante de las tierras de cultivo, que tiene una relación inversamente proporcional con la conversión de hábitats), y un mayor acceso al agua potable y al saneamiento. Además, sus tasas de natalidad son más bajas.²² Específicamente, el acceso al agua potable y al saneamiento funcionan como indicadores dobles: del bienestar tanto humano como ambiental. Lo mismo ocurre con el rendimiento de los cultivos, ya que la mayor producción no solo significa más alimento y menos hambre sino que, además, reduce la presión sobre el hábitat.²³

Los datos de distintos países también indican que, para un nivel dado de desarrollo económico, estos indicadores de bienestar humano y ambiental (entre ellos la malnutrición, las tasas de mortalidad, la expectativa de vida, el acceso al agua potable, el rendimiento de los cultivos y demás) mejoran a lo largo del tiempo

(la tecnología mejora con el paso del tiempo).²⁴ Del mismo modo, cabe esperar que, si todo lo demás se mantiene constante, también aumente la capacidad de la sociedad de lidiar con cualquier adversidad, entre ellas el cambio climático.

Por lo tanto, con el tiempo, la combinación de desarrollo económico y tecnológico debería incrementar la capacidad de adaptación de la sociedad, y esto, a su vez, salvo en caso de mala adaptación involuntaria, debería reducir los impactos futuros del cambio climático.²⁵ Esto se manifiesta, por ejemplo, en las drásticas reducciones —del 99% o más— que registraron durante el siglo XX, en Estados Unidos, las tasas de mortalidad y morbilidad por diversas enfermedades relacionadas con el agua, como la fiebre tifoidea, la fiebre paratifoidea, la disentería, el paludismo y diversas enfermedades gastrointestinales.²⁶

Este trabajo pone de relieve la tensión entre las mejoras en la salud pública y ambientales asociadas con la creación de riqueza y el progreso tecnológico, por un lado; por otro, los impactos negativos compensatorios del aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero sobre la salud pública y ambiental. Como demostraré, en general, la evaluación rápida y el *Informe Stern* confirman que los mundos más ricos y cálidos no necesariamente tendrían niveles más bajos de bienestar humano y ambiental que los más pobres y fríos.

Los impactos del cambio climático: cuatro escenarios

En esta sección, presento las estimaciones de los escenarios de la evaluación rápida de la población en riesgo en 2085 con y sin cambio climático realizadas para cuatro amenazas para el bienestar humano sensibles al clima —el hambre, el estrés hídrico, las inundaciones de zonas costeras y el paludismo— y varios indicadores ambientales también susceptibles al clima.

Es preciso tener en cuenta dos aspectos importantes al realizar la comparación de la población en riesgo de verse afectada por estos peligros *sin* cambio climático con aquella en riesgo de estos peligros *con* este fenómeno.

En primer lugar, el IPCC supone que en 2085 la población es la misma para los escenarios A1FI y B1. Sin embargo, ese supuesto es discutible. En el mundo real, los niveles más elevados de desarrollo económico suelen asociarse con tasas de fertilidad totales más bajas.²⁷ Así, el mundo A1FI debería tener una menor población en 2085 que el B1. En consecuencia, es probable que la población en riesgo del escenario A1FI esté sobrestimada en relación con B1. Del mismo modo, en relación con el escenario B1, probablemente las emisiones de GEI y los cambios climáticos correspondientes estén sobrestimados en el A1FI, porque las emisiones serían menores en un mundo menos poblado. Esto también da por resultado estimaciones más altas de la población en riesgo en el escenario A1FI en relación con B1.

En segundo lugar, la adaptación endógena no está tratada en forma del todo adecuada en los estudios de la evaluación rápida y el *Informe Stern*. Algunos trabajos de la evaluación rápida (por ejemplo, los del hambre y las inundaciones de zonas costeras) tienen en cuenta la posibilidad de respuestas adaptativas “espontáneas” porque cabe esperar que, incluso sin políticas gubernamentales nuevas, la gente utilice las tecnologías disponibles para protegerse de daños económicos o físicos, aun en un mundo “sin cambios”. Sin embargo, el estudio sobre estrés hídrico no prevé *ninguna* adaptación. Y, en el caso de la evaluación rápida, incluso los estudios que sí toman en cuenta un cierto grado de adaptación limitan el rango de opciones tecnológicas a las tecnologías disponibles actualmente.²⁸ Pero cabe esperar que en el futuro y en cualquiera de los escenarios este menú de opciones sea mucho más amplio y efectivo en función de costos y accesible, por los siguientes motivos:

- El mundo será más rico en cualquiera de los escenarios (véase cuadro 1) y, por lo tanto, tendrá una mayor capacidad de crear, pagar y aplicar tecnologías nuevas y mejoradas
- La tecnología avanzará con la acumulación de los conocimientos, incluso si la sociedad no aumenta su riqueza
- Incluso sin cambios específicos de políticas, inevitablemente, se crearán tecnologías nuevas y mejoradas para lidiar específicamente con las consecuencias negativas del cambio climático.

Por ello, limitar la adaptación entre el presente y 2085 a las tecnologías “actuales” equivale a estimar la producción de ali-

mentos de hoy sobre la base de la tecnología de 1920 (o anterior). No cabe duda de que una estimación de este tipo llevaría a subestimar la producción de alimentos y sobrestimar el hambre.²⁹ En nuestro caso, se sobrestima la población en riesgo en todos los escenarios, pero la sobrestimación es mayor en el caso del escenario A1FI, seguido del B1, B2 y A2, en ese orden.

Hambre

En el cuadro 2 se presentan las estimaciones realizadas por la evaluación rápida de la población en riesgo de hambre en 2085 con y sin cambio climático para los diversos escenarios. Estas estimaciones, que suponen fertilización por CO₂ en caso de darse este cambio, indican que, en cualquiera de los escenarios, las condiciones del mundo con respecto al hambre en 2085 serán mejores de lo que fueron en 1990, a pesar del aumento de la población.

Del análisis del cuadro 2 pueden extraerse tres conclusiones:

- Los escenarios más fríos (B2 y B1) no dan como resultado marcadamente menos hambre que el más cálido (A1FI). De hecho, el escenario más cálido da como resultado menos hambre que dos de los tres más fríos. De no haber sido por la sobrestimación sistemática por parte de la evaluación rápida de la población en riesgo de hambre en el mundo A1FI en relación con el B1, el escenario A1FI podría haber dado como resultado los niveles más bajos de todos de hambre, tanto con como sin cambio climático.
- En algunos escenarios (A2 y, posiblemente, B2), el cambio climático podría, en realidad, reducir la incidencia del hambre, por lo menos hasta 2085.
- En todos los escenarios, la población adicional en riesgo de hambre a causa solo del cambio climático es menor que la población en riesgo de hambre sin este factor. Por lo menos hasta 2085, las consecuencias del cambio climático sobre el hambre son menores que las de otros factores.

Las estimaciones del cuadro 2 se basan en el supuesto de que el CO₂ atmosférico mejorará el rendimiento de los cultivos. Si esto no resultara así, el cambio climático incrementaría la población total en riesgo en todos los escenarios. Aun así, la población adicional en riesgo de hambre a causa de este fenómeno seguiría siendo menor que la población en riesgo sin cambio climático en todos los escenarios menos el A1FI.³⁰ Pero esos resultados son remotos, debido a la baja probabilidad de que el efecto directo del CO₂ sobre el crecimiento de los cultivos sea igual a cero o negativo, en especial dado que cabe esperar que las sociedades futuras, específicamente la sociedad A1FI, tengan una mayor capacidad de adaptación.

El *Informe Stern* sostiene, sobre la base de un trabajo de Long et al., que el efecto benéfico de la fertilización por CO₂ está sobrestimado.³¹ Por eso, utiliza los resultados del estudio sobre hambre de la evaluación rápida, que supone que “no hay fertilización”. Pero, en realidad, Long et al. estima que el efecto del CO₂ sobre la fertilización podría ser de un tercio o la mitad,

Cuadro 2
Población en riesgo de hambre en 2085

| Unidades | <i>Población en riesgo sin cambio climático</i> | | <i>Población adicional en riesgo por cambio climático</i> | | <i>Población total en riesgo</i> | |
|-----------------|---|---------------------|---|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| | Millones | % población mundial | Millones | % población mundial | Millones | % población mundial |
| Referencia 1990 | de 798 a 872 | de 15,1 a 16,5 | | | de 798 a 872 | de 15,1 a 16,5 |
| A1FI 2085 | 105 | 1,3 | 28 | 0,4 | 133 | 1,7 |
| A2 2085 | 767 | 5,4 | de -28 a -9 | de -0,2 a -0,1 | de 739 a 758 | de 5,5 a 5,3 |
| B2 2085 | 233 | 2,3 | de -11 a 5 | de -0,1 a 0,05 | de 222 a 238 | de 2,2 a 2,3 |
| B1 2085 | 90 | 1,1 | 10 | 0,1 | 100 | 1,3 |

Fuente: M. L. Parry et al., “Effects of Climate Change on Global Food Production under SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios”, *Global Environmental Change* 14, no. 1 (2004): págs. 53–67.

y no igual a cero, en áreas en las que no se aplica suficiente nitrógeno o en las que el riego que reciben los cultivos es insuficiente.³² No obstante, un documento realizado por otro grupo de expertos que evaluó el estudio de Long et al. concluyó que su análisis era “incorrecto, por basarse parcialmente en inconsistencias técnicas y [carecer de] significación estadística”.³³

Más aún, el estudio de Long et al. justificaba su estimación baja del efecto de fertilización sosteniendo que el uso de nitrógeno por hectárea es menor en el mundo en desarrollo que en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico. Si bien eso podría ser cierto hoy, el aumento del uso del nitrógeno es precisamente el tipo de adaptación que se volverá más accesible en el futuro a medida que los países, incluso los países en desarrollo, se enriquezcan. De hecho, se trata de una de las adaptaciones autónomas que contempla el estudio de la evaluación rápida.³⁴ Además, el desarrollo de cultivos resistentes a sequías y/o que permiten un uso más eficiente del nitrógeno es una de las áreas más activas en la investigación de cultivos.³⁵

Aunque la contribución del cambio climático a la población total en riesgo de hambre en 2085 parece grande (21%), es el resultado de una caída pequeña (2%) de la producción mundial futura de alimentos entre 1990 y 2085 debido al calentamiento.³⁶ Dicho de otro modo, el calentamiento no mitigado reduciría el crecimiento anual de la productividad de la producción de alimentos del 0,84% por año al 0,82% por año. Esto sugiere dos cosas. Primero, que una caída pequeña en la tasa de crecimiento de la productividad —quizá “forzada” por el supuesto de que no se crearán nuevas tecnologías de manera autónoma para la adaptación al cambio climático— generaría efectos desproporcionadamente marcados en cuanto a la población en riesgo de hambre.³⁷ Segundo, que un pequeño impulso en la productividad anual del sector alimenticio y agrícola podría hacer mucho por garantizar que el hambre no aumente en el futuro.

Por último, las estimaciones expuestas en el cuadro 2 indican que, a fin de comparar las consecuencias de distintos esce-

narios, no basta examinar las consecuencias del cambio climático. También es necesario observar el nivel total de hambre. De lo contrario, sobre la base de un análisis de la población en riesgo solo causado por este fenómeno podría concluirse erróneamente que, en lo que respecta al hambre, A2 es el mejor de los cuatro mundos estudiados. Pero, sobre la base de la población total o de la proporción mundial en riesgo, A2 sería el peor de los cuatro escenarios en términos de hambre. Esto ilustra también que los esfuerzos orientados a minimizar las consecuencias del cambio climático descuidando otros objetivos sociales podrían, en realidad, reducir el bienestar humano general.

Estrés hídrico

En el cuadro 3 se presentan las estimaciones realizadas para cada escenario por la evaluación rápida de la población en riesgo de estrés hídrico en 2085 con y sin cambio climático.³⁸ Se considera que una población está en riesgo si el suministro de agua disponible cae por debajo de los 1.000 m³ per cápita por año. La población en riesgo del cuadro 3 refleja el hecho de que, a causa del cambio climático, algunas poblaciones ingresarán a esta categoría mientras que otras saldrán de ella.

El cuadro 3 demuestra claramente que el escenario más cálido (y con un mayor nivel de riqueza) presenta el menor estrés hídrico total.

Esto es aún más llamativo dado que los cálculos sobre los que se basa el cuadro 3 suponen una ausencia total de adaptación a pesar de las respuestas adaptativas de comprobada eficacia fácilmente disponibles tanto del lado de la oferta como del de la demanda (como el almacenamiento de agua para aumentar el suministro en los períodos más secos, o su aranceamiento y otras medidas de conservación).³⁹ Por ello, existe una sobrestimación de la población en riesgo en todos los escenarios. Sin embargo, esta sobrestimación es mayor en el caso del escenario A1FI (el más rico) y menor en el A2 (el más pobre). Si bien considerar la adaptación no cambiaría el ordenamiento, sí aumentaría las diferencias de la población en riesgo entre los distintos escenarios.

Cuadro 3
Población en riesgo de estrés hídrico en 2085

| Unidades | <i>Población en riesgo sin cambio climático</i> | | <i>Población adicional en riesgo por cambio climático</i> | | <i>Población total en riesgo</i> | |
|-----------------|---|---------------------|---|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| | Millones | % población mundial | Millones | % población mundial | Millones | % población mundial |
| Referencia 1990 | 1.368 | 25,8 | | | 1.368 | 25,8 |
| A1FI 2085 | 2.859 | 36,2 | -1.192 | -15,1 | 1.667 | 21,1 |
| A2 2085 | 8.066 | 56,8 | de -2,1 a 0 | de -14,8 a 0 | de 5.966 a 8.066 | de 42 a 56,8 |
| B2 2085 | 4.530 | 44,4 | de -937 a 104 | de -9,2 a 1 | de 3.593 a 4.634 | de 35,2 a 45,4 |
| B1 2085 | 2.859 | 36,2 | -634 | -8,0 | 2.225 | 28,2 |

Fuente: N. W. Arnell, "Climate Change and Global Water Resources: SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios", *Global Environmental Change* 14, no. 1 (2004): pág. 41, Cuadro 8.

Inundaciones de zonas costeras

Las estimaciones realizadas por la evaluación rápida de la población en riesgo de inundaciones de zonas costeras con y sin cambio climático entre 1990 y 2085 se exponen en el cuadro 4. Cabe destacar que el nivel del mar aumentará en relación con la tierra no sólo a causa de este fenómeno sino también porque la tierra puede hundirse por diversos motivos no relacionados a este (por ejemplo, la extracción de agua, gas o petróleo por debajo de la línea de la costa). En este cuadro, la población en riesgo se mide de acuerdo con el promedio de personas que experimentarían inundaciones de zonas costeras a causa de una ola ciclónica en 2085 con y sin cambio climático, si se supone que la población estaría preferentemente atraída hacia la costa y que habría algunas adaptaciones con un rezago de 30 años.⁴⁰ Las cotas inferior y superior de los rangos de población en riesgo para cada entrada del cuadro 4 suponen, respectivamente, un hundimiento bajo y alto por causas humanas no relacionadas con el cambio climático.

La principal conclusión que se extrae del cuadro 4 es que el escenario más cálido y rico (A1FI) produce daños apenas mayores por inundaciones de zonas costeras que el más frío (B1). Esta conclusión se debe, al menos parcialmente, al hecho de que, aunque los cálculos del cuadro 4 constituyen un esfuerzo encomiable por incorporar las mejoras en la capacidad de adaptación posibles debido al aumento de la riqueza, algunos de los supuestos subyacentes son cuestionables.

Por ejemplo, los escenarios del cuadro 4 permiten que las sociedades tomen medidas para reducir el riesgo de inundaciones de zonas costeras como respuesta a las condiciones de marejada de 1990, pero no tienen en cuenta los cambios ocasionados por el posterior aumento del nivel del mar.⁴¹ Sin embargo, cabría esperar que, al momento de adoptar cualquier medida, la sociedad considerara los datos más recientes disponibles sobre la situación de marejada. Es decir, si la medida se adoptara, por

ejemplo, en 2050, su diseño tomaría en consideración, por lo menos, el nivel del mar y las tendencias de 2050, y no los de 1990.

Los cálculos dan cuenta también de un rezago constante entre el aumento del nivel del mar y la adopción de medidas de protección. Sin embargo, podría esperarse que, si este continúa subiendo, el rezago entre la mejora de los estándares de protección y el aumento del PIB per cápita se redujera con el tiempo. Más aún, cabe pensar que, cuánto más rica es una sociedad, más rápida es su adaptación. De hecho, si los datos confirman que las tendencias de aumento del nivel del mar son firmes, es posible que se tomen medidas de protección anticipadas; es decir que el rezago podría incluso volverse negativo, aun en un mundo "sin cambios" (business-as-usual).

Además, estos cálculos no toman en cuenta ninguna desaceleración en la migración preferencial de la población hacia zonas costeras, que no es improbable si la inundación de esas zonas se vuelve más frecuente y costosa. Por otra parte, si la migración hacia zonas costeras sigue sin reducirse, podrían aumentar las inversiones de los países en protección de esas zonas a causa del incremento de su población en relación con la población total.

Por último, los escenarios utilizados en el cuadro 4 suponen que el hundimiento es más probable en el mundo del A1FI que en los B1 y B2. Ese supuesto contradice la experiencia del mundo real, que indica que, una vez que los países más ricos se convencen de la existencia de un problema, ya sea que este se relacione con el medio ambiente o con la salud, suelen responder con más rapidez para remediarlo, invertir más y contar con una mayor protección ambiental que los países más pobres, en especial en los elevados niveles de desarrollo que, como se ve en el cuadro 1, se proyectan para casi todo el mundo para fines de este siglo en todos los escenarios del IPCC.⁴² Por ello, cabría esperar que el mundo más rico (A1FI) gastara más y estuviera más protegido contra el hundimiento que el B1 (y el A1, y el B2).

Paludismo

El estudio utilizado en el análisis del paludismo realizado por la evaluación independiente ofrece estimaciones de cambio en la población mundial en riesgo de paludismo por cambio climático, pero no de la población en riesgo de no darse este cambio.⁴³ Como vimos en el cuadro 2, el escenario que exhibe la mayor población en riesgo a causa de este factor no siempre tiene la mayor población total en riesgo, y esta última constituye una medida más relevante del bienestar humano. Por lo tanto, el análisis publicado no nos permite determinar si el aumento del paludismo estaría dominado por el cambio climático o por otros factores.⁴⁴ Tampoco nos dice si el bienestar (medido por la población total en riesgo de esta enfermedad) sería mayor en un mundo más rico pero más cálido en comparación con mundos más pobres pero más fríos.

A fin de responder estas preguntas, utilizaré los resultados de una versión anterior de la evaluación rápida sobre las consecuencias mundiales del cambio climático.⁴⁵ Ese análisis anterior empleaba un escenario “sin cambios” —el denominado IS92a— formulado para la evaluación de impacto del IPCC de 1995. Este escenario no incluía controles adicionales de GEI ni tenía en cuenta la posibilidad de ninguna adaptación. En ese escenario, para 2085, se proyectaba una población mundial de 10.700 millones de personas y un PIB promedio per cápita de US\$17.700 (en dólares estadounidenses de 1990).⁴⁶ El modelo HadCM2 del Servicio Meteorológico del Reino Unido proyectaba que, en ese escenario, la temperatura mundial promedio aumentaría 3,2°C entre 1990 y 2085, lo que se aproxima al aumento de temperatura que se proyecta utilizando el modelo HadCM3 en el escenario A2.⁴⁷

En el cuadro 5 se resumen los resultados de ese estudio sobre el paludismo. El trabajo señalaba que la población mundial en riesgo de transmisión de esta enfermedad, sin cambio climático, se duplicaría de 4.410 millones en 1990 a 8.820 millones en 2085, mientras que la población adicional en riesgo a causa de este en 2085 sería de entre 256 millones y 323 millones.

Dicho de otro modo, el cambio climático sólo sería responsable de una pequeña porción (no mayor del 3,5%) de la población total en riesgo de paludismo en 2085.⁴⁸

Cabe señalar que el rango actual está menos determinado por el clima que por la adaptabilidad humana. Independientemente de cualquier calentamiento mundial que haya podido existir hasta ahora, el paludismo se erradicó en los países más ricos, a pesar de la gran incidencia que tenía en otros siglos; algunas veces, llegaba a Canadá y se extendía hacia el norte hasta el círculo polar ártico.⁴⁹ Esto se debe a que las sociedades más ricas tienen una mejor nutrición, una mejor salud general y un mayor acceso a medidas y tecnologías de salud pública orientadas a controlar las enfermedades en general y el paludismo en particular. Dicho de otro modo, las sociedades más ricas y tecnológicamente avanzadas de hoy tienen una mayor capacidad de adaptación, y esto se manifiesta en la distribución geográfica actual de la prevalencia de esta en todo el mundo.⁵⁰

El hecho de que el paludismo sea un riesgo sanitario importante sólo en los países más pobres reafirma la importancia de incorporar en las evaluaciones de impacto la capacidad de adaptación y los cambios en la capacidad futura de adaptación debidos al crecimiento económico y el cambio tecnológico. De hecho, el análisis sugiere que el paludismo se elimina funcionalmente en las sociedades cuyo ingreso anual per cápita alcanza los US\$3.100.⁵¹ Pero, como puede verse en el cuadro 1, incluso en el escenario más pobre (A2), se proyecta que el PIB promedio per cápita para los países en desarrollo sea de US\$11.000. Por ello, debería haber pocos países, o ninguno, que no superara el umbral de US\$3.100 en 2085. Más aún, dada la rápida expansión de nuestro conocimiento de las enfermedades y de la creación de instituciones dedicadas a la salud y a la investigación médica, es casi seguro que el umbral de US\$3.100 caerá en las próximas décadas a medida que las medidas y tecnologías relacionadas con la salud pública sigan mejorando y volviéndose más eficientes en función de los costos.

Cuadro 4
Población en riesgo de inundación de zonas costeras en 2085

| Unidades | <i>Población en riesgo sin cambio climático</i> | | <i>Población adicional en riesgo por cambio climático</i> | | <i>Población total en riesgo</i> | |
|-----------------|---|---------------------|---|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| | Millones | % población mundial | Millones | % población mundial | Millones | % población mundial |
| Referencia 1990 | 10 | 0,2 | | | 10 | 0,2 |
| A1FI 2085 | de 1 a 3 | 0 | de 10 a 42 | de 0,1 a 0,5 | de 11 a 45 | de 0,1 a 0,6 |
| A2 2085 | de 30 a 74 | de 0,2 a 0,5 | de 50 a 277 | de 0,4 a 2 | de 80 a 351 | de 0,6 a 2,5 |
| B2 2085 | de 5 a 35 | de 0 a 0,3 | de 27 a 66 | de 0,3 a 0,6 | de 32 a 101 | de 0,3 a 1 |
| B1 2085 | de 2 a 5 | de 0 a 0,1 | de 3 a 34 | de 0 a 0,5 | de 5 a 39 | de 0 a 0,5 |

Fuente: R. J. Nicholls, "Coastal Flooding and Wetland Loss in the 21st Century: Changes under the SRES Climate and Socio-Economic Scenarios," *Global Environmental Change* 14, no. 1 (2004)

Cuadro 5
Población en riesgo de paludismo en 2085 (en millones)

| | Referencia 1990 | 2085 |
|--|-----------------|------------------|
| Población en riesgo sin cambio climático | 4.410 | 8.820 |
| Población adicional en riesgo por cambio climático | | de 256 a 323 |
| Población en riesgo total | 4.410 | de 9.076 a 9.143 |

Fuente: N. W. Arnell et al., "The consequences of CO2 Stabilization for the Impacts of Climate Change", *Climate Change* 53 (2002): 413-46.

Cambios ecológicos en 2085–2100

Hasta el momento, hemos analizado el impacto del cambio climático sobre el bienestar humano. Sin embargo, también afectará la ecología mundial. Especialmente, tendrá un efecto: sobre la capacidad de la biosfera terrestre para eliminar el carbono de la atmósfera (es decir, la capacidad para funcionar como “sumidero” para el carbono), sobre la extensión de las tierras de cultivo (una medida rudimentaria de la proporción del hábitat convertida para uso agrícola, que es, quizá, la mayor amenaza a la biodiversidad mundial terrestre)⁵² y sobre la extensión de tierras húmedas costeras.

En el cuadro 6, derivado de la evaluación rápida, se resume el impacto que podría tener el calentamiento sobre estos indicadores ecológicos en cada uno de los cuatro escenarios analizados hasta el momento.

En cada escenario, la capacidad neta de zonas de absorción de carbono es mayor en 2100 (respecto de 1990), porque el efecto positivo de la fertilización producto del carbono no se verá contrarrestado por los efectos negativos de las mayores temperaturas durante ese período. Las capacidades de absorción de carbono en los escenarios más cálidos (A1FI y A2) son aproximadamente iguales en 2100 y mayores que en los más fríos (B1 y B2).

En parte por la misma razón y, también, debido a la baja población, las menores tierras de cultivo se registran en A1FI, seguido por B1 y B2. (No proporcionaron estimaciones sobre tierras de cultivo para el escenario A2.) Así, en el futuro cercano, el escenario A1FI tendría la menor pérdida de hábitat (y, en consecuencia, el menor riesgo para la biodiversidad terrestre), mientras que aquellos más fríos tendrían las mayores pérdidas de hábitat.

En relación con la pérdida de tierras húmedas costeras, las pérdidas estimadas producto del aumento del nivel del mar son sustanciales en todos los escenarios. Sin embargo, la contribución del cambio climático a las pérdidas totales en 2085 es menor que las causadas por el hundimiento producto de otras causas humanas.⁵³ En el cuadro 6 puede verse que las pérdidas totales de tierras húmedas costeras son mucho mayores en el escenario A1FI que en B1 y B2, pero esto se debe principalmente al supuesto que sostiene que en A1FI la sociedad tomaría menos medidas o de menor efectividad para aliviar el hundimiento no relacionado con el cambio climático, supuesto que, como se dijo anteriormente, es discutible.⁵⁴

¿Es el cambio climático el problema ambiental más importante en el futuro cercano?

En un trabajo presentado en *Nature* se sostiene que el calentamiento mundial puede haber causado aproximadamente 0,17 millones de muertes en todo el mundo en 2000.⁵⁵ Esta estimación se basa en un análisis auspiciado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Sin embargo, los autores de ese análisis reconocen que:

El cambio climático se da en un contexto de gran variabilidad climática natural, y sus impactos sobre la salud se confunden con otros cambios simultáneos en muchos factores que afectan la salud de la población [...] Por esa razón, la observación empírica de las consecuencias para la salud del cambio climático a largo plazo, junto con la formulación, prueba y modificación de hipótesis, implicaría el uso de series prolongadas (probablemente, de varias décadas) de un seguimiento riguroso. *Si bien este proceso puede ajustarse a los cánones de la ciencia empírica, no proporcionaría la información necesaria a su debido tiempo para formular políticas sobre la atenuación de las emisiones de gases de efecto invernadero destinadas a contrarrestar posibles consecuencias para la salud en el futuro.*⁵⁶

En otras palabras, la estimación de 0,17 millones debería tomarse con escepticismo, en cuanto se admite que se sacrificó el rigor científico en función de un objetivo de políticas predefinido. Sin embargo, a menos que se quiera dejar todo librado al azar, no se puede basar políticas sólidas en un método científico deficiente.

No obstante, para este trabajo, aceptaremos esta estimación controvertida sin cuestionarla. Una tasa de muertes anual de 0,17 millones representa el 0,28% de la mortalidad mundial.⁵⁷ Los datos de la OMS, sin embargo, indican que el cambio climático no se encuentra ni siquiera entre los 10 principales factores de riesgo para la salud relacionados con los alimentos, la nutrición y la exposición ambiental y ocupacional. Específicamente, la OMS atribuye:

- 1,2 millones de muertes al paludismo en 2001;
- 3,24 millones de muertes a la malnutrición;⁵⁸
- 1,73 millones de muertes al agua no potable, saneamiento inadecuado y falta de higiene;
- 1,62 millones de muertes a la contaminación interna causada por la calefacción interna y la cocción de alimentos

con madera, carbón o estiércol;

- 0,8 millones de muertes a la polución del aire en zonas urbanas; y
- 0,23 millones de muertes a la exposición al plomo.⁵⁹

Claramente, el cambio climático no es el principal problema ambiental (mucho menos de salud pública que enfrenta el mundo hoy en día.

¿Es posible que en el futuro cercano el impacto del cambio climático sobre la salud pública supere al impacto de los demás factores? Para entender mejor esa pregunta, podemos convertir las poblaciones en riesgo de los cuadros 2, 4 y 5 en términos de hambre, inundación de zonas costeras y paludismo en estimaciones aproximadas de la mortalidad, suponiendo que 1) la mortalidad aumenta en forma lineal al crecer las poblaciones en riesgo entre 1990 y 2085 y que 2) no hubo cambios en mortalidad en relación con estas amenazas entre 1990 y 2001.⁶⁰

Como el cuadro 5 sobre el paludismo solo tiene información sobre el escenario IS92a, es preciso recurrir a supuestos adicionales a fin de obtener la mortalidad de cada uno de los cuatro escenarios estándar. Específicamente, en relación con el paludismo, las estimaciones de mortalidad para cada uno de los escenarios del IPCC se calculan suponiendo que 1) en caso de no haber cambio climático, la población en riesgo aumenta en

forma lineal en función de la población mundial en 2085 en todos los escenarios y que 2) la relación entre la población en riesgo adicional producto del cambio climático y la población en riesgo sin este varía en función del cuadrado del coeficiente de cambio mundial de temperatura.⁶¹

Cabe destacar que es probable que la metodología utilizada para convertir la población en riesgo en un indicador de mortalidad tienda a sobrestimarla, ya que no tiene en cuenta los aumentos en la capacidad de adaptación producto del desarrollo económico o el progreso tecnológico (ni el que se genera con el transcurso del tiempo). Esto, sin embargo, es coherente con los métodos utilizados para la evaluación de impactos, en cuanto no tienen en cuenta las nuevas tecnologías para combatir el hambre o el aumento de la riqueza ni las nuevas tecnologías para el tratamiento del paludismo. En cualquier caso, tanto la mortalidad sin cambio climático como la mortalidad debida exclusivamente a este deberían sufrir la misma sobrestimación. Como los análisis del impacto suelen subestimar los cambios en la capacidad de adaptación, es probable que las estimaciones de mortalidad estén sobrestimadas en todos los escenarios, en especial en los más ricos.

En el cuadro 7 se presentan los resultados, en cada escenario, relacionados con la mortalidad sin cambio climático, el

Cuadro 6
Indicadores ecológicos

| <i>Indicadores</i> | <i>Unidad de medida</i> | <i>Base 1990</i> | <i>A1F1</i> | <i>A2</i> | <i>B2</i> | <i>B1</i> |
|---|----------------------------|------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Concentración de CO2 (en 2100) | ppm | 353 | 970 | 856 | 621 | 549 |
| Capacidad neta de zonas de absorción de carbono con cambio climático (en 2100) | Pg C/yr | 0,7 | 5,8 | 5,9 | 3,1 | 2,4 |
| Superficie de tierras de cultivo con cambio climático (en 2100) | % de las tierras del mundo | 11,6 | 5,0 | NA | 13,7 | 7,8 |
| Pérdida de tierras húmedas costeras debidas únicamente al aumento del nivel del mar (1990-2085) | % de la superficie actual | | 5 - 20 | 3 - 14 | 3 - 15 | 4 - 16 |
| Pérdidas de tierras húmedas costeras debida a otras causas (1990-2085) | % de la superficie actual | | 32 - 62 | 32 - 62 | 11 - 32 | 11 - 32 |
| Pérdidas combinadas de tierras húmedas costeras (1990-2085) | % de la superficie actual | | 35 - 70 | 35 - 68 | 14 - 42 | 14 - 42 |

Fuentes: Nigel W. Arnell et al., "The Consequences of CO2 Stabilization"; Indur M. Goklany y David A. King, "Climate Change and Malaria", carta, *Science* 306 (2004); Robert J. Nicholls, Coastal Flooding and Wetland Loss in the 21st Century: Changes under the SRES Climate and Socio-Economic Scenarios", *Global Environmental Change* 14, no. 1, (2004): págs. 69-86; y P. E. Levy et al., "Modeling the Impact of Future Changes in Climate, CO2 Concentration and Land Use on Natural Ecosystems and the Terrestrial Carbon Sink", *Global Environmental Change* 14, no. 1 (2004): 21-30.

aumento de la mortalidad causado exclusivamente por este y la suma de ambos en 2085. A fin de mantener la simplicidad del cuadro 7, sólo se expone el límite superior de la estimación de la población en riesgo en cada uno.

En este cuadro puede verse como, *en cada escenario*, la contribución del cambio climático a la mortalidad total causada por paludismo, hambre e inundaciones de zonas costeras es sustancialmente menor que la contribución a la mortalidad producto de otros factores. La primera contribución varía entre un 3,6% en el escenario B2 y un 10,3% en A1FI. Así, si el cambio climático se detuviera en sus niveles de 1990, sólo reduciría la mortalidad en 2085 producto de estos tres factores en no más del 10,3%, por ejemplo, en A1FI (el más cálido y el más rico), lo cual representa 237.000 muertes de un total potencial de 2.304.000.

Estos resultados, combinados con los del cuadro 3 para las poblaciones en riesgo de sufrir estrés hídrico y los del cuadro 6 referidos a los indicadores ecológicos, indican que, en general, el efecto de los factores no relacionados con el cambio climático más que compensa el efecto del cambio climático respecto del bienestar humano o ambiental. Por ello, es poco probable que este sea el problema ambiental más importante en relación con el bienestar humano o ambiental, al menos en el futuro cercano.

¿Son los escenarios más ricos y más cálidos peores que los escenarios más pobres, pero más fríos?

A causa del cambio climático, las generaciones futuras serán más pobres que lo que habrían sido de no haberse producido este cambio. Sin embargo, ¿equivale esto a decir que los niveles netos de bienestar serán necesariamente menores que los de hoy en día? Para responder a esta pregunta, nos basamos en los datos aportados por el *Informe Stern* que estimó que, de no mitigarse, el cambio climático reducirá el bienestar en una medida equivalente a una disminución en el consumo per cápita de entre el 5% y el 20% “en la actualidad y para siempre”, si se toman en cuenta los impactos relacionados y no relacionados con el mercado, y el riesgo de catástrofe.⁶² Además, sugería que, para el año 2200, el percentil 95 de las pérdidas equivalentes en PIB per cápita podría aumentar al 35,2%.⁶³

En el cuadro 8 se utiliza el *Informe Stern* para estimar el bienestar neto per cápita en cada uno de los cuatro escenarios. Se proporcionan estimaciones sobre las pérdidas de bienestar que se producen si suponemos que el cambio climático no se mitiga y ajustamos el PIB per cápita de 2100 a la baja a fin de reflejar esas pérdidas, suponiendo que aumentarían en función del cuadrado del aumento de la temperatura promedio mundial entre 1990 y 2085, como se expone en el cuadro 1.

En el cuadro 8 se sugiere que, a pesar del desmesurado aumento de los impactos negativos del cambio climático que propone el *Informe Stern*, el bienestar de 2100 debería ser mayor que el de 1990. Cabe destacar que, incluso si tenemos en cuenta el cambio climático, el bienestar en los países en desarrollo (en promedio) debería ser mayor en 2100 que en 1990, para todos los escenarios salvo el A2.

Esto pone en duda los argumentos que sostienen que las

generaciones actuales tienen la obligación moral de adoptar medidas agresivas para mitigar el cambio climático ahora porque, de no hacerlo, las generaciones futuras registrarán una pérdida de bienestar. Esas generaciones no sólo estarán mejor, sino que también tendrían que contar con más y mejores tecnologías para hacer frente al cambio climático y cualquier otra fuente de adversidad.

Lo más notable, sin embargo, es el hecho de que el bienestar en 2100 sería, en términos agregados, mayor en el escenario más rico y más cálido (A1FI) y menor en el más pobre (A2). Se llega a esta conclusión a pesar de la tendencia de los análisis de impactos, mencionada anteriormente, de sobrestimar los impactos negativos netos, en especial para las sociedades más ricas.

Si el bienestar futuro se mide por el ingreso per cápita ajustado en función de las pérdidas de bienestar debidas al cambio climático, la sorprendente conclusión a la que se llega utilizando las mismas estimaciones del *Informe Stern* es que las generaciones futuras estarán mejor en el escenario más rico y más cálido (A1FI). Esto sugiere que, si el objetivo de la política pública es la protección del bienestar futuro, la intervención gubernamental no debería intentar minimizar las emisiones de CO₂, sino maximizar la creación riqueza.

Costos y beneficios de la mitigación y la adaptación

En el corto plazo, la mitigación (es decir, las medidas destinadas a reducir las concentraciones antropógenas de GEI) tendrán un impacto ínfimo o nulo en la reducción de los impactos del cambio climático, a causa de la inercia del sistema climático. Sin embargo, a lo largo del tiempo, el efecto de la mitigación será cada vez mayor.

En el cuadro 9 puede verse el efecto de dos escenarios de mitigación sobre la mortalidad humana y la pérdida de hábitat para tres de los escenarios clave analizados hasta el momento.⁶⁴ Los dos escenarios de mitigación representan los dos extremos del espectro en términos de rigor: el Protocolo de Kyoto en el extremo inferior en términos de eficacia y costo y, en el extremo superior, un escenario que garantizaría que el cambio climático quedara en los niveles de 1990. Estas disminuciones, que surgen de los cuadros 3, 6 y 7, se presentan en relación con el caso sin mitigación, es decir, sin ningún tipo de control sobre las emisiones.

Para construir este cuadro, se utilizó un supuesto optimista: que, hacia 2085, el Protocolo de Kyoto reducirá un 7% el cambio climático (representado por aumentos en la temperatura mundial y el nivel del mar), lo cual a su vez disminuiría el efecto sobre el paludismo, el hambre y el estrés hídrico en función de un porcentaje similar, y el efecto de las inundaciones de zonas costeras un 21%.⁶⁵ Esto está basado en una investigación publicada por Thomas Wigley, en la que se estima que si se implementara totalmente el Protocolo de Kyoto, el nivel de calentamiento mundial en la década 2080 no disminuiría más de un 7%.⁶⁶ Sin embargo, como se verá más adelante, la validez de los argumentos y las conclusiones de este documento se cumplirían

Cuadro 7
Muertes en 2085 producto del hambre, el paludismo y la inundación de zonas costeras
(en miles)

| | Referencia 1990 | A1FI 2085 | A2 2085 | B2 2085 | B1 2085 |
|--|--------------------|--------------|------------|---------|---------|
| <i>Mortalidad sin cambio climático</i> | | | | | |
| Hambre | 3.240 | 407 | 2.976 | 904 | 349 |
| Inundaciones de zonas costeras | 8 | 2 | 59 | 28 | 4 |
| Paludismo | 1.120 | 1.657 | 2.977 | 2143 | 1657 |
| (Subtotal) | 4.368 | 2.067 | 6.012 | 3075 | 2010 |
| <i>Cambio en la mortalidad causado por el cambio climático</i> | | | | | |
| Hambre | 0 | 109 | -35 | 19 | 39 |
| Inundaciones de zonas costeras | 0 | 42 | 222 | 53 | 27 |
| Paludismo | 0 | 95 | 96 | 44 | 26 |
| (Subtotal) | 0 | 237 | 282 | 116 | 92 |
| <i>Mortalidad total</i> | 4.368 | 2.304 | 6.295 | 3.191 | 2.102 |

Fuente: Cuadros 2, 4, y 5.

independientemente de los supuestos que se utilicen sobre la eficacia del Protocolo para la mitigación del cambio climático.

En el cuadro 9 se demuestra que, al menos hasta 2085, los efectos de la mitigación serían variados: caídas en la mortalidad causada por paludismo, hambre e inundaciones de zonas costeras y, por otro lado, aumentos en la población en riesgo de sufrir estrés hídrico y disminuciones en el hábitat disponible para otras especies. Esto ejemplifica una de las principales deficiencias de la mitigación, a saber, que es indiscriminada: reduce todos los impactos, tanto los positivos como los negativos.

En el cuadro 9 también se demuestra que los beneficios del Protocolo de Kyoto son relativamente poco importantes en comparación con las magnitudes de los problemas que enfrenta. Por ejemplo, reduciría la mortalidad acumulada por paludismo, hambre e inundaciones de zonas costeras entre un 0% y un 1%, reducción que sería de entre un 4% y un 10% si de alguna manera se lograra mantener fijo el clima en su nivel de 1990.

Esos beneficios relativamente insignificantes, sin embargo, exigirían el desembolso de montos significativos de dinero. Por ejemplo, si el Protocolo de Kyoto fuera implementado cabalmente por todos los signatarios (entre ellos Estados Unidos y Australia), probablemente costaría a los países que figuran en el anexo 1 al menos US\$165.000 millones por año en 2010, un monto en el extremo inferior del espectro de estimaciones del informe de 2001 del IPCC.⁶⁷ El costo del escenario sin cambio climático, si suponemos que este fuera posible, sería mucho mayor, pero los trabajos sobre el tema no brindan ninguna estimación de costos satisfactoria para ese escenario.

Adaptación dirigida

Como puede verse en el cuadro 7, si se lograra mantener el clima en su nivel de 1990 (con un costo un poco por encima de los US\$165.000 millones anuales) quedaría sin resolver entre un

90% y un 96% del problema de mortalidad producto de las tres amenazas mencionadas. Por otro lado, las políticas orientadas a resolver todo no sólo tendrían un objetivo de oportunidad más amplio (es decir, el 100% del problema), sino que también es probable que resulten más efectivos en función de los costos que la mitigación. Las políticas orientadas a todo el problema sin duda mejorarán el bienestar humano más que aquellas políticas que sólo tienen como objetivo mitigar el cambio climático.

Además, las medidas que mitigarían la vulnerabilidad ante la parte del problema no relacionada con el cambio climático también disminuirían el componente relacionado con este.⁶⁸ Específicamente, las políticas y las medidas que reducirían las vulnerabilidades actuales a problemas climáticos también disminuirían los problemas futuros, ya sea causados por el cambio climático o por otros factores. Por ejemplo, una vacuna exitosa contra el paludismo ayudaría a reducir los casos ocasionados por este cambio y también aquellos producto de otros factores.

Ese enfoque —que denominaré “adaptación dirigida”— a diferencia de la mitigación, generaría importantes beneficios a corto y mediano plazo. Esto se debe principalmente a que la mitigación no afecta la mortalidad producto del componente de la amenaza no relacionada con el cambio climático. Como se ve en el cuadro 7, la mortalidad producto del hambre, el paludismo y las inundaciones de zonas costeras, de no producirse este cambio, va de 4,4 millones en 1990 a entre 2,1 millones y 6,3 millones en 2085 (según el escenario). Además, a causa de la inercia del sistema climático, la mitigación recién reduciría el componente del problema relacionado con el cambio climático después de algunas décadas.

La mitigación conlleva otro problema: reduce indiscriminadamente todos los impactos del cambio climático, tanto los negativos como los positivos. Por el contrario, la adaptación puede orientarse a fin de capturar los aspectos positivos de este

| Cuadro 8 | | | | | |
|---|-----------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| PIB per cápita (en dólares de 1990) de países industrializados y en desarrollo en 2100 | | | | | |
| | <i>1990</i> | <i>2100</i> | | | |
| | <i>Efectivo</i> | <i>A1FI</i> | <i>A2</i> | <i>B2</i> | <i>B1</i> |
| Aumento de la temperatura en 2085 [°C] | - | 4.0 | 3.3 | 2.4 | 2.1 |
| Países en desarrollo | | | | | |
| PIB per cápita sin cambio climático | \$875 | \$66.500 | \$11.000 | \$18.000 | \$40.200 |
| Costo máximo del cambio climático* | \$0 | \$23.408 | \$2.635 | \$2.281 | \$3.900 |
| Consumo neto per cápita, con cambio climático | \$875 | \$43.092 | \$8.365 | \$15.719 | \$36.300 |
| Países industrializados | | | | | |
| PIB per cápita sin cambio climático | \$14.500 | \$107.300 | \$46.200 | \$54.400 | \$72.800 |
| Costo máximo del cambio climático* | \$0 | \$37.770 | \$11.069 | \$6.894 | \$7.063 |
| Consumo neto per cápita, con cambio climático | \$14.500 | \$69.530 | \$35.131 | \$47.506 | \$65.737 |

* Bajo los supuestos que a) el cambio climático reducirá el bienestar un 35,2% para el escenario A1FI en 2100 (ver texto), que b) las pérdidas de bienestar varían en función del cuadrado del cambio mundial promedio en la temperatura y que c) el costo del cambio climático en 1990 equivale a cero. Fuentes: R. Warren et al. "Understanding the Regional Impacts of Climate Change", Tyndall Centre Working Paper no. 90, 2006, preparado para el Informe Stern, http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/twp90.pdf; N. W. Arnell, "Climate Change and Global Water Resources: SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios", *Global Environmental Change* 14, no.1 (2004): págs. 31–52; Banco Mundial, *Indicadores del desarrollo mundial* (2006); e *Informe Stern: la Economía del Cambio Climático*, 2006.

al mismo tiempo que a reducir los negativos. Y, mientras los impactos del calentamiento mundial todavía son objeto de debate, nadie cuestiona que el paludismo, el hambre, el estrés hídrico y las inundaciones de zonas costeras son problemas reales y urgentes, aquí y ahora. Así, la adaptación tiene muchas más probabilidades de generar beneficios que la mitigación y de lograr esos beneficios antes que esta.

Resulta significativo destacar que el trabajo sobre la adaptación dirigida puede comenzar (y ya ha comenzado, en algunas áreas) sin contar con un conocimiento detallado de los impactos del cambio climático. Esto puede verse en el desarrollo de las vacunas contra el paludismo, los derechos de propiedad transferibles para los recursos hídricos, el desarrollo de sistemas de alerta sobre acontecimientos climáticos (desde tormentas a posibles epidemias de diversos tipos) y la mayor comprensión de los mecanismos que mejoran la resistencia de los cultivos a

sequías, inundaciones o suelos salinos. Siempre y cuando esas medidas no dependan de detalles específicos de cada lugar de los análisis de impactos, la adaptación dirigida reduce el riesgo de desperdiciar recursos invirtiéndolos en problemas que podrían darse, o no, en lugares específicos.⁶⁹

Entre los beneficios adicionales de una adaptación dirigida a reducir la vulnerabilidad ante el paludismo y el hambre están una mejor salud, un mayor crecimiento económico y un fortalecimiento en el capital humano, factores que promoverían el bienestar y la capacidad para hacer frente a un espectro de problemas mucho más amplio.⁷⁰ Estos beneficios adicionales, de hecho, están entre las metas y los propósitos del desarrollo sostenible, de acuerdo con lo planteado en los objetivos de desarrollo del milenio (ODM).⁷¹ En otras palabras, la adaptación dirigida a reducir la vulnerabilidad ante problemas que el clima puede acentuar promovería el desarrollo sostenible además de

sentar de manera explícita las bases para adaptarse al cambio climático a futuro.

Por último, la conclusión que indica que la adaptación dirigida es mejor a corto plazo en términos de beneficios y costos globales se mantiene válida independientemente de qué tasa de descuento se elija. Esto se debe a que los beneficios de la adaptación dirigida se registran tras un período relativamente corto a partir del momento en que se incurre en estos. Por otro lado, a causa de la inercia del sistema climático, es inevitable tener que esperar décadas antes de que los costos de la reducción de emisiones devenguen beneficios.

A continuación analizamos algunos ejemplos de lo que podría conllevar la adaptación dirigida.

Paludismo

Según el Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas, la cantidad anual de muertes causadas por paludismo podría reducirse en un 75% con una inversión de US\$3.000 millones por año.⁷² Las adaptaciones concentradas en reducir las vulnera-

bilidades actuales al paludismo incluyen medidas destinadas específicamente a esta enfermedad y medidas más generales que mejorarían la capacidad de respuesta ante problemas de salud pública y la prestación de estos servicios con mayor eficacia y eficiencia. Las medidas para atacar al paludismo de manera específica incluyen la pulverización residual (en los hogares) con insecticidas, mosquiteros tratados con estos productos para las camas, mejor gestión de casos, tratamiento prenatal más integral y desarrollo de vacunas y terapias seguras, eficaces y económicas.⁷³ Además, si estas medidas son parcialmente exitosas, podrían reducir aún más la probabilidad de brotes, ya que el riesgo de exposición sería menor.

Es posible que las inversiones planteadas deban incrementarse hacia el año 2085 para ajustarse al ritmo del aumento proyectado de la población en riesgo de contraer esta enfermedad de no producirse cambio climático (véase cuadro 7). Suponemos —en función del cociente de las muertes estimadas para 2085 sobre las muertes de 1990 en el escenario A2 (el peor para el paludismo) y redondeando hacia el número entero más

Cuadro 9
Efecto de las políticas de mitigación, 2085-2100

| | <i>A1FI (más rico y más cálido)</i> | | <i>A2 (más pobre)</i> | | <i>B1 (más frío)</i> | |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| | Protocolo de Kyoto | Sin cambio climático después de 1990 | Protocolo de Kyoto | Sin cambio climático después de 1990 | Protocolo de Kyoto | Sin cambio climático después de 1990 |
| Disminución de la mortalidad producto del paludismo, el hambre y las inundaciones de zonas costeras (en miles)* en 2085 | 21 (1%) | 237 (10%) | 51 (1%) | 282 (4%) | 10 (0%) | 92 (4%) |
| Disminución de la población en riesgo de sufrir estrés hídrico (en millones)* en 2085 | -83 (-5%) | -1192 (-72%) | 0 0 | 0 0 | -44 (-2%) | -234 (-11%) |
| Hábitat disponible para el resto de la naturaleza, medido en función de la extensión de tierra de cultivos de 2100 | Disminución leve en el hábitat disponible | Disminución más pronunciada | ND | ND | Disminución leve en el hábitat disponible | Cierto grado de disminución |

Fuentes: Cuadros 3, 6 y 7; e Indur M. Goklany, “A Climate Policy for the Short and Medium Term: Stabilization or Adaptation?” *Energy & Environment* 16 (2005): 667–80. Nota: el factor negativo en la anteúltima columna (sobre estrés hídrico) indica que la mitigación empeoraría la situación en 2085. Las cifras entre paréntesis indican las disminuciones porcentuales de la mortalidad total por paludismo, hambre e inundaciones de zonas costeras (o de poblaciones en riesgo de sufrir estrés hídrico) en los escenarios de control. ND = no disponible.

cercano— que las inversiones deberían triplicarse, para todos los escenarios de emisiones, a fin de reducir estas muertes en un 75%.

Hambre

Una inversión adicional anual de US\$5.000 millones en investigación y desarrollo agrícolas —aproximadamente un 15% del financiamiento mundial destinado a este fin durante la década de 1990— debería lograr un aumento en la productividad más que suficiente para contrarrestar la caída anual del 0,02% de la productividad causada por el cambio climático.⁷⁴ Como se ve en el cuadro 2, eso debería permitir obtener una reducción de la población total en riesgo de sufrir hambre en el futuro significativamente superior que el mayor aumento (causado por el cambio climático) estimado para cualquiera de los escenarios en la población en riesgo, en especial si la inversión adicional se orienta a resolver los problemas alimenticios y agrícolas actuales de los países en desarrollo que podrían verse agravados por el calentamiento.

Es posible calcular una estimación de costo distinta a partir del Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas, que indica que, para reducir el hambre mundial en un 50% antes de 2015, se precisaría entre un 5% y un 8% del financiamiento adicional necesario para cumplir con los ODM.⁷⁵ Esto representa menos de US\$12.000 millones en 2010 y aproximadamente US\$15.000 millones en 2015.⁷⁶ En el contexto de este análisis, suponemos US\$15.000 millones por año para el período 2010–2015.

Los problemas agrícolas actuales que podrían ser agravados por el calentamiento y que deberían ser el foco de las medidas destinadas a reducir la vulnerabilidad incluyen los cultivos en lugares con condiciones climáticas o de suelo deficientes (por ejemplo, poca humedad en el suelo de algunas áreas, agua en exceso en otras, o suelos con niveles altos de salinidad, alcalinidad o acidez). A causa del calentamiento, esas condiciones podrían generalizarse o la agricultura tendría que expandirse hacia áreas con suelos más pobres, o ambas cosas. Las medidas concentradas en aumentar la productividad agrícola en las condiciones marginales actuales aliviarían el hambre en el futuro, se produzca o no un cambio climático.

De manera similar, como habrá aumentos tanto de temperatura como de CO₂, es preciso desarrollar variedades de cultivos que puedan aprovechar esas condiciones.⁷⁷ El progreso logrado en estos enfoques no depende de la mejora de nuestra capacidad de pronosticar detalles sobre lugares específicos en los análisis de impacto. Estas medidas de adaptación dirigida deberían complementarse con el desarrollo de variedades de cultivo con mayor rendimiento y menor impacto y prácticas agronómicas mejoradas, a fin de lograr una mayor producción de alimentos por acre. Eso ayudaría a reducir el hambre y, al mismo tiempo, brindaría numerosos beneficios adicionales en términos de biodiversidad y desarrollo sostenible.⁷⁸

Inundaciones de zonas costeras

De acuerdo con las estimaciones del último informe del IPCC (2007), el costo anual de protección contra un aumento

del nivel del mar de aproximadamente 0,66 metros en 2100 — que equivale a aproximadamente 0,52 metros en 2085, comparado con 0,34 metros en el escenario más cálido (A1FI)— oscilaría entre US\$2.600 millones y US\$10.000 millones durante el siglo XXI.⁷⁹ Para este documento suponemos un costo de US\$10.000 millones. Además, los gobiernos podrían desalentar las adaptaciones negativas rehusándose a subsidiar seguros y/o medidas de protección que permitan que los individuos transfieran riesgos privados al público general.

Estrés hídrico

Si bien, como se ve en el cuadro 3, el cambio climático podría aliviar el estrés hídrico, existen muchas medidas que ayudarían a las sociedades a ocuparse de este problema presente y futuro, independientemente de cual sea su causa. Entre esas medidas están las reformas institucionales destinadas a tratar el agua como un bien económico, que permitirían la determinación de precios a través de mecanismos de mercado y los derechos de propiedad transferibles. Esas reformas deberían estimular la adopción generalizada de tecnologías de conservación existentes (aunque poco utilizadas) y generarían una mayor participación del sector privado en la investigación y el desarrollo, lo cual reduciría la demanda de agua por parte de todos los sectores. Por ejemplo, los cultivos nuevos o mejorados y las técnicas para lograr un uso más eficiente del agua en la agricultura podrían aumentar la productividad agrícola. Ello generaría muchos beneficios adicionales, como las reducciones del riesgo de sufrir hambre y las presiones sobre la biodiversidad de agua dulce, y aumentaría al mismo tiempo la oportunidad de habilitar otros usos en curso (por ejemplo, recreativos). Cabe notar que el desvío de agua hacia usos agrícolas podría ser la mayor amenaza actual para la biodiversidad de agua dulce.

Es probable que las mejoras en la conservación del agua logradas tras esas reformas sean más pronunciadas para el sector agrícola, que representa un 85% del consumo mundial del líquido. Una reducción del 18% en el consumo agrícola de agua permitiría, en promedio, duplicar el monto disponible para todos los demás usos.⁸⁰

Desarrollo económico sostenible: un tercer enfoque

Hasta el momento me he referido a dos enfoques para abordar el calentamiento en el futuro cercano. El primero, la mitigación, lograría una reducción generalizada de los efectos, tanto de los positivos como de los negativos. Ese enfoque conllevaría importantes costos a corto plazo y transcurrirían largos períodos antes de que se registren beneficios. El segundo enfoque, la adaptación dirigida, reduciría la vulnerabilidad ante efectos sensibles por el clima desde ahora hasta 2085 concentrándose en amenazas específicas y encararía esas amenazas de manera simultánea.

Sin embargo, los países en desarrollo no enfrentan el mayor riesgo relacionado con el cambio climático porque vayan a experimentar un mayor nivel de cambio, sino porque carecen de la capacidad de adaptación necesaria para enfrentar sus impactos. Por lo tanto, otro enfoque para tratar este tema con-

sistiría en aumentar la capacidad de adaptación de los países en desarrollo mediante la promoción de un aprovechamiento más amplio, es decir, expansión económica y formación de capital humano, que, por supuesto, son los objetivos del desarrollo económico sostenible.⁸¹ Además, como los factores determinantes de la capacidad de adaptación y mitigación son básicamente los mismos, aumentando uno también se potencia el otro.⁸² Quizás es más importante indicar que la promoción del desarrollo económico y la formación de capital humano también promoverían la capacidad de la sociedad para hacer frente a todo tipo de amenazas, ya sea que estén o no relacionadas con el clima.⁸³

Un enfoque para estimar los costos y los beneficios del desarrollo económico sostenible consiste en analizar los trabajos publicados sobre los ODM, diseñados para promoverlo en los países en desarrollo. Los beneficios relacionados con estas metas —reducción a la mitad de la pobreza mundial; la reducción a la mitad del hambre, la falta de acceso al agua potable y servicios de saneamiento; la reducción de la mortalidad en la niñez y materna en un 66% o en más; la oferta de educación primaria universal; y revertir el crecimiento del paludismo, el VIH/SIDA y otras enfermedades importantes— superarían los beneficios derivados de la mayor mitigación posible (véase cuadro 9). Sin embargo, de acuerdo con el Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas, el costo anual adicional que representaría para los países más ricos el cumplir con los ODM antes de 2015 está fijado en un 0,5% de sus PIB:⁸⁴ aproximadamente lo mismo que cuesta el oneroso, aunque ineficaz, Protocolo de Kyoto.

Como una adaptación dirigida solo abordaría los obstáculos para el desarrollo económico sostenible relacionados con el clima (por ejemplo, paludismo, hambre, estrés hídrico), sin ocuparse necesariamente de otros problemas importantes (por ejemplo, pobreza, acceso al agua potable y servicios de saneamiento, analfabetismo, mortalidad en la niñez y materna), una búsqueda más amplia del desarrollo económico sostenible, sin duda proporcionaría mayores beneficios que la adaptación dirigida, aunque con un mayor costo.⁸⁵

Mitigación y adaptación

En el cuadro 10 se comparan, para los escenarios de emisión A1FI (más cálido y más rico) y A2 (más pobre), los costos y beneficios de dos escenarios de mitigación —el Protocolo de Kyoto y la fijación del cambio climático en los niveles de 1990— y los de dos escenarios de adaptación, a saber, la adaptación dirigida y el desarrollo económico sostenible. En este cuadro, los beneficios corresponden a:

- Reducción de la mortalidad producto del hambre, el paludismo y las inundaciones de zonas costeras.
- Variación en la población neta en riesgo de sufrir estrés hídrico.
- Progreso en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio.
- Hábitat perdido frente a las tierras de cultivo.

En este cuadro se puede ver que, con un costo de

US\$34.000 millones por año (para 2010–2015), la adaptación dirigida generaría beneficios mucho mayores que los que se obtendrían incluso deteniendo el cambio climático por completo. Además, esto se lograría con la quinta parte del costo del ineficaz Protocolo de Kyoto.

Dado el pobre historial de ayuda externa en las últimas décadas —en especial en lugares donde las instituciones para fomentar el desarrollo económico, el capital humano y el cambio tecnológico son débiles, y la gobernancia deficiente— son muchos los analistas que mantienen una postura escéptica en relación con la capacidad de la ayuda externa para garantizar un desarrollo económico sostenible.⁸⁶ Como bien notan estos analistas, es difícil, cuando no imposible, imponer el desarrollo económico sostenible desde fuera del país o “comprarlo” afuera. Los cambios institucionales necesarios deben producirse dentro del país. Sin embargo, según lo indicado en el cuadro 10, incluso si las metas del Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas se cumplen sólo en un 20%, por la razón que fuera (por ejemplo, corrupción, estimaciones de costos demasiado optimistas generadas por el Proyecto del Milenio de Naciones Unidas, confianza excesiva en las probabilidades de éxito, circunstancias imprevistas), los beneficios residuales superarían los que pueden obtenerse con la mitigación, al menos en el futuro cercano y, probablemente, con un costo menor.

En el cuadro 10 no se presentan las diferencias entre las reducciones de mortalidad o población en riesgo *acumuladas* entre el presente y 2085 logradas gracias a las dos opciones de adaptación, comparadas con las correspondientes a los enfoques de mitigación. Como el hambre, el paludismo y las inundaciones en zonas costeras serían responsables de millones de muertes por año entre 1990 y 2085, estas bajas acumuladas deberían ser realmente muy grandes,⁸⁷ quizás equivalentes a todas las muertes en guerras, genocidios y otras atrocidades del siglo XX, que una estimación establece en 231 millones.⁸⁸ Así, el análisis de las disminuciones acumuladas estaría a favor de cualquiera de los dos enfoques de adaptación porque, a diferencia de la mitigación, la adaptación también hará que decrezcan los problemas actuales relacionados con el clima a corto y mediano plazo y comenzaría a generar un flujo sostenido de beneficios a muy corto plazo. Los beneficios de la mitigación, por otro lado, recién comenzarían a ser significativos después de varias décadas debido a la inercia del sistema climático.

Gestión de los riesgos del cambio climático basada en la adaptación

Se ha sostenido algunas veces que es justo que las generaciones actuales inviertan recursos en la mitigación hoy, a fin de evitar que las generaciones futuras enfrenten un problema mayor y mayores costos para resolver ese problema. Sin embargo, como surge claramente de los datos presentados hasta ahora, la mejor forma de promover el bienestar futuro es mediante la adaptación, el desarrollo sostenible, o ambos, pero no mediante la mitigación.

En vista de los beneficios relacionados con la adaptación dirigida y el desarrollo sostenible, las políticas más integrales y

Cuadro 10: Beneficios (en 2085) y costos (~2010-15) de los escenarios de mitigación y de adaptación

| | <i>A1FI (más cálido y más rico)</i> | | | | <i>A2 (más pobre)</i> | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--|--|-----------------------|--------------------------------------|--|--|
| | Mitigación | | Adaptación | | Mitigación | | Adaptación | |
| | Protocolo de Kyoto | Sin cambio climático después de 1990 | Adaptación dirigida | Desarrollo económico sostenible | Protocolo de Kyoto | Sin cambio climático después de 1990 | Adaptación dirigida | Desarrollo económico sostenible |
| Variación en la mortalidad producto del paludismo, el hambre y las inundaciones de zonas costeras (en miles) | -21 | -237 | -1.480 | -1.480 | -51 | -282 | -3.784 | -3.784 |
| Variación en la población neta en riesgo de sufrir estrés hídrico (en millones) | -1% | -10% | -64% | -64% | -1% | -4% | -60% | -60% |
| Variación en la población en riesgo de sufrir estrés hídrico (en millones) | +83 | +1.192 | El cambio climático podría reducir la población neta en riesgo | El cambio climático podría reducir la población neta en riesgo | 0 | 0 | El cambio climático podría reducir la población neta en riesgo | El cambio climático podría reducir la población neta en riesgo |
| Variación en la población en riesgo respecto de la referencia (%) | +5% | +72% | | | | | | |
| Progreso en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio | Casi nulo | Cierto grado | Sustancial | Debería poder cumplirse | Casi nulo | Cierto grado | Sustancial | Debería poder cumplirse |
| · Reducción del 50% de la pobreza mortalidad en la niñez y materna | | | | | | | | |
| · Reducción del 67%-75% de la mortalidad en la niñez y materna | | | | | | | | |
| · Mejora del 50% en las tasas acceso al agua potable y servicios de saneamiento | | | | | | | | |
| · Reducción del 100% del analfabetismo | | | | | | | | |
| Hábitat disponible (medido en función de la tierra de cultivos) | Disminución leve | Disminución n más pronunciada | Cierto grado de aumento | Cierto grado de aumento | ND | ND | ND | ND |
| Costos anuales | ~US\$165.000 millones | >>US\$ 165.000 millones | <US\$34.000 millones | ~US\$165.000 millones | ~US\$165.000 millones | >>US\$ 165.000 millones | <US\$34.000 millones | ~US\$165.000 millones |

Fuentes: Cuadros 3, 6 y 7; e I. M. Goklany, "A Climate Policy for the Short and Medium Term: Stabilization or Adaptation?" *Energy & Environment* 16 (2005): págs. 667–80.

efectivas en función de los costos para abordar el cambio climático a corto y a mediano plazo evitan todos los controles directos de las emisiones de gases de efecto invernadero que vayan más allá de las políticas “sin posibilidad de arrepentimiento”, es decir, las políticas que no impliquen costos netos. Por el contrario, los responsables de diseñar las políticas deberían trabajar para promover la adaptación y promover el desarrollo económico.

En primer lugar, los responsables de diseñar las políticas deberían trabajar para fomentar la capacidad de adaptación, en especial en los países en desarrollo, mediante la promoción de iniciativas que reducirían la vulnerabilidad a los problemas actuales y urgentes relacionados con el clima —el paludismo, el hambre, el estrés hídrico, inundaciones y otros sucesos extremos— que podrían verse agravados por el cambio climático.⁸⁹ Las tecnologías, el capital humano y las instituciones que tendrán que fortalecerse o desarrollarse para lograr esto también serán fundamentales para abordar estos mismos problemas en el futuro, cuando se vean agravados por el cambio climático, en caso de que éste se produzca. El aumento de la capacidad de adaptación también podría elevar el nivel en que la concentración de gases de efecto invernadero tendría que estabilizarse para “impedir toda interferencia antropógena peligrosa en el sistema climático”, que constituye el “objetivo básico fundamental” de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.⁹⁰ De manera alternativa, la mayor capacidad de adaptación podría posponer la fecha límite para la estabilización. En cualquiera de los dos casos, la adaptación reduciría los costos requeridos para alcanzar el objetivo final.

En segundo lugar, los responsables de diseñar las políticas deberían fortalecer o fomentar las instituciones necesarias para promover el desarrollo económico, el capital humano y la propensión al cambio tecnológico y/o reducir los obstáculos que lo impiden. De esa manera se mejorarían tanto la capacidad de adaptación como la capacidad de mitigación, además de las posibilidades de lograr un desarrollo sostenible.⁹¹

En tercer lugar, los encargados de diseñar las políticas deberían aplicar medidas de mitigación “sin posibilidad de arrepentimiento” ahora y, al mismo tiempo, expandir el alcance y la diversidad de opciones futuras “sin posibilidad de arrepentimiento”. Esto último podría promoverse mediante la inversión y el desarrollo orientados a potenciar las tecnologías existentes —además de promover nuevas— capaces de reducir las concentraciones de GEI en la atmósfera con mayor efectividad en función de los costos de las actuales. Si hubiera nueva información que indique que se precisan medidas de mitigación más agresivas, las reducciones de emisiones futuras podrían ser menos costosas, aunque deban ser más drásticas para contrarrestar la demora en la adopción de una postura más agresiva a corto plazo.

En cuarto lugar, los encargados de diseñar las políticas no deberían impedir que el mercado implemente opciones “sin posibilidad de arrepentimiento” (es decir, sin costo). Entre otras cosas, eso conlleva la reducción de subsidios que aumentan directa o indirectamente el uso de energía, el desmonte, el desa-

rollo costero y otras actividades que contribuyen al aumento de emisiones de GEI o potencian los daños del cambio climático.

Como parte de esta iniciativa, los países de la OCDE también deberían reducir, o incluso eliminar, todos los subsidios agrícolas y las barreras al comercio. Esos subsidios y barreras no solo son onerosos para los consumidores de los países de la OCDE: también son perjudiciales para las economías y el bienestar de muchos países en desarrollo, en cuyas economías y mercados laborales el sector agrícola es el de mayor importancia.

Irónicamente, uno de los argumentos a favor de la rápida reducción de las emisiones de GEI es que ayudaría a los países en desarrollo que, se considera, están menos capacitados para lidiar con este fenómeno porque hoy carecen del capital humano y económico para implementar las tecnologías de adaptación. La reducción de esos subsidios sería un avance en tanto disminuiría una de las principales causas de preocupación relacionadas con el cambio climático.

Quinto, los responsables de diseñar las políticas deberían desarrollar una mejor comprensión de la ciencia, los impactos y las políticas del cambio climático, a fin de elaborar estrategias de respuesta capaces de evitar los impactos “peligrosos” (según el artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático) y, al mismo tiempo, promover el bienestar humano.

En sexto lugar, los encargados de diseñar las políticas deberían controlar los efectos del cambio climático a fin de proporcionar advertencias anticipadas sobre impactos “peligrosos” y, si es necesario, reorganizar sus prioridades en caso de que los efectos negativos del calentamiento sobre el bienestar humano y ambiental se produzcan más rápido o en caso de que se crea que podrían ser más graves o más probables que lo que indican las proyecciones actuales.

Combinadas, estas políticas constituyen un enfoque de gestión basado en la adaptación para hacer frente al cambio climático, capaz de solucionar los urgentes problemas actuales sin dejar de reforzar nuestra capacidad para lidiar con los retos futuros.

Conclusión

El cambio climático no es actualmente —ni será en el futuro cercano— el problema ambiental más importante que enfrenta el mundo, a menos que se reduzcan drásticamente otros problemas actuales como el hambre, las enfermedades relacionadas con el agua, la falta de acceso al agua potable y servicios de saneamiento, y la contaminación intradomiliaria. De lo contrario, en lo que respecta al bienestar humano, el cambio climático seguirá estando detrás de estos problemas y, en lo relativo al bienestar ambiental, seguirá ubicándose detrás de la pérdida de hábitat y otras amenazas a la biodiversidad.

Hasta 2085, es probable que el bienestar humano sea mayor en el escenario más cálido y más rico (A1FI) y menor en el más pobre (A2). La situación puede ser mejor en A1FI para algunos indicadores ambientales de suma importancia hasta 2100, pero no necesariamente para todos. Tanto la adaptación dirigida como la búsqueda general del desarrollo sostenible ofrecerían

muchos más beneficios que incluso la mitigación más eficaz, sin necesidad de incurrir en un costo mayor que el del —a duras penas eficaz— Protocolo de Kyoto.

En el futuro cercano, las personas serán más ricas —y su bienestar, mayor— que el de las generaciones actuales, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo, independientemente que se produzca o no cambio climático. El bienestar de los habitantes futuros de los que hoy son países en desarrollo superará el bienestar de los habitantes de los países desarrollados actuales, en todos los escenarios con excepción del más pobre. Además, las generaciones futuras tendrían que tener un mayor acceso al capital humano y a la tecnología para lidiar con cualquier problema que enfrenten, incluido el cambio climático. Por lo tanto, el argumento que sostiene que deberíamos desviar los recursos destinados hacer frente a los problemas reales y urgentes que enfrentan las generaciones actuales hacia la solución de problemas potenciales de las generaciones futuras, más ricas y mejor posicionadas, es por lo menos poco convincente y, posiblemente, casi inmoral.

Resulta igualmente importante destacar que los recursos invertidos en la solución de los problemas actuales relacionados con el clima y la promoción del desarrollo económico sostenible permitirán aumentar el capital humano, avanzar tecnológicamente y mejorar las capacidades de adaptación y mitigación de las generaciones futuras.

Si se cree que en los países en desarrollo se tiene la obligación moral y ética de ocuparse del cambio climático, esa obligación no puede ni debería abordarse actualmente mediante reducciones agresivas de las emisiones: no puede hacerse así porque el planeta ya está irremediablemente destinado a registrar cierto grado de cambio climático; y no debería tratarse así porque las amenazas que agravaría el cambio climático pueden reducirse con mayor efectividad (y con menores costos) mediante iniciativas dirigidas a disminuir las vulnerabilidades o mediante iniciativas de carácter más general orientadas a promover el desarrollo económico. Cualquier obligación de ese tipo puede abordarse mejor mediante iniciativas destinadas a reducir las vulnerabilidades actuales a problemas relacionados con el clima que son urgentes y que podrían verse agravados por el cambio climático.

Notas

Agradezco al profesor Cornelis van Kooten, a Nicholas Schneider, a Jerry Taylor y a un revisor anónimo por sus revisiones detalladas e integrales de las primeras versiones de este trabajo, el cual mejoró mucho gracias a esas revisiones. Sin embargo, me hago responsable de cualquier error que pudiera haber quedado.

Este estudio fue publicado originalmente el 5 de febrero de 2008 como el Cato Policy Analysis No. 609.

¹ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge, MA, Cambridge University Press, 2001. Ver también Samuel Hitz y Joel Smith, “Estimating Global Impacts from Climate Change”, *Global Environmental Change*

14, no. 1, págs. 201–18, 2004.

² William J. Clinton, State of the Union Address, 1999, <http://www.washingtonpost.com/wp-svr/politics/special/-states/docs/sou99.html>, y Cordis News, “Reducing Global Warming Is Our Priority, Say Chirac and Blair”, archivo del autor, 9 de noviembre de 2004.

³ Martin L. Parry (ed.), *Global Environmental Change: Special Issue: An Assessment of the Global Effects of Climate Change under SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios* 14, no. 1, págs. 1–99, 2004.

⁴ Ver, por ejemplo, Nigel W. Arnell et al., “The Consequences of CO2 Stabilization for the Impacts of Climate Change”, *Climate Change* 53, págs. 413–46, 2002.

⁵ Irene Lorenzoni y W. Neil Adger, “Critique of Treatment of Adaptation Costs in PAGE and FUND Models”, en *Spotlighting Impacts Functions in Integrated Assessment*, Rachel Warren (ed.) et al., Tyndall Centre for Climate Change Research documento de trabajo no. 91, pág. 74, septiembre de 2006, (preparado para el *Stern Review on the Economics of Climate Change*).

⁶ Indur M. Goklany, “Integrated Strategies to Reduce Vulnerability and Advance Adaptation, Mitigation, and Sustainable Development”, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, doi:10.1007/s11027-007-9098-1, 2007.

⁷ Los resultados de la evaluación rápida para los efectos del cambio climático sobre los alimentos, la agricultura, los recursos hídricos y las inundaciones de zonas costeras fueron parte importante de un simposio patrocinado por el gobierno del Reino Unido en 2005, como preparación para la Cumbre del G-8 en Gleneagles en 2005. Ver Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) del Reino Unido, *Symposium on Avoiding Dangerous Climate Change*, Exeter, Reino Unido, del 1 al 3 de febrero, 2005, <http://www.stabilisation2005.com/programme.html>, además del más reciente *Stern Review on the Economics of Climate Change*, 2006. Antes de eso, la opinión de Sir David King, Asesor Principal de Ciencias del Gobierno Británico, 2004, quien sostuvo que: “el cambio climático es el problema más serio que enfrentamos hoy en día, más serio incluso que la amenaza del terrorismo”, estaba basada en estimaciones anteriores a la evaluación rápida que se publicaron en otra edición especial de *Global Environmental Change*. Ver Indur M. Goklany y David A. King, “Climate Change and Malaria”, carta al editor, *Science* 306, págs. 55–57, 2004. Esos resultados previos a la evaluación rápida se publicaron en Martin L. Parry y Matthew Livermore, eds., “A New Assessment of the Global Effects of Climate Change”, *Global Environmental Change* 9, S1–S107, 1999. Los resultados de la evaluación rápida se utilizaron en la evaluación de 2001 del IPCC, mientras que los resultados de las evaluaciones rápidas actuales se mencionan profusamente en la última evaluación del IPCC. Ver IPCC, “Summary for Policymakers”, en *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf.

⁸ DEFRA, *Scientific and Technical Aspects of Climate Change, Including Impacts and Adaptation and Associated Costs*, septiembre de 2004, www.defra.gov.uk/environment/climatechange-

/pdf/cc-science-0904.pdf; J. M. Gregory et al., “A Model Intercomparison of Changes in the Atlantic Thermohaline Circulation in Response to Increasing Atmospheric CO₂ Concentration”, *Geophysical Research Letters* 32: L12703, doi: 10.1029/2005GL023209; e IPCC, *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.

⁹ *Stern Review*, pág. x.

¹⁰ *Ibíd.*, págs. 156–58.

¹¹ Ver Ian Byatt et al., “The Stern Review: A Dual Critique, Part II: Economic Aspects”, *World Economics* 7, no. 4, págs. 199–229, 2006; Robert M. Carter et al., “The Stern Review: A Dual Critique, Part I: The Science”, *World Economics* 7, no. 4, págs. 167–98, 2006; William Nordhaus, *Stern Review on the Economics of Climate Change*, 2006, <http://www.nordhaus.econ.yale.edu/SternReviewD2.pdf>; Richard S. J. Tol y Gary Yohe, “A Review of the Stern Review”, *World Economics* 7, no. 4, octubre–diciembre 2006, y Robert O. Mendelsohn, “A Critique of the Stern Report”, *Regulation* 29, no. 4, págs. 42–6, 2006.

¹² *Stern Review*, pág. 2.

¹³ IPCC, *Special Report on Emissions Scenarios*, New York, Cambridge University Press, 2000.

¹⁴ Nigel W. Arnell et al., *Global Environmental Change* 14, no. 1, págs. 3–20, 2004.

¹⁵ “FI” en “A1FI” señala que el escenario es intensivo en uso de combustibles fósiles.

¹⁶ Arnell et al., *Global Environmental Change*.

¹⁷ Martin L. Parry et al., “Effects of Climate Change on Global Food Production under SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios”, *Global Environmental Change* 14, no. 1, págs. 53–67, 2004; Nigel W. Arnell, “Climate Change and Global Water Resources: SRES Emissions and Socio-Economic Scenarios”, *Global Environmental Change* 14, no. 1, págs. 31–52, 2004; Robert J. Nicholls, “Coastal Flooding and Wetland Loss in the 21st Century; Changes under the SRES Climate and Socio-Economic Scenarios”, *Global Environmental Change* 14, no. 1, págs. 69–86, 2006; y M. van Lieshout et al., “Climate Change and Malaria: Analysis of the SRES Climate and Socio-Economic Scenarios”, *Global Environmental Change* 14, no. 1, págs. 87–99, 2004.

¹⁸ P. E. Levy, M. G. R. Cannell y A. D. Friend, “Modeling the Impact of Future Changes in Climate, CO₂ Concentration and Land Use on Natural Ecosystems and the Terrestrial Carbon Sink”, *Global Environmental Change* 14, no. 1, págs. 21–30, 2004

¹⁹ Indur M. Goklany, “Strategies to Enhance Adaptability: Technological Change, Economic Growth and Free Trade”, *Climate Change* 30, págs. 427–49, 1995; Goklany, “Integrated Strategies”; B. Smit, et al., “Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity”, en *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Cambridge, MA, Cambridge University Press, págs. 877–912, 2001; y G. Yohe, “Mitigative Capacity: The Mirror Image of Adaptive Capacity on the Emissions Side”, *Climate Change* 49, págs. 247–62, 2001.

²⁰ Goklany, “Strategies to Enhance Adaptability,” Goklany, “Integrated Strategies”; G. Yohe, “Mitigative Capacity”; y B.

Smit et al., “Adaptation to Climate Change”.

²¹ Indur M. Goklany, “Affluence, Technology and Well-Being”, *Case Western Reserve Law Review* 53, págs. 369–90, 2002.

²² Indur M. Goklany, *The Improving State of the World: Why We’re Living Longer, Healthier, More Comfortable Lives on a Cleaner Planet*, Washington, Cato Institute, 2007. Uno de los indicadores que, al menos por el momento, no ha registrado mejoras al aumentar la riqueza, es el de las emisiones totales de CO₂. Además, algunos indicadores ambientales (por ejemplo, los agentes contaminantes del aire, como el dióxido de azufre y el material particulado) por lo general empeoran inicialmente cuando aumenta el ingreso y luego comienzan a atenuarse cuando el ingreso llega a niveles más elevados. Ver N. Shafik, “Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis”, *Oxford Economic Papers* 46, págs. 757–73, 1994; Gene E. Grossman y Alan B. Krueger, “Economic Growth and the Environment”, *Quarterly Journal of Economics* 110, no. 2, págs. 353–77, 1995; y S. Dasgupta et al., “Environment during Growth: Accounting for Governance and Vulnerability”, *World Development* 34, págs. 1597–161, 2006.

²³ Indur M. Goklany, “Saving Habitat and Conserving Biodiversity on a Crowded Planet”, *Bio-Science* 48, págs. 941–53, 1998; y Rhys E. Green et al., “Farming and the Fate of Wild Nature”, *Science* 307, págs. 550–55, 2005).

²⁴ Goklany, *Improving State*.

²⁵ Goklany, “Integrated Strategies”.

²⁶ Goklany, *Improving State*; y Oficina del Censo de los Estados Unidos, *Historical Statistics of the United States: Colonial Times to 1970*, Washington, Government Printing Office, pág. 77, 1975.

²⁷ Goklany, *Improving State*; y Banco Mundial, *Indicadores del desarrollo mundial 2002*, CD-ROM.

²⁸ Ver, por ejemplo, Parry et al., “Effects of Climate Change”, pág. 57. Por lo general, las tecnologías de adaptación disponibles en el momento de elaboración de estos estudios son de principios de la década de 1990 o anteriores. Así, el estudio sobre hambre y alimentos no incluye un análisis de las adaptaciones que podrían ser posibles mediante cultivos genéticamente modificados.

²⁹ Desde 1920, los rendimientos de trigo y maíz de EE. UU. se han triplicado y quintuplicado, respectivamente, en parte, cuando no principalmente, gracias al cambio tecnológico. Ver Servicio Nacional de Estadísticas sobre Agricultura (NASS), “USDANASS Quick Stats”, http://www.nass.usda.gov:8080/QuickStats/PullData_US.jsp. De manera similar, el rendimiento cerealero aumentó 2,5 veces en los países en desarrollo desde 1961. Ver Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *The State of Food Insecurity 2004*, Roma, FAO, 2004. Gran parte de estas mejoras no puede ser registrada por la metodología utilizada en la evaluación rápida.

³⁰ Parry et al., “Effects of Climate Change”.

³¹ S. P. Long et al., “Food for Thought: Lower-Than-Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO₂ Concentrations”, *Science* 312, págs. 1918–21, 2006; y Parry et al., “Effects of Climate Change”.

³² Long et al., “Food for Thought”.

- ³³ Francesco N. Tubiello, et al., “Crop Response to Elevated CO₂ and World Food Supply: A Comment on ‘Food for Thought . . .’ por Long et al.”, *Science* 312, 2006, *European Journal of Agronomy* 26, no. 3, págs. 215–23, 2006. Ver Carter et al., “The Stern Review: A Dual Critique”.
- ³⁴ Parry et al., “Effects of Climate Change”.
- ³⁵ Goklany, *Improving State*; y A. Ligi y J. Kaskey, “Monsanto, BASF to Spend \$1.5 Billion on Biotech Seeds”, Update 6, Bloomberg.com, 21 de marzo de 2007.
- ³⁶ Parry et al., “Effects of Climate Change”.
- ³⁷ Indur M. Goklany, “Relative Contributions of Global Warming to Various Climate Sensitive Risks, and Their Implications for Adaptation and Mitigation”, *Energy & Environment* 14, no. 6, págs. 797–822, 2003.
- ³⁸ En Arnell, “Climate Change and Global Water Resources”, también se utiliza el “escurrimiento anual mínimo con un retorno de 10 años” como medida de la disponibilidad de agua. Incluso con esta variación, el cambio climático alivia el estrés hídrico en 2085 (algo que no ocurre en el escenario “sin cambio climático”). Por lo tanto, esos resultados no se presentan.
- ³⁹ Indur M. Goklany, “A Climate Policy for the Short and Medium Term: Stabilization or Adaptation?”, *Energy & Environment* 16, no. 3-4, págs. 667–80, 2005.
- ⁴⁰ El escenario con alto crecimiento de la población costera supone que esta crece dos veces más rápido que la general, o, cuando se proyectan disminuciones en la población, que la general disminuye dos veces más rápido que la población costera. Ver Nicholls, “Coastal Flooding and Wetland Loss”, cuadro 6.
- ⁴¹ *Ibid.*, pág. 74.
- ⁴² Goklany, *Improving State*.
- ⁴³ Van Lieshout et al., “Climate Change and Malaria”.
- ⁴⁴ Este autor se contactó con varios de los coautores del documento de Van Lieshout et al. para obtener sus resultados sobre población en riesgo con y sin cambio climático, pero no logró su cometido.
- ⁴⁵ P. Martens et al., “Climate Change and Future Populations at Risk from Malaria”, *Global Environmental Change* 9, S89-S107, 1999 y Arnell, et al., “Consequences of CO₂ Stabilization”.
- ⁴⁶ Mike Hulme et al., “Climate Change Scenarios for Global Impact Studies”, *Global Environmental Change* 9 S3-S19, 1999.
- ⁴⁷ Martin L. Parry et al., “Viewpoint. Millions at Risk: Defining Critical Climate Change Threats and Targets”, *Global Environmental Change* 1, págs. 181–83, 2001.
- ⁴⁸ Goklany, “Climate Policy”.
- ⁴⁹ Ver Paul Reiter, “From Shakespeare to Defoe: Malaria in England in the Little Ice Age”, *Emerging Infectious Diseases* 6, págs. 757–73, 2000; A. Murray Fallis, “Malaria in the 18th and 19th Centuries in Ontario”, *Canadian Bulletin of Medical History* 1, no. 2, págs. 25–38, 1984; y Ken Watson, “History of the Rideau Lockstations: Malaria on the Rideau”, <http://www.rideau-info.com/canal/history/locks/malaria.html>.
- ⁵⁰ Goklany, *Improving State*.
- ⁵¹ Richard S. J. Tol y Hadi Dowlatabadi, “Vector Borne Diseases, Development and Climate Change”, *Integrated Assessment* 2, págs. 173–81, 2001.
- ⁵² Goklany, “Saving Habitat”.
- ⁵³ Nicholls, “Coastal Flooding and Wetland Loss”, págs. 69–86.
- ⁵⁴ *Ibid.*, pág. 76.
- ⁵⁵ Jonathan A. Patz et al., “Impact of Regional Climate Change on Human Health”, *Nature* 438, no. 7066, págs. 310–17, 2005.
- ⁵⁶ Anthony J. McMichael et al., “Global Climate Change”, en *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease due to Selected Major Risk Factors* (Ginebra: Organización Mundial de la Salud, pág. 1546. 2004. Énfasis del autor.
- ⁵⁷ Organización Mundial de la Salud, *Informe sobre la salud en el mundo 2002*, Ginebra.
- ⁵⁸ Este cálculo excluye 0,51 millones de personas, estimadas, cuyas muertes fueron por paludismo, pero en el informe fueron atribuidas a la malnutrición. Ver *Ibid.*
- ⁵⁹ Ver también Goklany, *Improving State*.
- ⁶⁰ Este supuesto es necesario por que los datos de mortalidad por hambre y paludismo correspondientes a 1990 no están fácilmente disponibles. De acuerdo con lo expuesto en la FAO, El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2004, la cantidad de personas con desnutrición crónica en países en desarrollo se mantuvo básicamente igual entre 1990 y 1992 y entre 2000 y 2002 (en los países en desarrollo, pasó de 824 millones a 815 millones entre esos dos períodos). Según lo expuesto en el *Informe sobre la salud en el mundo 1995* (Ginebra) de la OMS, el paludismo cobró 2 millones de vidas en 1993 (cifra que en 2001 fue de 1,12 millones). Utilizaré la cifra de 1,12 millones para 1990. Así, en cuanto es posible que el cociente entre muertes y población en riesgo haya disminuido entre 1990 y 2001, las muertes futuras causadas por el paludismo se verían subestimadas.
- Por último, las víctimas fatales por las inundaciones, tormentas y maremotos fueron 7.100 en 1990 y un promedio de 7.500 entre 2000 y 2004 (sin incluir las víctimas del tsunami de fines de 2004). En el cuadro 7 se supone a) una estimación de 8.000 muertes en 1990 a causa de episodios climáticos extremos y b) que todas las muertes correspondientes a esa categoría de episodios climáticos se debieron a inundaciones de zonas costeras. Así, en el cuadro 7 se subestima la importancia relativa del paludismo respecto de las otras amenazas, mientras que se sobrestiman las muertes futuras causadas por inundaciones costeras. Las cifras correspondientes a muertes relacionadas con inundaciones se obtuvieron de *EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database*, www.em-dat.net, Université Catholique de Louvain, Bruselas, Bélgica.
- ⁶¹ La mayoría de los modelos de evaluación integrados — RICE/DICE, de Nordhaus; MERGE, de Manne et al.; y FUND, de Tol— supone que los efectos del cambio climático son funciones lineales o cuadráticas de los aumentos de la temperatura global (ΔT), mientras que el PAGE de Hope supone que las funciones de impacto (I) toman la forma de un polinomio tal que $I = \text{constante} \times T^n$, donde n es una variable incierta cuyos valores mínimo, más probable y máximo son 1; 1, 3 y 3 respectivamente. Así, en el contexto de este análisis, suponer que

los efectos dependen del cuadrado del cambio de temperatura pareciera conservador. Rachel Warren et al., *Understanding the Regional Impacts of Climate Change*, documento de trabajo de Tyndall Centre no. 90, 2006 (informe de investigación preparado para el *Stern Review*), http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/twp90.pdf.

⁶² *Stern Review*, Executive Summary, pág. x.

⁶³ *Ibíd.*, págs. 156 y 158.

⁶⁴ Los resultados del cuarto escenario no difieren de los resultados de los tres del cuadro 9 en términos cualitativos.

⁶⁵ Goklany, “Climate Policy”.

⁶⁶ T. M. L. Wigley, “The Kyoto Protocol: CO₂, CH₄ and Climate Implications”, *Geophysical Research Letters* 25 págs. 2285–88, 1998.

⁶⁷ En IPCC, *Climate Change 2001: Synthesis Report*, New York, Cambridge University Press, 2001, se estima que en 2010 el Protocolo podría costar entre un 0,1% y un 2,0% del PIB de los países que figuran en el anexo I. Supondré un costo del 0,5% de su PIB acumulado, que está en el extremo inferior de ese rango. Esto equivale a US\$165.000 millones (en dólares de 2003). Ver Goklany, “Climate Policy”.

⁶⁸ Goklany, “Climate Policy”.

⁶⁹ Goklany, “Strategies to Enhance Adaptability”.

⁷⁰ Indur M. Goklany, “Potential Consequences of Increasing Atmospheric CO₂ Concentration Compared to Other Environmental Problems”, *Technology* 7S, págs. 189–213, 2000; Goklany, “Integrated Strategies”; y Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas (UNMP, por su sigla en inglés), *Investing in Development: A Practical Plan to Achieve the Millennium Development Goals*, New York, EarthScan y UNMP, 2005.

⁷¹ UNMP, *Investing in Development*.

⁷² UNMP, *Coming to Grips with Malaria in the New Millennium, Task Force on HIV/AIDS, Malaria, TB, and Access to Essential Medicines*, Grupo de trabajo sobre el paludismo, 2005.

⁷³ *Informe sobre la salud en el mundo 1999*, Ginebra, OMS, capítulo 4 e *Ibíd.*, 1999.

⁷⁴ Goklany, “Climate Policy”.

⁷⁵ Calculado a partir de UNMP, *Halving Hunger: It Can Be Done*, Grupo de trabajo sobre el hambre (Londres: EarthScan y UNMP, pág. 18, 2005).

⁷⁶ UNMP, *Halving Hunger*; y UNMP, *Investing in Development*.

⁷⁷ Goklany, “Integrated Strategies”, y Goklany, *Improving State*.

⁷⁸ Goklany, “Saving Habitat”.

⁷⁹ Ver gráfico 6.10 en IPCC, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter6.pdf>, atribuido a Richard S. J. Tol, “The Double Trade-Off between Adaptation

and Mitigation for Sea Level Rise: An Application of FUND”, *Mitigation Strategies for Global Change*, por publicarse; y Virginia Burkett, Testimonio ante Commerce on Science and Technology, Cámara de Representantes de los Estados Unidos, 17 de abril 2007, http://democrats.science.house.gov/Media/File/Commdocs/hearings/2007/full/17apr/burkett_testimony.pdf.

⁸⁰ Goklany, “Climate Policy”.

⁸¹ Goklany, “Strategies to Enhance Adaptability”, y Goklany, “Integrated Strategies”.

⁸² Goklany, “Integrated Strategies”.

⁸³ Goklany, “Potential Consequences”.

⁸⁴ UNMP, *Investing in Development*.

⁸⁵ Podría sostenerse que a largo plazo el desarrollo económico debería rendir frutos por sí solo.

⁸⁶ William R. Easterly, *The White Man’s Burden: Why the West’s Efforts to Aid the Rest Have Done So Much Ill and So Little Good*, New York, Penguin Press, 2006.

⁸⁷ En el cuadro 7 se sugiere que las muertes anuales agregadas debidas al paludismo, el hambre y las inundaciones podrían variar de 4,4 millones en 1990 a entre 2 millones y 6 millones en 2085.

⁸⁸ Milton Leitenberg, “Deaths in Wars and Conflicts in the 20th Century”, *Cornell University Peace Studies Program*, Occasional Paper no. 29, 3ra ed., 2006, http://www.einaudi.cornell.edu/peaceprogram/publications/occasional_papers/Deaths-Wars-Conflicts3rd-ed.pdf.

⁸⁹ Goklany, “Strategies to Enhance Adaptability” y “Climate Policy”.

⁹⁰ El Artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) especifica que “El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”. Ver: Naciones Unidas, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.

⁹¹ Goklany, “Strategies to Enhance Adaptability”, “Potential Consequences” y “Integrated Strategies”.