

Cambio climático y economía

Natalia Tamirisa

EL CAMBIO climático y sus posibles secuelas económicas plantean un dilema a las autoridades. Las políticas tienen efectos inciertos que beneficiarían sobre todo a generaciones futuras, pero sus costos pueden ser más inmediatos y generalizados. Sin embargo, las consecuencias de no hacer nada son irreversibles, quizás catastróficas, y probablemente afectarían más a los países pobres que a los desarrollados. Además, incluso si cesara de inmediato la acumulación atmosférica de gases de efecto invernadero (GEI) que calientan el clima, las temperaturas seguirían subiendo durante algunas décadas, debido a las emisiones ya acumuladas.

Por lo tanto, las autoridades económicas son cada vez más conscientes de la necesidad de mitigar el calentamiento mundial —primero, frenando el aumento de las emisiones de GEI y, a la larga, revirtiéndolo— y de adaptarse a los efectos de las emisiones pasadas y futuras. Además, coinciden en que las políticas de mitigación, en particular, pueden tener consecuencias inmediatas y de gran alcance.

Para determinar el efecto de las políticas en la economía de los países, el FMI comparó hace poco tres modelos: impuestos sobre emisiones de GEI, comercio de derechos de emisiones, y sistemas que combinan elementos de ambas políticas. Una conclusión positiva fue que el cambio climático puede ser abordado sin sacrificar la estabilidad macroeconómica ni el crecimiento, y sin presionar demasiado a los países que se verían más afectados por los costos. Si las políticas se diseñan bien, sus costos deberían ser manejables.

Las políticas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero no tienen por qué perjudicar a la economía

Posible impacto económico

El supuesto en los escenarios de no intervención es que para finales del siglo se habrá producido un cambio drástico del clima. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007), proyecta que, de no controlarse las emisiones, para 2100 las temperaturas mundiales habrán subido 2,8 °C en promedio (las aproximaciones varían entre 1,8 °C y 4 °C, según el *Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones*), y con cierta probabilidad de que los aumentos sean aun mayores. Nicholas Stern (2008) señala que si no se toman medidas y las concentraciones de GEI (equivalente de CO₂) se estabilizan en 750 partes por millón (ppm) a finales de siglo, como lo prevén los últimos escenarios del IPCC, hay un 50% de probabilidades de que las temperaturas mundiales suban más de 5 °C, con consecuencias potencialmente catastróficas para el planeta.

Cualquier estimación de los daños económicos debidos al cambio climático está cargada de incertidumbre. Según el escenario de referencia del *Stern Review* (emisiones relativamente fuertes, efectos de mercado y no de mercado y riesgos catastróficos) la reducción del PIB per cápita hasta 2200 sería de entre 3% y 35% (intervalo de confianza de 90%), con una estimación central de 15% (gráfico 1, panel 1).

La incertidumbre tiene varias fuentes. Una es que la ciencia sobre los procesos físicos y ecológicos del cambio climático aún está en evolución. Por ejemplo, no se sabe con qué rapidez se acumulan los GEI en la atmósfera, cuán sensibles serán los sistemas climáticos y biológicos a las mayores concentraciones de los gases, ni cuáles son los “puntos de inflexión” que, una vez rebasados, dan lugar a catástrofes climáticas, como la fusión de la lámina de hielo o permafrost de la Antártida occidental, cambios en el comportamiento de los monzones o la reorganización de la circulación termohalina del Atlántico. Otro factor es la dificultad de estimar la capacidad de adaptación de la gente a las nuevas condiciones climáticas. Y un tercer factor es la dificultad de asignar un valor presente a los daños que sufrirán las generaciones futuras.

Además, las estimaciones moderadas de los daños ocultan amplias diferencias entre los países (gráfico 1, panel 2). El cambio climático se sentirá antes y más acusadamente en los países menos desarrollados, al menos en relación con el tamaño de sus economías. Esas economías dependen más de sectores sensibles al clima (agricultura, silvicultura, pesca y turismo), tienen poblaciones menos saludables y más vulnerables a los cambios ambientales, y cuentan con menos servicios públicos, que suelen ser de menor calidad. Entre las regiones que probablemente se verán más afectadas están África, el sur y el sudeste de Asia, y América Latina. India y Europa están expuestos al riesgo catastrófico debido a cambios en el comportamiento de los monzones y la reorganización de la circulación termohalina en el Atlántico. En cambio, China, América del Norte, los países avanzados de Asia y las economías en transición (en especial Rusia) son menos vulnerables e incluso podrían beneficiarse de un calentamiento leve (por ejemplo, con mejores cosechas).

Facilitar la adaptación

Las sociedades siempre han sido capaces de adaptarse a los cambios ambientales, y cabe esperar que las personas y las empresas

modifiquen su comportamiento de acuerdo con las nuevas condiciones; por ejemplo, recurriendo a cultivos más resistentes a la sequía y abandonando las costas expuestas a inundaciones y huracanes. Pero los gobiernos también tendrán que intervenir en el proceso de adaptación para cubrir posibles fallas del mercado (empresas y hogares que no puedan aprovechar todas las ventajas sociales de la adaptación), generar bienes y servicios que faciliten la adaptación, o complementar la capacidad de adaptación del sector privado, por ejemplo en los países pobres.

Los análisis cuantitativos sobre los costos de adaptación son escasos, pero los estudios sobre los costos en el sector público indican que la adaptación puede ejercer presión en los presupuestos públicos, sobre todo en los países en desarrollo con poca capacidad de adaptación y más vulnerables al cambio climático. Se estima que los costos en esos países ascenderían a decenas de miles de millones de dólares anuales, niveles comparables a los de los países avanzados. Y dichas estimaciones podrían ser bajas porque no incluyen algunos costos probables, como los debidos a la mayor volatilidad de los patrones meteorológicos.

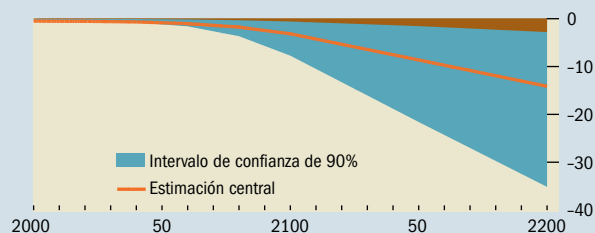
Algunas de las mejores medidas para incrementar la capacidad de adaptación de los países son las siguientes:

Gráfico 1

Los costos suben junto con la temperatura

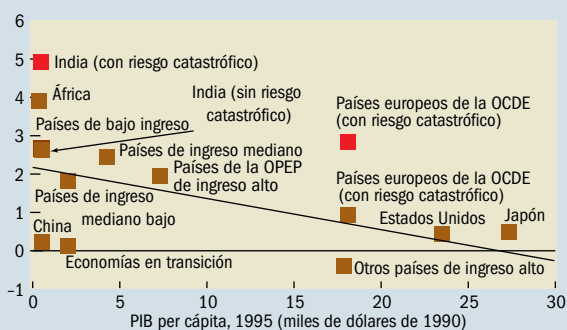
La incertidumbre acerca del impacto económico mundial de los aumentos de la temperatura es considerable, y crece conforme la estimación se extiende hacia el futuro ...¹

(Reducción porcentual, PIB per cápita)



... pero está claro que las pérdidas afectan desproporcionadamente a las economías emergentes y en desarrollo².

(Reducción porcentual del PIB)



Fuentes: Stern (2007); Nordhaus y Boyer (2000).

¹El gráfico indica las estimaciones correspondientes al escenario de referencia de cambio climático del informe Stern. El escenario supone que para 2100 los aumentos de temperatura serán de 3,9 °C. Las estimaciones tienen en cuenta efectos de mercado y no de mercado y el riesgo de catástrofes.

²Efecto de un calentamiento de 2,5 °C. La línea de la regresión incluye solo observaciones sin riesgo catastrófico. Los datos sobre la composición de los grupos de países pueden consultarse en Nordhaus y Boyer (2000).

Desarrollo económico e institucional. El desarrollo facilita la diversificación y una menor dependencia de sectores muy expuestos; mejora el acceso a salud, educación y agua potable; y reduce la pobreza. La solidez de las instituciones también incrementa la capacidad de adaptación de los países.

Autoseguro fiscal. Los presupuestos públicos deben prever los gastos de adaptación, y deben reforzarse las redes sociales, sobre todo en los países más vulnerables. Los países pobres con recursos internos muy escasos podrían necesitar financiamiento externo, y desde las Naciones Unidas se ha puesto en marcha recientemente una iniciativa en tal sentido.

Régimen cambiario y políticas laborales y del sector financiero. Las decisiones que se tomen pueden alentar a empresas e individuos a adaptarse a los shocks que probablemente acompañarán al cambio climático. La flexibilidad cambiaria y las reformas para hacer más adaptables los mercados financieros y del trabajo pueden ayudar a reducir el costo macroeconómico de los shocks climáticos. Dichos shocks suelen destruir las inversiones e interrumpir la producción, y para superarlos es necesario movilizar trabajadores y capitales dentro y fuera de los distintos sectores. Estas medidas, en general, pueden aplicarse rápidamente y sin mayores costos presupuestarios.

Mercados financieros. Pueden servir para reducir los costos macroeconómicos de la adaptación si emiten señales de precios que incentiven a la gente a trasladarse a zonas de menor riesgo y a redirigir los capitales a nuevos sectores productivos y nuevas regiones (véase “La era verde de los mercados” en este número). La capacidad de estos mercados para diversificar los costos y trasladar el riesgo a quienes mejor pueden soportarlo también ayudará a reducir los costos de adaptación.

Reducir las emisiones de GEI

Pero no basta con adaptarse. Hay que reducir las emisiones de GEI. Si a las emisiones se les asignara un precio equivalente al daño que causan, los consumidores y las empresas tendrían un incentivo para abandonar los bienes que generan fuertes emisiones y optarían por bienes y tecnologías limpias. El precio de las emisiones suele denominarse precio del carbono porque el dióxido de carbono es el GEI que más contribuye al cambio climático.

Para la mitigación se han considerado diversos instrumentos de política: **impuestos sobre emisiones de GEI** (impuestos sobre carbono); sistemas de **topes y comercio**, que restringen la cantidad de emisiones que las empresas pueden liberar pero permiten el canje de derechos de emisiones y **políticas híbridas**, que combinan elementos de los dos sistemas anteriores.

El sistema impositivo tiene una gran ventaja sobre el de topes y comercio porque crea un precio estable para las emisiones, factor crucial para las empresas a la hora de invertir en tecnologías limpias a largo plazo. Además, el sistema impositivo genera ingresos que pueden destinarse a mejorar la eficiencia (reducción de otros impuestos) o la equidad (compensación de grupos afectados por la política); pero no garantiza la reducción de las emisiones y puede enfrentarse a obstáculos políticos. Por otro lado, las desventajas de los sistemas de topes y comercio pueden paliarse mediante un instrumento híbrido. Por ejemplo, para reducir la volatilidad de los precios pueden utilizarse válvulas de seguridad que le permitan al gobierno

vender permisos temporales cuando los precios superen un nivel predeterminado. Las políticas híbridas también pueden centrarse simultáneamente en los precios de las emisiones (a corto plazo) y en los niveles de emisiones (a largo plazo).

Ventajas y desventajas

Para determinar el efecto económico de cada política de mitigación en la economía mundial y en las de los países, el FMI utilizó un modelo dinámico global, que es la versión de 2007 del modelo G-cubed (McKibbin y Wilcoxon, 1998) (recuadro).

Sistema impositivo e híbrido con válvula de seguridad. Se examinaron los efectos macroeconómicos de una política mundial de mitigación que obligue a los países a acordar un precio común del carbono, es decir, un impuesto mundial uniforme sobre el carbono o un sistema híbrido en que los países adoptan una válvula de seguridad común (con el precio de los permisos adicionales vinculado a la tasa del impuesto). Suponiendo que todos los países adoptan el precio en 2013 y lo mantienen a largo plazo, la tasa se ajusta de tal manera que las emisiones lleguen a un máximo aproximadamente en 2018 y después disminuyan en forma gradual hasta que 2100 sean equivalentes al 40% del nivel de 2002. Este esquema coincide en general con la idea de que para 2100 las concentraciones de equivalente de CO₂ se establezcan en 550 partes por millón por volumen (ppmv). Para lograrlo, el precio del carbono tendría que subir paulatinamente hasta alcanzar los US\$86 por tonelada en 2040 (una tasa media

El modelo G-cubed

Este modelo permite evaluar las repercusiones de las políticas de precios del carbono en los distintos países a lo largo del tiempo. Los modelos de los precios relativos ayudan a describir cómo el aumento de los precios del carbono incentivaría la sustitución de tecnologías de uso intensivo de carbono con otras más limpias, frenaría el gasto en bienes que generan muchas emisiones y alteraría los términos de intercambio y la balanza de pagos. En este último caso se tienen en cuenta no solo los flujos de comercio, sino también los flujos internacionales de capital, los cuales han recibido poca atención en otros modelos utilizados para analizar las políticas sobre el clima.

El modelo no considera los beneficios a largo plazo de la reducción de emisiones, sino que más bien se centra en los costos de mitigación en las tres primeras décadas. En ese plazo, los beneficios de las políticas serán pequeños, ya que los cambios en los flujos de las emisiones tienen un efecto retardado en el clima. Las simulaciones tienen por objeto ilustrar los mecanismos económicos que entran en juego una vez que se adoptan las políticas de mitigación, y no deben considerarse pronósticos macroeconómicos a largo plazo. Las fuentes alternativas de energía, como los biocombustibles y la energía nuclear y renovable, no se analizan explícitamente en el modelo, pero las inversiones de capital para reemplazar los combustibles fósiles y las mejoras en la eficiencia energética pueden considerarse como sustitutos de esas fuentes de energía. Se supone que la tecnología es transferible entre los países.

anual de US\$3 por tonelada), es decir, un aumento de 21 centavos en el precio del galón de gasolina hasta 2040 y un alza de US\$58 en el precio de la tonelada corta hulla grasa.

Al tener que pagar por sus emisiones de carbono, todas las empresas empiezan a adoptar tecnologías de uso menos intensivo de carbono, y los hogares modifican su consumo en el mismo sentido. El alza de los precios del carbono eleva los costos de las empresas, y la productividad y la producción disminuyen. La inversión agregada cae porque se reduce el producto marginal medio del capital, y el consumo baja junto con el ingreso real. Si son previsores, los hogares y las empresas reaccionan de inmediato a los precios futuros y hacen más eficaz la política. Si bien la actividad real disminuye permanentemente con respecto al nivel de referencia, el shock tiene solo un efecto transitorio en las tasas de crecimiento del PNB, que con el tiempo retornan a sus niveles de referencia. Los saldos en cuenta corriente tienden a mejorar en los países que reducen considerablemente las emisiones, ya que la inversión disminuye más que el ahorro.

Los costos totales de reducción varían según la eficiencia de cada país para reducir las emisiones y según el monto de la reducción. En el modelo G-cubed, los costos más altos corresponden a China, la economía menos eficiente en el uso de la energía (nueve veces más emisiones por unidad de producción que Japón y cinco veces más que Estados Unidos). Se supone que China puede reducir las emisiones a un costo incremental mínimo si mejora la eficiencia con que las empresas y los hogares usan la energía. Hasta 2040, el valor presente neto del consumo en China disminuye un 2% con respecto al nivel de referencia (gráfico 2). En otras economías y en el mundo en general, la disminución es de aproximadamente 0,6% en el mismo período. Los costos son más altos si se miden en relación con la producción agregada de bienes, y para 2040 el valor presente neto del PNB mundial disminuye un 2% con respecto al nivel de referencia. Pero aún así el PNB mundial es 2,3 más alto en 2040 que en 2007 (se usó el PNB como indicador de la producción, en lugar del PIB, porque el PNB incluye el valor de las transferencias entre países, que ocurrirán sobre todo con los sistemas de topes y comercio).

Los costos totales de mitigación en el modelo in G-cubed son más altos que en muchos otros estudios, pero caen dentro del rango de estimaciones del IPCC. Las estimaciones más altas se deben sobre todo a que el aumento de referencia de las emisiones es relativamente fuerte y a que los supuestos sobre la disponibilidad de tecnologías que permiten producir sin emitir GEI son conservadores.

Política de topes y comercio. Se compararon los efectos de las políticas basadas en precio con los de una política mundial que asigne a los países un monto inicial acordado de derechos de emisión y que disponga su comercio. A partir de 2013 cada país recibe una cuota anual de derechos de emisión proporcional a su contribución a las emisiones mundiales en 2012. El precio común de los derechos surge de su comercio internacional. Las economías en que los costos marginales de reducción de las emisiones (CMR) son más altos compran derechos a las economías con CMR más bajos, compensándolas por asumir una reducción mayor que la requerida por su contribución a

las emisiones. La trayectoria real de las emisiones de cada economía difiere de las asignaciones iniciales de derechos, pero la trayectoria mundial se ajusta a lo proyectado.

Para la mayoría de las economías, las transferencias son pequeñas y los efectos macroeconómicos de esta política son similares a los de los sistemas impositivo e híbrido. En los casos de China (receptor), otras economías emergentes y en desarrollo (pagadores) y las economías de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (receptores), las transferencias ascienden en 2040 a 10%, -2% y 1% del PNB, respectivamente. China recibe la mayor cantidad de transferencias porque su uso de energía es comparativamente ineficiente, por lo tanto, en el modelo G-cubed se supone que puede reducir las emisiones a un costo mucho más bajo que otras economías. Las economías avanzadas, emergentes y en desarrollo compran derechos de emisión a China porque les es muy costoso reducir sus emisiones. Los costos para las economías que pagan por las transferencias (Europa, Japón, Rusia, y otras economías emergentes y en desarrollo) son más altos con los sistemas de topes y comercio que con los sistemas impositivos e híbridos, en tanto que los costos para las economías receptoras (China, OPEP y Estados Unidos) son más bajos. Los resultados sobre la dirección y la magnitud de las transferencias dependen mucho de los supuestos sobre los costos marginales de reducción en cada economía, así como del diseño específico de los sistemas de topes y comercio, y sobre todo de la regla que se utilice para asignar los derechos a los distintos países.

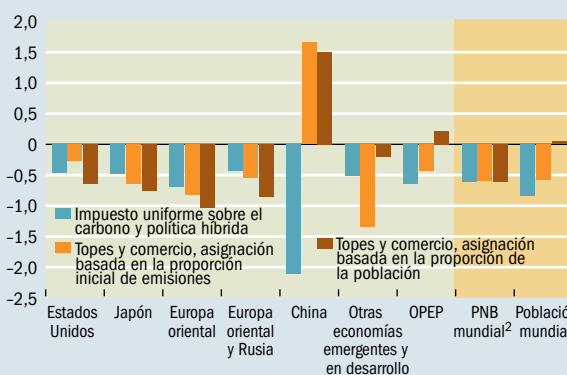
Según la mayoría de los estudios, las economías avanzadas —en especial Europa occidental y Japón— tendrían que comprar derechos de emisiones. Pero el caso de las economías de mercados emergentes es ambiguo: su enorme potencial de cre-

Gráfico 2

Los costos de reducir las emisiones de carbono

Los costos mundiales¹ de mitigación podrían ser moderados entre 2013 y 2040, pero varían según el país y la política adoptada.

(Desviación del consumo con respecto al escenario de referencia, porcentaje)



Fuente: Estimaciones del personal técnico del FMI.

¹Los costos son el valor presente neto de la diferencia entre la trayectoria del consumo en el experimento de la política y la trayectoria del consumo en el escenario de referencia dividido entre el valor presente neto de la trayectoria del consumo en el escenario de referencia. La tasa de actualización se mantiene constante a lo largo del tiempo y en las distintas regiones en 2,2%, que es la diferencia entre las tasas mundiales de interés a largo plazo y las tasas tendenciales de crecimiento del PNB. El valor presente neto de los agregados de consumo varía en cuanto al nivel de consumo a lo largo del tiempo.

²Ponderado en función de las proporciones del PNB en 2013.

³Ponderado en función de las proporciones de la población en 2013.

cimiento implica una fuerte demanda futura de derechos de emisiones, pero la gran cantidad de dióxido de carbono que emiten por unidad de producción hace pensar que tienen amplio margen para mejorar la eficiencia y que podrían vender derechos de emisiones.

Reglas alternativas de asignación. Las transferencias internacionales y los efectos macroeconómicos de los sistemas de topes y comercio dependen mucho de cómo se asignan los derechos de emisiones. Si las asignaciones no dependieran de la contribución inicial de cada economía a las emisiones, sino de su porcentaje de la población mundial a partir de 2013, la evolución del comercio internacional de derechos y los efectos macroeconómicos serían muy diferentes. En ese caso, las otras economías emergentes y en desarrollo venderían derechos y recibirían transferencias por un monto equivalente a 1% del PIB en 2020 y 2030, lo cual reduciría el costo de mitigación en esos países.

Principios rectores

La mitigación puede tener efectos macroeconómicos perniciosos y, para atenuarlos, las políticas de precios del carbono deberían observar los siguientes principios:

- **Ser creíbles y a largo plazo.** El cronograma de aumento de los precios mundiales del carbono tiene que ser creíble para la gente y las empresas. Los aumentos no tienen que ser fuertes; por ejemplo, un aumento inicial de un centavo en el precio del galón de gasolina y aumentos de dos centavos adicionales cada tres años. Si empiezan pronto, estos aumentos graduales permitirán diluir el costo del ajuste a lo largo de más tiempo.

- **Exigir a todos los grupos de países —avanzados, emergentes, en desarrollo— que empiecen a fijar el precio de sus emisiones.** Un marco de política que no incluya las economías emergentes y en desarrollo (en especial las economías grandes y pujantes, como Brasil, China, India y Rusia) sería sumamente costoso y políticamente inalcanzable (por ejemplo, si creara un retraso o si fijara metas iniciales menos estrictas) ya que se prevé que dichas economías generarán el 70% de todas las emisiones en los próximos 50 años.

- **Establecer un precio mundial común para las emisiones.** Así se garantizaría que las emisiones se reduzcan allí donde cueste menos hacerlo. En particular, las economías emergentes y en desarrollo probablemente puedan reducir las emisiones a un costo mucho menor que las economías avanzadas. Por ejemplo, si tuvieran acceso a tecnologías similares a las de Japón y Europa, China e India podrían reducir considerablemente sus emisiones al racionalizar su uso de la energía y disminuir su dependencia del carbón. A escala mundial, los costos serían 50% más bajos si el carbono tuviera un precio internacional común. Los países tendrían que armonizar la tasa del impuesto al carbono, coordinar los precios de activación de la válvula de seguridad en un sistema híbrido o permitir el comercio internacional de emisiones bajo un sistema de topes y comercio.

- **Permitir la flexibilidad necesaria para enfrentar las fluctuaciones cíclicas.** A las empresas les costará más reducir sus emisiones cuando la demanda sea fuerte, y viceversa. Los

costos de reducción se abaratarían si las empresas pudieran regular sus emisiones según el ciclo económico, lo que permitiría lograr un determinado nivel medio de reducciones a mediano plazo. A diferencia de los sistemas impositivos e híbridos, la política de topes y comercio podría ser restrictiva en las etapas de crecimiento fuerte, debido al alza de la demanda y de los precios de los derechos de emisiones, salvo que existan mecanismos para controlar la volatilidad de los precios.

- **Distribuir los costos de mitigación equitativamente entre los países.** Ciertas políticas de mitigación —por ejemplo, un impuesto uniforme, un sistema de topes y comercio que asigne derechos según la proporción de emisiones de los países, o un sistema híbrido— crearían costos elevados para algunas economías emergentes y en desarrollo. Quizá sean necesarias transferencias internacionales cuantiosas para incentivar la participación de estas economías y ayudarlas a enfrentar los efectos negativos. Los ajustes tributarios en frontera para alentar la participación de los países podrían provocar reacciones proteccionistas contraproducentes.

Además, los países quizás tengan que complementar la fijación del precio del carbono con políticas macroeconómicas y financieras acertadas. Por ejemplo, en un sistema mundial de topes y comercio, la compra y venta de derechos entre los países industriales y los países emergentes y en desarrollo podría alcanzar volúmenes considerables. Las transferencias reducirían los costos de la fijación del precio del carbono en los países emergentes y en desarrollo y alentarían su participación. Pero también podrían provocar una apreciación considerable del tipo de cambio real en los países receptores, perjudicando la competitividad de ciertos sectores. Para atenuar esos efectos macroeconómicos, los países deberían ahorrar parte de las afluencias, seguir mejorando el clima empresarial y, dependiendo del régimen cambiario, dejar que al menos parte de la apreciación se deba al tipo de cambio nominal y no a la inflación. ■

Natalia Tamirisa es Subjefa de División en el Departamento de Estudios del FMI.

Referencias:

Fondo Monetario Internacional, 2008, "Climate Change and the Global Economy", Perspectivas de la economía mundial, abril (Washington).

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2007, Cambio Climático 2007: Mitigación. Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave y L.A. Meyer a cargo de la edición (Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press).

McKibbin, Warwick J., y Peter J. Wilcoxen, 1998, "The Theoretical and Empirical Structure of the G-Cubed Model", Economic Modelling, vol. 16 (enero), págs. 123-48.

Nordhaus, William, y Joseph Boyer, 2000, Warming the World: Economic Models of Global Warming (Cambridge, Massachusetts: MIT Press).

Stern Nicholas 2008, "The Economics of Climate Change", Richard T. Ely Lecture, reuniones de la AEA, Nueva Orleans, 4 de enero.

———, et al., 2007, Informe Stern: La economía del cambio climático (Cambridge: Cambridge University Press).