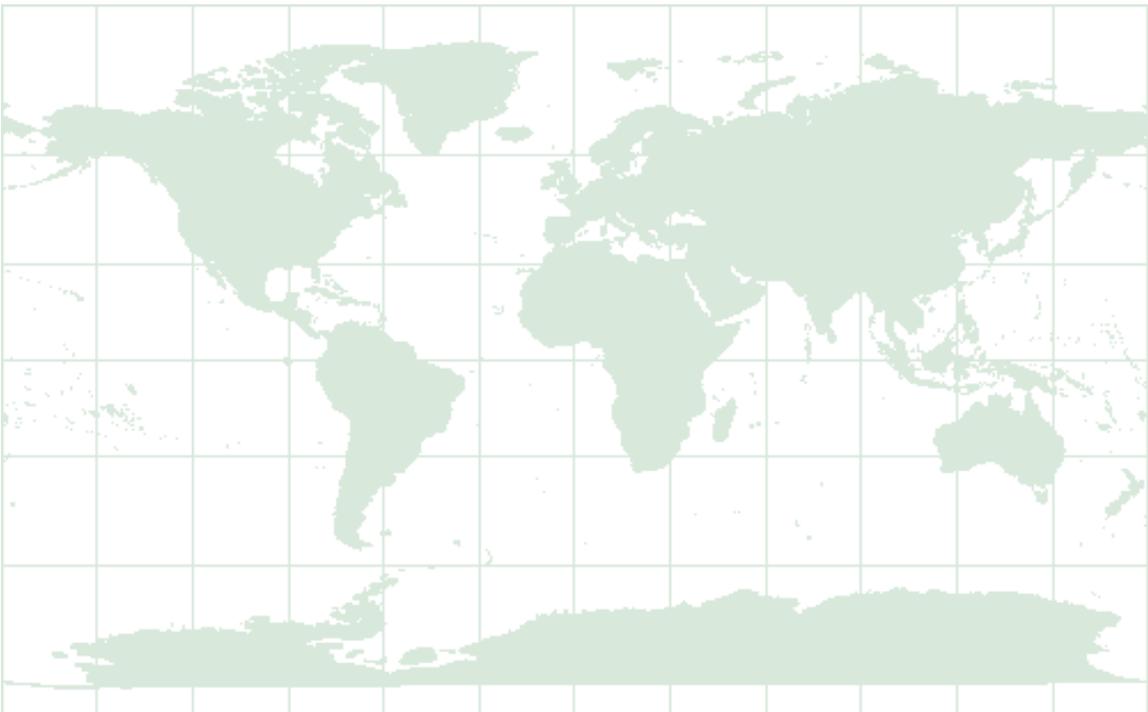


Departamento de Asuntos Económicos y Sociales

Estudio Económico y Social Mundial, 2011

La gran transformación basada en tecnologías ecológicas

Sinopsis



Naciones Unidas
Nueva York, 2011

Sinopsis

Resumen

La humanidad ha de llevar a cabo en los próximos 30 o 40 años una reestructuración tecnológica fundamental, so pena de correr el riesgo de no cumplir su compromiso global de poner fin a la pobreza y evitar los efectos catastróficos del cambio climático y de la degradación del medio ambiente. El **Estudio Económico y Social Mundial, 2011** analiza las opciones y los problemas relacionados con el paso a tecnologías más eficientes y basadas en energías renovables, junto con una transformación de las tecnologías agropecuarias necesarias para garantizar la seguridad alimentaria sin que se sigan degradando los recursos terrestres e hídricos y con la aplicación de la tecnología requerida para adaptarse al cambio climático y reducir los riesgos de la población humana frente a los peligros naturales.

Los gobiernos tendrán que desempeñar un papel rector mediante la puesta en marcha de planes de inversión y de incentivos destinados a acelerar la innovación de la tecnología ecológica y cambios estructurales encaminados a la sostenibilidad de la producción y del consumo. Será menester reforzar la cooperación internacional y efectuar importantes reajustes en los mecanismos comerciales y financieros multilaterales a fin de que los países en desarrollo lleven a cabo las necesarias transformaciones tecnológicas sin poner en peligro sus aspiraciones en cuanto al crecimiento y la reducción de la pobreza.

La transformación basada en tecnologías ecológicas

Proceder de la manera habitual no es una opción

La humanidad ha realizado durante los dos últimos siglos ingentes progresos en cuanto a la mejora de su bienestar material, pero a costa de la degradación permanente de su entorno natural. Alrededor de la mitad de los bosques que cubrían la Tierra han desaparecido, los recursos hídricos subterráneos se están agotando y contaminando, ya han tenido lugar enormes pérdidas de la diversidad biológica y, debido a la quema creciente de combustibles fósiles, la estabilidad del clima del planeta se ve amenazada por el calentamiento mundial. A fin de que las poblaciones de los países en desarrollo logren un nivel de vida digno, en particular los miles de millones de personas que siguen viviendo en condiciones de pobreza extrema, más otros 2.000 millones de habitantes que se habrán sumado a la población mundial a mediados de siglo, será necesario realizar progresos económicos mucho mayores.

Si siguen utilizándose las mismas vías de crecimiento económico se exacerbarán aún más las presiones sobre los recursos y el medio ambiente del mundo, que se aproximarían a límites en los que ya no serían sostenibles los medios de subsistencia. Así pues, proceder de la manera habitual no es una opción. Con todo, aun cuando detuviéramos ahora los motores de crecimiento del mundo, seguirían produciéndose el agotamiento de nuestro medio natural y su contaminación como consecuencia de los hábitos de consumo y los métodos de producción. Por tanto, es urgente encontrar nuevas vías de desarrollo que garanticen la sostenibilidad del medio ambiente y pongan fin a la destrucción ecológica al tiempo que logran establecer medios de subsistencia decentes para toda la humanidad ahora y para el futuro.

La economía ecológica ha de ser el nuevo paradigma

Para alcanzar ese objetivo será necesario adoptar una estrategia económica radicalmente nueva. Al adoptar decisiones económicas, los gobiernos y los agentes privados tendrán que concentrarse en la manera de reforzar la sostenibilidad medioambiental, en lugar de ponerla en peligro. La “economía ecológica” se ha promovido a este respecto como concepto clave, concepto

que abarca la promesa de un nuevo paradigma de desarrollo cuya aplicación puede garantizar la conservación del ecosistema de la Tierra mediante nuevas vías de crecimiento económico al tiempo que se contribuye a la reducción de la pobreza.

No hay una definición única de la economía ecológica, aunque existe un acuerdo amplio respecto a la idea básica en que se sustenta: que la mejora del crecimiento económico, del progreso social y de la gestión ambiental pueden ser objetivos estratégicos complementarios y que la necesidad de compensar posiblemente unos con otros con miras a su cumplimiento puede superarse. En este sentido, la esencia del concepto de economía ecológica está en plena consonancia con la del de desarrollo sostenible formulado por las Naciones Unidas, a cuyo tenor se considera que las dimensiones económica, social y medioambiental son los tres pilares del desarrollo, al tiempo que se destaca la importancia de la equidad intergeneracional en relación con el desarrollo; esto es, garantizar que la satisfacción de las necesidades de la generación presente no pone en peligro la capacidad de las generaciones futuras de subvenir a sus propias necesidades.

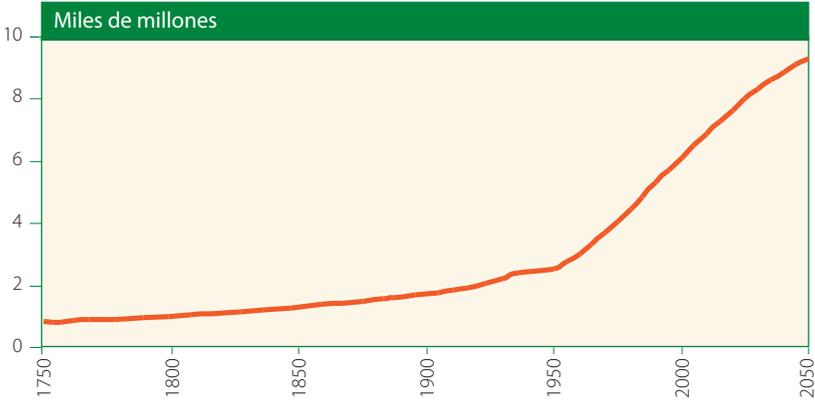
Además, el concepto de economía ecológica está basado en el convencimiento de que los beneficios de invertir en la sostenibilidad del medio ambiente sobrepasan no solo el costo de no hacerlo, sino también el de tener que proteger los ecosistemas de los daños causados por una economía no ecológica.

Es necesaria una revolución tecnológica ...

La población del mundo, el ingreso per cápita, la utilización de la energía y de los recursos, los desechos y la producción de contaminantes (incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero) han crecido exponencialmente desde la primera revolución industrial. Cuando se describe esa evolución, la imagen gráfica es la de un palo de hockey (véanse los gráficos 1a a 1d *infra*). El correspondiente incremento de actividad humana amenaza con sobrepasar los límites de la capacidad de la Tierra como fuente y sumidero.

El objetivo de la economía ecológica es asegurar que no se traspasen esos límites. Una de las opciones para lograrlo consistiría en limitar el crecimiento de los ingresos, ya que, habida cuenta de los métodos de producción existentes, ello limitaría a su vez el aumento de la utilización de los recursos, los desechos y los contaminantes.

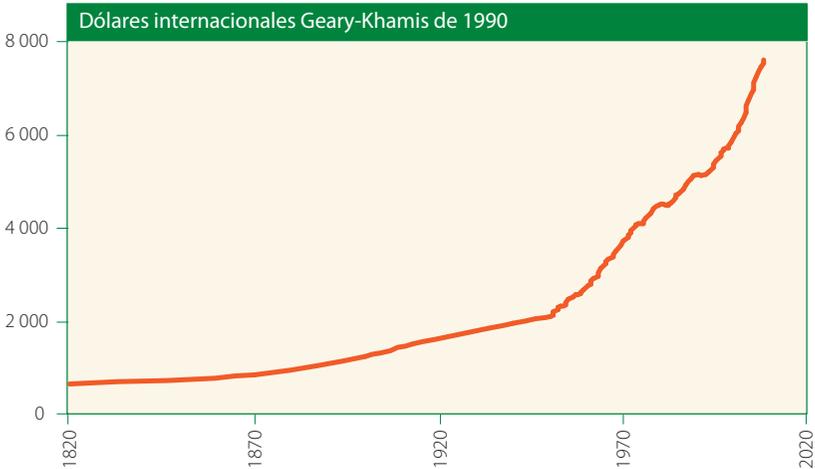
Gráfico 1a
Crecimiento exponencial de la población del mundo, 1750-2050



Fuente: Para 1750-1949, Naciones Unidas, *The world at six billion* (1999), pág. 5, cuadro 1, titulado "World population, year 0 to near stabilization"; para 1950-2050, Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población, "World Population Prospects: The 2010 Revision" (Nueva York, 2011).

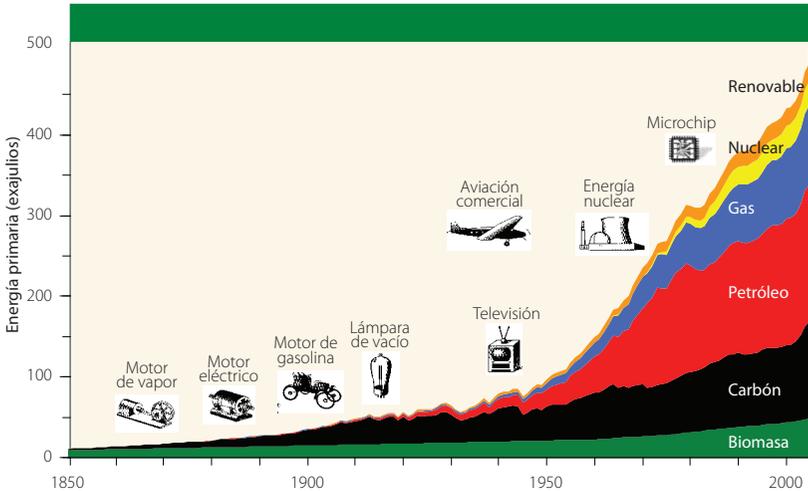
Nota: Para después de 2010, las proyecciones se basan en la variante media.

Gráfico 1b
Crecimiento del ingreso per cápita mundial, 1820-2008



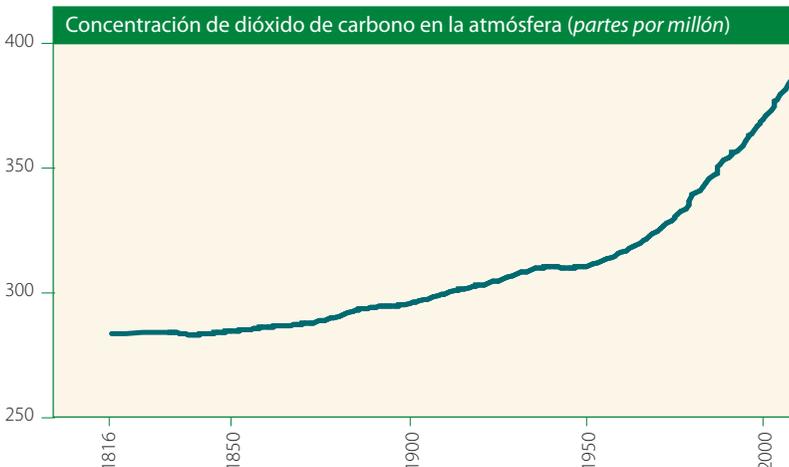
Fuente: Angus Maddison, "Maddison data on population and GDP". Puede consultarse en <http://sites.google.com/site/econgeodata/maddison-data-on-population-gdp>.

Gráfico 1c
Aumento del consumo de energía desde la primera revolución industrial, 1850-2000



Fuente: *Estudio Económico y Social Mundial, 2009* (publicación de las Naciones Unidas, No. de venta: S.09.II.C.1), gráfico II.4.

Gráfico 1d
Crecimiento exponencial de las emisiones de gases de efecto invernadero, 1816-2008



Fuente: Departamento de Energía de los Estados Unidos, Centro de análisis de la información sobre el dióxido de carbono (CDIAC) (véase <http://cdiac.esd.ornl.gov>).

No obstante, eso entrañaría complicaciones para alcanzar el objetivo de desarrollo y, por consiguiente, no redundaría en interés de los países en desarrollo, en los que habita la inmensa mayoría de la población mundial. Otra opción sería reducir el crecimiento de la población, pero eso podría lograrse con más eficacia si se mejoraran los niveles de vida. Reducir tanto la utilización de las energías renovables y de los recursos como los desechos y los contaminantes y eliminar la degradación del suelo y las pérdidas de la diversidad biológica parecerían, pues, la clave de la economía ecológica.

Será menester llevar a cabo una reestructuración tecnológica fundamental. Las tecnologías habrán de experimentar drásticas transformaciones a fin de ser más eficientes por lo que respecta a la utilización de la energía y de otros recursos y a la reducción al mínimo de la producción de contaminantes nocivos. El 90% de la energía generada mediante tecnologías no ecológicas que utilizan combustibles fósiles es actualmente la fuente de alrededor del 60% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Según la hipótesis más prudente, para que las concentraciones equivalentes de CO₂ se establezcan en 450 partes por millón (de conformidad con el objetivo de estabilizar el calentamiento de la Tierra a un incremento de la temperatura de 2°C a partir de los niveles preindustriales), la utilización de combustibles fósiles tendría que reducirse en un 80% para mediados de siglo. La reducción de la utilización de la energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas al aumento de una población que es cada vez más urbana exigirá drásticas transformaciones en los hábitos de consumo, los sistemas de transporte, las infraestructuras de las viviendas y los edificios y los sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento.

La agricultura moderna, que constituye la base de la seguridad alimentaria mundial, representa actualmente alrededor de un 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero, al tiempo que la utilización del suelo y la correspondiente gestión del agua no resultan sostenibles en muchas partes del mundo. Se estima que la deforestación representa un 17% de las emisiones mundiales y que causa la pérdida de hábitat, especies y biodiversidad en general. En cuanto a la energía, si bien existen tecnologías que se sabe que garantizan una agricultura y una ordenación forestal más sostenibles, que impiden la erosión del suelo y que limitan estrictamente la contaminación que produce en el agua la agricultura, se requiere un nivel mucho mayor de innovaciones y difusión de conocimientos para que

puedan ser adaptadas a las condiciones locales. No obstante, al tiempo que hay casi 1.000 millones de personas desnutridas y que se enfrentan a una grave inseguridad alimentaria, la producción mundial de alimentos tendría que incrementarse entre un 70% y un 100% para el 2050, desde los niveles actuales, a fin de alimentar a una población en aumento. Así pues, es urgente lograr que la producción agrícola sea ecológicamente sostenible y al mismo tiempo elevarla considerablemente. Es difícil imaginar cómo podría lograrse eso sin una reestructuración a fondo de los sistemas de producción existentes, de las tecnologías y de la infraestructura de apoyo.

La incidencia de los desastres naturales se ha multiplicado por cinco desde el decenio de 1970. En parte, ese aumento puede atribuirse con bastante seguridad al cambio climático inducido por la actividad humana. La deforestación, la degradación de la protección natural de las costas y las infraestructuras deficientes han incrementado la posibilidad de que las perturbaciones meteorológicas pasen a ser desastres humanos, especialmente en los países menos adelantados. Por ello, la reducción de los riesgos de desastre exigirá una importante transformación tecnológica y social, incluidas la reconstrucción de infraestructuras y una utilización mejor del suelo y de la gestión del agua en las zonas vulnerables, al tiempo que los grupos sociales vulnerables habrán de participar plenamente en los procesos de adopción de decisiones relacionados con la puesta en práctica de sistemas de resistencia de la comunidad frente al cambio climático y los desastres.

... que no tendrá parangón

Muchas de las tecnologías que requiere una economía ecológica ya están disponibles, como ponen de manifiesto, por ejemplo, la gama de opciones para generar energías renovables (energía eólica, energía solar y biocombustibles, entre otras), las tecnologías para la captura del carbono y la utilización más eficiente de la energía, las técnicas para reemplazar recursos no biodegradables y en materia de agricultura y silvicultura sostenibles, así como las tecnologías para conseguir que las líneas costeras y las infraestructuras sean menos vulnerables a los desastres naturales. Esas opciones constituyen puntos de partida a los que ya se puede recurrir. Las principales cuestiones que se plantean al impulsar el cambio hacia una economía ecológica son cómo seguir perfeccionando esas técnicas, adaptarlas a las necesidades locales y sectoriales concretas, ampliar sus aplicaciones para

reducir considerablemente sus costos y establecer incentivos y mecanismos que faciliten su difusión y el intercambio de conocimientos. Esas cuestiones resultan más fáciles de abordar en la teoría que en la práctica.

Dado que muchos de los componentes de los sistemas económicos existentes se encuentran circunscritos a la utilización de tecnologías no ecológicas y no sostenibles, es considerable lo que está en juego en cuanto al elevado costo de abandonar tales tecnologías. Los países en desarrollo, especialmente los de bajos ingresos con tasas relativamente bajas de utilización de electricidad, tal vez puedan “dar el salto” a generar electricidad, por ejemplo sobre la base de formas renovables de energía primaria. La cuestión es cómo habilitar a esos países para que tengan acceso a tecnologías ecológicas, las utilicen y, sobre todo, puedan permitírselas.

Asimismo es necesario llevar a cabo innovaciones y ampliaciones para reducir los costos unitarios. Las tecnologías tendrán que ser “transferidas” y resultar accesibles, dado que la mayor parte de las innovaciones tienen lugar en los países desarrollados y las empresas privadas de tales países son las principales propietarias de los derechos de propiedad intelectual en el caso de la mayoría de las tecnologías ecológicas. Las nuevas tecnologías también tendrán que quedar circunscritas a los nuevos procesos de producción. Ello entrañaría mejorar gran parte de la infraestructura existente y promover activamente las tecnologías e industrias ecológicas. En consecuencia, la revolución tecnológica en favor de una economía ecológica será fundamentalmente diferente de las anteriores revoluciones por tres razones.

En primer lugar, tendrá que tener lugar durante un período concreto y limitado. Habida cuenta de las presiones existentes sobre nuestro ecosistema, el objetivo debería ser alcanzado en los próximos 30 o 40 años, lo que entraña una labor ingente, dado que la difusión de las tecnologías es un proceso lento. Las revoluciones tecnológicas anteriores solieron necesitar un período considerablemente más largo del que se dispone ahora para consumir la revolución de la tecnología ecológica.

En segundo lugar, los gobiernos tendrán que desempeñar un papel mucho más importante, principalmente a causa del escaso plazo del que se dispone. En las circunstancias actuales es menester acelerar la innovación tecnológica y su difusión, lo cual es improbable que se produzca si se deja que dependan de las fuerzas del mercado. Es asimismo importante el hecho de que el entorno natural es un bien público y sin precio fijado por el mercado. Los mercados de tecnologías ecológicas existen, pero están en

formación, creados mediante políticas de los gobiernos. Estos también tendrán que desempeñar un papel clave para seguir promoviendo las investigaciones en tecnologías ecológicas, su desarrollo y su difusión a medida que se generen beneficios para las sociedades en su totalidad. Además, dado que actualmente las tecnologías no ecológicas se circunscriben a sistemas económicos completos, el cambio radical a las tecnologías ecológicas entrañará mejorar, reajustar y reemplazar gran parte de la infraestructura existente y otro capital invertido. Esas transformaciones serán costosas y requerirán una financiación en gran escala y a largo plazo que es improbable que se movilice por completo por conducto de la iniciativa privada; también requerirán apoyos e incentivos de los gobiernos. No sólo serán necesarias, pues, firmes políticas tecnológicas, sino que tendrán que ir acompañadas de políticas industriales y educativas activas encaminadas a inducir los cambios necesarios en la infraestructura y en los procesos de producción.

En tercer lugar, dado que los problemas ambientales son mundiales, la revolución de la tecnología ecológica tendrá que verse facilitada por una intensa cooperación internacional. La dimensión mundial resulta especialmente evidente en el caso del cambio climático, aunque los problemas de la inseguridad alimentaria y de la deforestación también tienen importantes efectos transfronterizos que dimanan, por ejemplo, de la inestabilidad del precio de los alimentos y de las emisiones de los gases de efecto invernadero. Merced al comercio y a las inversiones internacionales, los ingresos y el consumo de un país están vinculados a las huellas ecológicas que existen en el país de producción. Los acuerdos ambientales multilaterales, las normas sobre el comercio y las inversiones, las facilidades de financiación y los regímenes de derechos de propiedad intelectual habrán de adaptarse para propiciar la transformación a la tecnología ecológica. Dado que muchas, aunque no la totalidad, de las nuevas tecnologías existentes son propiedad de los países avanzados y que llevar el cambio a la tecnología ecológica será más costoso para los países en desarrollo en relación con sus ingresos, se plantearán importantes cuestiones de distribución relacionadas con la ecologización de la economía mundial, que también habrán de ser abordadas en el marco de las mencionadas facilidades de financiación y otros nuevos mecanismos de cooperación internacional.

En el *Estudio Económico y Social Mundial* de este año se examinan los medios necesarios para que la revolución tecnológica pueda atender a las necesidades y respaldar los objetivos de la economía ecológica.

La complejidad del cambio tecnológico

Los resultados son inciertos

El cambio tecnológico es un proceso acumulativo preñado de incertidumbres en cuanto a su dirección y sus resultados. Además, la historia indica que la transformación de la producción y del consumo no es un mero juego de prestidigitación. Los cambios en las tecnologías predominantes en el mundo darán lugar a importantes transformaciones de la estructura social, de las instituciones del mercado, de las modalidades de convivencia y en los estilos de vida.

Inevitablemente, un cambio tecnológico rotundo producirá importantes efectos distributivos entre los países y dentro de ellos. Algunos países y grupos se verán negativamente afectados por la reducción de la demanda de sus productos y recursos. Por otra parte, los países que no se queden atrás en las actividades de investigación y desarrollo y logren establecer nuevos vínculos con el resto de sus economías estarán en mejores condiciones para adaptarse a las nuevas tendencias tecnológicas y mejorar su riqueza y su bienestar.

El cambio tecnológico está estrechamente relacionado con la modernización industrial y con el cambio estructural

Los mayores avances en cuanto a los recursos y las aplicaciones tecnológicos tendrán que producirse en el mundo en desarrollo cuando la modernización tecnológica entrañe cambios estructurales en la producción. La capacidad de una economía de generar actividades dinámicas nuevas resulta clave para el desarrollo sostenible. Dado que los procesos de producción han de cambiar para poder respaldar el crecimiento a largo plazo y facilitar el desarrollo, los gobiernos han de optar por políticas propicias. Eso puede dar lugar a lo que el economista austríaco Joseph Schumpeter denominó “destrucción creativa”: crear nuevas actividades económicas para reemplazar otras antiguas y menos productivas. La inversión selectiva, la industria y las políticas tecnológicas serán, pues, esenciales para todos los países que persigan el desarrollo sostenible.

Se necesita un sistema de innovación nacional ecológica para acelerar el desarrollo sostenible

Todos los países disponen de lo que se denomina sistema de innovación nacional, que abarca el sistema educativo, las instituciones de investigación científica y técnica, los departamentos de desarrollo de productos de las empresas privadas y otros mecanismos por cuyo conducto se reformulan los productos y los procesos de producción. Todos los países disponen de este sistema, con independencia de que los encargados de formular políticas sean o no conscientes de su existencia. Una función clave de un sistema efectivo de innovación nacional estriba en desarrollar la capacidad nacional para elegir, absorber y promover las tecnologías que sean más propicias para mejorar el desarrollo sostenible dinámico. En el presente *Estudio* se propone incorporar los objetivos del desarrollo sostenible y situarlos en el núcleo mismo del sistema de innovación nacional existente con el fin de crear lo que se denominan sistemas ecológicos de innovación nacional. Esos sistemas también servirían para coordinar la reorientación de los sistemas de innovación para los sectores concretos de la agricultura, la energía, la construcción, las manufacturas y el transporte, entre otros, con el fin de centrarlos en las tecnologías ecológicas y garantizar la coherencia de las políticas en materia de tecnología ecológica, industria y demanda.

Aceleración de la transición a la energía ecológica

Se requiere una radical transformación energética

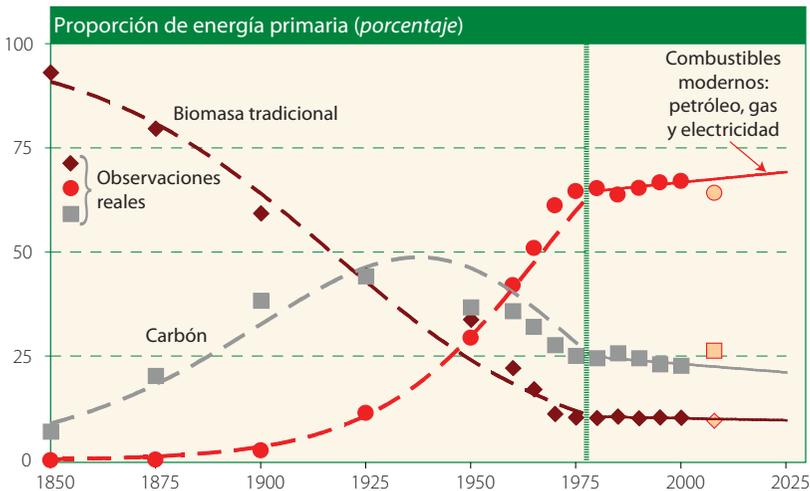
El rápido incremento en la utilización de la energía, sobre todo orientada hacia los combustibles fósiles, explica por qué la humanidad está a punto de quebrar los límites de la sostenibilidad en el planeta por el calentamiento de la Tierra, la pérdida de diversidad biológica, la perturbación del equilibrio del ciclo del nitrógeno y otras medidas relacionadas con la sostenibilidad del ecosistema de la Tierra. Es urgente la transición hacia un sistema de energía mundial total si se quiere evitar una importante catástrofe planetaria.

Si bien las hipótesis relacionadas con el cambio climático indican que la transición se lograría en el transcurso de los próximos 40 años,

lo acontecido hasta ahora y las circunstancias presentes sugieren que eso sería casi imposible: las principales transiciones anteriores en materia de energía ocurrieron en un plazo de entre 70 y 100 años (gráfico 2). A partir de 1975, los sistemas de energía se han estabilizado en torno a la utilización de combustibles fósiles, sin cambio alguno visible en la dirección de una nueva transición hacia fuentes de energía primaria renovables y menos contaminantes, pese a los esfuerzos realizados en los planos nacional e internacional para acelerar el cambio tecnológico para la generación de energía en respuesta a las crisis del petróleo del decenio de 1970 y a las preocupaciones cada vez mayores en relación con el calentamiento de la Tierra. Se ha avanzado en el logro de una mayor eficiencia energética (utilización de energía por unidad de producción) y en la utilización de ciertos tipos de tecnologías con menor contenido de carbono, aunque lo conseguido se ha visto en gran medida contrarrestado por el aumento de la demanda de energía, lo que ha dado lugar a constantes incrementos de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los altos niveles de crecimiento económico que los países en

Gráfico 2

Las dos transiciones en gran escala experimentadas por los sistemas de energía del mundo, 1850-2008



Fuentes: British Petroleum, "Statistical review of world energy 2010" (Londres, British Petroleum, 2010) ([www.bp.com/productlanding.do? categoryId=6929& contentId=7044622](http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622)); Arnulf Grübler, "Energy transitions", en *The Encyclopedia of Earth* (Washington, D.C., National Council for Science and the Environment, 2011); y Agencia Internacional de Energía, "Energy balances of non-OECD countries" (París, 2010) (www.iea.org/Textbase/nptoc/greenbal2010TOC.pdf).

desarrollo necesitan alcanzar en los próximos decenios para cumplir sus metas de desarrollo entrañarán nuevos y drásticos aumentos de la demanda de energía, y se requerirán mejoras espectaculares en relación con la eficiencia de la energía y una aceleración del cambio hacia la energía sostenible para evitar los daños catastróficos que producirá el cambio climático.

¿Será viable esa transformación?

La larga vida útil de las centrales eléctricas, las refinerías, los edificios y la infraestructura energética hacen que toda transición en materia de energía sea larga por necesidad. Los costos de sustituir a escala mundial el combustible fósil existente y la infraestructura de la energía nuclear se estiman en al menos entre 15 y 20 billones de dólares (entre un cuarto y un tercio de la renta mundial). Algunos países en desarrollo pueden estar en condiciones de pasar a adoptar directamente fuentes de energía renovables, aunque el grueso de la infraestructura energética de casi todos los países emergentes y en desarrollo ya se ve circunscrito a la utilización de combustibles fósiles.

Muchos países ya están intentando promover un sistema de oferta de energía más ecológico, incluso mediante las inversión en innovaciones energéticas, tarifas para proveedores de esa energía y otras medidas relacionadas con los precios, así como con medidas regulatorias y normas de eficiencia destinadas a promover el ahorro energético y la difusión de fuentes de energía renovables y menos contaminantes. No obstante, en el *Estudio* se indica que el ritmo de avance del cambio tecnológico no está en modo alguno próximo al que se necesita para alcanzar el objetivo de la total descarbonización del sistema de energía mundial para 2050. Ciertamente los esfuerzos que se están realizando no están en absoluto generando una solución a escala mundial; por ello será necesario incrementar los esfuerzos para acelerar el cambio, tanto en los países desarrollados como en desarrollo.

La tarea será ardua; en parte por las elevadas inversiones que se encuentran circunscritas a la tecnología de la energía no ecológica y sus interdependencias con el sistema económico más amplio, y en parte porque, tal como indican los conocimientos de que se dispone, pueden existir límites técnicos a la ampliación masiva de las tecnologías de las energías renovables (como la energía eólica y la solar), habida cuenta de la actual eficiencia de la conversión y de los límites a la implantación de tales tecnologías y a las mejoras en la eficiencia de su uso energético.

Acelerar la transición a la energía ecológica es posible, aunque resultará difícil

Hay casos de rápida transición nacional en cuanto a la energía. Portugal, por ejemplo, en apenas cinco años (entre 2005 y 2010) incrementó las energías renovables (incluida la energía hidroeléctrica) del 17% al 45%, dentro del total de la oferta de energía. Esas aceleradas transiciones serán probablemente más fáciles en las economías pequeñas y ricas en recursos y en las economías prósperas que en los países con escasos recursos y en los países de bajos ingresos. El Protocolo de Montreal de 1987 relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono¹ constituye un ejemplo de instrumento mundial que ha logrado establecer un marco para inducir un abandono radical y rápido de las tecnologías contaminantes a nivel mundial, prestando especial apoyo a los países en desarrollo para que adopten nuevas tecnologías.

En el *Estudio* se llega a la conclusión de que la aceleración de la transición ecológica exigirá garantizar la coherencia de una amplia gama de políticas entre todos los países. Esas políticas tendrán que ser adaptadas en buena medida a las condiciones y oportunidades locales y ser aplicadas a nivel nacional, aunque, no obstante, esas políticas nacionales tendrán que sumarse entre sí, cosa que ahora no ocurre, para alcanzar las metas mundiales, en especial las relativas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, habida cuenta del carácter mundial del cambio climático.

En las metas mundiales han de reconocerse las diferencias entre los niveles de desarrollo

Una transformación energética mundial debería alcanzar simultáneamente las metas respecto de las emisiones y facilitar una convergencia hacia arriba de los usos de la energía por los países en desarrollo y por los países desarrollados (la renta per cápita y las energías disponibles de aquellos suponen en promedio la décima parte de las de estos últimos). El Protocolo de Kyoto², de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático³, requiere que las partes reduzcan sus emisiones anuales a unas 13 toneladas

1 Naciones Unidas, *Treaty Series*, vol. 1552, No. 26369.

2 *Ibíd.*, vol. 2303, No. 30822.

3 *Ibíd.*, vol. 1771, No. 30822.

de emisiones de CO₂ por persona para 2012, lo que parece alcanzable. Esa meta se conjugaría con una disminución de la tasa de aumento de las emisiones en los países en desarrollo. Para mantenerse dentro del límite absoluto de concentración de CO₂ de 450 partes por millón requerido para estabilizar el clima, que fue lo aceptado en la Cumbre de Copenhague sobre el Cambio Climático, será necesario avanzar aceleradamente hacia la transformación en energías renovables o ecológicas, ya que ese límite entrañaría reducir gradualmente cada año hasta 2050 las emisiones a tres toneladas por persona, o menos si se estableciera un límite absoluto aún más reducido.

No obstante, habida cuenta de que los conocimientos de que se dispone actualmente indican que puede haber límites al nivel al que pueden ampliarse las tecnologías renovables y al alcance con que la eficiencia energética puede incrementarse para atender a la creciente demanda de energía, para complementar las metas de reducción de las emisiones tal vez haya que considerar la posibilidad de establecer topes al consumo de energía, lo que tendría importantes repercusiones para los procesos de producción y de consumo. En el *Estudio* se estima que el tope para las emisiones sería equivalente a un consumo de energía primaria de 70.000 millones de julios per cápita al año, lo que significa que el europeo medio tendría que reducir a aproximadamente la mitad su consumo de energía actual y que un habitante de los Estados Unidos de América tendría que reducirlo como promedio unas tres cuartas partes. La mayoría de los ciudadanos de los países en desarrollo aún podría incrementar considerablemente su utilización media de energía durante cierto período de tiempo. Incluso en ese caso, los países en desarrollo no podrán evitar proceder a la transformación en energía ecológica y habrán de garantizar que se cumplen las metas mundiales de reducción de las emisiones.

Las políticas de energía ecológica han de ser coherentes a lo largo de las cadenas de producción y de consumo

A los efectos de la aceleración de la transformación tecnológica para cumplir las metas relacionadas con las emisiones y la utilización de la energía, en el *Estudio* se recomienda que las políticas y actividades correspondientes se adecuen a cuatro objetivos clave.

*Mejorar la eficiencia energética
en relación con su utilización final
sin aumentar el consumo cuando los niveles
de utilización de energía ya sean altos*

La reducción de la utilización de energía mediante el cambio tecnológico —proceso que lleva aparejada la producción de utillaje, electrodomésticos y automóviles más eficientes desde el punto de vista energético— puede resultar tan importante como establecer instalaciones de suministro de energías menos contaminantes. No obstante, ello exigirá un aumento del volumen en apoyo de la investigación y el desarrollo en un ámbito que ha permanecido relativamente descuidado. A fin de obtener beneficios a nivel macroeconómico mediante la eficiencia en la utilización final, es importante que no se permita que la mejora de la eficiencia energética constituya la base para un incremento de la actividad y del consumo en los países desarrollados y que tales incrementos se permitan únicamente en los países que sigan registrando déficits de energía y de ingresos.

*Apoyar a una amplia cartera
de desarrollo de la tecnología energética
a nivel mundial, paralelamente a la adaptación
de tecnologías de eficacia comprobada
en determinados lugares*

Ya está disponible en el mercado una amplia gama de tecnologías para producir energía menos contaminante y para reducir la intensidad de la producción y el consumo de energía. La mayor parte de los expertos están de acuerdo en que los gobiernos, particularmente los de las economías avanzadas, deberían promover el desarrollo de una amplia cartera de tecnologías (incluidas las renovables, como la solar, la eólica, la geotérmica y la hidroeléctrica) a lo largo de toda la cadena de desarrollo tecnológico (investigación, desarrollo y demostración, formación de mercado, difusión y adaptación comercial). La mayor parte de los países en desarrollo es posible que opte por una cartera más polarizada, habida cuenta de que el inicio de su transformación tecnológica de la energía tendría lugar en etapas más avanzadas del proceso.

Respaldar períodos más amplios de experimentación y descubrimiento

El apoyo al desarrollo tecnológico también ha de permitir que se lleve a cabo una experimentación lo suficientemente intensa como para conseguir que se amplíen las tecnologías más eficientes, con el punto de mira puesto en todos los casos en la viabilidad comercial de los nuevos descubrimientos. El respaldo de los gobiernos a los programas debería garantizar que la mejora sistemática de las tecnologías se concentrase en la posibilidad de una utilización generalizada después de la etapa de demostración y prueba y debería evitar que la utilización se circunscribiera prematuramente a tecnologías no óptimas que no resultarían viables en situaciones en las que no se requiriera una especialización.

Utilizar estrategias “inteligentes” de gobernanza y de rendición de cuentas en relación con el desarrollo tecnológico en materia de energía

Es importante que, tanto en el plano mundial como en el ámbito nacional se amplíe la supervisión —que sería llevada a cabo por parte de órganos técnicos independientes y ampliamente representativos— de la asignación de fondos públicos destinados a desarrollo tecnológico. Los programas de apoyo al desarrollo tecnológico deben contar con la suficiente flexibilidad como para que se proporcionen y se retiren recursos sobre la base de consideraciones relacionadas con los costos posibles y con los costos de oportunidad. Los gobiernos pueden subvencionar y recompensar las actividades realizadas por empresas privadas para lograr progresivamente mayores eficiencias energéticas en los productos destinados al uso final, como el utillaje, los automóviles y los electrodomésticos. Un excelente ejemplo de ese enfoque es el programa Top Runner, del Japón. Con arreglo a ese programa, el producto más eficiente pasa a representar una norma que han de cumplir otros fabricantes dentro de un determinado período de tiempo. El perfeccionamiento de las tecnologías con bajas emisiones y con una elevada eficiencia energética debe constituir un objetivo clave de la política industrial.

El cambio tecnológico en beneficio de la seguridad alimentaria sostenible

La primera revolución verde en la agricultura no fue de hecho nada ecológica

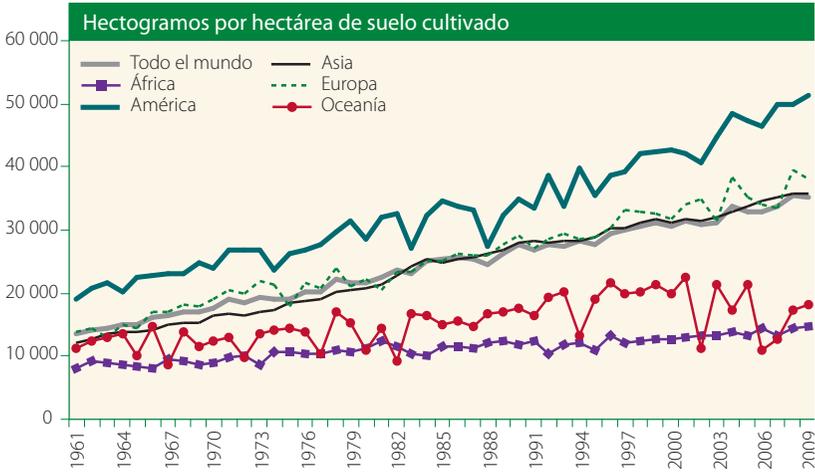
Las recientes crisis alimentarias han puesto al descubierto problemas estructurales más profundos en el sistema alimentario mundial y la necesidad de incrementar la inversión y fomentar la innovación en la agricultura a fin de acelerar el crecimiento de la producción de alimentos y de esa manera superar el hambre y alimentar a una población mundial en crecimiento. El logro de ese objetivo con las tecnologías agrícolas y los sistemas de producción existentes entrañaría aumentar más las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación del agua, la deforestación y la degradación del suelo, lo que a su vez impondría nuevas limitaciones medioambientales al propio crecimiento de la producción de alimentos.

En muchas partes del mundo los sistemas alimentarios fueron configurados en buena medida por la denominada revolución verde de los decenios de 1960 y 1970, la cual impulsó el rendimiento agrícola mediante una utilización mucho más intensiva del agua de riego y de abonos químicos y plaguicidas perjudiciales para el medio ambiente, así como mediante la introducción de nuevas variedades de semillas (gráfico 3).

Se necesita ahora una revolución agrícola verdaderamente ecológica ...

La seguridad alimentaria ha de alcanzarse ahora mediante la tecnología ecológica, a fin de reducir la utilización de insumos químicos (abonos y plaguicidas) y lograr una utilización más eficiente de la energía, del agua y de los recursos naturales, así como a través de una mejora considerable de las instalaciones de almacenamiento y de la comercialización, para reducir los desechos. Para encauzar la transformación radical hacia una seguridad alimentaria sostenible puede establecerse una amplia lista de tecnologías ecológicas y prácticas sostenibles que ya pueden utilizarse en la agricultura (como las que se han implantado con éxito y han entrañado gran aumento de la productividad en países en desarrollo), incluidas tecnologías y prácticas tales como los cultivos con bajo nivel de labranza, la rotación de cultivos,

Gráfico 3
Diferencias en el aumento de la productividad de cultivos de cereales con fines alimentarios, por región, 1961-2009



Fuente: Indicadores de ciencia y tecnología agrícola (ASTI) facilitados por el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Política Alimentaria (IIPA). Pueden consultarse en <http://www.asti.cgiar.org/data/>.

los cultivos intercalados, el acopio y almacenamiento de agua y su reciclado, los cultivos que entrañen ahorro de agua, la agrosilvicultura y la gestión integrada de las plagas. Además, la biotecnología, la ingeniería genética, la irradiación de los alimentos, la hidropónica y la digestión anaeróbica mantienen la promesa de mejorar la resistencia de los cultivos de alimentos a las plagas y a las condiciones meteorológicas extremas, incrementando su valor nutricional y reduciendo la contaminación de los alimentos y las emisiones de gases de efecto invernadero. El desarrollo de nuevas variedades de cultivos de alto rendimiento, que constituía el centro de atención de la primera revolución verde de la agricultura, debe proseguir, siempre que se conjugue con una mejora de la gestión del agua y una mejor utilización de los insumos agroquímicos y orgánicos, de manera de reducir sustancialmente sus efectos ecológicos perjudiciales, como en el sistema de intensificación de los arrozales, que sirve para aumentar el rendimiento de las cosechas y reducir la utilización de agua, abonos químicos y plaguicidas mediante simples cambios de las épocas en las se trasplantan y se riegan las semillas de arroz y de los medios que se utilizan para ello.

... cuyo núcleo de atención sea la agricultura en pequeña escala

En tanto que hay que seguir mejorando esas tecnologías, la tarea principal que acometer estriba en modificar las estructuras de los incentivos para fomentar su utilización generalizada. En el *Estudio* se reafirma la opinión adoptada por la comunidad internacional en la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996 y cuando se formularon las respuestas a la crisis alimentaria de 2007-2008: que el núcleo de la atención normativa respecto de la oferta debería ser la promoción y el desarrollo de una agricultura sostenible como la que practicaban los pequeños agricultores de los países en desarrollo, dado que era en ese ámbito donde podían obtenerse los mayores beneficios en lo tocante al incremento de la productividad y a la reducción de la pobreza rural. En los países en desarrollo, la mayor parte de los alimentos se produce y se consume localmente, de tal modo que los pequeños agricultores están en el centro de los sistemas de producción de alimentos.

La revolución verde de los decenios de 1960 y 1970 no abarcó a numerosos pequeños agricultores de países en desarrollo, ya que se centraba en un único conjunto tecnológico que no tenía en cuenta las condiciones concretas del contexto en el que vivían millones de agricultores, principalmente de África. Cuando no se les proporciona tecnología adecuada ni una gama más amplia de servicios de apoyo (infraestructura rural, como carreteras rurales y sistemas de riego sostenibles; educación y capacitación y acceso a la tierra, al crédito, a insumos asequibles y a información sobre los mercados), los pequeños agricultores no suelen estar en condiciones de aprovechar las mejoras tecnológicas disponibles.

Es esencial aplicar un enfoque global respecto de la seguridad alimentaria ...

Se plantea, pues, un doble reto para las políticas. En primer lugar, han de encontrarse métodos eficaces para adaptar las tecnologías agrícolas sostenibles a las condiciones locales y a las necesidades de los pequeños agricultores. En segundo término, han de implantarse procesos innovadores dinámicos a escala local, lo que incluye poner en marcha la infraestructura y los servicios de apoyo y fortalecer diversas formas de asociación y producción conjunta

entre productores agrícolas (tales como cooperativas y consolidación de la extensión de cultivo), especialmente en el caso de cultivos que se benefician de mayores escalas de producción. Aprovechar las economías de escala más grandes podría ser apropiado también para acceder a mercados más amplios, para la venta de los productos agrícolas y para facilitar el acceso a los insumos y al crédito. Un aumento de la productividad agrícola mejora los ingresos rurales y libera fuerza de trabajo para el sector industrial.

En el *Estudio* se sostiene que es necesario contar con un enfoque global de políticas para hacer frente a tales retos, lo que entrañaría establecer un marco nacional general para la utilización sostenible de los recursos y nueva tecnología e innovaciones con capacidad para incrementar la productividad, la rentabilidad, la estabilidad, la resistencia y las posibilidades de mitigación del cambio climático en el caso de los sistemas de producción rural. La conservación del agua, la protección del suelo y la mejora de la diversidad biológica han de formar parte de un enfoque integrado encaminado a la gestión sostenible de la tierra y otros recursos naturales el cual ha de tener presente la cuestión de la compensación y aprovechar las sinergias entre los sectores forestal y agropecuario. En el contexto de los usos competitivos de la tierra hay numerosas soluciones que plantean difíciles opciones y que únicamente podrán adoptarse mediante una negociación y un debate francos e integradores. Ello no obstante, las sinergias entre sectores (con el resultado, entre otras cosas, de la reducción de la deforestación y del aumento de la productividad de la tierra y de la sostenibilidad del abastecimiento de agua) entrañan opciones en las que no se pierde en ningún caso merced a una mejor coordinación de los recursos, facilitada por un entorno institucional propicio.

... que deberá contar con el apoyo de un entorno institucional propicio

Los países deberían considerar la posibilidad de establecer un sistema de innovaciones agrícolas sostenibles como eje de un enfoque general sobre políticas a fin de alcanzar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad medioambiental. El sistema de innovaciones agrícolas sostenibles, en su calidad de pilar de ordenación de la agricultura y de los recursos naturales dentro de un sistema nacional de innovaciones ecológicas, vincularía a la multiplicidad

de agentes que participan en los sistemas nacionales de innovaciones en la agricultura: universidades, instituciones de investigación, empresas, agricultores, organizaciones de la sociedad civil y fundaciones privadas.

La transformación sostenible de la agricultura exige una mayor capacidad nacional de adaptación a los constantes cambios del medio ambiente y del mercado. Un sistema de innovaciones agrícolas sostenibles dinámico constituiría el marco para establecer la coherencia de políticas requerida para acelerar la deseada transformación de la agricultura, incluso mediante el establecimiento de las estrategias que se precisan para facilitar la adaptación de las tecnologías ecológicas y las prácticas de cultivos sostenibles y para mejorar la capacidad de los pequeños agricultores para innovar mediante el aprendizaje y la experimentación y para garantizar un acceso mejor a los insumos y a los mercados de productos merced a la asociación con otros agentes (instituciones de investigación, empresas privadas, organizaciones no gubernamentales y gobiernos locales).

Será necesario restablecer las capacidades de investigación

La creación de un sistema de innovaciones agrícolas sostenibles que pueda desempeñar un papel rector en la nueva revolución ecológica exigirá que se realicen nuevos esfuerzos para restablecer las capacidades de investigación a nivel mundial y nacional en relación con la ordenación de la agricultura y de los recursos naturales, incluso mediante un aumento de la ayuda financiera a la investigación y al desarrollo agrícolas. La experiencia de la anterior revolución verde ha puesto de manifiesto que la adopción de una nueva tecnología en pro de la seguridad alimentaria requiere asistencia financiera a largo plazo en materia de investigación y desarrollo. Un importante componente de esa asistencia había sido canalizado por conducto de la red del Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR), que perdió gran parte de su capacidad de ejercer el liderazgo en relación con el fomento de las innovaciones tecnológicas cuando la corriente de recursos se volvió inestable y disminuyó. Los sectores públicos internacionales y nacionales han de desempeñar un importante papel a los efectos de facilitar a los agricultores el libre acceso a la información y a la tecnología, proporcionando para ello incentivos adecuados a los sectores privado y no

lucrativo, con objeto de que colaboren en la producción de bienes públicos, y revitalizando y contribuyendo a reorientar el centro de atención de redes como las del CGIAR, como parte de un sistema de innovaciones agrícolas sostenibles y de la cooperación internacional.

La anterior revolución verde tardó menos de un decenio en incrementar la producción de alimentos a un ritmo impresionante. La nueva revolución de la agricultura, que es necesaria para mejorar la seguridad alimentaria con miras a poner fin al agotamiento de recursos naturales, puede llevarse a cabo, si cuenta con recursos financieros suficientes y con apoyo político, mediante la implantación de la tecnología disponible en la agricultura en pequeña escala.

Será esencial el apoyo internacional

La comunidad internacional ha de contribuir en gran medida a la transformación de la agricultura. Para ello ha de eliminar los obstáculos a la transferencia de tecnología (incluidas las patentes de propiedad privada); cumplir su compromiso de movilizar 20.000 millones de dólares adicionales por concepto de asistencia oficial para el desarrollo (AOD) en favor de la agricultura sostenible, tal como se comprometió en la Cumbre del G-8 celebrada en L'Aquila (Italia) en 2009; proporcionar a los pequeños agricultores un acceso mayor a los mecanismos de pago de los servicios medioambientales; y, en el caso de los países miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), eliminar las subvenciones a la agricultura.

Eliminación de las desproporciones que existen en el nivel de los daños causados por los fenómenos naturales

Está aumentando la frecuencia de los desastres relacionados con el clima

La frecuencia de los desastres naturales se ha multiplicado por cinco en los últimos 40 años. La mayor parte de ese aumento puede atribuirse en gran medida a la mayor incidencia de los desastres hidrometeorológicos

(inundaciones, tormentas, sequías y temperaturas extremas) vinculados con el cambio climático. Han aumentado la probabilidad de que se produzcan graves perturbaciones del ecosistema, frecuentemente denominadas “fenómenos extremos”. Esos fenómenos podrían estar produciéndose ya en la esfera de la diversidad biológica (con el resultado de una rápida extinción de especies) y pueden llegar a producirse sin tardar en el ámbito de la pesca y en algunos sistemas hidrológicos.

Los países en desarrollo tienden a sufrir más las adversas consecuencias de los riesgos naturales debido a su vulnerabilidad en múltiples ámbitos, a lo que se suma sus niveles inferiores de desarrollo y la insuficiencia de recursos, que limitan sus esfuerzos para establecer infraestructuras más adecuadas y resistentes y poner en práctica estrategias adecuadas de gestión de los riesgos de desastre.

La gestión de los riesgos de desastre debe formar parte de las estrategias nacionales de desarrollo

Pese a la grave amenaza existente, en los países desarrollados y en desarrollo la gestión de los riesgos de desastre y la adaptación al cambio climático no han sido incorporadas a procesos más amplios de adopción de decisiones. En la práctica, las respuestas suelen estar en buena medida condicionadas por el fenómeno que se haya producido. En el *Estudio* se subraya, por el contrario, que las decisiones en materia de inversiones y de tecnología relacionadas con la reducción de los riesgos de desastre y la adaptación al cambio climático deberían inserirse en las estrategias nacionales de desarrollo. Ese enfoque está en consonancia con el que figura en el Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres⁴ en relación con la gestión de los riesgos de desastre y en el Marco de Adaptación de Cancún⁵.

Pueden utilizarse las tecnologías existentes

La reducción de los riesgos de desastres de manera sostenible entrañará cambios en el diseño de los asentamientos y de las infraestructuras, lo que

⁴ A/CONF.206/6 y Corr.1, cap. I, resolución 2.

⁵ FCCC/CP/2010/7/Add.1, decisión 1/CP.16, secc. II.

incluye las carreteras, las redes ferroviarias y las centrales eléctricas. Las modernas tecnologías existentes —como las de los diques, las barreras contra la intrusión de las mareas y el agua salada y la mejora del almacenamiento del agua y de los cultivos— parecen en gran medida adecuadas a la tarea de brindar protección contra la mayor parte de los riesgos (no extremos). Se requieren más innovaciones tecnológicas basadas en los conocimientos locales, a fin de adaptar las infraestructuras resistentes a los desastres, las viviendas y la protección natural de las costas a las condiciones locales y conseguir que las tecnologías resulten más asequibles para los países en desarrollo.

La labor a nivel nacional ha de verse respaldada por la cooperación regional y mundial

A los riesgos naturales no los limitan las fronteras nacionales, y frecuentemente afectan a zonas más amplias. Por tanto, la gestión de los riesgos de desastre a nivel nacional habrá de vincularse a mecanismos regionales de cooperación, lo que incluye el mantenimiento de sistemas comunes de supervisión, previsión y alerta temprana y la definición de estrategias de reducción de los riesgos.

La cooperación internacional también exigirá que se facilite la transferencia de tecnología a los países en desarrollo, con la finalidad de reducir los daños locales causados por el calentamiento de la Tierra. La transferencia de tecnología debe servir para que los beneficiarios dispongan de capacidad para instalar, manejar, mantener y reparar tecnologías importadas. Será importante que los adaptadores locales puedan producir versiones de bajo costo de las tecnologías importadas y adaptar estas últimas a los mercados y a las circunstancias nacionales.

En el Marco de Acción de Hyogo y en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la comunidad internacional determinó que era necesario prestar ayuda financiera externa para la adaptación y para las actividades de resistencia frente a los desastres a nivel local, incluida la movilización de recursos para la financiación multilateral especial.

Transferencia de tecnología y cooperación internacional

Las normas comerciales multilaterales y la financiación internacional han de volverse ecológicas

La ampliación constante y la reforma de la cooperación y la financiación internacionales son necesarias para lograr que triunfe la revolución tecnológica mundial. La ampliación y las reformas requieren la adopción de medidas en tres ámbitos. En primer lugar, habrá que establecer un régimen internacional de intercambio de tecnología ecológica para facilitar las transferencias de tecnología y el desarrollo en los países en desarrollo. Ello incluirá utilizar un conjunto más amplio de instrumentos de propiedad intelectual y de políticas comerciales multilaterales. En segundo lugar, es indispensable garantizar una financiación adecuada del desarrollo y un margen de acción para dinamizar las actividades de los países en desarrollo a los efectos de modernizar las tecnologías de producción en pro de la sostenibilidad medioambiental. En tercer lugar, hay que mejorar la gobernanza y la cooperación internacionales.

Es necesario establecer a nivel mundial un régimen eficaz de desarrollo y de difusión de la tecnología

La ampliación de las medidas encaminadas a promover y mejorar las tecnologías relacionadas con la producción ecológica y el consumo en los países en desarrollo ha de ser un objetivo clave de la cooperación internacional. No obstante, los mecanismos internacionales de difusión tecnológica orientados por el sector público tienen escasos precedentes, dado que históricamente el grueso de los conocimientos tecnológicos se ha configurado y transferido como propiedad privada por conducto de las actividades de las empresas privadas. La exitosa experiencia del CGIAR constituye un ejemplo de la rapidez con que puede tener lugar la difusión de las tecnologías agrícolas a escala mundial mediante una red mundial y regional de instituciones de investigación con respaldo del sector público. En el ámbito

del cambio climático, el desarrollo de la capacidad de formulación de políticas públicas de alcance internacional puede basarse en las experiencias de las redes científicas internacionales ya existentes y en el ejemplo de la cooperación entre múltiples interesados que se materializa en la labor del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. La comunidad internacional dio el primer paso con miras a hacer frente a ese desafío cuando en el 16º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que se celebró en Cancún (México) entre el 29 de noviembre y el 10 de diciembre de 2010, acordó establecer un Comité Ejecutivo de Tecnología, en calidad de órgano de formulación de políticas⁶, a fin de poner en práctica el marco para la adopción de medidas significativas y eficaces para mejorar el cumplimiento de los compromisos en materia de transferencia de tecnología⁷. En el mismo período de sesiones se llegó a un acuerdo sobre el establecimiento de un organismo operacional para facilitar la creación de redes entre los órganos de tecnología nacionales, regionales, sectoriales e internacionales, que se denominaría Centro y Red de Tecnología del Clima⁸.

El régimen de derechos de propiedad intelectual ha de modificarse

La gestión de los derechos de propiedad intelectual también resulta esencial, dado que la concesión de patentes es sumamente agresiva en varios ámbitos de la tecnología ecológica. Por ejemplo, un pequeño grupo de empresas privadas está patentando activamente genes de plantas con miras a poseer en su día los derechos de los posibles genes con “aptitud para el clima”. La concesión de derechos de propiedad intelectual constituye y debe seguir siendo siempre una medida de las políticas públicas encaminada a estimular sistemáticamente —y no a restringir— la iniciativa privada en el ámbito del desarrollo tecnológico. Actualmente, la concesión de la patente es el incentivo de desarrollo tecnológico más generalizado y lucrativo.

6 *Ibíd.*, decisión 1/CP.16, párr. 117 a).

7 *Ibíd.*, párr. 119.

8 *Ibíd.*, párrs. 117 b) y 123.

Es esencial el logro de un acuerdo entre los países sobre las políticas públicas necesarias para acelerar las actividades de invención y de difusión. En la actualidad se recurre sobre todo a proteger los derechos privados de propiedad intelectual imponiendo que el uso y el aprovechamiento de tales derechos sean de exclusividad del propietario. A nivel internacional, el impulso del desarrollo de la tecnología ecológica exigirá un conjunto más amplio de estrategias del sector público que garantice incentivos comerciales sustancialmente suficientes para permitir que las partes del sector privado utilicen las subvenciones y las compras de tecnología del sector público a un costo razonable en el marco de sus actividades de investigación, al tiempo que se restringen las prácticas monopolísticas que limitan la difusión y el desarrollo.

Los instrumentos de las políticas públicas podrían incluir una financiación mundial de las investigaciones que se situaría en el ámbito público a los efectos de una difusión generalizada, con arreglo a la misma modalidad utilizada en la revolución verde de la agricultura alimentaria de los decenios de 1960 y 1970. Merced a los fondos destinados a la tecnología se podrían establecer redes de innovación internacionales dentro de los diferentes ámbitos de la tecnología. La estrategia global también podría incluir recompensas mundiales por la formulación de soluciones técnicas a problemas concretos y la compra de tecnología, a precios apropiados, al sector privado por el sector público, para su desarrollo en el ámbito público. El sector privado ha de seguir desempeñando un papel fundamental en el desarrollo tecnológico, particularmente en lo concerniente al desarrollo y a la adaptación de invenciones básicas destinadas a aplicaciones reales.

El nuevo régimen internacional debe permitir un acceso especial y diferenciado a la nueva tecnología sobre la base del nivel de desarrollo del país. Por ejemplo, se podría permitir que los gobiernos y las empresas de los países en desarrollo adaptasen la tecnología, si bien únicamente comenzarían a pagar regalías una vez que hubiesen empezado a tener rendimientos comerciales. Cuando los derechos exclusivos de uso de una tecnología esencial por el sector privado constituyan un obstáculo para el desarrollo de otra tecnología necesaria o para su uso generalizado, el régimen de la tecnología ha de contar con un mecanismo (como el que existe en ciertos ámbitos de la salud pública) para conceder una “licencia obligatoria” que sitúe esa tecnología en el ámbito público.

Las normas comerciales multilaterales deben conceder más flexibilidad a los países en desarrollo en relación con la dirección de sus políticas industriales

Las condiciones de los préstamos orientadas a los proyectos y a la proliferación de mecanismos de financiación internacionales menoscaban en la actualidad las actividades que realizan los países en desarrollo para formular y aplicar estrategias coherentes en pro del desarrollo sostenible. Las restricciones a las medidas relacionadas con las inversiones (incluidas en el sistema comercial multilateral y en los tratados bilaterales) constituyen un obstáculo para la aplicación de una política industrial en un momento en el que proliferan las intervenciones industriales de los países desarrollados en favor del establecimiento de tecnologías ecológicas. Por ello es importante garantizar a los países en desarrollo un margen suficiente de políticas en favor del desarrollo industrial.

El sistema comercial multilateral debe permitir que los países en desarrollo tengan aranceles consolidados más elevados y horquillas arancelarias mayores que las propuestas en el marco del proceso de Doha. Es importante asimismo considerar la posibilidad de reconocer políticas industriales que abarquen, por ejemplo, requisitos en cuanto al contenido nacional y a la transferencia de tecnología, con objeto de que los países en desarrollo puedan poner en marcha programas para sectores concretos encaminados a establecer industrias locales dinámicas.

Las normas ambientales han constituido eficaces instrumentos de las políticas industriales a los efectos de acelerar las transformaciones tecnológicas. En la actualidad, las normas técnicas suelen ser determinadas por los gobiernos (unilateralmente o por acuerdos entre un número reducido de países) o por las empresas privadas. El aumento de la participación de todas las partes en el establecimiento de tales normas técnicas, en especial la de los países en desarrollo, debería garantizar que la implantación de normas ambientales (incluso mediante el etiquetado ecológico y los certificados de huella ecológica) no va a constituir un medio para practicar un proteccionismo comercial injusto. El proceso del Protocolo de Montreal —a través del cual se señala tanto qué sustancias deben prohibirse, por su incidencia en el agostamiento de la capa de ozono, como el ritmo de su eliminación— puede servir de ejemplo al respecto.

La financiación de las transferencias de tecnología ecológica exigirá reformas financieras en los planos nacional e internacional

Para facilitar la implantación de las nuevas tecnologías ecológicas, las tasas de inversión en los países en desarrollo deberán incrementarse de manera considerable. Los países en desarrollo han señalado sistemáticamente que la financiación insuficiente es el mayor obstáculo con que se enfrentan para la rápida adopción de tecnologías menos contaminantes (gráfico 4).

A partir de escenarios que son consistentes para varios sectores, este *Estudio* estima que sería necesaria una inversión ecológica incremental de alrededor del 3% del producto bruto mundial (PBM) (cerca de 1,9 billones de dólares en 2010) para eliminar la pobreza y erradicar el hambre a través de un aumento en la producción de alimentos sin una mayor degradación de la tierra y el agua y evitando la catástrofe que representa el cambio climático. Habida cuenta del reducido plazo para alcanzar la

Gráfico 4

Obstáculos económicos y comerciales a las transferencias de tecnología consignados en las evaluaciones de las necesidades en materia de tecnología



Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, "Recomendaciones sobre las futuras opciones de financiación para mejorar el desarrollo, el despliegue, la difusión y la transferencia de tecnologías en el marco de la Convención: informe del Presidente del Grupo de Expertos en Transferencia de Tecnología" (FCCC/SB/2009/2), gráfico 6

transformación tecnológica, el volumen necesario de inversiones ecológicas tendría que realizarse en los próximos años.

Por lo menos la mitad de las inversiones necesarias tendría que realizarse en los países en desarrollo. El aumento de la movilización de los recursos nacionales (ahorro privado e ingresos públicos) debería ser fundamental para financiar las inversiones adicionales a mediano plazo. Numerosos países en desarrollo tienen mercados insuficientemente desarrollados para la financiación a largo plazo y una débil estructura fiscal, lo que limita el alcance de considerables aumentos de la financiación interna para realizar inversiones a largo plazo en fechas cercanas. Otros obstáculos a la inversión de recursos nacionales en los países en desarrollo tienen su origen en las deficiencias del sistema financiero y de pagos a nivel mundial. Varios países en desarrollo mantienen un porcentaje importante de su ahorro interno como reservas internacionales que, en buena medida, se han invertido en activos financieros en los países desarrollados.

La inestabilidad de los mercados mundiales de capitales y de productos básicos constituye un importante factor determinante de esa forma de autoseguro y de considerables transferencias netas de recursos financieros a economías de mercado avanzadas. Las reformas del sistema internacional de pagos y de reservas, que erradicarían la inestabilidad del mercado mundial y reducirían la necesidad de los diferentes países en desarrollo de acumular reservas, podrían liberar cuantiosos recursos (incluso procedentes de fondos soberanos mediante la utilización de derechos especiales de giro (DEG)) para la financiación a largo plazo de inversiones ecológicas. Eso facilitaría además las transferencias eficaces de recursos netos a países en desarrollo.

La financiación externa de la que se dispone actualmente para las inversiones en tecnología ecológica en los países en desarrollo dista mucho de ser suficiente para hacer frente al reto planteado. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial y los fondos fiduciarios destinados al cambio climático y que administra el Banco Mundial lograron desembolsar no más de 20.000 millones de dólares anuales en los últimos años. Por consiguiente, la mayor parte de la financiación para transferencia de tecnología depende actualmente de las corrientes de inversión extranjera directa (IED), de las consignaciones por concepto de cooperación técnica de las donaciones y los préstamos otorgados en el marco de la asistencia externa y de los fondos de los organismos de crédito a la exportación. No obstante, todos esos

mecanismos carecen de incentivos y de contextos normativos propicios a la inversión en tecnologías ecológicas. El compromiso consignado en el Acuerdo de Copenhague de movilizar 30.000 millones de dólares para el período 2010-2012 y 100.000 millones de dólares anuales para el año 2020 en transferencias a países en desarrollo constituye un paso más en la dirección adecuada, si bien ese compromiso aún tiene que ponerse en práctica.

Este *Estudio* estima que los países en desarrollo van a requerir un poco más de un billón de dólares al año en inversiones ecológicas incrementales. Si bien una gran proporción de esta inversión incremental sería financiada con recursos públicos y privados de los mismos países en desarrollo, particularmente en los primeros años el financiamiento internacional va a ser indispensable para dar un primer ímpetu a la inversión ecológica y para financiar la adopción de tecnologías del exterior. Los compromisos de Copenhague no parecen satisfacer la necesidad de escalar el esfuerzo mundial hacia una economía ecológica. El aumento probablemente llegaría demasiado tarde, habida cuenta del escaso plazo disponible.

Es necesario reforzar los medios de gobernanza mundial

La reconfiguración propuesta de las actividades nacionales de desarrollo y el fortalecimiento del compromiso internacional en las esferas del desarrollo y la cooperación en materia de tecnología, la asistencia externa, la financiación de las inversiones y las normas comerciales exigirán mecanismos más sólidos de gobernanza y de coordinación a nivel mundial. En los próximos 30 o 40 años, todos esos esfuerzos han de aunarse para lograr conseguir lo que ahora parece ser un conjunto de metas casi inalcanzables, incluidas la reducción de las emisiones de carbono per cápita en casi tres cuartas partes y la erradicación de la pobreza, lo que exigirá que los que actualmente se consideran pobres multipliquen casi por diez sus disponibilidades de fuentes modernas de energía.

En el *Estudio* se reconoce que el grueso de las actividades encaminadas a llevar a cabo una transformación tecnológica ha de tener lugar en el nivel de país y basarse en las condiciones y en los recursos locales. Ya se ha indicado la necesidad de contar con un órgano eficaz de formulación de políticas tecnológicas a nivel mundial. Para que se alcancen los objetivos mundiales globales han de cumplirse dos condiciones esenciales.

En primer lugar, se requieren una supervisión y una verificación más eficaces de la observancia de los compromisos internacionales. En cuanto a la estabilización de los correspondientes mecanismos de responsabilidad común, pueden extraerse conclusiones de las modalidades existentes en otras esferas, como el proceso de examen de las políticas comerciales de la Organización Mundial del Comercio.

En segundo lugar, se requerirá mucha mayor coherencia entre las arquitecturas mundiales, que ahora se perciben desvinculadas entre sí en relación con el medio ambiente, la transferencia de tecnología, el comercio, la asistencia y las finanzas, con objeto de facilitar la coordinación entre lo que probablemente será un conjunto diverso de estrategias de países en favor del crecimiento ecológico y de garantizar que se sumen a las metas mundiales en relación con la sostenibilidad del medio ambiente.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, la comunidad de naciones llegó a un acuerdo sobre un “principio de precaución” que serviría de guía para las políticas del sector público. Según ese principio, a falta de un consenso científico en el sentido de que una medida o una política concretas sea perjudicial para el público o para el medio ambiente, la carga de la prueba de que la medida o la política sospechosas *no* es perjudicial recae en la parte o partes que hayan de aplicarla. El principio de precaución determina que en aquellos casos en los que las investigaciones científicas hayan descubierto un riesgo plausible de daño, existe una responsabilidad social de proteger al público para que no quede expuesto a tal daño. Eso significa que debe recurrirse a todos los medios posibles para alcanzar el desarrollo sostenible.