

El comercio ^y el cambio climático

Informe de la OMC y del PNUMA



Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



ORGANIZACIÓN
MUNDIAL
DEL COMERCIO

El Comercio y el Cambio Climático

Informe del Programa de las Naciones Unidas para el
Medio Ambiente y de la Organización Mundial del Comercio

Ludivine Tamiotti

Robert Teh

Vesile Kulaçoğlu

Anne Olhoff

Benjamin Simmons

Hussein Abaza



ORGANIZACIÓN
MUNDIAL
DEL COMERCIO



PNUMA

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Descargo de responsabilidad:

Para la OMC:

Todas las opiniones reflejadas en esta publicación son responsabilidad exclusiva de la Secretaría de la Organización Mundial del Comercio (OMC). No pretenden reflejar las opiniones y puntos de vista de los Miembros de la OMC.

Para el PNUMA:

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no entrañan, de parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Además, las opiniones expresadas no representan necesariamente la decisión o la política oficial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la mención de marcas de fábrica o procesos comerciales no constituye una aprobación.

© Organización Mundial del Comercio, 2009. La reproducción del material contenido en el presente documento puede efectuarse únicamente con la autorización por escrito del Gerente de Publicaciones de la OMC.

Con la autorización por escrito del Gerente de Publicaciones de la OMC, se alienta a reproducir y utilizar el material contenido en el presente documento para fines educativos y de formación no comerciales.

ISBN: 978-92-870-3524-0

Disponible también en francés y en inglés:

Título en francés: 978-92-870-3523-3

Título en inglés de la OMC: 978-92-870-3522-6

ISBN del PNUMA: 978-92-807-3038-8 - Signatura del documento: DTI/1188/GE

Las publicaciones de la OMC se pueden adquirir en las principales librerías o en:

Publicaciones de la OMC

Organización Mundial del Comercio

154, rue de Lausanne

CH-1211 Geneva 21

Tel.: (41 22) 739 52 08

Fax: (41 22) 739 54 58

Correo electrónico: publications@wto.org

Librería en línea de la OMC: <http://onlinebookshop.wto.org>

Sitio Web de la OMC: <http://www.wto.org>

Sitio Web del PNUMA: <http://www.unep.org>

Impreso por la Secretaría de la OMC, Suiza, 2009



índice sinóptico

AGRADECIMIENTOS.....	iii
PREFACIO	v
RESUMEN	vii
I CAMBIO CLIMÁTICO: ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS.....	1
A. Conocimientos actuales sobre el cambio climático y sus efectos	3
1. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y cambio climático	3
2. El cambio climático observado y proyectado y sus efectos.....	10
3. Efectos regionales y sectoriales previstos del cambio climático.....	18
B. Respuestas al cambio climático: mitigación y adaptación	27
1. Mitigación y adaptación: definición, comparación y relación entre los conceptos.....	27
2. Mitigación: potencial, prácticas y tecnologías	29
3. Adaptación: potencial, prácticas y tecnologías	42
4. Tecnología y transferencia de tecnología en el contexto de la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus efectos.....	46
II COMERCIO Y CAMBIO CLIMÁTICO: TEORÍA Y PRUEBAS	51
A. Efectos del comercio y de la apertura del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero	53
1. Tendencias del comercio mundial.....	53
2. Efectos de escala, composición y tecnología	54
3. Evaluaciones del efecto de la apertura del comercio en las emisiones	58
4. Comercio y transporte	64
B. Contribución del comercio y de la apertura del comercio a los esfuerzos de mitigación y adaptación.....	67
1. Difusión de tecnologías gracias al comercio	67
2. El comercio como medio de adaptación económica al cambio climático.....	68
C. Posible repercusión del cambio climático en el comercio	70

III	ACTIVIDADES MULTILATERALES RELACIONADAS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO	75
A.	Actuación multilateral encaminada a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	76
1.	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	76
2.	El Protocolo de Kyoto	79
3.	Negociaciones sobre el futuro de la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto después de 2012	85
4.	El Protocolo de Montreal	87
B.	Negociaciones comerciales	89
1.	Mejorar el acceso a bienes y servicios inocuos para el clima	90
2.	Respaldo mutuo entre el comercio y el medio ambiente	92
IV	POLÍTICAS NACIONALES PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y ADAPTARSE A ÉL Y SUS CONSECUENCIAS PARA EL COMERCIO	97
A.	Mecanismos de precios y de mercado para internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero	100
1.	Medidas nacionales	100
2.	Medidas en frontera	110
3.	Normas pertinentes de la OMC	115
B.	Mecanismos financieros para promover el desarrollo y el despliegue de bienes y tecnologías inocuos para el clima	124
1.	Justificación	124
2.	Alcance	126
3.	Tipo de ayuda	127
4.	Normas pertinentes de la OMC	130
C.	Prescripciones Técnicas para promover la utilización de productos y tecnologías inocuos para el clima	132
1.	Principales características	133
2.	Principales instrumentos para garantizar el cumplimiento	135
3.	Eficacia ambiental	139
4.	Normas y actividades pertinentes de la OMC	141
	CONCLUSIONES	159
	BIBLIOGRAFÍA	163
	ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	181
	ÍNDICE GENERAL Y COMPLETO	182

Agradecimientos

El presente Informe es fruto de la colaboración entre la Secretaría de la OMC y el PNUMA.

Por parte de la OMC, Ludivine Tamiotti y Vesile Kulaçoğlu son las autoras de la sección III.B sobre «Actividades multilaterales relacionadas con el cambio climático: negociaciones comerciales» y de la parte IV, «Políticas nacionales para mitigar el cambio climático y adaptarse a él y sus consecuencias para el comercio», y Robert Teh es el autor de la parte II, «El comercio y el cambio climático: la teoría y las pruebas». El informe también se benefició de las valiosas observaciones y de la asistencia en materia de investigación de una serie de colegas y consultores de la OMC.

Por parte del PNUMA, Anne Olhoffy Ulrich E. Hansen, del Centro Risoe sobre Energía, Clima y Desarrollo Sostenible, son los autores de la parte I sobre «Cambio climático: el estado actual de los conocimientos», y Benjamin Simmons, del PNUMA, y Xianli Zhu, John M. Christensen y John M. Callaway, del Centro Risoe del PNUMA, son autores de la sección III.A sobre «Actividades multilaterales relacionadas con el cambio climático: medidas multilaterales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero». Hussein Abaza, Jefe de la Unidad de Economía y Comercio del PNUMA, gestionó la preparación de la contribución del PNUMA. El PNUMA también quisiera agradecer sus observaciones y su ayuda a Ezra Clark, James S. Curlin, Kirsten Halsnaes, Blaise Horisberger, Adrian Lema, Anja von Moltke, Gaylor Montmasson-Clair, Gerald Mutisya, Mark Radka, John Scanlon, Megumi Seki, Rajendra Shende, Fulai Sheng, Lutz Weischer y Kaveh Zahedi.

Los autores también desean expresar su gratitud a las siguientes personas ajenas al PNUMA y a la Secretaría de la OMC, que examinaron las versiones anteriores de las distintas partes del Informe y formularon observaciones al respecto: Niranjali Amerasinghe (Center for International Environmental Law), Richard Bradley (Agencia Internacional de la Energía), Adrian Macey (Embajador de Nueva Zelandia para la lucha contra el cambio climático), Joost Pauwelyn (Instituto de Estudios Superiores Internacionales, Ginebra), Stephen Porter (Center for International Environmental Law), Julia Reinaud (Climate Works Foundation) y Dave Sawyer (Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible).

De la preparación general del Informe se encargó Vesile Kulaçoğlu, Directora de la División de Comercio y Medio Ambiente de la OMC.

Anthony Martin y Serge Marin-Pache, de la División de Información y Relaciones Externas de la OMC, gestionaron la producción del Informe. Asimismo, debemos expresar nuestro agradecimiento a la División de Servicios de Idiomas y Documentación de la OMC por su ardua labor.



Prefacio

El cambio climático es uno de los mayores retos con que se enfrenta la comunidad internacional. Mitigar el calentamiento global y adaptarse a sus consecuencias exigirá una gran inversión económica y, sobre todo, la determinación inequívoca de quienes formulan políticas. Ante un reto de tal magnitud, es fundamental la cooperación multilateral, y la satisfactoria conclusión de las negociaciones mundiales en curso sobre el cambio climático sería el primer paso a fin de lograr un desarrollo sostenible para las generaciones futuras. A medida que se acerca la Conferencia de Copenhague, todos tenemos la responsabilidad de lograr el éxito de estas negociaciones. El cambio climático es un problema que no puede esperar. Es una amenaza para el desarrollo, la paz y la prosperidad futuros a la que toda la comunidad de naciones debe hacer frente con la mayor urgencia posible.

La OMC y el PNUMA son socios en el empeño por lograr el desarrollo sostenible. Como principal organismo de las Naciones Unidas encargado de la protección del medio ambiente, el PNUMA tiene años de experiencia en la esfera del cambio climático. La OMC también ha iniciado su primera negociación sobre el comercio y el medio ambiente en el marco del Programa de Doha para el Desarrollo. Algunas medidas de mitigación del cambio climático se interrelacionan con normas vigentes de la OMC y los debates celebrados recientemente en diversos foros han venido a subrayar la importancia de conocer mejor los diversos vínculos entre comercio y cambio climático.

El presente informe es fruto de las investigaciones realizadas en colaboración por la Secretaría de la OMC y el PNUMA. Examina la interacción entre las políticas comerciales y las relativas al cambio climático y la forma en que pueden respaldarse mutuamente. Se trata de promover un mayor conocimiento de esta interacción y de ayudar a quienes formulan políticas en esta esfera compleja. En el informe se examina el punto en que el comercio y el cambio climático se entrecruzan desde cuatro perspectivas, distintas pero relacionadas entre sí: la ciencia del cambio climático, la teoría del comercio, las actividades multilaterales para hacer frente al cambio climático, y las políticas nacionales en materia de cambio climático y sus efectos en el comercio. En el informe se destaca que, como primera medida fundamental, los gobiernos deben llegar urgentemente a un acuerdo científicamente creíble y equitativo en Copenhague: un acuerdo que responda a la necesidad de reducción significativa de las emisiones y de adaptación de las economías y comunidades vulnerables. Asimismo, se señala que las normas de la OMC prevén un margen y una flexibilidad considerables para hacer frente al cambio climático a nivel nacional, y que las medidas de mitigación se deben formular y aplicar de manera que se garantice el respaldo mutuo de las políticas comerciales y ambientales.

A la luz de estas constataciones, nos complace presentar este informe. Es un ejemplo de la cooperación provechosa y creciente entre nuestras dos organizaciones en cuestiones de interés común.



Pascal Lamy
Director General
OMC



Achim Steiner
Director Ejecutivo
PNUMA

Resumen

En el presente Informe se expone un panorama general de los principales vínculos entre el comercio y el cambio climático partiendo de un examen de las publicaciones disponibles y de un estudio de las políticas nacionales pertinentes. Empieza con un resumen del estado actual de los conocimientos científicos sobre el cambio climático existente y previsto; sobre los efectos del cambio climático; y sobre las opciones disponibles para responder, mediante la mitigación y la adaptación, a los retos que plantea el cambio climático (Parte I).

La parte correspondiente al examen científico va seguida de un análisis de los aspectos económicos del vínculo entre el comercio y el cambio climático (Parte II); estas dos partes forman el contexto en que se sitúan los demás análisis del Informe, en los que se examinan más a fondo las políticas en materia de comercio y cambio climático, tanto en el plano internacional como en el nacional.

En la Parte III, dedicada a las respuestas normativas internacionales al cambio climático, se exponen las actividades multilaterales desplegadas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y adaptarse a los riesgos que plantea el cambio climático y, además, se analiza el papel que desempeñan las negociaciones sobre comercio y medio ambiente actualmente en la promoción del comercio de tecnologías de mitigación del cambio climático.

En la última parte del Informe se presenta una reseña general de una serie de políticas y medidas nacionales que diversos países han empleado para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la eficiencia energética (Parte IV). Se exponen los rasgos fundamentales de la concepción y aplicación de esas políticas, a fin de trazar un cuadro más nítido de su efecto general y sus posibles repercusiones en la protección del

medio ambiente, el desarrollo sostenible y el comercio. Ofrece también, en las esferas procedentes, una visión general de las normas de la OMC que pueden guardar relación con tales medidas.

Cambio climático: estado actual de los conocimientos

Tendencias del cambio climático

Los datos científicos sobre el cambio climático son contundentes. Basándose en un análisis de miles de publicaciones científicas, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) ha llegado a la conclusión de que el calentamiento del sistema climático de la Tierra es «inequívoco», y de que es «muy probable» que las actividades humanas sean su causa. Se calcula que, en el último siglo, la temperatura media de la superficie del planeta ha aumentado aproximadamente 0,74° C.

Además, muchos gases de efecto invernadero permanecen en la atmósfera durante mucho tiempo, por lo que el cambio climático seguirá afectando a los sistemas naturales del planeta durante varios centenares de años, aunque las emisiones se redujeran considerablemente o se detuvieran por completo hoy mismo. Si se incluyen en los cálculos los gases de efecto invernadero emitidos anteriormente, se ha demostrado que ya estamos inmersos en un calentamiento mundial que oscila entre 1,8° y 2,0° C.

Sin embargo, lo más preocupante es que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero siguen aumentando, y según las proyecciones, continuarán creciendo en los próximos decenios si no se introducen cambios significativos en las leyes, las políticas y las



medidas vigentes. La Agencia Internacional de la Energía ha informado de que desde comienzos del decenio de 1970 las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero casi se han duplicado. Las estimaciones actuales indican que esas emisiones aumentarán entre un 25 y un 90 por ciento de 2000 a 2030, y que la proporción de los gases de efecto invernadero emitidos por los países en desarrollo será bastante más elevada en los próximos decenios.

En el último medio siglo, las emisiones de gases de efecto invernadero por habitante en los países industrializados han sido unas cuatro veces más altas que en los países en desarrollo, siendo esa diferencia incluso mayor en el caso de los países menos adelantados. A los países miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), que son los más industrializados del mundo, les corresponde, según las estimaciones, el 77 por ciento del total de los gases de efecto invernadero que se han emitido hasta ahora. Ahora bien, las emisiones de los países en desarrollo son cada vez más importantes: se calcula que dos terceras partes de las nuevas emisiones a la atmósfera proceden de países que no pertenecen a la OCDE. Asimismo, se prevé que entre 2005 y 2030 los volúmenes de emisiones de gases de efecto invernadero de los países que no pertenecen a la OCDE aumenten, en promedio, un 2,5 por ciento al año, mientras que el aumento medio anual proyectado de los países de la OCDE es del 0,5 por ciento.

Como resultado de este aumento de las emisiones se producirá otra subida de las temperaturas. En las estimaciones actuales del cambio climático se ha calculado que las temperaturas medias mundiales aumentarán entre 1,4° y 6,4° C de 1990 a 2100. Se trata de una cifra notable, ya que suele considerarse que un aumento de 2° C a 3° C de la temperatura es el umbral límite, por encima del cual tal vez sea imposible evitar interferencias peligrosas en el sistema climático mundial.

Efectos del cambio climático

A medida que aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero y suben las temperaturas, cabe prever que los efectos del cambio climático se extiendan

e intensifiquen. Por ejemplo, está previsto que, incluso con aumentos reducidos de la temperatura media, aumenten el tipo, la frecuencia y la intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes, tifones, inundaciones, sequías y temporales. Ahora bien, se espera que la distribución de esos fenómenos meteorológicos varíe considerablemente de una región a otra y de un país a otro, y su impacto dependerá en gran medida de la vulnerabilidad de las poblaciones o los ecosistemas.

En general, los países en desarrollo, y en particular las poblaciones más pobres y marginadas de esos países, serán los que sufran las peores consecuencias del cambio climático en el futuro y los más vulnerables a sus efectos, ya que tienen menos capacidad de adaptarse que los países desarrollados y sus poblaciones. Además, los riesgos que plantea el cambio climático agravan los demás retos a que se enfrentan ya esos países, como luchar contra la pobreza, mejorar la atención de salud, aumentar la seguridad alimentaria y mejorar el acceso a fuentes de energía. Por ejemplo, se prevé que debido al cambio climático, centenares de millones de personas tengan un acceso limitado al abastecimiento de agua o que ésta no sea de calidad adecuada, lo que a su vez redundará en un aumento de los problemas de salud.

Aunque los efectos del cambio climático son específicos de la ubicación y del nivel de desarrollo, se prevé que la mayoría de los sectores de la economía mundial se vean afectados y a menudo ese impacto tendrá consecuencias para el comercio. Por ejemplo, tres esferas relacionadas con el comercio se consideran particularmente vulnerables al cambio climático.

Se considera que *la agricultura* es uno de los sectores más vulnerables al cambio climático, y que constituye un sector fundamental para el comercio internacional. En las regiones situadas en latitudes bajas, donde está la mayoría de los países en desarrollo, se proyectan reducciones de un 5 a un 10 por ciento de las cosechas de los principales cultivos de cereales, incluso en el caso de que el aumento de la temperatura sea reducido, de alrededor de 1° C. Si bien se prevé que haya aumentos locales de la temperatura, de 1° C a 3° C, con consecuencias positivas en la producción agrícola de las regiones situadas en latitudes medias y altas, es

muy probable que un calentamiento por encima de esas cifras tenga consecuencias cada vez más desfavorables también en esas regiones. Según algunos estudios, el rendimiento de las cosechas en algunos países africanos podría disminuir hasta un 50 por ciento para 2020, y los ingresos netos procedentes de las cosechas podrían llegar a reducirse hasta un 90 por ciento para 2100. Según la ubicación, la agricultura también resultará afectada por la escasez de agua a causa de la pérdida de agua de fusión glacial y la reducción de la pluviosidad o las sequías.

El turismo es otro sector que puede resultar particularmente vulnerable al cambio climático, por ejemplo, por los cambios de la cubierta de nieve, la degradación de las costas y los fenómenos meteorológicos extremos. Los sectores de la pesca y la silvicultura también corren peligro de verse afectados negativamente por el cambio climático. Igualmente, se prevén importantes repercusiones en los ecosistemas costeros, entre otras la desaparición del coral y la pérdida de biodiversidad marina.

Por último, uno de los efectos más claros se registrará en *la infraestructura y las rutas comerciales*. El IPCC ha indicado que las instalaciones portuarias, así como edificios, carreteras, ferrocarriles, aeropuertos y puentes, corren grave peligro de sufrir daños como consecuencia de la subida del nivel del mar y la creciente frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, como inundaciones y huracanes. Además, se prevé que los cambios del hielo marino, sobre todo en el Ártico, hagan que aparezcan nuevas rutas de navegación.

Mitigación y adaptación al cambio climático

Las proyecciones del cambio climático futuro y los impactos que conllevará ponen de relieve la necesidad de redoblar los esfuerzos para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus consecuencias. Por mitigación se entienden las políticas y opciones que tienen por objeto reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o a potenciar los «sumideros» (por ejemplo, los océanos o los bosques) que absorben el carbono o el dióxido de carbono de la atmósfera. La adaptación, en cambio, se refiere a las respuestas para reducir las consecuencias

negativas del cambio climático o aprovechar sus posibles beneficios. Es decir, la mitigación reduce la celeridad y la magnitud del cambio climático y sus efectos conexos, mientras que la adaptación reduce las consecuencias de esos efectos al aumentar la capacidad de los seres humanos o los ecosistemas para hacer frente a los cambios.

La mitigación y la adaptación también se diferencian en cuanto a las escalas cronológicas y la situación geográfica. Aunque los costos de reducir las emisiones suelen ser específicos del lugar en que se pone en práctica un programa de reducción, aporta beneficios a largo plazo y a escala mundial, pues la reducción de las emisiones contribuye a disminuir la concentración global de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. En cambio, la adaptación se caracteriza por los beneficios que aporta a corto y mediano plazo, y tanto los costos como los beneficios son ante todo locales. Pese a estas diferencias, existen importantes vinculaciones entre la mitigación y la adaptación. Las medidas adoptadas en una esfera pueden tener importantes repercusiones en la otra, en particular en lo que respecta a la gestión del ecosistema, el secuestro del carbono y la ordenación de los suelos y las tierras. Por ejemplo, la reforestación puede servir para mitigar el cambio climático, al actuar como sumidero de carbono, y para ayudar a adaptarse al cambio climático, al frenar la degradación de las tierras.

La mayor parte de las medidas internacionales se han concentrado en la mitigación. La insistencia en la mitigación refleja la opinión -muy extendida hasta finales del decenio de 1990- de que bastaría un esfuerzo internacional coordinado por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para evitar los efectos más importantes del cambio climático. En consecuencia, las actividades de mitigación se han definido relativamente bien y se dispone de bastante información acerca de las oportunidades y los costos relacionados con el logro de una determinada reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Casi todas las actividades económicas y las funciones cotidianas de la sociedad producen emisiones de gases de efecto invernadero, y la gama de prácticas y tecnologías de que se dispone en potencia para lograr



su reducción son igual de amplias y diversas. Ahora bien, la mayoría de los estudios en que se han analizado las oportunidades de mitigación se han centrado en unas pocas esferas fundamentales que ofrecen posibilidades de lograr reducciones importantes de los niveles de emisión. Entre ellas están la utilización más eficiente de la energía en el transporte, los edificios y la industria; la reconversión a tecnologías cuyas emisiones de carbono sean nulas o muy bajas; la reducción de la deforestación y la mejora de las prácticas agronómicas y de utilización de las tierras; y la mejora de la gestión de los desechos.

En varios estudios se llegó a la conclusión de que pueden incluso alcanzarse objetivos ambiciosos de reducción de las emisiones mediante la utilización de tecnologías y prácticas existentes en las esferas indicadas antes. Por ejemplo, un estudio de la Agencia Internacional de la Energía demuestra que el empleo de tecnologías que ya existen o que están en vías de desarrollarse, de aquí a 2050 podría lograrse que las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas con la energía volvieran a sus niveles de 2005.

Hasta qué punto se hacen realidad esas oportunidades depende de las políticas que se adoptan para promover actividades de mitigación. Un acuerdo multilateral sobre un objetivo para la estabilización de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, así como compromisos firmes y vinculantes sobre el nivel de las reducciones de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero que resulten necesarias para alcanzar ese objetivo de estabilización, contribuirán a la aplicación en gran escala de tecnologías y prácticas de reducción de las emisiones. También son indispensables las políticas y medidas en el plano nacional a fin de crear incentivos para que consumidores y empresas exijan y adopten productos y tecnologías inocuos para el clima.

La financiación, la transferencia de tecnología y la cooperación entre los países en desarrollo y los industrializados es otro factor fundamental para lograr la reducción de las emisiones. En particular, hacer realidad las posibilidades de mitigación mundial también dependerá de la capacidad de los países en desarrollo para fabricar, difundir y mantener tecnologías que emitan poco carbono, lo que puede facilitarse

mediante el comercio y la transferencia de tecnología. Los costos de las soluciones tecnológicas repercutirán en la importancia que se dé a diversos sectores y tecnologías de mitigación. El desarrollo tecnológico y las reducciones del costo de las tecnologías ya existentes y por comercializar también desempeñarán un papel importante en la mitigación global.

Los análisis científicos y el debate multilateral sobre los costos de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero se han centrado en buena parte en dos hipótesis y objetivos de estabilización específicos. El primer objetivo, consistente en limitar el calentamiento mundial a 2° C, ha sido propuesto por una serie de países. El segundo objetivo de alcanzar 550 partes por millón (ppm) de CO₂-equivalente (CO₂-eq) conduciría a una situación hipotética en que la concentración de CO₂ en la atmósfera se estabilizaría a un nivel aproximadamente el doble del pre-industrial, lo que correspondería a un aumento de la temperatura de unos 3° C. El IPCC ha estudiado exhaustivamente esta hipótesis, pues se considera que es el límite superior para evitar una interferencia peligrosa de los seres humanos en el sistema climático.

Los dos objetivos de estabilización tendrían consecuencias muy distintas para los costos macroeconómicos estimados a nivel mundial. El IPCC estima que un objetivo de estabilización de unas 550 ppm de CO₂-eq tendría por efecto una reducción anual del producto interno bruto (PIB) mundial del 0,2 al 2,5 por ciento; en cambio, un objetivo de estabilización de 2° C supondría una reducción anual del PIB mundial de más del 3 por ciento. En términos de los «precios del carbono» (es decir, cobrar a los contaminadores un precio fijo según la cantidad de gases de efecto invernadero que emitan), el IPCC estima que para 2030 sería preciso que el precio del carbono fuera de 20 a 80 dólares EE.UU. por tonelada de CO₂-eq para que el mundo se orientara hacia la estabilización de las emisiones en unas 550 ppm de CO₂-eq para 2100.

Las actividades encaminadas a adaptarse al cambio climático son más difíciles de definir y medir que las de mitigación. Las posibilidades dependen de la «capacidad de adaptación», o sea, la capacidad de las personas o

los sistemas ecológicos de responder positivamente a la variabilidad y el cambio climáticos. A diferencia de la mitigación, que se puede medir en función de las emisiones reducidas de gases de efecto invernadero, la adaptación no se puede evaluar con arreglo a un único indicador. Además, su éxito depende de muchos factores que guardan relación con cuestiones generales de desarrollo, como la estabilidad política, el desarrollo de los mercados y la educación, así como los niveles de ingresos y de pobreza.

Se pueden adoptar diversas medidas para responder al cambio climático, que abarcan una extensa variedad de prácticas y tecnologías. Muchas son conocidas y han sido adoptadas y perfeccionadas a lo largo de los siglos para hacer frente a la variabilidad climática, como los cambios de los niveles de pluviosidad. Según los estudios de la adaptación, es raro que la actuación se base únicamente en una respuesta al cambio climático. En la mayoría de los casos, las medidas de adaptación se ponen en práctica como parte de grandes iniciativas sectoriales o nacionales relacionadas, por ejemplo, con la planificación y la formulación de políticas, las mejoras del sector del agua y la gestión integral de zonas costeras, o como respuesta a la actual variabilidad climática y sus consecuencias, como las inundaciones y las sequías.

Se suele reconocer que la innovación tecnológica, junto con la financiación, la transferencia y la aplicación generalizada de tecnologías, ocupará un lugar central en los esfuerzos mundiales por adaptarse al cambio climático. Las tecnologías de adaptación podrán aplicarse de distintas formas, entre las que podrán figurar, por ejemplo, la construcción de infraestructuras (diques, muros de contención costera, puertos, ferrocarriles, etc.); el diseño y estructura de edificios; y la investigación de cultivos resistentes a la sequía, su desarrollo y su aplicación práctica.

El costo de estas tecnologías y de otras actividades de adaptación puede ser considerable. Ahora bien, hasta la fecha se han presentado poquísimas estimaciones de los costos de adaptación, y las que existen difieren mucho (por ejemplo, las estimaciones de los costos anuales de adaptación en los países en desarrollo van de 4.000 millones de dólares EE.UU. a 86.000 millones

de dólares EE.UU.). No obstante, las publicaciones especializadas concuerdan ampliamente en que los beneficios de la adaptación compensarán con creces los costos.

Como se ha dicho anteriormente, la innovación tecnológica, así como la transferencia y la aplicación generalizada de tecnologías, serán el eje de los esfuerzos mundiales por hacer frente a la mitigación del cambio climático y la adaptación a él. Puede entenderse en sentido amplio que la transferencia internacional de tecnologías reviste dos aspectos. Uno se refiere a la transferencia de tecnologías que están incorporadas físicamente en activos físicos o bienes de capital, como planta y equipo industriales, maquinaria, componentes y aparatos. Otro aspecto de la transferencia de tecnología guarda relación con el conocimiento y la información intangibles asociados a la tecnología o el sistema tecnológico de que se trate. Como los propietarios de distintas tecnologías son empresas privadas, es importante determinar métodos en el ámbito del sector privado, como la inversión extranjera directa, los acuerdos de licencia o de regalías y distintas formas de acuerdos de cooperación, que puedan facilitar la transferencia de tecnología. Asimismo, los programas bilaterales y multilaterales de asistencia técnica pueden desempeñar un papel fundamental en la transferencia de tecnología.

Ha sido motivo constante de debate en los foros políticos y los círculos académicos determinar si la protección de los derechos de propiedad intelectual -como los derechos de autor, las patentes o los secretos comerciales- impide o facilita la transferencia de tecnología a los países en desarrollo. Una justificación fundamental de la protección de los derechos de propiedad intelectual, y en particular de las patentes, es el fomento de la innovación: la protección de las patentes garantiza que los innovadores puedan recoger los beneficios y recuperar los costos de sus inversiones en investigación y desarrollo (I+D). En cambio, también se ha aducido que, en algunos casos, una protección más sólida de los derechos de propiedad intelectual podría obstaculizar la adquisición de nuevas tecnologías e innovaciones en los países en desarrollo. Unas leyes de patentes estrictas aportan la seguridad jurídica para que puedan realizarse transacciones relacionadas con la tecnología,

pero puede suceder que las empresas de los países en desarrollo no dispongan de los medios financieros para comprar costosas tecnologías patentadas.

Es necesario situar la importancia de los derechos de propiedad intelectual en su debido contexto. De hecho, es posible que muchas de las tecnologías pertinentes para hacer frente al cambio climático, como las que permiten mejorar la gestión de la energía o el aislamiento de los edificios, no estén protegidas por patentes ni derechos de propiedad intelectual. Además, aunque haya tecnologías y productos que se beneficien de la protección de la propiedad intelectual, es muy probable que existan tecnologías competidoras y productos. Convendría seguir investigando en esta esfera.

Comercio y cambio climático: teoría y pruebas

Los 60 años anteriores a 2008 se han caracterizado por una expansión sin precedentes del comercio internacional. Actualmente el volumen del comercio mundial es casi 32 veces mayor que en 1950, y su participación en el PIB mundial ha pasado del 5,5 por ciento en 1950 al 21 por ciento en 2007. Esta enorme expansión del comercio mundial ha sido posible gracias a los cambios tecnológicos que han reducido espectacularmente el costo del transporte y las comunicaciones, así como a la adopción de políticas de comercio e inversión más abiertas. Ha aumentado el número de países que participan en el comercio internacional: los países en desarrollo, por ejemplo, representan ahora el 34 por ciento del comercio de mercancías, lo que supone aproximadamente el doble que a principios del decenio de 1960.

Esta expansión del comercio suscita preguntas como las siguientes: «¿aumentarán las emisiones de gases de efecto invernadero debido a la apertura del comercio?» y «¿en qué medida modifica el comercio las emisiones de gases de efecto invernadero?». La apertura del comercio puede influir en la cantidad de emisiones principalmente de tres formas, que se suelen denominar efectos de escala, de composición y de tecnología.

Por *efecto de escala* se entiende la expansión de la actividad económica como resultado de la apertura del comercio, y su efecto en las emisiones de gases de efecto invernadero. Este aumento de la actividad económica exigirá un mayor uso de energía, lo que provocará niveles de emisiones de gases de efecto invernadero más elevados.

El *efecto de composición* se refiere a la forma en que la apertura del comercio y los consiguientes cambios de los precios relativos modifican la estructura de producción de un país y las consecuencias que ello tiene en los niveles de emisión. Los cambios de la estructura de la producción de un país liberalizador dependerán de su «ventaja comparativa». El efecto en las emisiones de gases de efecto invernadero de un país dependerá de que ese país tenga una ventaja comparativa en sectores de gran intensidad de emisiones y de que esos sectores se amplíen o se contraigan. La composición de la producción en una economía que esté abriendo sus mercados al comercio también puede ser una respuesta a las reglamentaciones ambientales entre los países (dando lugar a la «hipótesis del refugio de la contaminación», según la cual puede que las industrias responsables de grandes emisiones se trasladen a países en que la normativa sobre emisiones es menos estricta).

Por último, se entiende por *efecto de tecnología* las mejoras de los métodos de producción de bienes y servicios, que permite reducir la intensidad de emisiones durante la producción. Esta es la principal forma en que la apertura del comercio puede contribuir a mitigar el cambio climático. Esta reducción de la emisión de gases de efecto invernadero puede tener lugar de dos maneras.

En primer lugar, la mayor apertura del comercio puede aumentar la disponibilidad de bienes y servicios inocuos para el clima y disminuir su costo, lo que ayudará a satisfacer la demanda en los países cuyas ramas de producción nacionales no producen esos bienes y servicios en cantidad suficiente o a un precio asequible. Esas ventajas potenciales de un comercio más abierto ponen de manifiesto la importancia de las negociaciones comerciales de la OMC actualmente en curso en el marco de la Ronda de Doha, que tiene

por objeto abrir los mercados a los bienes y servicios ecológicos.

En segundo lugar, el aumento de los niveles de ingresos que la apertura del comercio trae consigo, puede hacer que la opinión pública exija una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para que el aumento de los ingresos dé lugar a una mejora ambiental, es preciso que los gobiernos adopten medidas fiscales y normativas pertinentes para satisfacer las exigencias de la opinión pública. Las empresas sólo adoptarán tecnologías de producción más limpias si los gobiernos toman esas medidas, de manera que pueda conseguirse un determinado nivel de producción con menos emisiones de gases de efecto invernadero.

Se ha señalado, no obstante, que el vínculo positivo entre los ingresos por habitante y la calidad ambiental podría no ser aplicable al cambio climático. Como las emisiones de gases de efecto invernadero se descargan a la atmósfera, y como parte del costo recae en la población de otros países, tal vez el incentivo no sea suficiente para que ninguna nación adopte medidas para reducir esas emisiones, aunque los ingresos de sus ciudadanos aumenten.

Como los efectos de escala y de tecnología suelen actuar en sentidos opuestos, y el efecto de composición depende de la ventaja comparativa de los países y de las diferencias normativas entre ellos, el impacto global del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero no puede determinarse *a priori*. El impacto neto de las emisiones de gases de efecto invernadero dependerá de la magnitud o la intensidad de cada uno de estos tres efectos y para determinarlo se requerirá un análisis detallado de los datos empíricos.

Se han examinado tres aspectos de las publicaciones especializadas sobre la apertura del comercio y los niveles de emisiones: estudios econométricos o estadísticos sobre los efectos de la apertura del comercio en las emisiones; estimaciones sobre la «curva ambiental de Kuznets» respecto de los gases de efecto invernadero (que expone la relación entre el aumento de los ingresos por habitante y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero); y evaluaciones --realizadas por las

partes en distintos acuerdos comerciales- del impacto ambiental de esos acuerdos.

Según la mayor parte de los estudios estadísticos examinados es muy probable que un comercio más abierto dé lugar a un aumento de las emisiones de CO₂, y sugieren que el efecto de escala tiende a neutralizar los efectos de tecnología y de composición. No obstante, algunos estudios indican que los resultados pueden diferir entre países desarrollados y en desarrollo, observándose una mejora ambiental en los países de la OCDE y un deterioro ambiental en los países en desarrollo.

Los estudios empíricos sobre la curva ambiental de Kuznets de emisiones de gases de efecto invernadero han producido resultados contradictorios, aunque los más recientes suelen indicar que no existe relación entre el aumento de los ingresos y la reducción de las emisiones de CO₂. En los estudios en que se distingue entre países de la OCDE y los no pertenecientes a la OCDE se suelen constatar indicios de una curva ambiental de Kuznets para los primeros, pero no para los segundos.

Aunque muchos países desarrollados exigen ya evaluaciones ambientales de los acuerdos comerciales que conciertan, esas evaluaciones suelen concentrarse en los contaminantes nacionales más que en los transfronterizos o mundiales. Algunas de estas evaluaciones han suscitado preocupación acerca del posible aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de la intensificación del transporte, aunque en ninguna se ha tratado de efectuar un análisis cuantitativo detallado de esos efectos. Algunas evaluaciones han tratado el potencial que representan las medidas de mitigación para reducir los efectos del aumento de las emisiones producidas por el transporte.

El comercio entraña un proceso de intercambio que exige que se transporten mercancías desde el lugar de producción al lugar de consumo, por lo que es probable que la expansión del comercio internacional provoque un aumento de la utilización de los servicios de transporte. El comercio de mercancías puede transportarse por vía aérea, por carretera, por ferrocarril



y por vías acuáticas. El transporte marítimo representa el grueso del comercio internacional en volumen y una proporción considerable en valor. Según estudios efectuados recientemente, si se excluye el comercio en el interior de la Unión Europea, en 2006 la carga transportada por vía marítima absorbió el 89,6 por ciento del comercio mundial en volumen y el 70,1 por ciento en valor.

No obstante, el transporte marítimo internacional sólo representa el 11,8 por ciento de la contribución total del sector del transporte a las emisiones de CO₂. La aviación representa el 11,2 por ciento de las emisiones de CO₂, el transporte por ferrocarril un 2 por ciento y el transporte por carretera representa la mayor proporción, con un 72,6 por ciento. Entre las distintas modalidades de transporte, el tráfico marítimo es el más eficiente en términos de emisiones de carbono, lo que debería tenerse en cuenta al evaluar la contribución del comercio a las emisiones relacionadas con el transporte.

El comercio internacional puede servir para difundir tecnologías que mitigan el cambio climático. La difusión de los conocimientos tecnológicos que hace posible el comercio es un mecanismo con el que los países en desarrollo pueden beneficiarse de las innovaciones tecnológicas de los países desarrollados para contrarrestar el cambio climático. Esta transmisión de tecnología puede hacerse de varias maneras. En primer lugar, a través de la importación de bienes intermedios y de capital que un país no hubiera podido producir por sí sólo. En segundo lugar, el comercio puede multiplicar las posibilidades de comunicación entre los países, haciendo posible que los países en desarrollo aprendan métodos y diseños de producción de los desarrollados. En tercer lugar, el comercio internacional puede potenciar las posibilidades de adaptación de las tecnologías extranjeras a las condiciones locales. Por último, el proceso de aprendizaje que ofrecen las relaciones económicas internacionales reduce el costo de la innovación y la imitación en el futuro.

Además de brindar oportunidades de mitigación, el comercio también puede jugar un papel valioso ayudando a la humanidad a adaptarse a un futuro más caluroso. El cambio climático amenaza alterar las

pautas geográficas de producción, siendo probable que los alimentos y los productos agrícolas sean los más afectados. El comercio puede ser un medio de salvar las diferencias entre la oferta y la demanda, de forma que los países en que el cambio climático produzca escasez puedan obtener lo que necesiten importando de otros países en los que esos bienes y servicios siguen estando disponibles.

Varios estudios económicos han simulado la manera en que el comercio puede contribuir a reducir el costo de adaptación al cambio climático en los sectores agrícola o alimentario. Sin embargo, algunos de estos estudios también parecen indicar que el grado en que el comercio internacional puede contribuir a la adaptación depende de la forma en que se transmitan los precios agrícolas -que son señales de escasez o de abundancia económicas- de unos mercados a otros. Si se distorsionan los precios utilizando ciertas medidas comerciales (como las subvenciones), la contribución del comercio a la adaptación al cambio climático podrá reducirse considerablemente.

Por último, el cambio climático puede influir en la estructura y el volumen de las corrientes comerciales internacionales. Puede alterar la ventaja comparativa de los países y provocar cambios en la estructura del comercio internacional. Este efecto será más intenso en los países cuya ventaja comparativa se deba a factores climáticos o geofísicos. Además, el cambio climático también puede intensificar la vulnerabilidad de las cadenas de abastecimiento, transporte y distribución de las que depende el comercio internacional. Toda perturbación de esas cadenas aumentará los costos de participación en el comercio internacional.

Actividades multilaterales relacionadas con el cambio climático

Actuación multilateral encaminada a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero

Respuestas normativas internacionales

Hace más de un siglo que se iniciaron los debates científicos relacionados con el cambio climático, pero los políticos sólo comenzaron a centrarse en esta cuestión en el decenio de 1980. El IPCC fue creado en 1988 por el PNUMA y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) a fin de que realizara la primera evaluación autorizada de las publicaciones científicas sobre el cambio climático. En su primer informe, que apareció en 1990, el IPCC confirmó que el cambio climático constituye una grave amenaza y, lo que es aún más importante, propugnó un tratado mundial para hacer frente al desafío.

El informe del IPCC alentó a los gobiernos a apoyar la celebración de negociaciones internacionales sobre el cambio climático, que se iniciaron oficialmente en 1991 y terminaron con la aprobación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992 en la Cumbre para la Tierra. La Convención, que tiene por objetivo lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, constituyó un hito histórico al representar el primer esfuerzo mundial por hacer frente al cambio climático.

La Convención establece una serie de principios para orientar a las Partes a conseguir este objetivo, entre ellos el principio de las «responsabilidades comunes pero diferenciadas», formulado por vez primera en la Declaración de la Cumbre para la Tierra celebrada en Río en 1992, que reconoce que, aunque todos los países tienen la responsabilidad de hacer frente al cambio climático, no todos han contribuido en las

misma medida a causar el problema ni cuentan con los mismos medios para combatirlo.

Aunque la Convención establece el marco general para las medidas internacionales contra el cambio climático, no creó límites y compromisos obligatorios en materia de emisiones. Sin embargo, a medida que el consenso científico y la alarma sobre el cambio climático aumentaron durante los años siguientes a la Cumbre para la Tierra, hubo cada vez más llamamientos para que se firmara un acuerdo complementario con compromisos jurídicamente vinculantes de reducción de los gases de efecto invernadero. Este mayor impulso político desembocó en definitiva a la firma en 1997 del Protocolo de Kyoto, en el que se establecen compromisos específicos y vinculantes de reducción de las emisiones para los países industrializados, y que representa un importante avance en la respuesta multilateral al cambio climático.

El Protocolo de Kyoto se basa en el principio de las «responsabilidades comunes pero diferenciadas», consagrado en la CMNUCC al crear obligaciones distintas para los países en desarrollo y los países industrializados en función de su responsabilidad por emisiones anteriores y su nivel de desarrollo.

Por ejemplo, los países en desarrollo (Partes no incluidas en el anexo I), no tienen obligaciones vinculantes de reducción de las emisiones. En cambio, los países desarrollados y los países con economías en transición (Partes del anexo I) deben cumplir unos niveles convenidos de reducción de las emisiones durante un período de compromiso inicial que va de 2008 a 2012. La cantidad exacta de los compromisos de reducción de las emisiones varía entre países industrializados, pero el compromiso total global representa una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero equivalente como mínimo a un 5 por ciento menos que los niveles de emisiones de 1990.

Además de fijar compromisos vinculantes de reducción de las emisiones, y para poder garantizar su cumplimiento, el Protocolo impone también a las Partes incluidas en el anexo I la obligación de vigilar y notificar sus emisiones de gases de efecto invernadero. Las Partes del anexo I también están obligadas a prestar



Parte I

Parte II

Parte III

Parte IV



apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo para ayudarles en sus actividades de mitigación del cambio climático.

El Protocolo de Kyoto incluye tres «mecanismos de flexibilidad» (el comercio de emisiones, la aplicación conjunta y el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL)) para ayudar a las Partes a cumplir sus obligaciones y alcanzar sus compromisos de reducción de las emisiones de una forma más eficiente en relación con los costos. El comercio de emisiones permite a las Partes comprar créditos compensatorios por reducción de emisiones de otras partes. Los créditos por reducción de emisiones pueden consistir en los derechos de emisión no utilizados de otras Partes incluidas en el anexo I o pueden derivarse de proyectos de mitigación del cambio climático en el marco de la Aplicación Conjunta o el MDL.

La Aplicación Conjunta permite que una Parte del anexo I invierta en proyectos de reducción de las emisiones en el territorio de otra Parte del anexo I, obteniendo así unidades de reducción de emisiones que puede utilizar para cumplir su propio objetivo en materia de emisiones. Análogamente, el MDL prevé que una Parte del anexo I cumpla sus obligaciones obteniendo unidades de reducción de emisiones de proyectos ejecutados en un país en desarrollo. No obstante, como los países en desarrollo no tienen objetivos vinculantes de reducción de emisiones, el MDL exige que se aporten pruebas de que las reducciones de las emisiones logradas mediante esos proyectos son «adicionales», es decir, que no se habrían producido sin la financiación del MDL.

Como el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto acaba de empezar, es muy pronto para determinar la eficacia real de sus disposiciones. No obstante, parece que la mayoría de los países industrializados no podrán cumplir sus objetivos al final del período de compromiso. Además, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero han aumentado aproximadamente un 24 por ciento desde 1990, pese a las medidas adoptadas en virtud de la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto.

Negociaciones sobre el cambio climático

El reto al que se enfrentan actualmente los negociadores sobre el cambio climático consiste en llegar a un acuerdo sobre una respuesta multilateral al cambio climático cuando expire el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto (o sea, en el período «posterior a 2012»). En el 13º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la CMNUCC, celebrado en Bali (Indonesia) en 2007, las partes convinieron en un «Plan de Acción de Bali» con el objetivo de lograr una cooperación a largo plazo en materia de cambio climático. También se convino en que continuaran las negociaciones ya en curso sobre los compromisos de las partes del anexo I del Protocolo de Kyoto para el período posterior a 2012, como vía de negociación distinta.

Aunque las dos vías de negociación no estén vinculadas formalmente, las negociaciones en torno a ellas están estrechamente relacionadas. Ambas actividades de negociación se proponen llegar a un acuerdo en el 15º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la CMNUCC, que se celebrará en diciembre de 2009 en Copenhague (Dinamarca).

El Plan de Acción de Bali pide compromisos de reducción de las emisiones mensurables, notificables y verificables por parte de los países desarrollados. Significativamente, también tiene en cuenta por primera vez la participación de los países en desarrollo en los esfuerzos de mitigación a través de «medidas de mitigación adecuadas a cada país», de carácter no vinculante, que han de ser apoyadas por financiación, actividades de fomento de la capacidad y transferencia de tecnología de los países desarrollados.

En el marco de la vía de negociación distinta centrada en los compromisos posteriores a 2012 para los países del anexo I del Protocolo de Kyoto, parece que en general las partes están de acuerdo en que debe mantenerse el enfoque de comercio con fijación de límites máximos (es decir, limitar o poner un tope a los niveles de emisión y permitir el comercio de carbono entre los países), pero que es preciso perfeccionar los mecanismos específicos para lograr reducciones de

las emisiones en función de las lecciones aprendidas hasta ahora durante su aplicación. Sin embargo, no se ha llegado a ninguna conclusión sobre la gama de reducción de emisiones que han de llevar a cabo los países desarrollados después de 2012.

El Protocolo de Montreal

Si la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto constituyen los principales acuerdos para combatir el cambio climático, el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono se ha convertido en otro mecanismo importante para la mitigación del cambio climático. El Protocolo de Montreal se estableció en 1987 en respuesta a la destrucción del ozono estratosférico causada por los clorofluorocarbonos (CFC) y otras sustancias que agotan la capa de ozono. Se centra en la supresión del consumo y la producción de casi 100 sustancias químicas que agotan la capa de ozono. Esas sustancias no se abordaron en la CMNUCC ni en el Protocolo de Kyoto deliberadamente, aunque muchas de ellas son gases de efecto invernadero potentes que se emplean a escala mundial.

El Protocolo de Montreal ha resultado sumamente eficaz para reducir el uso de sustancias que agotan la capa de ozono. Se calcula que el Protocolo habrá reducido la contribución de las emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono al cambio climático en 135 Gt de CO₂ equivalente durante el período de 1990 a 2010. Para situar esta cifra en su debida perspectiva, esto significa que el Protocolo de Montreal ha logrado unos niveles de mitigación del cambio climático de cuatro a cinco veces superiores al objetivo previsto para el primer período de compromiso en virtud del Protocolo de Kyoto.

El Protocolo de Montreal registró hace poco otro gran avance que contribuirá aún más a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En 2007, las partes decidieron acelerar la supresión de los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), que se desarrollaron como sustitutos de transición de los CFC. Según diversas estimaciones, la supresión de los HCFC podría dar lugar a una reducción suplementaria de las emisiones de 17,5 a 25,5 Gt de CO₂-eq durante el período de 2010 a 2050.

Negociaciones en materia de comercio y medio ambiente en el marco de la OMC

En el Acuerdo de Marrakech por el que se estableció la OMC, los Miembros establecieron un nexo claro entre el desarrollo sostenible y la apertura del comercio -con el fin de asegurar que la apertura del mercado vaya acompañada de objetivos ambientales y sociales-. En las presentes negociaciones de la Ronda de Doha, los Miembros fueron aún más lejos al prometer avanzar por la senda del desarrollo sostenible iniciando las primeras negociaciones multilaterales sobre comercio y medio ambiente de la historia.

Una de las cuestiones que se abordan en la Ronda de Doha es la relación entre la OMC y los acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente (AMUMA), como la CMNUCC. En esta esfera de las negociaciones, los Miembros de la OMC se han ocupado principalmente de las posibilidades de fortalecer aún más la cooperación entre la OMC y las secretarías de los AMUMA, así como de fomentar la coherencia y el respaldo mutuo entre los regímenes internacionales del comercio y del medio ambiente.

Si bien es cierto que, hasta la fecha, no se han registrado diferencias jurídicas en el marco de la OMC que afecten a los AMUMA, un resultado positivo de las negociaciones de Doha contribuirá a reforzar la relación entre los regímenes del comercio y del medio ambiente. Los negociadores han aprovechado las experiencias en la negociación y aplicación de los AMUMA en el plano nacional, y están tratando de arbitrar medios para mejorar la coordinación y la cooperación nacionales entre las políticas comerciales y medioambientales.

También en el contexto de la Ronda de Doha, los Ministros han elegido los bienes y servicios ambientales para su liberalización. Las negociaciones piden «la reducción o, según proceda, la eliminación de los obstáculos arancelarios y no arancelarios a los bienes y servicios ecológicos». El objetivo consiste en mejorar el acceso a bienes y servicios ecológicos más eficientes y diversos y menos costosos en el mercado mundial, con inclusión de bienes y servicios que contribuyan a la mitigación y la adaptación al cambio climático.



Se pueden emplear tecnologías inocuas para el clima en diversos sectores para mitigar el cambio climático y adaptarse a él. En muchas de esas tecnologías intervienen productos que se están examinando en las negociaciones de Doha, como las turbinas eólicas e hidráulicas, los calentadores solares de agua, las pilas fotovoltaicas, los tanques para producir biogas y los revestimientos de vertederos y fosas sépticas para la recogida de metano. En este contexto, las negociaciones sobre bienes y servicios ecológicos en el marco de la OMC cumplen una función en la mejora del acceso a bienes y tecnologías inocuas para el clima.

Hay dos razonamientos fundamentales para reducir los aranceles y otras medidas que distorsionan el comercio de bienes y tecnologías inocuas para el clima. En primer lugar, la reducción o eliminación de los aranceles a la importación y los obstáculos no arancelarios a estos tipos de productos debería reducir su precio, facilitando así su utilización. El acceso a tecnologías de menor costo y más eficientes en el consumo de energía puede revestir particular importancia para las ramas de producción que deben cumplir normas de mitigación del cambio climático (véase la parte IV).

En segundo lugar, la liberalización del comercio de bienes inocuos para el medio ambiente podría proporcionar incentivos y conocimientos especializados nacionales a los productores para que ampliaran la producción y la exportación de dichos bienes. El comercio de bienes inocuos para el clima ha registrado un aumento considerable en los últimos años, incluidas las exportaciones de algunos países en desarrollo.

Políticas nacionales para mitigar el cambio climático, y adaptarse a él, y sus consecuencias para el comercio

En el plano nacional se han utilizado o existen algunas medidas de política para mitigar el cambio climático. Se suelen considerar medidas normativas (es decir, reglamentos y normas) o incentivos económicos (o sea, impuestos, permisos negociables, y subvenciones).

Se expone la variedad de medidas de política en materia de cambio climático ya aplicadas o que se está considerando aplicar en función de sus objetivos

principales: la internalización de los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero; la reglamentación del uso de bienes y tecnologías inocuas para el clima; o el desarrollo y la aplicación de dichos bienes. Estas distinciones constituyen también un marco útil para estudiar la posible pertinencia de las normas comerciales.

Mecanismos de precios y de mercado para internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero

Una medida fundamental de política ambiental, a la que suelen recurrir los reguladores para inducir un cambio de comportamiento, es fijar un precio a la contaminación. En este Informe se exponen dos tipos de mecanismos de fijación de precios que han sido utilizados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: los impuestos y los sistemas de comercio con fijación de límites máximos. Estos instrumentos de fijación de precios pretenden internalizar la externalidad ambiental (es decir, el cambio climático) estableciendo un precio sobre el contenido de carbono de la energía consumida o sobre las emisiones de CO₂ generadas en la producción o el consumo de bienes.

Pagar un precio por el carbono supone un costo añadido para los productores y/o los consumidores, y sirve de incentivo para lograr que limiten la utilización de combustibles y productos con alto contenido de carbono, reduzcan las emisiones y se reorienten a fuentes de energía y productos con un contenido de carbono más bajo. Además, los impuestos y los regímenes de comercio de emisiones (en particular, los que suponen subastas) pueden ser una fuente importante de ingresos públicos, que después pueden «reciclarse» a las ramas de producción más afectadas por esos mecanismos de fijación de precios. Por ejemplo, los ingresos podrían servir para financiar programas que ayuden a las ramas de producción a adoptar métodos de producción con un contenido de carbono más bajo o a reducir la carga impuesta por otros tributos.

El enfoque que han adoptado varios países en los dos últimos decenios ha consistido en fijar un precio a la introducción de CO₂ en la atmósfera, gravando

con impuestos el consumo de combustibles fósiles en función de su contenido de carbono. En cambio, otros países decidieron no adoptar un «impuesto sobre el carbono» específico, sino que han introducido impuestos generales sobre el consumo de energía con objeto de fomentar la eficiencia energética y el ahorro de energía, lo que a su vez influye en las emisiones de CO₂. Además, los gobiernos recurren a menudo a una combinación de impuestos sobre las emisiones de CO₂ e impuestos sobre el consumo de energía.

En teoría, para que un impuesto sobre el carbono sea plenamente eficaz debe fijarse a un nivel que internalice los costos del daño al medio ambiente, de forma que los precios reflejen los verdaderos costos ambientales de la contaminación (lo que se denomina un «impuesto pigouviano»). Sin embargo, la experiencia demuestra que quienes formulan políticas raras veces han recurrido a auténticos impuestos pigouvianos por las dificultades que entraña evaluar el costo de los daños relacionados con, en este caso, las emisiones de gases de efecto invernadero. En cambio, los países han adoptado un enfoque de «Baumol-Oates», más pragmático, en el que el impuesto se fija a un tipo que debería influir en el comportamiento del contribuyente con objeto de alcanzar un objetivo ambiental determinado.

Otro criterio para establecer un precio del carbono consiste en fijar un tope de las emisiones totales, traducirlo en derechos que cubran esas emisiones, y crear un mercado para comerciar con esos derechos a un precio determinado por el mercado. A nivel nacional, el primer plan de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero, y el más amplio, a saber, el Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión de la UE, fue introducido en 2005. Otros regímenes obligatorios o voluntarios de comercio de emisiones se han implantado a nivel estatal o regional en países desarrollados. En la actualidad también se están examinando importantes propuestas para establecer regímenes de comercio de emisiones en el plano nacional en varios países desarrollados.

Los regímenes de comercio de emisiones tienen en común varias características estructurales que son importantes, ya que determinan los costos para los participantes y pueden influir en las consecuencias comerciales globales de los regímenes. Algunas de esas

características son las siguientes: el tipo de objetivo de emisión (un tope general de las emisiones totales que pueden emitir las fuentes sujetas a reglamentación o una pauta de referencia de emisiones para cada una de las fuentes); el número de participantes y la gama de sectores incluidos; los tipos de gases previstos en la normativa; el método que utiliza el organismo regulador para distribuir los derechos de emisión (asignación libre o subasta); los vínculos con otros regímenes de comercio de emisiones; y la existencia de mecanismos de flexibilidad, como acumular los derechos de emisión o tomarlos en préstamo.

En la opción del organismo regulador por un impuesto sobre el carbono o un régimen de comercio de emisiones puede influir el hecho de que el precio del impuesto sobre el carbono se determina de antemano, mientras que reina la incertidumbre sobre los costos de alcanzar un nivel deseado de reducción de las emisiones. Por tanto, es posible que un impuesto sobre el carbono sea más idóneo que un régimen de comercio de emisiones, especialmente si no existe un riesgo concreto de rebasar un umbral crítico de emisiones.

En cambio, el régimen de comercio de emisiones puede resultar preferible en las situaciones en que se precise más seguridad ambiental, siendo un caso típico cuando se corre el peligro de que la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un plazo más largo rebase un determinado umbral por encima del cual la posibilidad de tener consecuencias ambientales no deseadas aumenta hasta niveles inaceptables. En ese caso, es esencial la estabilización de las emisiones por debajo de ese umbral de concentración.

La mayoría de los estudios realizados a principios del decenio de 1990 acerca de los impuestos sobre el carbono demuestran que sus efectos en las emisiones de CO₂ han sido leves, pero positivos, en sectores específicos, como la calefacción, y en los sectores industriales y de la vivienda. Los regímenes de comercio de emisiones vigentes no llevan funcionando mucho tiempo y, hasta ahora, la mayoría ha tenido un ámbito limitado y, por ende, pocas posibilidades de frenar las emisiones. Hacen falta plazos de aplicación más prolongados para poder recabar la información necesaria para una evaluación ambiental de la eficacia de los regímenes de comercio de emisiones.



La evolución del régimen de comercio de emisiones en Europa, y las propuestas de introducir regímenes de comercio de emisiones obligatorios en otras economías desarrolladas, han suscitado muchos debates sobre la forma de diseñar un instrumento que imponga unos costos mínimos a la economía, pero que contribuya eficazmente a mitigar el cambio climático. Ha suscitado especial preocupación el grado en que la competitividad internacional de los sectores industriales de alto consumo de energía se verá afectado por las políticas internas de limitación de las emisiones de carbono.

Recientemente, y en relación con el posible impacto en la competitividad, también se ha prestado gran atención a la cuestión de la «fuga de carbono» (es decir, el riesgo de que las empresas de gran intensidad de energía simplemente se trasladen a países sin reglamentaciones en materia de cambio climático). De hecho, en su legislación sobre regímenes de comercio de emisiones, algunos países están estudiando o han introducido ya criterios -como la intensidad de carbono o de energía de los procesos de producción o la exposición a riesgos comerciales de la rama de producción de que se trate- para determinar sectores que estarían expuestos al riesgo de la fuga de carbono.

Cabe señalar, no obstante, que en los estudios realizados hasta ahora se ha comprobado en general que el costo de cumplir con un régimen de comercio de emisiones es un elemento relativamente menor de los costos globales de una empresa, que incluyen las fluctuaciones de los tipos de cambio, los costos de transporte, los precios de la energía y las diferencias de costo de la mano de obra de un país a otro. Naturalmente, se prevé que la limitación del carbono en los futuros regímenes de comercio de emisiones (por ejemplo, en la tercera fase del RCCDE de la UE) sea más estricta, con la fijación de un límite inferior y menos exoneraciones fiscales. En consecuencia, esto podría aumentar el posible impacto de los costos del carbono en la competitividad de una serie de sectores industriales.

En este contexto, se han examinado varias características de la estructura de los regímenes de comercio de emisiones, que podrían reducir el costo del cumplimiento por parte de algunas ramas de producción de alto consumo de energía o expuestas

a riesgos comerciales. Entre ellas cabe mencionar la libre asignación de derechos de emisión, las exenciones para ramas de producción particularmente sensibles, o la utilización de determinados mecanismos de flexibilidad, como el préstamo o la acumulación de derechos de emisión.

Sin embargo, las medidas de alivio y las exenciones tal vez no basten, y eso plantea la cuestión de determinar si la preocupación por la fuga de carbono y la competitividad pueden justificar medidas oficiales que impongan costos similares a los productores extranjeros, mediante el uso de medidas de ajuste en frontera. Dichos ajustes podrían consistir, por ejemplo, en el requisito de que los importadores de un determinado producto adquieran y presenten derechos de emisión en los casos en que se produzca la fuga de carbono en el sector interno competidor.

La aplicación de medidas en frontera plantea dos grandes retos: justificar las medidas en frontera (o sea, evaluar con exactitud las pérdidas causadas por la fuga de carbono y las pérdidas de competitividad); y determinar un precio «justo» que ha de imponerse a los productos importados para armonizar sus precios con el costo interno que supone el cumplimiento de un régimen de comercio de emisiones. En los análisis de ese tipo de medidas realizados hasta ahora se ha puesto de relieve la dificultad de implantar un mecanismo de ajuste en frontera que responda a las preocupaciones de las ramas de producción nacionales y, al mismo tiempo, contribuya a la meta más amplia de mitigar el cambio climático.

Varias normas de la OMC pueden ser pertinentes en lo que respecta a los impuestos sobre el carbono, así como en lo tocante a los sistemas de comercio con fijación de límites máximos y las medidas en frontera conexas, en particular disciplinas comerciales básicas, como el principio de la no discriminación. Las disposiciones del Acuerdo sobre Subvenciones y Medidas Compensatorias (SMC) también pueden ser pertinentes con respecto a los regímenes de comercio de emisiones, por ejemplo cuando se conceden permisos gratuitos. Asimismo, en el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) y el Acuerdo SMC de la OMC existen reglas detalladas sobre los ajustes fiscales en

frontera. Esas reglas permiten, en determinadas condiciones, utilizar esos ajustes sobre productos importados y exportados. De hecho, los ajustes en frontera de impuestos internos son una medida que se suele utilizar en el caso de los impuestos indirectos internos sobre la venta y el consumo de bienes, como los cigarrillos o el alcohol. Tiene por finalidad crear igualdad de condiciones entre las ramas de producción nacionales gravadas y la competencia extranjera no gravada asegurando que los impuestos internos sobre los productos no repercutan en el comercio.

En el contexto del cambio climático, el debate ha girado principalmente en torno a dos aspectos: hasta qué punto los impuestos internos sobre el carbono o la energía (que se imponen a los insumos, como la energía) pueden ser objeto de ajustes fiscales en frontera; y hasta qué punto los ajustes fiscales en frontera puedan limitarse a insumos que estén incorporados físicamente en los productos finales.

El enfoque general de conformidad con las reglas de la OMC ha consistido en reconocer que puede resultar necesario cierto grado de restricción del comercio para lograr determinados objetivos de política siempre que se respeten algunas condiciones cuidadosamente elaboradas. La jurisprudencia de la OMC ha confirmado que las reglas de la OMC no prevalecen sobre las prescripciones ambientales. Por ejemplo, aunque se comprobara que una medida en frontera relacionada con el cambio climático es incompatible con una de las disposiciones básicas del GATT, podría tratar de justificarse en virtud de las excepciones generales del GATT (o sea, el artículo XX), siempre que se cumplan dos condiciones fundamentales.

En primer lugar, la medida debe estar comprendida por lo menos en una de las excepciones del GATT, y debe establecerse una relación entre la meta declarada de la política en materia de cambio climático y la medida en frontera de que se trate. Cabe señalar al respecto que el Órgano de Solución de Diferencias de la OMC ha reafirmado en varias ocasiones la autonomía de los Miembros de la OMC para determinar sus propios objetivos ambientales (por ejemplo, en los asuntos *EE.UU. - Gasolina y Brasil - Neumáticos recauchutados*). Aunque en el sistema de solución de diferencias de la

OMC no se han abordado políticas encaminadas a la mitigación del cambio climático, se ha argumentado que las políticas tendientes a reducir las emisiones de CO₂ podrían estar comprendidas entre las excepciones del GATT, puesto que tienen por finalidad: proteger a los seres humanos de los efectos negativos del cambio climático; y conservar no sólo el clima del planeta, sino también determinadas especies de plantas y animales que podrían desaparecer a consecuencia del calentamiento global.

En segundo lugar, es importante la forma en que se aplique una medida: en particular, la medida no debe constituir un «medio de discriminación arbitrario o injustificado» o una «restricción encubierta del comercio internacional». La jurisprudencia del GATT ha demostrado que la aplicación de una medida de forma que no constituya un acto de discriminación arbitrario o injustificado o una restricción encubierta del comercio internacional ha sido a menudo el aspecto más difícil de resolver del empleo de las excepciones del GATT.

Mecanismos financieros para promover el desarrollo y la aplicación de bienes y tecnologías inocuos para el clima

La financiación pública para alentar la instalación y utilización de nuevas tecnologías inocuas para el clima y de energías renovables es otro tipo de incentivo económico que se utiliza habitualmente en las políticas de mitigación del cambio climático. En este Informe se exponen, con ejemplos, la amplia variedad de políticas públicas que ya se han adoptado o que se han propuesto para facilitar el proceso de innovación y hacer frente a los gastos adicionales que trae consigo la utilización de bienes y tecnologías inocuos para el clima, a fin de promover su desarrollo y su despliegue.

En la actualidad en el comercio se dispone de muchas tecnologías de mitigación o se prevé su comercialización en breve. Sin embargo, puede que el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías, como las de energía renovable o más limpia, avancen a un ritmo más lento de lo que sería conveniente desde el punto de vista ambiental, y por tanto haya que apoyarlas con políticas



internas. Aunque el sector privado desempeña el papel principal en el desarrollo y la difusión de tecnología, suele considerarse que una estrecha colaboración entre el gobierno y la industria puede estimular aún más el desarrollo de un amplio abanico de tecnologías de baja emisión de carbono y reducir sus costos.

Algunos países, sobre todo desarrollados, han establecido programas de financiación a nivel nacional en apoyo de políticas de mitigación, así como de adaptación. Los proyectos de financiación van dirigidos a los consumidores o a los productores. Las políticas orientadas a los consumidores están concebidas para aumentar la demanda de tecnologías de mitigación mediante la reducción de su costo para los usuarios finales, y se aplican principalmente en los sectores de la energía, el transporte y la construcción. Las políticas dirigidas a los productores se proponen facilitar a los empresarios incentivos para inventar, adoptar y poner en práctica tecnologías de mitigación. Estos programas de ayuda a la producción se emplean principalmente en el sector de la energía (especialmente en la producción de energía renovable) y en el del transporte.

Por regla general, la financiación pública en el contexto del cambio climático se centra en tres esferas: i) el creciente uso de la energía renovable o más limpia; ii) el desarrollo y la aplicación de bienes y tecnologías que usan la energía eficientemente o emiten poco carbono; y iii) el desarrollo y la aplicación de tecnologías de captura del carbono. Estos incentivos financieros pueden aplicarse en distintas etapas del proceso de innovación tecnológica. Por ejemplo, los incentivos pueden orientarse a fomentar la investigación y el desarrollo de bienes y tecnologías inocuos para el clima (principalmente mediante subvenciones y primas), o aumentar su aplicación práctica (incluidas la primera comercialización y la difusión) mediante incentivos financieros que reducen el costo de la producción o utilización de bienes y servicios inocuos para el medio ambiente.

Existen tres tipos de incentivos financieros a la aplicación práctica que los gobiernos utilizan actualmente o cuyo empleo están estudiando en el contexto del cambio climático: los instrumentos fiscales; las medidas de sostenimiento de los precios, como los regímenes

tarifarios especiales (o sea, un precio mínimo garantizado reglamentado); y políticas de apoyo a las inversiones, con las que se pretende reducir el costo de capital de instalar y aplicar tecnologías de energía renovable. En la sección IV.B se presentan ejemplos concretos de dichos incentivos.

La financiación pública del desarrollo y la aplicación de bienes y tecnologías de energía renovable y baja emisión de carbono pueden tener repercusiones en el precio y la producción de bienes de esa naturaleza. Desde el punto de vista del comercio internacional, esas políticas disminuyen los costos de los productores, haciendo que baje el precio de los productos. A su vez, la baja de los precios puede reducir el acceso de los países exportadores al mercado del país que concede las subvenciones, o puede hacer que aumenten las exportaciones de ese país.

Además, algunos países pueden conceder subvenciones a las ramas de producción nacionales consumidoras de energía para compensar los costos de instalación de tecnologías de reducción de las emisiones y mantener así su competitividad internacional. Dado que el sector de las tecnologías de energía renovable y baja emisión de carbono está considerablemente abierto al comercio internacional, las normas de la OMC sobre subvenciones (como las que figuran en el Acuerdo SMC) pueden ser pertinentes en relación con ciertas políticas de financiación.

El Acuerdo SMC pretende lograr un equilibrio entre la preocupación de que las ramas de producción de un país están en situación de desventaja por la competencia desleal de bienes importados que se benefician de subvenciones públicas y la preocupación de que las medidas adoptadas para contrarrestar esas subvenciones no constituyan en sí mismas obstáculos a las prácticas comerciales leales. Las normas del Acuerdo SMC definen el concepto de «subvención», establecen las condiciones en las que los Miembros de la OMC no pueden emplear subvenciones y reglamentan los derechos compensatorios que pueden imponerse a las importaciones subvencionadas.

El Acuerdo SMC incluye también disposiciones sobre vigilancia, que obligan a que cada Miembro de

la OMC notifique a la OMC todas las subvenciones específicas que otorga y que exigen que el Comité de Subvenciones y Medidas Compensatorias examine esas notificaciones.

Prescripciones técnicas para promover el uso de bienes y tecnologías inocuos para el clima

Además de los incentivos económicos, los gobiernos han recurrido también a instrumentos reglamentarios tradicionales en sus estrategias de mitigación del cambio climático. En el Informe se pasa revista a la gama de prescripciones técnicas para productos y métodos de producción destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de energía y se presentan ejemplos concretos.

Las prescripciones técnicas relativas al cambio climático pueden consistir en niveles máximos de emisiones o de consumo de energía, o pueden especificar normas de eficiencia energética tanto de los productos como de los métodos de producción. Las prescripciones van acompañadas de medidas de aplicación y observancia, como los requisitos de etiquetado y los procedimientos de evaluación de la conformidad.

La mayoría de los países desarrollados, y un número cada vez mayor de países en desarrollo, han adoptado en el plano nacional prescripciones técnicas para promover la eficiencia energética, como el etiquetado que indique la eficiencia energética de un producto. Se calcula que las mejoras de la eficiencia energética han dado lugar a reducciones de más del 50 por ciento del consumo de energía en el curso de los últimos 30 años. Diversos estudios indican que los reglamentos y normas en los países de la OCDE tienen posibilidades de aumentar la eficiencia energética de productos específicos, en especial el equipo eléctrico, como los electrodomésticos. Sin embargo, siguen sin aprovecharse importantes posibilidades de eficiencia energética en varios sectores, como los edificios, el transporte y la industria.

También se han elaborado a nivel internacional normas orientadas a mejorar la eficiencia energética. Esas normas internacionales suelen servir de base para los reglamentos a nivel nacional. En la actualidad,

algunos de los ejemplos de esferas en las que las normas internacionales pueden contribuir a la aplicación de reglamentos relacionados con el clima son las normas sobre medición y metodología para cuantificar la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero, y las relacionadas con el desarrollo y la utilización de nuevas tecnologías eficientes en el consumo de energía y fuentes de energía renovable, como la energía solar.

El tipo de prescripción técnica por que se opte depende del resultado ambiental deseado. Las prescripciones relacionadas con los productos pueden lograr resultados indirectos en función de que los consumidores opten o no por adquirir productos que consuman energía eficientemente y de la manera en que los utilicen. En cambio, las prescripciones dirigidas a los métodos de producción pueden dar lugar a beneficios ambientales directos, como una reducción de las emisiones, durante el proceso de producción. Además, las normas y reglamentos, tanto si se refieren a productos como a procesos, se pueden basar en características de diseño o en el rendimiento.

Las prescripciones basadas en las características de diseño determinan los rasgos básicos de un producto o, si se refieren a los métodos de producción, establecen las medidas específicas que han de adoptarse, los bienes que han de utilizarse, o las tecnologías que han de instalarse. A menudo se emplean reglamentos basados en normas de diseño cuando las opciones de que dispone el contaminador para reducir las emisiones son escasas; en este caso, el regulador puede especificar las medidas tecnológicas que debe adoptar una empresa para limitar la contaminación.

En cambio, los requisitos basados en el rendimiento prescriben los resultados ambientales específicos que deben cumplir los productos o los métodos de producción, sin definir la forma en que han de lograrse esos resultados. Esos requisitos pueden establecerse, por ejemplo, en términos de niveles máximos de emisiones de CO₂, niveles máximos de consumo de energía, mínima economía de consumo de combustible en el caso de los automóviles o normas mínimas de rendimiento energético en el caso de productos de iluminación. Los requisitos basados en el rendimiento



suelen brindar más flexibilidad que los basados en parámetros de diseño, y sus costos pueden ser inferiores, ya que las empresas pueden decidir el mejor método para cumplir el objetivo ambiental.

Los regímenes de etiquetado energético están destinados a facilitar a los consumidores información sobre el rendimiento energético de un producto (como su consumo de energía, su eficiencia, o el costo de la energía) y/o sus emisiones conexas de gases de efecto invernadero. Esos regímenes también pueden facilitar información sobre todo el ciclo de vida de un producto, como su producción, uso y eliminación. Algunas empresas privadas también han empleado los regímenes de etiquetado para declarar el origen de un producto agrícola, cuántos kilómetros ha recorrido desde el punto en que se cultivó hasta el punto en que se consume, y las emisiones generadas durante su transporte.

Los regímenes de etiquetado, por ejemplo, el energético, ayudan a los consumidores a tomar decisiones informadas en las que tienen en cuenta la eficiencia energética relativa de un producto en comparación con otros productos similares. Otro objetivo fundamental del etiquetado energético es alentar a los fabricantes a que fabriquen y comercialicen los productos más eficientes. Al aumentar la visibilidad de los costos energéticos y compararlos con una pauta de referencia energética, esos regímenes pretenden también estimular la innovación en productos que consuman eficientemente energía, sacándolos de los «mercados especializados» y transformándolos en dominadores del mercado.

En el contexto de los reglamentos y las normas voluntarias relacionadas con el clima que se analizan *supra*, se recurre a menudo a los procedimientos de evaluación (es decir, ensayo e inspección) para garantizar la conformidad con las correspondientes prescripciones en materia de eficiencia energética y reducción de las emisiones de CO₂. La evaluación de la conformidad sirve para dar confianza a los consumidores en la integridad de los productos, y añade valor a las reivindicaciones de comercialización de los fabricantes.

Por último, los gobiernos han adoptado medidas para restringir la venta o prohibir la importación de determinados productos que no son eficientes en su consumo de energía, o proscribir el empleo de determinados gases de efecto invernadero en la composición de los productos. Es frecuente que los gobiernos restrinjan el uso de determinadas sustancias por motivos ambientales o sanitarios. Sin embargo, como las proscripciones y las prohibiciones repercuten directamente en el comercio (al eliminar o reducir las oportunidades de comercio), es común que los gobiernos traten de aplicar esas medidas tomando en cuenta al mismo tiempo factores como la existencia de alternativas viables, la viabilidad técnica o la eficacia en función de los costos.

El Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) es el mecanismo fundamental de la OMC que rige los reglamentos técnicos, las normas y los procedimientos de evaluación de la conformidad, incluidos los referentes a los objetivos de mitigación del cambio climático, si bien también pueden ser pertinentes otras normas del GATT, particularmente en los casos en que la medida de que se trate prohíba la importación de sustancias o productos determinados. El Acuerdo OTC aplica el principio básico de no discriminación del GATT de 1994 a los reglamentos técnicos obligatorios, las normas voluntarias y los procedimientos de evaluación de la conformidad. El Acuerdo OTC también enuncia reglas detalladas sobre la forma de evitar obstáculos innecesarios al comercio, garantizar la armonización de los reglamentos y normas, así como sobre transparencia.



Cambio climático: estado actual de los conocimientos

A.	Conocimientos actuales sobre el cambio climático y sus efectos	3
1.	Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y cambio climático.....	3
2.	El cambio climático observado y proyectado y sus efectos	10
3.	Efectos regionales y sectoriales previstos del cambio climático	18
B.	Respuestas al cambio climático: mitigación y adaptación	27
1.	Mitigación y adaptación: definición, comparación y relación entre los conceptos.....	27
2.	Mitigación: potencial, prácticas y tecnologías	29
3.	Adaptación: potencial, prácticas y tecnologías.....	42
4.	Tecnología y transferencia de tecnología en el contexto de la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus efectos....	46

Los datos científicos sobre el cambio climático y sus efectos son concluyentes y siguen evolucionando. Según el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2007a), es incuestionable que el clima de nuestro planeta se está calentando y en el Informe Stern (2006) sobre la economía del cambio climático se llega a la conclusión de que ese cambio entraña riesgos mundiales muy graves y exige una respuesta mundial urgente.

En la presente parte del Informe se expone una visión general de los conocimientos actuales sobre la situación y las proyecciones del cambio climático y sus efectos y se examinan las opciones disponibles para responder a los desafíos de ese cambio con medidas de mitigación y de adaptación. Aunque esta parte no incluye análisis específicos de las relaciones entre el cambio climático y el comercio, en la medida de lo posible, se insiste en todos los aspectos pertinentes desde la perspectiva del comercio, a fin de establecer una base y un marco de referencia para las partes posteriores.

La Sección I está articulada en torno a dos grandes secciones. La primera sección, que abarca los actuales conocimientos sobre el cambio climático y sus efectos, comienza con una breve introducción de los vínculos entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático, seguida de un análisis de las tendencias pasadas, presentes y futuras de las emisiones de esos gases y la forma en que las diversas regiones y actividades contribuyen a ellas. A continuación, se examinan las proyecciones respecto de las emisiones de gases de efecto invernadero y los correspondientes escenarios de la evolución del cambio climático en el futuro, incluidas las variaciones observadas y previstas de las temperaturas y las precipitaciones, el aumento del nivel del mar, la evolución de la capa de nieve, de la cobertura de hielo y del suelo helado, así como los cambios de la variabilidad climática y los fenómenos climatológicos extremos. La sección finaliza con un análisis de las conclusiones relativas a los efectos previstos en diversos sectores (tales como la agricultura y la salud) y en determinadas regiones y describe medidas que permiten adaptarse al cambio climático.

En la Sección I.B se analizan las dos principales estrategias de respuesta al cambio climático y sus efectos: la mitigación y la adaptación. En los últimos años, tanto los científicos como los responsables de las políticas han puesto especial empeño en vincular ambas estrategias. En esa sección se comparan las características de las medidas de mitigación y de adaptación y se examinan de qué forma y en qué medida se relacionan entre sí. A continuación, se analizan las posibilidades de mitigación y de adaptación, con especial atención en la tecnología y el desarrollo de conocimientos técnicos, en vista de su relación con el comercio.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), establecido por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, es el órgano reconocido como principal autoridad para la información objetiva sobre el cambio climático, sus efectos potenciales y las posibles respuestas a esos efectos. En esta parte se hace frecuentemente referencia a los informes del IPCC¹ y se utiliza su definición de cambio climático. De acuerdo con esa definición, el cambio climático “denota un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Se refiere a todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si se debe a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana” (IPCC 2007a).²

A. Conocimientos actuales sobre el cambio climático y sus efectos

1. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y cambio climático

a) Los gases de efecto invernadero y el sistema climático

Desde el comienzo de la industrialización, los niveles de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) causadas por la actividad humana (denominadas “antropogénicas”) han aumentado considerablemente, como resultado de lo cual, la concentración de esos gases en la atmósfera también ha aumentado. En pocas palabras, el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera hace que el calor solar (que, en otro caso, se irradiaría de nuevo al espacio) se mantenga en la atmósfera terrestre, lo que contribuye al efecto invernadero que provoca el calentamiento global y el cambio climático.³

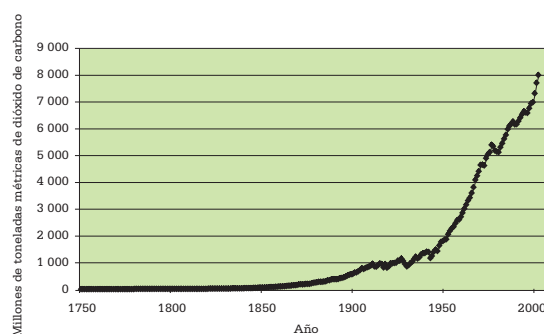
En las Figuras 1 y 2 se expresa gráficamente esa tendencia al alza de los niveles de emisiones de dióxido de carbono (CO_2). La Figura 1 indica el incremento de las emisiones mundiales de dióxido de carbono resultantes del consumo de combustibles fósiles durante los últimos 250 años, y la Figura 2 muestra el incremento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera durante los últimos 50 años.

Las concentraciones atmosféricas de CO_2 -y de gases de efecto invernadero en general- se miden en partes por millón (ppm), unidad de medida que designa el número de moléculas de gases de efecto invernadero por millón de moléculas de aire seco. En 2005, la concentración atmosférica global de CO_2 alcanzó un promedio de 379 ppm, es decir, hubo 379 moléculas de CO_2 por millón de moléculas de aire seco. Comparativamente, los niveles preindustriales de concentraciones de CO_2 en la atmósfera eran de unas 275 ppm (Forster *et al.*, 2007), lo que significa que la concentración atmosférica de CO_2 del planeta ha aumentado aproximadamente en el 36 por ciento en los últimos 250 años. Como se indica en la Figura 2, la mayor parte del incremento de

la concentración atmosférica de CO_2 ha tenido lugar durante los 50 últimos años.

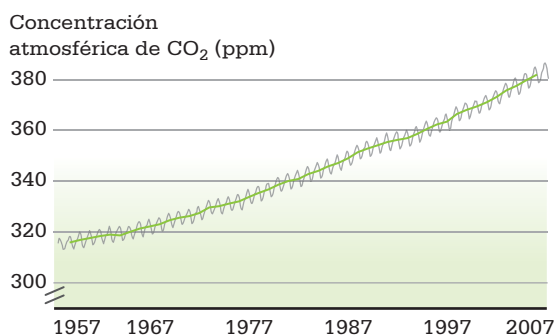
Aparte del dióxido de carbono, los principales gases antropógenos de efecto invernadero son el ozono, el metano, el óxido nitroso, los halocarburos y otros gases industriales (Forster *et al.*, 2007). Todos esos gases existen naturalmente en la atmósfera, a excepción de los gases industriales, como los halocarburos. En la actualidad, las emisiones de dióxido de carbono representan el 77 por ciento del efecto invernadero antropógeno o “intensificado”⁴ y se deben principalmente a la combustión de combustibles fósiles y a la deforestación (Baumert *et al.*, 2005). Los

FIGURA 1. Emisiones mundiales de dióxido de carbono procedentes de combustibles fósiles, 1751-2004



Fuente: Cálculos basados en datos obtenidos en <http://cdiac.ornl.gov>.

FIGURA 2. Concentraciones de dióxido de carbono atmosférico, 1957-2007



Fuente: Base de Datos sobre Recursos Mundiales del PNUMA-Arendal (2008), basado en datos del Laboratorio de Investigaciones sobre el Sistema Terrestre de la NOAA (2007). Nivel medio mensual de dióxido de carbono atmosférico medido en el Observatorio de Mauna Loa, Hawaii. www.esrl.noaa.gov (consultado el 8 de noviembre de 2007).

cambios introducidos en la agricultura y en el uso de la tierra son la causa principal del incremento de las emisiones de metano y óxido nitroso; las emisiones de metano representan el 14 por ciento del efecto invernadero intensificado. Aproximadamente, el 9 por ciento restante consiste en emisiones de óxido nitroso, emisiones de ozono procedentes de los gases de escape de los vehículos automóviles y de otras fuentes y en emisiones de halocarburos y otros gases originadas en los procesos industriales.

Los expertos coinciden en general en que las actividades humanas han sido una de las principales causas del ritmo acelerado del cambio climático (este efecto de aceleración se denomina “forzamiento antropógeno”) (IPCC, 2007a). El consenso general sobre el forzamiento antropógeno y la mayor comprensión científica del cambio climático son resultado de la mejora de los análisis del registro térmico y de la utilización de nuevos modelos informáticos para estimar la variabilidad y las respuestas del sistema climático a las causas naturales y artificiales. Esta mayor comprensión de los procesos climáticos ha permitido incorporar a los modelos climáticos información más detallada (por ejemplo, sobre la dinámica de los hielos marinos, el transporte térmico oceánico y el vapor de agua), como resultado de lo cual, se tiene mayor certidumbre de que los vínculos observados entre el calentamiento y sus efectos son fiables (Levin y Pershing, 2008; e IPCC, 2007a). Sobre la base de una evaluación de miles de publicaciones científicas revisadas por homólogos, en el informe del IPCC (2007a) se llegó a la conclusión de que el calentamiento del sistema climático es “inequívoco”, y de que hay un nivel de confianza, definido como probabilidad superior al 90 por ciento, según el cual las actividades humanas tienen, en promedio, un efecto neto de aumento de la temperatura mundial.

Además, el hecho de que varios gases de efecto invernadero se mantengan en la atmósfera durante períodos muy largos, junto con el desfase cronológico entre el momento de su emisión y la respuesta final y el reequilibrio del sistema climático, significa que el calentamiento mundial seguirá afectando a los sistemas naturales de la tierra durante varios siglos, aún cuando las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan sustancialmente o cesen por completo de

forma inmediata. En otras palabras, el calentamiento mundial es un problema de concentración y un problema de emisiones. En la publicación del Banco Mundial (2008) se considera probable que, dadas las emisiones pretéritas de GEI, sea ya inevitable un calentamiento mundial de 2° C, aproximadamente. La mejor estimación correspondiente de las hipótesis formuladas por el IPCC es de 1,8° C (IPCC, 2007c).

Por consiguiente, las incertidumbres que subsisten se refieren principalmente a la determinación de la respuesta exacta del sistema climático a cualquier aumento de los niveles de gases de efecto invernadero que se emitan y a su concentración en la atmósfera; y a la elaboración de modelos sobre las complejas interacciones entre los diversos componentes del sistema climático. Por ejemplo, Web *et al.* (2006) consideran que, en los modelos de la circulación general, que utilizan observaciones detalladas de los fenómenos meteorológicos y otros factores para estudiar la evolución pasada, presente y futura del clima, la forma en que se especifican los mecanismos de respuesta tiene consecuencias mucho más importantes para la gama de predicciones del cambio climático que las diferencias en las concentraciones de los diversos gases de efecto invernadero.^{5,6} Es importante tener presentes esas consideraciones en relación con las proyecciones mundiales y regionales del cambio climático y los consiguientes efectos, que se examinarán en las subsecciones siguientes.

b) Tendencias y estructura de las emisiones de gases de efecto invernadero

A pesar de los esfuerzos nacionales e internacionales para tomar medidas que permitan estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera (que se examinan más adelante en la parte IV), las emisiones de esos gases siguen aumentando. En el informe del IPCC (2007a) se observa que, entre 1970 y 2004, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero causadas por actividades humanas se incrementaron en el 70 por ciento, pasando de 28,7 a 49 gigatoneladas de equivalente en CO₂ (GtCO₂-eq).⁷ El Organismo Internacional de Energía (OIE) y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) han informado de que las

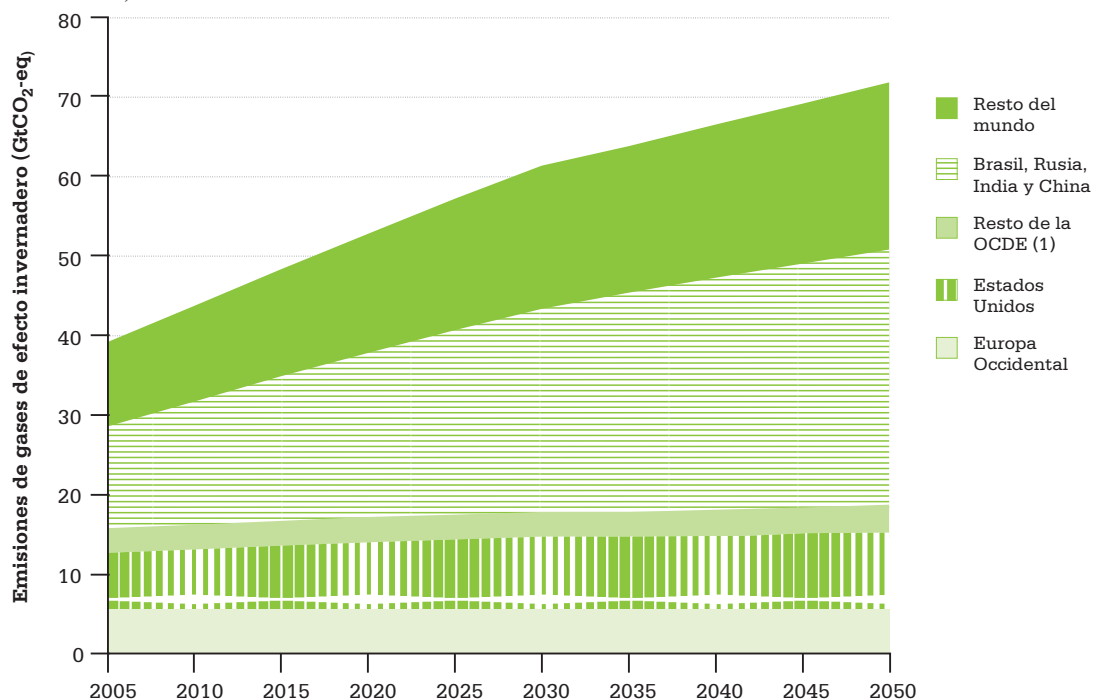
emisiones mundiales de GEI casi se han duplicado desde el comienzo del decenio de 1970 hasta 2005 (OIE, 2008 y OCDE, 2008).

Como hemos dicho, el dióxido de carbono es el gas de efecto invernadero más prevalente y cuyos niveles de emisiones aumentan con mayor rapidez. En 2004, el dióxido de carbono representó el 77 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero y sus niveles de emisiones aumentaron un 80 por ciento entre 1970 y 2004 (IPCC, 2007a). Por otra parte, la tasa de crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la utilización de combustibles fósiles y de los procesos industriales pasó del 1,1 por ciento anual durante el decenio de 1990 a más del 3 por ciento anual entre 2000 y 2004 (OIE, 2008; Raupach *et al.*, 2007; y CDIAC, 2009). Esas cifras indican que, a menos que se tomen medidas significativas en las actuales políticas de mitigación del cambio climático y en las prácticas de desarrollo sostenible conexas, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero

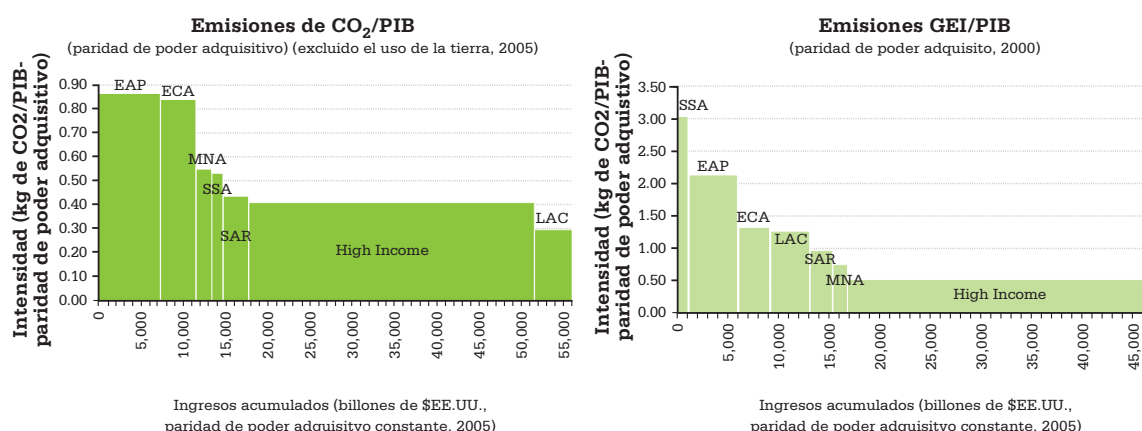
seguirán aumentando durante los próximos decenios (IPCC, 2007a). En la publicación OIE (2008b) se señala que, si no se introduce un cambio de ese tipo en las políticas, es decir, si se adopta un escenario “sin cambios” las emisiones de GEI podrían aumentar en más del 70 por ciento entre 2008 y 2050.⁸ En la Figura 3 se indican esas tendencias y se muestra cómo se prevé que cambie la estructura regional de las emisiones de gases de efecto invernadero (es decir, en qué medida contribuirá cada región a las emisiones totales).

Tradicionalmente, los países industrializados han emitido grandes cantidades de dióxido de carbono de procedencia energética y su parte de responsabilidad en la actual concentración atmosférica de GEI comprende también sus emisiones acumuladas del pasado (Raupach *et al.*, 2007; OIE, 2008; y Banco Mundial, 2008a). Las emisiones acumuladas de dióxido de carbono procedentes del consumo de combustibles fósiles y de la producción de cemento en los países industrializados han sido, hasta ahora, unas tres veces

FIGURA 3. Aumento previsto de las emisiones mundiales de GEI si se mantienen las condiciones habituales (escenario «sin cambios»)



Fuente: Adaptación de la Figura 1, OCDE (2008). Nota (1): En el grupo «Resto de la OCDE» no figuran Corea, México y Turquía, que se han incluido en «Resto del mundo».

FIGURA 4. Intensidad de emisiones de CO₂ y GEI, por región

Fuente: Banco Mundial, 2008a, Figura A1:2

Notas: Los gráficos muestran variaciones significativas en la intensidad de las emisiones de CO₂ de procedencia energética y la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero entre las regiones y los niveles del PIB. También es significativa la diferencia en la clasificación general de las regiones según que las medidas se refieran a emisiones de dióxido de carbono o a emisiones totales de gases de efecto invernadero. La región de EAC tiene la más alta intensidad de emisiones de CO₂ de procedencia energética por unidad de PIB, mientras que la región de ALC tiene la más baja. Los países de ingreso alto generan con gran diferencia el mayor volumen de emisiones de CO₂. Sin embargo, si se tienen en cuenta todas las emisiones de gases de efecto invernadero (incluidas las resultantes del uso de la tierra, los cambios del uso de la tierra y la silvicultura), los niveles de intensidad de las emisiones y la contribución total a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero tienden a incrementarse en el caso de las regiones de ASS, AOP y ALC, ya que la degradación de la tierra y la deforestación han avanzado con rapidez en esas regiones.

ASS designa la región del África Subsahariana; AOP, la de Asia Oriental y el Pacífico; ALC, la de América Latina y el Caribe; EAC, la de Europa y Asia Central; RAM, la región de Asia Meridional; y OAN, la de Oriente Medio y África del Norte.

Fuente: Datos sobre emisiones de CO₂ (emisiones procedentes del uso de energía) del sitio Web del OIE (18 de septiembre de 2007); PIB, paridad de poder adquisitivo (dólares de los Estados Unidos constantes) de los indicadores del desarrollo mundial; y emisiones de gases de efecto invernadero del Sistema de Indicadores de Análisis del Clima (CAIT), versión 5.0 (Instituto de los Recursos Mundiales, 2008). Sólo se dispone de datos globales sobre emisiones hasta 2000 (para el mayor número posible de países y de gases de efecto invernadero).

más cuantiosas que las emisiones de los países en desarrollo (Banco Mundial, 2008a; y Raupach *et al.*, 2007). En cambio, las actividades agrícolas y silvícolas, que generan emisiones de metano y óxido nitroso, y la deforestación, que reduce la extensión de los “sumideros de carbono” (es decir, de los bosques que absorben CO₂ de la atmósfera) han tenido mayor alcance en los países en desarrollo (Nyong, 2008). Tradicionalmente, las emisiones procedentes de esos sectores han sido dos veces mayores en los países en desarrollo que en los países industrializados (Banco Mundial, 2008).⁹

Desde el decenio de 1950, las emisiones por habitante en los países industrializados han sido, en promedio, unas cuatro veces más abundantes que en los países en desarrollo, y la diferencia es aún mayor entre los países industrializados y los países menos adelantados (OIE, 2007). Sin embargo, la intensidad de emisiones de CO₂ de los países en desarrollo (es decir, las toneladas de dióxido de carbono (equivalente) emitidas por unidad

de producto interno bruto (PIB) o, en otras palabras, la medida de los niveles de emisiones expresada en relación con los niveles de producción) es superior a la intensidad de emisiones de CO₂ de los países industrializados. Esta situación se expone gráficamente en la Figura 4, en la que también se muestra que el valor de las diferentes intensidades de CO₂ de las distintas regiones del mundo depende en buena parte de que las estimaciones comprendan o no las emisiones procedentes del uso de la tierra.

Sin embargo, tal como se indica en la Figura 3, el volumen anual de las emisiones de dióxido de carbono de procedencia energética de los países no pertenecientes a la OCDE es actualmente superior al de los países de la OCDE. En 2005, el volumen de emisiones de CO₂ de países no pertenecientes a la OCDE fue superior en un 7 por ciento al de emisiones de países de la OCDE (EIA, 2008). En la actualidad, el volumen total anual de emisiones de gases de efecto

invernadero de los países industrializados y los países en desarrollo es aproximadamente igual, y 8 de los 20 países con mayores niveles de emisiones de gases de efecto invernadero son países en desarrollo (WRI, 2009).¹⁰

Los países en desarrollo no pertenecientes a la OCDE representan aproximadamente dos terceras partes del flujo de nuevas emisiones a la atmósfera (IEA, 2008). Esa proporción coincide con la estimación de Raupach *et al.* (2007), según la cual, el 73 por ciento del aumento de las emisiones en 2004 correspondió a países en desarrollo. Esos autores señalan también que la tasa de aumento de las emisiones refleja no sólo la dependencia que tienen los países en desarrollo respecto de los combustibles fósiles, sino también que cada vez utilizan más los procesos industriales. Según las proyecciones, el incremento anual medio de las emisiones entre 2005 y 2030 será del 2,5 por ciento en el caso de los países no pertenecientes a la OCDE y del 0,5 por ciento en el de los países de la OCDE. En conjunto, esos porcentajes significan que, si no se modifican las políticas sobre emisiones de gases de efecto invernadero, en 2030, las emisiones de carbono de los países no pertenecientes a la OCDE serán, un 72 por ciento superiores a las de países de la OCDE (EIA, 2008).

En resumen, los niveles de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero están aumentando y, a menos que se introduzcan cambios significativos en las leyes, políticas y prácticas de desarrollo sostenible vigentes, seguirán aumentando durante los próximos decenios. Las actividades de los países industrializados han sido la causa principal de las emisiones en el pasado y, por consiguiente, a ellas se debe la actual concentración en la atmósfera de gases de efecto invernadero originados por actividades humanas.

En la actualidad, el volumen total de emisiones de dióxido de carbono de procedencia energética de los países en desarrollo es algo mayor que el volumen total de emisiones de los países industrializados y, como la tasa anual de incremento de las emisiones de dióxido de carbono es cinco veces mayor en los países no pertenecientes a la OCDE que en los países de la OCDE, se prevé que la diferencia entre las emisiones totales de ambos grupos de países seguirá aumentando.

Si no se aplican nuevas políticas de reducción de las emisiones, es probable que las emisiones de dióxido de carbono de los países no pertenecientes a la OCDE sean, de aquí a 2030, un 72 por ciento superiores a las emisiones de los países de la OCDE. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las emisiones por habitante de los países industrializados siguen siendo en promedio, cuatro veces mayores que las emisiones de los países en desarrollo y que sólo el 23 por ciento, aproximadamente, de las emisiones totales del pasado pueden atribuirse a los países en desarrollo (Banco Mundial, 2008; y Raupach *et al.*, 2007). Además, es importante tener en cuenta las diferencias entre los países en desarrollo y los países industrializados en lo que respecta a la intensidad de las emisiones de dióxido de carbono, ya que tales diferencias pueden indicar, por ejemplo, donde hay posibilidades de reducir más eficazmente esas emisiones.

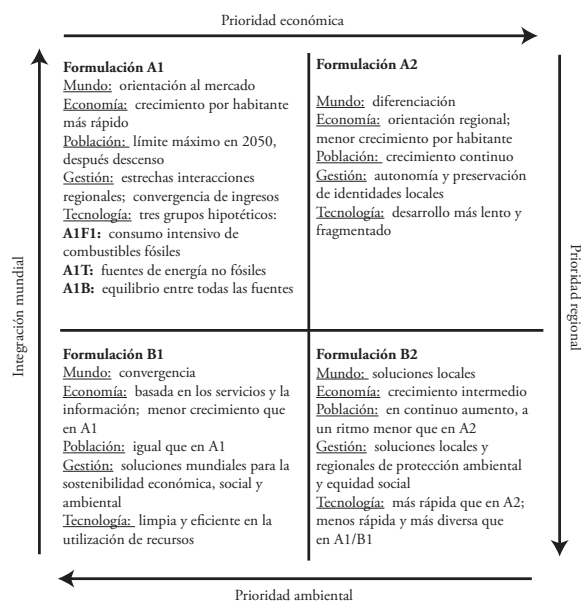
c) Proyecciones de las emisiones futuras de gases de efecto invernadero y escenarios de cambio climático

Para predecir el cambio climático futuro y evaluar sus efectos probables es preciso estimar cómo podrían aumentar en el futuro las emisiones de gases de efecto invernadero y qué impacto podrían tener por ejemplo provocando cambios en la temperatura de la superficie terrestre. Pueden obtenerse proyecciones de las emisiones de gases de efecto invernadero de varias fuentes, pero las referencias más frecuentemente utilizadas y mencionadas son los escenarios presentados en el Informe Especial sobre Escenarios de Emisión (IEEE), publicado por el IPCC en 2000. Sobre la base de cuatro formulaciones distintas del modo en que podría evolucionar la situación futura, los escenarios del IEEE prevén una gran diversidad de posibles emisiones futuras hasta 2100, que pueden utilizarse como elementos de referencia para elaborar modelos de cambio climático y analizarlos.¹¹ Como muestra la Figura 5, cada formulación y su correspondiente escenario se basan en hipótesis distintas sobre las tecnologías y fuentes de energías utilizadas, así como sobre la tasa de crecimiento económico y los sistemas de gestión.

En la formulación A1 de la Figura 5, el mundo futuro se caracteriza por un crecimiento económico muy rápido,



FIGURA 5. Características de los cuatro escenarios del IEEE



Fuente: Parry et al., 2007, Figura TS.2.

una población que alcanza su nivel de crecimiento máximo a mediados de siglo y se reduce a partir de entonces y tres supuestos diferentes sobre desarrollo tecnológico, cada uno de los cuales tiene consecuencias sustancialmente distintas para las futuras emisiones de GEI: los niveles de emisiones más altos se relacionan con el escenario de consumo intensivo de combustibles fósiles (A1F1); las tecnologías que utilizan una combinación equilibrada de fuentes de energía (A1B) dan por resultado niveles medios de emisiones; y las tecnologías que utilizan fuentes de energía basadas en combustibles no fósiles (A1T) generan las emisiones más bajas de GEI, según se expresa en la formulación A1. En la formulación B1, las hipótesis de crecimiento demográfico son similares a las de la formulación A1, pero la formulación B1 da por supuesto que habrá una transición rápida hacia actividades económicas más limpias y emisiones menos intensas de carbono que se basará en los servicios y la información y conllevará una tasa de crecimiento económico más baja en comparación con la situación A1. La formulación A2 describe un mundo futuro en el que la población sigue aumentando, las tendencias de desarrollo económico

son más regionales que mundiales y el crecimiento económico por habitante y el cambio tecnológico son más lentos y más fragmentados, es decir, no penetran en toda la economía. Por último, la formulación B2 destaca las soluciones de sostenibilidad locales y regionales y prevé un crecimiento demográfico lento pero constante y un desarrollo económico medio.

Es importante observar que en los escenarios del IEEE no se incluyen otras iniciativas relacionadas con el clima, tales como los acuerdos internacionales, por lo que ninguno de esos escenarios da expresamente por supuesto el cumplimiento de los objetivos del Protocolo de Kyoto en materia de emisiones (véase la sección III.A). Sin embargo, como se indicó anteriormente, en algunos de los escenarios se da por supuesto un mayor uso de tecnologías de aprovechamiento eficaz de la energía y políticas de descarbonización, que dan por resultado una dependencia de los combustibles fósiles inferior a la actual. Tales hipótesis tienen las mismas repercusiones para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que los objetivos en materia de emisiones. En particular, el escenario de referencia "B1" de la Figura 5 prevé la aplicación de políticas de gran alcance para limitar el calentamiento mundial total a unos 2° C. Los escenarios del IEEE se han utilizado de forma generalizada como base para la elaboración de modelos científicos sobre el cambio climático y el análisis económico de los efectos de ese cambio y su mitigación en las diferentes regiones y países (IPCC, 2001a, 2007a).

La Figura 6, tomada de la publicación del IPCC (2007a), muestra la amplia gama de posibles niveles de las emisiones futuras de gases de efecto invernadero, basándose en los escenarios del IEEE y las correspondientes estimaciones de aumentos de la temperatura de la superficie calculadas mediante modelos climáticos.

Como muestra la figura y, según el escenario que se utilice, las proyecciones indican que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, medidas en gigatoneladas de CO₂ equivalente, aumentarán entre el 25 y el 90 por ciento en el período 2000-2030. Asimismo, se ha previsto un calentamiento de 0,2° C, aproximadamente, por decenio hasta 2020 para

diversos escenarios de emisiones del IEEEE. A partir de ahí, las proyecciones de la temperatura dependen cada vez más del escenario concreto de emisiones que se utilice y según los modelos climáticos, en promedio, la temperatura mundial aumentará entre 1,4° C y 6,4° C de 1990 a 2100. La comparación de 153 escenarios IEEEE y pre-IEEEE, es decir, escenarios elaborados antes que el informe del IEEEE, con 133 escenarios más recientes en los que, al igual que los escenarios del IEEEE, se parte del supuesto de que no se introducirán nuevas medidas de mitigación de las emisiones, muestra resultados de proyecciones de amplitud comparable (Fisher *et al.*, 2007).

En el informe del IEEEE se atribuye a todos los escenarios la misma probabilidad, pero los análisis independientes

basados en esos escenarios pueden considerar que alguno de ellos constituye una referencia más probable o plausible. En la práctica parece que, hasta ahora, se ha tendido a prestar más atención a los escenarios de emisiones de GEI de los tramos bajo y medio del intervalo (Pachauri, 2007).

En cambio, algunos estudios recientes (incluido, por ejemplo, el Garnaut Climate Change Review for Australia (Garnaut, 2008)), tras varias observaciones sobre los niveles actuales de emisiones y el crecimiento económico, se han centrado en el escenario del tramo alto del IEEEE, es decir, el escenario A1F1, para estimar las repercusiones futuras. Por ejemplo, Garnaut (2008) señala que las actuales tasas de crecimiento económico, así como el aumento de las emisiones de dióxido de

FIGURA 6. Escenarios de emisiones de GEI de 2000 a 2100 (en el supuesto de que no entren en vigor nuevas políticas climáticas) y estimación de las correspondientes temperaturas de la superficie

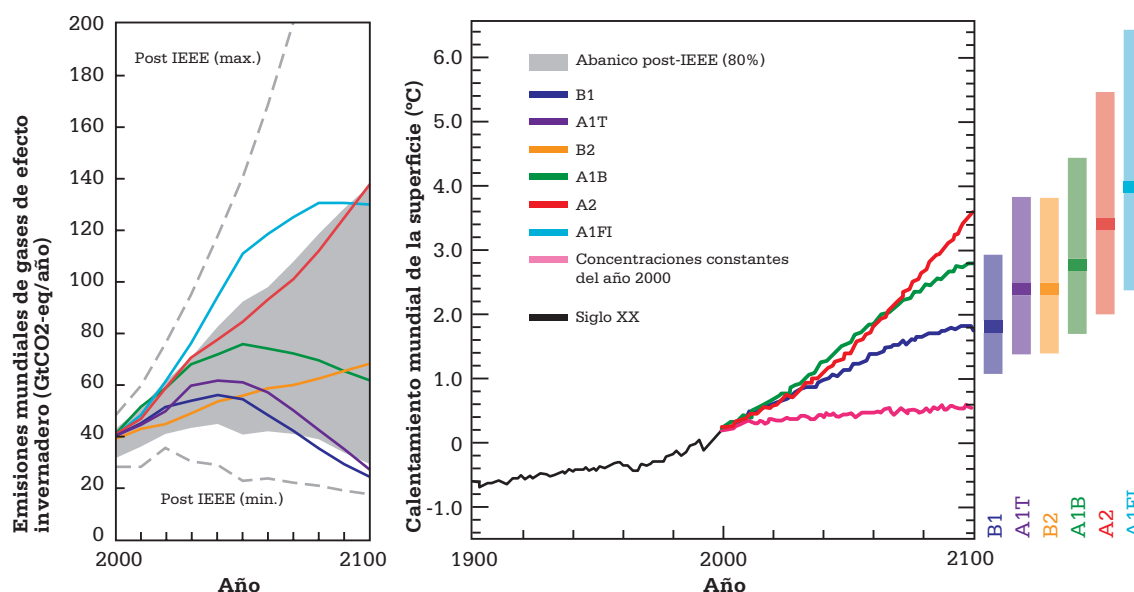


Gráfico de la izquierda: emisiones mundiales de GEI (en GtCO₂-eq/año) en ausencia de nuevas políticas climáticas, con seis escenarios del IEEEE ilustrativos (líneas en color) y una zona sombreada en gris representativa del intervalo de proyecciones del percentil 80 de recientes escenarios publicados desde la aparición del IEEEE (es decir, post-IEEEE). Las líneas de puntos muestran la gama completa de escenarios post-IEEEE. Las emisiones que se han examinado comprenden el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los gases con contenido de fluor hexafluoruro sulfúrico (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC).

Gráfico de la derecha: Las líneas continuas representan los promedios mundiales (calculados mediante la utilización de varios modelos climáticos) de calentamiento de la superficie correspondientes a los escenarios A2, A1B y B1, considerados como continuación de los niveles de emisiones del siglo XX. Esas proyecciones también tienen en cuenta las emisiones de GEI y los aerosoles de vida corta. La línea rosa no corresponde a un escenario, sino que representa las simulaciones del Modelo de Circulación General Atmosférica-Oceánica (AOGCM), con concentraciones atmosféricas que se mantienen constantes en los valores del año 2000. Las barras de colores situadas en la parte derecha del diagrama representan la mejor estimación (señalada mediante una banda más oscura en cada barra) dentro del intervalo completo de la hipótesis más favorable a la más desfavorable de los aumentos probables de la temperatura estimados para los seis escenarios del IEEEE en el período 2090-2099. Todas las temperaturas se establecen con respecto a la temperatura de referencia del período 1980-1999.

Fuente: IPCC (2007a), Figura SPM.5.

carbono a partir de 2000, han sido significativamente mayores de lo previsto incluso en el escenario del nivel más alto del IEEA, es decir, el escenario A1F1.

En términos más generales, los escenarios del IEEA han sido criticados por ser excesivamente optimistas en sus hipótesis de referencia en cuanto a los avances en la reducción de las emisiones de GEI generadas por las actividades económicas, tanto en relación con la demanda como con la oferta del sector energético, que han dado por resultado una subestimación de las dificultades y de los costos que entraña la reducción del calentamiento global (Pielke *et al.*, 2008). Ese enfoque está en consonancia con los principales planteamientos de la anterior sección sobre las tendencias y la estructura de las emisiones de GEI: si las tasas de reducción de la intensidad energética y la intensidad de emisiones de carbono por unidad de PIB están disminuyendo —o incluso cambiando de sentido, como se indica, por ejemplo, en IEA (2008b) y en Raupach *et al.* (2007)— los escenarios IEEA que, implícita o explícitamente, dan por supuesto el resultado contrario, pueden representar estimaciones claramente conservadoras del cambio futuro del clima y sus efectos conexos.

Richels *et al.* (2008) sostienen que un inconveniente aún más grave del enfoque del IEEA es que no tiene en cuenta el carácter dinámico del problema de las decisiones al analizar las políticas sobre el cambio climático. Opinan que sería mejor adoptar un enfoque iterativo de la gestión del riesgo en el que se utilicen metas inciertas a largo plazo para establecer objetivos de emisiones a corto plazo, ya que ese enfoque se centra en el análisis de las políticas a corto plazo y en el asesoramiento que las autoridades necesitan. Además, sobre la base de los últimos datos disponibles, debería tenerse presente el factor de incertidumbre y facilitar la información y los datos a medida que se disponga de ellos. Otra ventaja de ese enfoque es que facilita la distinción entre las tendencias espontáneas, es decir, las modificaciones que no son resultado de políticas deliberadas sobre el cambio climático y la evolución inducida por las políticas.

2. El cambio climático observado y proyectado y sus efectos

a) Temperatura y precipitaciones

Una de las más sólidas tendencias observadas del cambio climático es el calentamiento de nuestro planeta. Las observaciones de series cronológicas (es decir, los datos obtenidos a lo largo de períodos sucesivos) durante los 150 últimos años no sólo muestran un aumento de la temperatura media mundial, sino también que el ritmo del cambio de la temperatura media es cada vez más rápido. Entre 1906 y 2005, el promedio mundial de la temperatura de la superficie terrestre aumentó aproximadamente en 0,74° C, y la tendencia del calentamiento por decenios ha sido, durante los 50 últimos años, casi el doble en comparación con los 100 últimos años (IPCC, 2007a). Además, en los 30 años transcurridos entre 1976 y 2007, la temperatura aumentó a un ritmo tres veces más rápido que el de los 100 últimos años, de acuerdo con el Centro Nacional de Datos Climáticos (NCDC) de la NOAA (Organismo Nacional del Océano y la Atmósfera) (2007). El análisis de las mediciones realizadas mediante globos sonda y satélites, indican que las tasas de calentamiento de la temperatura atmosférica son similares a las que se han observado para la temperatura de la superficie (Meehl *et al.*, 2007).

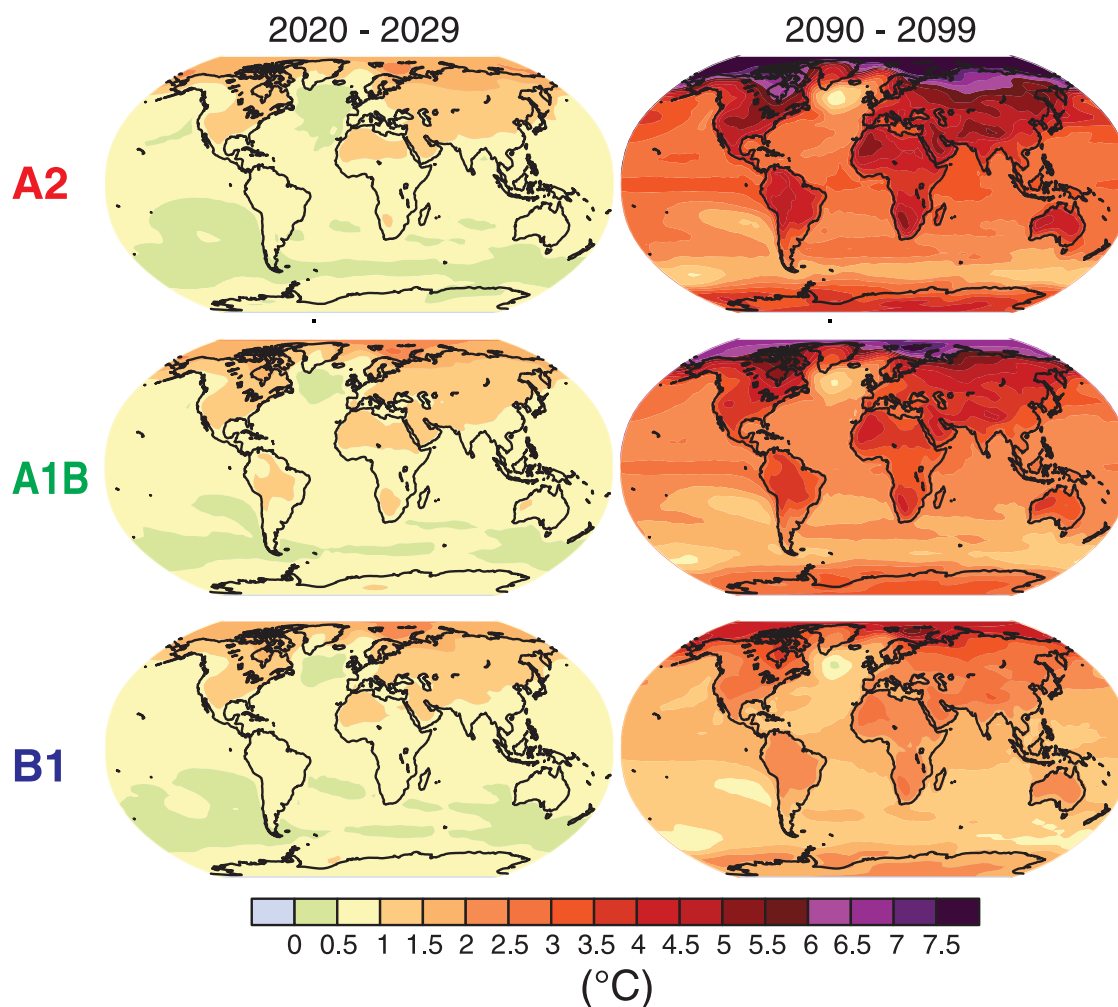
El aumento de la temperatura es de alcance universal, pero hay variaciones regionales significativas respecto del promedio mundial. Las observaciones muestran que los aumentos de temperatura son mayores en las latitudes más septentrionales y que las temperaturas medias en el Ártico, por ejemplo, han aumentado en una proporción casi dos veces más que la media mundial durante los últimos 100 años (Meehl *et al.*, 2007). Además, en Asia y África el calentamiento fue superior al aumento medio mundial y en América del Sur, Australia y Nueva Zelanda inferior, mientras que en Europa y América del Norte el calentamiento es comparable al aumento medio mundial de la temperatura (Trenberth *et al.*, 2007).

En las publicaciones especializadas se describen varios efectos del aumento de la temperatura en los seres humanos, las especies vegetales y animales y diversos

sistemas gestionados por el ser humano. Entre tales efectos cabe señalar un aumento de la mortalidad causado por las olas de calor extremo en Europa; cambios en la forma de transmisión de las enfermedades infecciosas en determinadas partes de Europa; y la producción estacional más temprana y en mayor cantidad de polen alérgico en las latitudes altas y medias del Hemisferio Norte. Asimismo se ha visto afectada la gestión agrícola y forestal, en particular en las latitudes más altas del Hemisferio Norte, principalmente debido a la plantación primaveral más temprana de cultivos y a los cambios provocados por los incendios y por las plagas que afectan a los bosques.

Además, el aumento de las temperaturas afecta profundamente a los sistemas biológicos terrestres y da por resultado, por ejemplo, el adelanto estacional de la foliación, la migración de las aves y la puesta de huevos y el desplazamiento del hábitat de especies animales y vegetales hacia latitudes más septentrionales (Rosenzweig *et al.*, 2007; Rosenzweig *et al.*, 2008). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, especialmente en el norte de Europa, un ligero aumento de la temperatura podría tener efectos beneficiosos, sobre todo en relación con la agricultura (véase más adelante la subsección relativa a la agricultura).

FIGURA 7. Proyecciones del calentamiento de la superficie basadas en modelos climáticos (comienzos y finales del siglo XXI)



Fuente: IPCC (2007a), Figura 3-2. Las representaciones muestran las proyecciones medias del Modelo Múltiple de Circulación General Atmosférica-Océánica (AOGCM) correspondientes a los escenarios A2 (nivel máximo), A1B (nivel medio) y B1 (nivel mínimo) del IEEE obtenidos para los decenios 2020-2029 (izquierda) y 2090-2099 (derecha).

Según las previsiones, las variaciones regionales en los cambios de temperatura persistirán a lo largo del siglo. En la Figura 7 se muestran los cambios de la temperatura de superficie previstos para los años iniciales y finales del siglo XXI en comparación con las temperaturas de superficie del período 1980-1999, sobre la base de las proyecciones medias del modelo climático correspondientes a los escenarios alto, medio y bajo del IEEA.

Según se muestra en la Figura 7, las proyecciones indican que las temperaturas medias del Ártico seguirán aumentando más que las de otras regiones. Las proyecciones apuntan también al calentamiento de la Antártida, pero la magnitud del calentamiento de esa región es menos segura que la de otras. Asimismo, se prevé que, en todas las estaciones y en todo el territorio de África, el calentamiento sea superior a la media anual mundial. Por otra parte, es probable que el calentamiento sea significativamente superior a la media mundial en Asia Central, la meseta tibetana y Asia Septentrional; superior en Asia Oriental y Meridional; y similar en Asia Sudoriental. En América Central y América del Sur, el calentamiento medio anual será, probablemente, mayor que el calentamiento medio mundial, excepto en el caso de los territorios australes de América del Sur, donde el calentamiento será, casi con toda probabilidad, similar al calentamiento medio mundial. Es probable que en América del Norte y Europa, el calentamiento medio anual sea superior al de muchas zonas, y que en Australia y Nueva Zelanda sea comparable a la media mundial. Los pequeños Estados insulares en desarrollo experimentarán, casi con toda seguridad, un calentamiento menor que la media anual mundial (Christensen *et al.*, 2007).

Los aumentos de temperatura están asociados con los cambios en el régimen de precipitaciones cuya variabilidad estacional y regional es sustancialmente más alta que la de los cambios de temperatura (Trenberth *et al.*, 2007). En el norte de Europa, el norte y centro de Asia y las partes orientales de América del Norte y del Sur se han observado ya aumentos considerables del volumen de precipitaciones. En cambio, ciertas partes de Asia Meridional, el Mediterráneo, el Sahel y África Meridional han pasado a ser más secas.

En el futuro, se prevén aumentos sustanciales de las precipitaciones medias anuales en la mayoría de las regiones de las latitudes altas, así como en África Oriental y en Asia Central (Emori y Brown, 2005; Christensen *et al.*, 2007). En cambio, se han previsto que reducciones sustanciales en la región mediterránea (Rowell y Jones, 2006), la región del Caribe (Neelin *et al.*, 2006) y la mayor parte de las regiones subtropicales (Christensen *et al.*, 2007). No sólo los cambios de las medias anuales son importantes. Las variaciones estacionales y los cambios en la frecuencia e intensidad de las intensas precipitaciones probablemente tengan efectos sociales y económicos importantes en los medios de subsistencia, la mortalidad, la producción y la productividad, incluida la gestión de la infraestructura de los sistemas artificiales y naturales. Esos aspectos se examinan más a fondo en las subsecciones relativas a los fenómenos extremos y al impacto regional y sectorial del cambio climático.

b) Aumento del nivel del mar en la capa de nieve y cambios en la cobertura de hielo y en el suelo helado

El calentamiento del sistema climático tiene varias repercusiones en el aumento del nivel del mar. En primer lugar, conforme a las conclusiones sobre el aumento medio de las temperaturas mundiales, los expertos coinciden en que las temperaturas oceánicas han aumentado, contribuyendo al aumento del nivel del mar debido a la expansión térmica (Levitus *et al.*, 2005; Willis *et al.*, 2004). Entre 1961 y 2003, el nivel medio del mar aumentó a un ritmo de unos 1,8 milímetros (mm) al año. Ese ritmo fue significativamente más rápido, de unos 3,1 mm al año, durante el período de 1993 a 2003 (IPCC, 2007a; Rahmstorf *et al.*, 2007).

El aumento del nivel del mar, combinado con actividades humanas tales como las prácticas agrícolas y el desarrollo urbano, contribuye ya a la pérdida de marismas y manglares, lo que agrava los daños causados por las inundaciones costeras en muchos países en desarrollo (IPCC, 2007d). Se dispone de datos nuevos que confirman la teoría de que los cambios observados en los ecosistemas biológicos marinos y de aguas dulces guardan relación con los cambios de temperatura, salinidad, niveles de oxígeno, circulación (es decir, desplazamiento del agua alrededor del globo) y con la

cobertura de hielo de los océanos, mares, lagos y ríos de la Tierra.¹²

Además, las publicaciones especializadas insisten en que la reducción de la capa de nieve y la fusión de los casquetes de hielo y de los glaciares tienen repercusiones directas en el aumento del nivel de los mares (Lemke *et al.*, 2007). Ese efecto no se deriva única y directamente de la fusión de la nieve o del hielo. La superficie brillante de la nieve y el hielo refleja la luz solar; cuando esa capa brillante se funde, aparecen capas marinas o terrestres más oscuras y superficies menos reflectantes, lo que da lugar a un “efecto de reacción” que acelera la fusión. En otras palabras, las superficies oscuras que absorben e irradian nuevamente el calor intensifican el efecto del sol. La creación de modelos computadorizados fidedignos de esos procesos es compleja y en cada uno de los cuatro informes de evaluación del IPCC publicados hasta la fecha se llega a conclusiones distintas en cuanto al aumento del nivel del mar, debido principalmente a las opiniones divergentes sobre la cobertura de hielo marino, el ritmo de fusión en Groenlandia y la Antártida y el ritmo de fusión de los glaciares.

Por consiguiente, según las proyecciones del Primer Informe de Evaluación del IPCC, el nivel del mar habrá aumentado 0,2 metros de aquí a 2030 y 0,65 metros de aquí a 2100 (IPCC, 1990), mientras que en el Segundo Informe de Evaluación (IPCC, 1995) el aumento previsto era de 0,15 a 0,95 metros de entonces hasta 2100. En el Tercer Informe de Evaluación (IPCC, 2001a), las proyecciones del nivel del mar fueron de 0,09 a 0,88 metros entre 1990 y 2100, mientras que, en el Cuarto Informe de Evaluación (IPCC, 2007a), esas proyecciones son de 0,18 a 0,59 metros para 2090-2099 respecto de los niveles de 1980-1999.

Las estimaciones del Informe más reciente del IPCC son más conservadoras por dos razones principales. En primer lugar, en el Cuarto Informe de Evaluación se utiliza un campo de confianza más estrecho, es decir, proyecciones con un menor grado de incertidumbre, en comparación con el Tercer Informe. En segundo lugar, en el Cuarto Informe de Evaluación no se incluyen los elementos de incertidumbre de los retroefectos climático del carbono ni el efecto de los cambios en los flujos

de deshielo, debido a que, en el momento de elaborarse el Informe, no fue posible sacar conclusiones definitivas sobre la base de las publicaciones especializadas en la materia. Aunque el efecto del incremento del flujo de deshielo de Groenlandia y la Antártida (en las proporciones observadas durante el período de 1993-2003) se incluyó en el modelo utilizado para proyectar la subida del nivel del mar en el Cuarto Informe de Evaluación, en ese Informe se reconoce que las contribuciones de Groenlandia y posiblemente, de la Antártida pueden ser mayores que las que se han previsto en los modelos del manto de hielo utilizados y, por lo tanto, hay riesgo de que el nivel del mar aumente por encima de las cifras establecidas en el Informe.

Varios estudios científicos recientes parecen sugerir que, no sólo es posible que el sistema climático responda más rápidamente de lo que se había previsto en los modelos climáticos, sino que el impacto del cambio climático esté, en realidad, intensificándose (Levin y Pershing, 2008). En cuanto a la fundición del hielo marino, los glaciares y la nieve y el correspondiente aumento del nivel del mar, varios estudios nuevos aclaran más la magnitud del problema y los procesos dinámicos de respuesta antes mencionados que no se tomaron plenamente en cuenta en los modelos sobre el comportamiento del manto de hielo utilizados para elaborar las proyecciones del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC.

Sobre la base de los datos procedentes de sus satélites, la NASA (2007) llegó a la conclusión de que el hielo marino alcanzó su nivel más bajo entre junio y septiembre de 2007.¹³ Se comprobó que la fusión del hielo se aceleraba durante los períodos de temperaturas más cálidas y poca nubosidad, en los que la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra es mayor. Se llegó a conclusiones similares respecto al hielo marino perenne (es decir, al hielo que se mantiene durante todo el año y no se funde y se rehace con la sucesión de las estaciones) para el período de 1970-2000, con un incremento de la tasa de pérdidas en 2005-2007 (Ngheim *et al.*, 2007). Como se ha indicado, cuando el hielo o la nieve se funden, aparecen superficies marinas o terrestres más oscuras y menos reflectantes, lo que puede tener un retroefecto de calentamiento que acelera aún más la fusión y puede afectar negativamente a la



nueva formación de hielo durante la siguiente estación fría. En Mote (2007) se indicó que ésa podría ser la explicación del espectacular incremento de la fusión de hielo superficial observado en Groenlandia en 2007.

Según Mote (2007), la fusión observada podría tener su origen en anteriores episodios de fusión producidos en 2002-2006 y las explicaciones más plausibles serían la reducción de la reflectividad de la superficie, el calentamiento de la nieve a causa de las temperaturas invernales más altas o los cambios en la acumulación de nieve invernal determinados por las variaciones del régimen de precipitaciones.

Estas constataciones no sólo indican que el aumento del nivel del mar puede haberse subestimado en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, sino también que tal vez se requieran sólo algunos años o unos pocos decenios para que la evolución del hielo marino, particularmente en el Ártico, permita acceder a nuevas rutas de navegación, lo que tendría repercusiones significativas para el transporte, así como para la explotación de los recursos, incluidos los combustibles fósiles. Por ejemplo, en 2007, el paso del noroeste, que es la ruta de navegación más corta entre el Atlántico y el Pacífico, quedó libre de hielo y fue navegable por primera vez en los anales de la historia (Cressey, 2007). De modo similar, se prevé que la temporada de navegación a través de la ruta del Mar del Norte sea más larga en los próximos decenios (ACIA, 2005). La posibilidad de abrir nuevas rutas de navegación ha dado lugar a debates sobre la soberanía de esas rutas, los recursos del suelo marino y la situación en alta mar (ACIA, 2005). La reducción del hielo marino del Ártico y la apertura de nuevas vías de navegación tendrán también repercusiones en el turismo, la pesca comercial y la caza de la fauna marina.

De modo más general, el incremento observado del tamaño y el número de lagos glaciares, los cambios experimentados por algunos ecosistemas (particularmente en el Ártico) y la creciente inestabilidad del suelo en las regiones de permafrost debido al deshielo de la capa superficial helada son claros indicadores de que el cambio climático afecta a los sistemas naturales relacionados con la nieve, el hielo y el suelo helado (Lemke *et al.*, 2007). Esa

situación tiene varias consecuencias adicionales para el transporte, la industria y las infraestructuras. Determinadas industrias, en particular las empresas dedicadas a la explotación de petróleo y gas, dependen en gran medida de la solidez de la capa de nieve y las temperaturas, ya que utilizan carreteras sobre el hielo del Ártico para acceder a los campos de petróleo y gas.

Para proteger el ecosistema de la tundra, antes de que una empresa construya una carretera sobre el hielo, deben cumplirse ciertas condiciones de temperatura y profundidad de la nieve y el cambio climático pone en peligro esas condiciones (PNUMA, 2007a). Por ejemplo, en Arctic Climate Impact Assessment (ACIA) (2005), se informa de que, en la tundra de Alaska, el número de días de viaje sobre carreteras heladas de los vehículos dedicados a la prospección petrolera se redujo de 220 a 130 al año durante el período de 1971-2003. El deshielo del permafrost tiene otros efectos graves para la vivienda y demás infraestructuras (Lemke *et al.*, 2007).

Otro ámbito en el que los estudios recientes apuntan a que el sistema climático tal vez esté respondiendo más rápidamente de lo previsto en los modelos climáticos es el relativo a la capacidad de los océanos para absorber dióxido de carbono. Por ejemplo, aunque el IPCC (2007c) llega a la conclusión de que la capacidad de los océanos y de la biosfera terrestre para absorber las emisiones crecientes de dióxido de carbono se reduciría a lo largo del tiempo, Canadell *et al.* (2007) sostienen que la capacidad de absorción de los océanos se ha reducido a un ritmo mayor que el previsto en los principales modelos utilizados por el IPCC. A esa conclusión llegan también Schuster y Watson (2007), cuyos estudios dan a entender que la captación de CO₂ en el Atlántico Norte se redujo aproximadamente un 50 por ciento entre mediados del decenio de 1990 y el período 2002-2005.

Le Quéré *et al.* (2007), que estudiaron el “sumidero” del CO₂ (es decir, la capacidad de absorción de dióxido de carbono) en el Océano Austral durante el período de 1981 a 2004, dan cuenta de una reducción significativa similar del sumidero de carbono. Mientras que Schuster y Watson (2007) consideran que la reducción del sumidero es imputable a una combinación de

cambios naturales y actividades humanas, Le Quéré *et al.* (2007) dan a entender que la reducción es resultado de los cambios introducidos por el hombre (cambios antropógenos), sobre todo en la temperatura de los vientos, pero también en la temperatura del aire.

Hasta ahora, los océanos han absorbido más del 80 por ciento del calor añadido al sistema climático (IPCC, 2007a) y del 25 al 30 por ciento de las emisiones anuales mundiales de CO₂ (Le Quéré *et al.*, 2007). Sin embargo, si sigue reduciéndose la capacidad de los océanos para absorber dióxido de carbono y esa tendencia se mantiene a escala mundial, una proporción significativamente mayor del carbono emitido permanecerá en la atmósfera y potenciará las tendencias de calentamiento futuras (Levin y Pershing, 2008).

c) Variabilidad del clima y extremos climáticos

Es razonable sostener que la forma más directa en que se experimentará el cambio climático será a través de cambios en la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos. Esos fenómenos meteorológicos están “escondidos” en los cambios de los promedios climáticos y tienen repercusiones inmediatas a corto plazo para el bienestar y los medios de sustento diario. (Banco Africano de Desarrollo (BAfD), 2005 y IPCC, 2007a.)¹⁴

Aun con pequeños aumentos de la temperatura media, se ha previsto que cambiarán la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, y el tipo de esos fenómenos meteorológicos (tales como huracanes, tifones, inundaciones, sequías, y precipitaciones intensas) a que están sujetas las regiones (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), 2008). Ya se han observado e indicado varios cambios en la variabilidad del clima y los extremos climáticos, incluidos aumentos en la frecuencia e intensidad de las ondas de calor, aumentos en la actividad ciclónica tropical intensa en diversas regiones, aumentos en la frecuencia de niveles marítimos extremos, y descensos en la frecuencia de días o noches fríos y en la incidencia de heladas (Meehl *et al.*, 2007). Una de las constataciones más claras se

refiere a la frecuencia y la fuerza de las precipitaciones intensas en la mayoría de las zonas, aunque hay fuertes variaciones regionales.

En general, ha aumentado la frecuencia de las precipitaciones intensas en las regiones en que han aumentado las precipitaciones medias anuales, a saber, el norte de Europa y el norte y el centro de Asia, así como las partes orientales de América del Norte y América del Sur (Trenberth *et al.*, 2007). Sin embargo, también se han observado aumentos de la frecuencia de las precipitaciones intensas en muchas regiones en las que la tendencia general es una reducción de las precipitaciones totales (es decir, la mayoría de las regiones subtropicales y de latitud media). Además, se han observado sequías más prolongadas y más intensas, especialmente en los trópicos y subtrópicos, desde el decenio de 1970 (Trenberth *et al.*, 2007).

Como se verá más adelante, se prevé que en el futuro la mayoría de las modificaciones que se han observado se propaguen y se intensifiquen. Sin embargo, conviene señalar que hay varias dificultades para evaluar los cambios a largo plazo de los fenómenos extremos. En primer lugar, los extremos, por definición, son fenómenos que ocurren rara vez, lo que significa que el número de observaciones en que se basan los análisis estadísticos es limitado. Cuanto más infrecuente es el fenómeno, más difícil es identificar las tendencias a largo plazo (Frei y Schär, 2001, y Klein Tank y Können, 2003).

La falta de datos, las limitaciones estadísticas y la diversidad de prácticas de supervisión meteorológica han limitado, en general, los tipos de fenómenos extremos que podían evaluarse, y el grado de exactitud de las conclusiones (Trenberth *et al.*, 2007). Muchas de estas cuestiones se han estudiado en los últimos 5 a 10 años, y se han conseguido datos mucho mejores en forma de series diarias de datos regionales y continentales. Además, el uso e intercambio sistemático entre los científicos de criterios y definiciones comunes ha permitido obtener un panorama mundial sin precedentes de los cambios en los extremos diarios de temperatura y precipitaciones. (Alexander *et al.*, 2006, y Trenberth *et al.*, 2007).

CUADRO 1. Posibles impactos del cambio climático por efecto de la alteración de los fenómenos atmosféricos y climáticos extremos, basados en proyecciones hasta mediados o finales del siglo XXI

FENÓMENOS Y DIRECCIÓN DE LA TENDENCIA	EJEMPLOS DE IMPACTOS DE GRAN MAGNITUD PROYECTADOS POR SECTORES			
	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y ECOSISTEMAS	RECURSOS HÍDRICOS	SALUD HUMANA	INDUSTRIA, ASENTAMIENTOS Y SOCIEDAD
EN LA MAYORÍA DE LAS ÁREAS TERRESTRES, DÍAS Y NOCHES MÁS CÁLIDOS Y MENOS FRECUENTEMENTE FRÍOS, DÍAS Y NOCHES MÁS CÁLIDOS Y MÁS FRECUENTEMENTE MUY CÁLIDOS	Cosechas mejores en entornos más fríos; peores, en entornos más cálidos; plagas de insectos más frecuentes	Efectos sobre los recursos hídricos que dependen del deshielo; efectos sobre algunos suministros hídricos	Disminución de la mortalidad humana por una menor exposición al frío	Disminución de la demanda de energía para calefacción; aumento de la demanda de refrigeración; disminución de la calidad del aire en las ciudades; menores dificultades para el transporte a causa de la nieve o del hielo; efectos sobre el turismo de invierno
PERÍODOS CÁLIDOS/ OLAS DE CALOR. AUMENTO DE LA FRECUENCIA EN LA MAYORÍA DE LAS EXTENSIONES TERRESTRES	Empobrecimiento de las cosechas en regiones más cálidas, por estrés térmico; mayor peligro de incendios incontrolados	Aumento de la demanda de agua; problemas de calidad del agua (por ejemplo, proliferación de algas)	Mayor riesgo de mortalidad por causas térmicas, especialmente entre los ancianos, los enfermos crónicos, los niños pequeños y las personas socialmente aisladas	Empeoramiento de la calidad de vida de las poblaciones de áreas cálidas que carecen de viviendas apropiadas; impactos sobre los ancianos, los niños pequeños y los pobres
PRECIPITACIÓN INTENSA. AUMENTO DE LA FRECUENCIA EN LA MAYORÍA DE LAS REGIONES	Daños a los cultivos; erosión de los suelos, incapacidad para cultivar las tierras por anegamiento de los suelos	Efectos adversos sobre la calidad del agua superficial y subterránea; contaminación de los suministros hídricos; posiblemente, menor escasez de agua	Mayor riesgo de defunciones, lesiones e infecciones, y de enfermedades respiratorias y de la piel	Alteración de los asentamientos, del comercio, del transporte y de las sociedades por efecto de las crecidas: presiones sobre las infraestructuras urbanas y rurales; pérdida de bienes
ÁREA AFECTADA POR SEQUÍAS	Degradación de la tierra; menor rendimiento, deterioro e incluso malogramiento de los cultivos; mayores pérdidas de cabezas de ganado; aumento del riesgo de incendios incontrolados	Mayores extensiones afectadas por estrés hídrico	Mayor riesgo de escasez de alimentos y de agua; mayor riesgo de malnutrición; mayor riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y por los alimentos	Escasez de agua para los asentamientos, las industrias y las sociedades; menor potencial de generación hidroeléctrica; posibles migraciones de la población
AUMENTO DE LA INTENSIDAD DE LOS CICLONES TROPICALES	Daños a los cultivos; descuajamiento de árboles; daños a los arrecifes de coral	Cortes de corriente eléctrica causantes de alteraciones del suministro hídrico público	Mayor riesgo de defunciones, lesiones, y enfermedades transmitidas por el agua y por los alimentos; trastornos de estrés postraumático	Alteraciones por efecto de las crecidas y vientos fuertes; denegación de cobertura de riesgos por las aseguradoras privadas en áreas vulnerables, posibles migraciones de la población, pérdida de bienes
MAYOR INCIDENCIA DE SUBIDAS EXTREMAS DEL NIVEL DEL MAR (CON EXCEPCIÓN DE LOS TSUNAMIS)	Salinización del agua de irrigación, de los estuarios y de los sistemas de agua dulce	Menor disponibilidad de agua dulce por efecto de la intrusión de agua salada	Mayor riesgo de defunciones y de lesiones por ahogamiento debido a las crecidas; efectos sobre la salud relacionados con las migraciones	Costo de la protección costera comparado con el del desplazamiento geográfico de los usos de la tierra; posible desplazamiento de poblaciones e infraestructuras; véanse también los efectos sobre los ciclones tropicales supra

Fuente: Adaptado de IPCC 2007a, Cuadro RRP.3. En el cuadro no se tienen en cuenta los cambios de la capacidad de adaptación ni su evolución.

Las mejoras más notables en la fiabilidad de los modelos de análisis de extremos se relacionan con la mejora de la información regional relativa a las ondas de calor, las precipitaciones intensas y las sequías. Sin embargo, conviene señalar que, para algunas regiones, los modelos de análisis todavía son escasos. Así ocurre en particular, con los fenómenos extremos de los trópicos, donde las proyecciones aún son muy inciertas. No obstante, la información está mejorando. Por ejemplo, Allan y Soden (2008) utilizaron observaciones satelitales y simulaciones de modelos por ordenador para examinar la respuesta de las precipitaciones tropicales a los cambios de la temperatura de la superficie y el contenido de humedad de la atmósfera debidos a causas naturales. Sus resultados indican que hay una clara relación entre la temperatura y los fenómenos extremos de precipitaciones, con períodos cálidos asociados con aumentos de las precipitaciones intensas y períodos fríos en que se produce una disminución de la incidencia de precipitaciones intensas. Se constató que el aumento de las precipitaciones extremas es mayor de lo que predicen los modelos, lo que implica (como señalan los autores) que las actuales proyecciones sobre futuros cambios de las precipitaciones extremas pueden haberse subestimado.

Sobre la base de los conocimientos actuales, el Cuadro 1 proporciona un panorama general de los principales efectos que, según las proyecciones, tendrán los cambios en la variabilidad del clima y los extremos climáticos en los diferentes sectores.

El Cuadro 1 ilustra la considerable gama de efectos probables de los cambios de la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Demuestra que, aunque hay algunos efectos positivos -especialmente los aumentos de los rendimientos agropecuarios en las latitudes medias a altas y reducciones de la mortalidad por una menor exposición al frío- los efectos de la mayoría de los cambios serán negativos.

Además, el cuadro demuestra que la mayoría de los cambios estarán asociados con varias consecuencias directas e indirectas en diversos sectores. Así pues, los efectos de las precipitaciones intensas pueden no ser sólo directos (como el daño a los cultivos agrícolas, edificios, carreteras, puentes y otros tipos de infraestructura, o

heridas y defunciones), sino que también pueden tener otros efectos negativos indirectos en el comercio (por la alteración de la infraestructura, o como resultado del daño a las producciones agrícolas), lo que, a su vez, puede tener efectos nocivos en la nutrición. Las enfermedades transmitidas por vectores (enfermedades propagadas por insectos o parásitos) también pueden aumentar si las condiciones climáticas favorecen el aumento de las poblaciones de insectos, por ejemplo, como resultado del aumento de las temperaturas medias y de los cambios en las pautas de precipitaciones, y, si se contaminan los suministros de agua, lo que puede ocurrir como resultado de inundaciones, etc., aumentos de las enfermedades diarreicas de las epidemias de cólera a raíz de precipitaciones intensas.

Los ejemplos contenidos en el Cuadro 1 señalan un aspecto implícito de los efectos del cambio climático: la magnitud de esos efectos será propia de la situación geográfica y dependerá de las causas subyacentes preexistentes, de las características del desarrollo y de los procesos en curso. Por ejemplo, las consecuencias de lluvias extremas serán menos graves para una población situada en una región en la que la construcción de inmuebles sea de alta calidad; las carreteras, vías férreas, etc., tengan suficiente drenaje; los suministros y la calidad del agua estén asegurados; y sólo un pequeño porcentaje de la población dependa directamente de la base de recursos naturales para su subsistencia.

En otras palabras, la magnitud de las consecuencias del cambio climático depende de la vulnerabilidad de un determinado sistema humano o natural, es decir, su sensibilidad o su capacidad de hacer frente a los efectos negativos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los extremos climáticos (IPCC, 2007d). De este modo, es una función no sólo del carácter, la variación y la magnitud y rapidez del cambio climático a que está expuesto un sistema, sino también de su sensibilidad, y su capacidad adaptativa (IPCC, 2007d). La sensibilidad y la capacidad adaptativa de los sistemas o sociedades están a su vez influidas por las características de desarrollo, incluidos el desarrollo económico y la distribución de los recursos, las tensiones preexistentes en humanos y ecosistemas, y el funcionamiento y las características de las instituciones sociales y gubernamentales (Adger *et al.*, 2007, Turner



et al., 2003, Smit y Wandel, 2006, y Yohe y Tol, 2002). En las subsecciones siguientes se abordarán de forma más detallada estos aspectos y otros elementos conexos.

3. Efectos regionales y sectoriales previstos del cambio climático

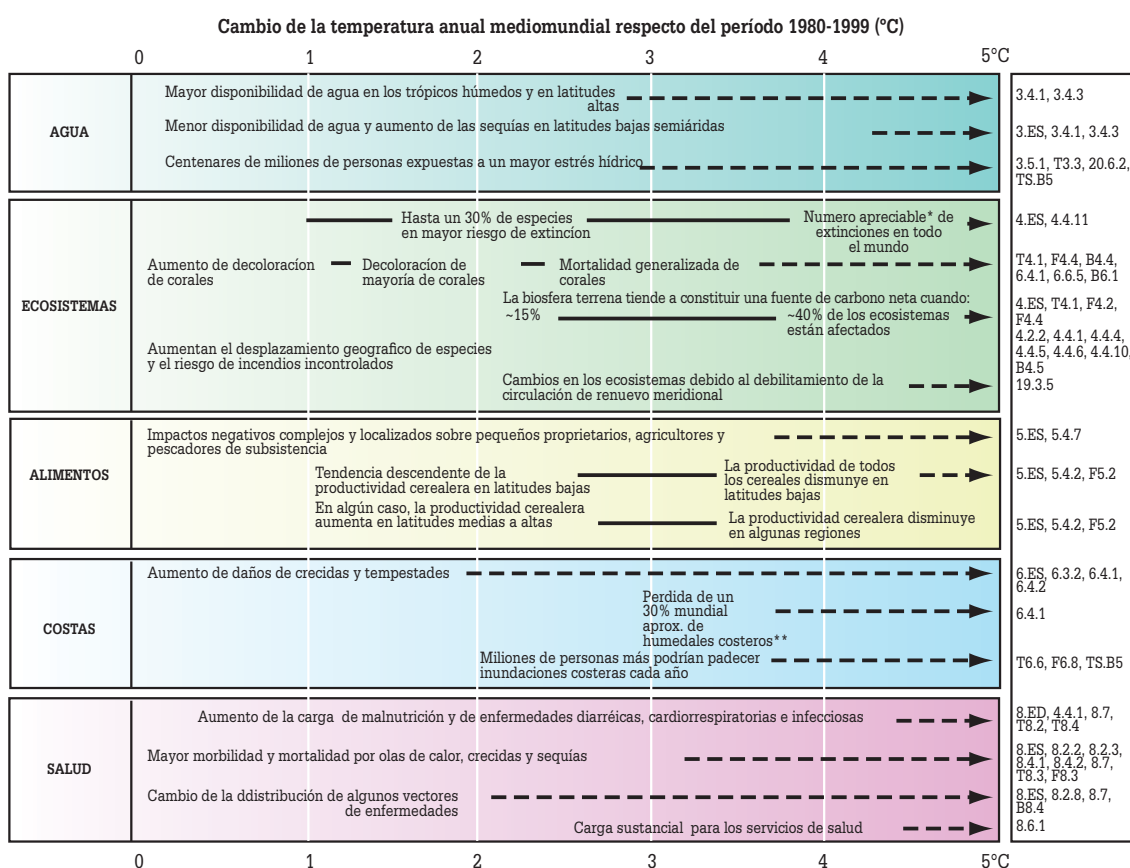
Los efectos regionales y sectoriales del cambio climático se analizan ampliamente en las publicaciones sobre este tema (véanse CMNUCC, 2007a, Nyong, 2008, Boko *et al.*, 2007, Cline, 2007, Cruz *et al.*, 2007, Hennessy *et al.*, 2007, Alcamo *et al.*, 2007, Magrin *et al.*, 2007, Anisimov *et al.*, 2007, Field *et al.*, 2007, Mimura *et al.*, 2007, e IPCC, 2007d). Sobre la base de estas y otras fuentes, en la presente subsección se

expone brevemente un panorama general de los efectos regionales y sectoriales previstos del cambio climático. En vez de examinar todas las constataciones hechas en las obras sobre los efectos del cambio climático a nivel regional y sectorial, en esta subsección se recalcan los resultados especialmente importantes para el comercio, los recursos productivos y los medios de vida de las personas, por lo que no se tratan todos los efectos.¹⁵

a) Constataciones generales sobre los efectos sectoriales y regionales

Las consecuencias futuras del cambio climático a nivel mundial, regional y sectorial dependerán de la magnitud del aumento de las temperaturas medias mundiales, como se indica en la sección sobre las proyecciones

FIGURA 8. Principales efectos del cambio climático como función del creciente cambio de la temperatura mediomundial



*Se entiende por "apreciable" más de un 40 por ciento.

**Basado en la tasa promedio de aumento del nivel del mar, es decir, 4,2 mm/año entre 2000 y 2080.

Fuente: IPCC 2007d, Figura SPM.2.

de emisiones de gases de efecto invernadero y los escenarios de cambio climático. En la Figura 8, tomada del IPCC (2007d), se indica con más detalle la relación entre la evolución de las temperaturas anuales medias en el mundo y sus principales consecuencias para diferentes sectores, y se relacionan estos cambios con los diferentes escenarios IEEE (escenarios de emisiones de referencia publicados desde el Informe Especial del IPCC) examinados anteriormente. Como se muestra en el gráfico, los efectos del cambio climático aumentan invariablemente con el aumento de las temperaturas medias anuales y en la mayoría de las situaciones, se producen efectos negativos incluso con pequeños aumentos de las temperaturas medias mundiales. Puede decirse ante todo que, para evitar los efectos asociados con grandes aumentos de temperatura, es preciso tomar medidas de mitigación y es necesaria una adaptación para hacer frente a los efectos que sean inevitables.

La Figura 8 ilustra que la vulnerabilidad es una función del carácter, la magnitud y la rapidez del cambio climático. Además, da una idea inicial de las regiones, sectores y grupos de población que se verán más afectados por el cambio climático. La agricultura es muy vulnerable tanto directamente, a raíz de los aumentos de temperatura y, según lo mostrado en la subsección anterior, de fenómenos climáticos extremos, como indirectamente, a causa de los cambios en el ciclo hidrológico (es decir, el ciclo del agua entre la tierra y la atmósfera, mediante evaporación, precipitaciones, escorrentía, etc.) que acompañan los aumentos de temperatura, tales como cambios relacionados con el derretimiento de glaciares y nieve y con el suministro de agua, incluidos cambios en las pautas de precipitaciones. Las regiones costeras de baja altitud y sus poblaciones, actividades económicas e infraestructuras son análogamente vulnerables al calentamiento mundial. La disponibilidad de agua es otra esfera en que los efectos serán importantes, puesto que se prevé que cientos de millones de personas quedarán expuestas a un aumento de la escasez de agua y a la disminución de la calidad del agua. Los ecosistemas y las especies se verán significativamente afectados, según la magnitud del calentamiento mundial, y el cambio climático impondrá riesgos adicionales -potencialmente graves- para la salud.

La Figura 8 indica que las latitudes bajas sufrirán los peores efectos. La situación se aclara cuando se añade una dimensión específica por regiones. El Cuadro 2, resume algunos de los principales efectos previstos del cambio climático por región. Si bien los efectos dependerán de la rapidez del cambio de temperatura, como se indica en la Figura 8, y variarán según el grado de adaptación y las vías de desarrollo socioeconómico, pueden hacerse varias observaciones generales.

En primer lugar, como se observa en el Cuadro 2, las cuestiones relacionadas con el ciclo hidrológico, como el aumento del derretimiento de glaciares y nieve, los cambios en las pautas de precipitaciones, la erosión provocada por la escorrentía, etc., son pertinentes en todas las regiones, y las zonas costeras y los grandes deltas de todo el mundo se verán considerablemente afectados. En segundo lugar, se prevé que los efectos desfavorables más importantes en la producción agropecuaria se produzcan en África, los grandes deltas de Asia, y América Latina, aunque también se prevé una disminución de la producción agropecuaria en partes de Australia y Nueva Zelanda y en Europa Meridional. Además, los efectos del cambio climático varían significativamente en cada región. Por último, las tensiones inducidas por el cambio climático acentuarán los problemas de desarrollo de las regiones en desarrollo del mundo.

En la subsección siguiente se resumen los efectos regionales previstos más importantes para los principales sectores y cuestiones.

b) Efectos sectoriales previstos del cambio climático a nivel regional

i) Agricultura y seguridad alimentaria

En todas las publicaciones sobre esta cuestión (véanse Cline, 2007, Nyong, 2008, o IPCC, 2007d) se considera que la agricultura es el sector más vulnerable al cambio climático. Como se indica en la Figura 8, los aumentos de la temperatura local de entre 1° C y 3° C y los consiguientes cambios de los niveles de precipitación es probable que tengan efectos beneficiosos en la producción agrícola de las regiones de latitudes medias a altas. Estos cambios influirían

CUADRO 2. Ejemplos de efectos regionales previstos del cambio climático

ÁFRICA	Hasta 2020, entre 75 y 250 millones de personas estarían expuestas a un mayor estrés hídrico por efecto del cambio climático. De aquí a 2020, la productividad de los cultivos pluviales podría reducirse en algunos países hasta en un 50%. Se prevé que la producción agrícola y el acceso a los alimentos en muchos países africanos quedarían en una situación gravemente comprometida, lo que tendría serias consecuencias para la seguridad alimentaria y exacerbaría la malnutrición. Hacia el final del siglo XXI, el aumento proyectado del nivel del mar afectará a las áreas costeras bajas muy pobladas. El costo de la adaptación podría representar del 5% al 10% del producto interno bruto (PIB) o más. De aquí a 2080, las tierras áridas y semiáridas de África podrían aumentar entre un 5% y un 8%, según toda una serie de escenarios climáticos (RT).
ASIA	Hacia el decenio de 2050, la disponibilidad de agua dulce en el centro, sur, este y suroeste de Asia disminuiría, particularmente en las grandes cuencas fluviales. Las áreas costeras, y especialmente las regiones de los grandes deltas superpoblados del sur, este y sudeste de Asia serían las más amenazadas, debido al incremento de las inundaciones marinas y, en algunos grandes deltas, de las crecidas fluviales. El cambio climático potenciaría las presiones que sobre los recursos naturales y el medio ambiente ejercen la rápida urbanización, la industrialización y el desarrollo económico. La morbilidad y mortalidad endémicas causadas por las enfermedades diarreicas que conllevan las crecidas y sequías aumentaría en el este, sur y sureste de Asia por efecto de los cambios del ciclo hidrológico proyectados.
AUSTRALIA Y NUEVA ZELANDIA	De aquí a 2020 se experimentaría una importante pérdida de diversidad biológica en algunos lugares de gran riqueza ecológica, como la Gran Barrera Coralina o los trópicos pluviales de Queensland. De aquí a 2030, los problemas de seguridad hídrica se agravarían en el sur y este de Australia, así como en Northland y en ciertas regiones orientales de Nueva Zelanda. De aquí a 2030, la producción agrícola y forestal disminuiría en gran parte del sur y este de Australia y en partes del este de Nueva Zelanda, como consecuencia del empeoramiento de las sequías y el aumento de los incendios. Sin embargo, en Nueva Zelanda los efectos serían inicialmente beneficiosos en algunas otras regiones. De aquí a 2050, el constante desarrollo costero y el crecimiento demográfico en ciertas áreas de Australia y Nueva Zelanda agravarían los riesgos de aumento del nivel del mar, y la intensidad y frecuencia de las tempestades y de las inundaciones costeras.
EUROPA	Se espera que el cambio climático magnifique las diferencias regionales en cuanto a los recursos naturales y generales de Europa. Entre los efectos negativos cabe citar un mayor riesgo de crecidas repentinas en el interior, una mayor frecuencia de inundaciones costeras, y un aumento de la erosión (debido al aumento de tempestades y del nivel del mar). Las áreas montañosas experimentarían retracción de los glaciares, disminución de la cubierta de nieve y del turismo de invierno, y abundante pérdida de especies (en algunas áreas hasta un 60%, en escenarios de alto nivel de emisiones, de aquí a 2080). En el sur de Europa, las proyecciones indican un empeoramiento de las condiciones (altas temperaturas y sequías) en una región que es ya vulnerable a la variabilidad del clima, así como una menor disponibilidad de agua y una disminución del potencial hidroeléctrico, del turismo estival y, en general, de la productividad de los cultivos. El cambio climático agudizaría también los riesgos para la salud por efecto de las olas de calor y de la frecuencia de incendios incontrolados.
AMÉRICA LATINA	Hasta mediados del siglo, los aumentos de temperatura y las correspondientes disminuciones de la humedad del suelo originarían una sustitución gradual de los bosques tropicales por las sabanas en el este de la Amazonia. La vegetación semiárida iría siendo sustituida por vegetación de tierras áridas. Podrían experimentarse pérdidas de diversidad biológica importantes con la extinción de especies en muchas áreas de la América Latina tropical. La productividad de algunos cultivos importantes disminuiría, y con ella la productividad pecuaria, con consecuencias adversas para la seguridad alimentaria. En las zonas templadas mejoraría el rendimiento de los cultivos de haba de soja. En conjunto, aumentaría el número de personas amenazadas por el hambre. Los cambios en las pautas de precipitación y la desaparición de los glaciares influirían notablemente en la disponibilidad de agua para el consumo humano, agrícola e hidroeléctrico.
AMÉRICA DEL NORTE	En las montañas occidentales, el calentamiento reduciría los bancos de nieve, acrecentaría las crecidas de invierno y reduciría la escorrentía estival, intensificando así la competición por unos recursos hídricos excesivamente solicitados. En los primeros decenios del siglo, un cambio climático moderado mejoraría en conjunto el rendimiento de los cultivos pluviales entre un 5% y un 20%, aunque estaría sujeto a una acentuada variabilidad según las regiones. La situación sería difícil para los cultivos situados cerca de las fronteras cálidas de su ámbito natural, o dependientes de recursos hídricos muy demandados. En el transcurso del siglo, las ciudades que actualmente padecen olas de calor estarían expuestas a un aumento de éstas y de su intensidad y duración, lo que podría tener efectos adversos sobre la salud. Las comunidades y hábitat costeros tendrían mayores dificultades, debido a la interacción de los efectos del cambio climático con el desarrollo y la contaminación.

Fuente: IPCCa 2007, Cuadro SPM.2.

en los principales cultivos cerealeros de estas regiones, incluidos el arroz, el trigo y el maíz (IPCC, 2007d). No obstante, si el calentamiento sobrepasa el ámbito de 1° C a 3° C, es probable que tenga efectos cada vez más negativos, que afectarán a todas las regiones del mundo.

En las regiones de latitudes bajas, en que están la mayoría de los países en desarrollo, el panorama es diferente, incluso con pequeños aumentos de temperatura. En estas regiones, se prevé que unos aumentos moderados de la temperatura local de alrededor de 1° C provoquen un descenso de entre 5 y 10 por ciento del rendimiento de los principales cultivos de cereales (Banco Mundial, 2008a, Nyong, 2008). En áreas considerables de las zonas semiáridas y secas subhúmedas de África, se prevé que la duración del período de crecimiento disminuya entre 5 y 20 por ciento de aquí a 2050 (Banco Mundial, 2008a).

Según Boko *et al.* (2007), se ha previsto que ya en 2020 el rendimiento de los cultivos de algunos países africanos disminuirá hasta un 50 por ciento, y los ingresos netos procedentes de los cultivos podrían descender hasta el 90 por ciento para 2100, afectando en primer lugar a los pequeños agricultores. Fischer *et al.* (2005) estiman que algunos países, entre ellos el Sudán, Nigeria, Somalia, Etiopía, Zimbabwe y el Chad, podrían perder sus posibilidades de producción de cereales de aquí a 2080. En Asia Meridional, se prevé una disminución del rendimiento cerealero de hasta el 30 por ciento de aquí a 2050 (Cruz *et al.*, 2007), y en América Latina se prevé una reducción generalizada de los rendimientos del arroz de aquí al decenio de 2020 (Nyong, 2008).

El hecho de que en los países en desarrollo las temperaturas ya estén cerca o por encima de determinados umbrales -más allá de los cuales la continuación del calentamiento hará que disminuya la productividad agropecuaria- explica en parte la magnitud de los efectos que se prevé que se produzcan a raíz de un aumento, incluso moderado, de la temperatura (Cline, 2007). Junto con problemas socioeconómicos y tecnológicos, como bajos ingresos y niveles de educación, falta de infraestructura de riego y de acceso a financiación, los descensos previstos de las precipitaciones en estas regiones ya

secas y el predominio en muchos países y regiones en desarrollo de la “agricultura de secano” (a saber, cultivos que no son objeto de riego, sino que dependen de las precipitaciones o del agua subterránea), implican que pequeños aumentos de las temperaturas tendrán importantes repercusiones para los rendimientos.

La agricultura de secano es sumamente vulnerable a los cambios en las pautas de precipitaciones, lo que indica que la reducción de las lluvias o los cambios en la periodicidad y la intensidad de las lluvias tendrán repercusiones directas en los ingresos y los medios de subsistencia de los agricultores y, por consiguiente, en el PIB agrícola. De hecho, los estudios realizados sobre las economías semiáridas, especialmente de África y Asia Meridional, demuestran que el PIB agrícola y los ingresos de los agricultores reflejan con bastante precisión las variaciones de las lluvias (Banco Mundial, 2008a).

Como ya se ha señalado, además de los cambios en las temperaturas medias locales y las precipitaciones, es probable que el cambio climático incluya una mayor frecuencia de acontecimientos climáticos extremos, como inundaciones y sequías, lo que puede causar daños directos a los cultivos en ciertas fases de desarrollo. Además, las lluvias intensas pueden agravar la erosión del suelo, provocando así pérdidas de tierras agrícolas.

También se ha demostrado que las sequías influyen en la mortalidad del ganado, especialmente en África, donde varios estudios han establecido una relación directa entre la sequía y la mortalidad de los animales (Nyong, 2008). Además, el alza de las temperaturas y la prolongación de las temporadas de crecimiento han provocado la proliferación de plagas e insectos en varias regiones del mundo.

La magnitud de los efectos previstos, que se han descrito antes, depende del escenario de cambio climático elegido para la elaboración de modelos. Además, depende considerablemente de que se incluyan o no en los análisis los efectos beneficiosos de la fertilización con carbono en los rendimientos agrícolas¹⁶ y de la medida en que dichos efectos se materialicen en la práctica. En un amplio análisis de los efectos del cambio



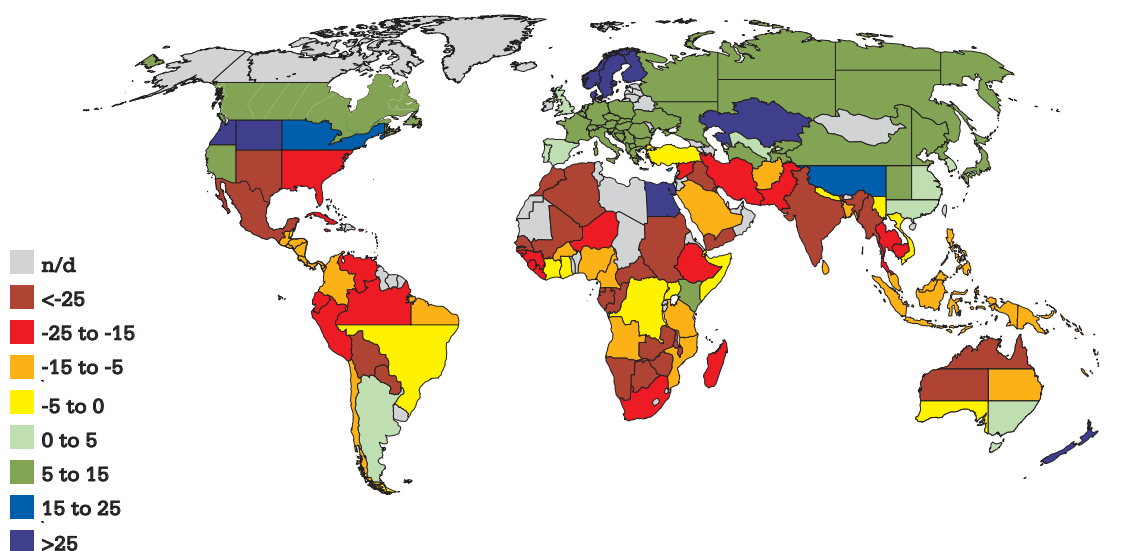
climático en la agricultura a nivel de países de aquí a 2080, Cline (2007) proporciona nuevas pruebas de la concentración de las pérdidas agrícolas en los países en desarrollo. La Figura 9 ofrece un panorama general de sus constataciones sobre los cambios regionales previstos de la productividad agrícola como resultado del cambio climático de aquí a 2080. Las proyecciones concuerdan con estas constataciones. Además, los efectos beneficiosos de la fertilización con carbono se incluyen en las proyecciones mostradas en la figura, por lo que es probable que los efectos previstos se sitúen en el ámbito más bajo, más conservador, de resultados estimados.

Las proyecciones examinadas *supra* indican que las cuestiones del acceso a los alimentos y su disponibilidad, así como su utilización, serán un problema creciente en el futuro, especialmente para los grupos de población más pobres y vulnerables de los países en desarrollo (Boko *et al.*, 2007). Fischer *et al.* (2005) estiman que de aquí a 2080 habrá unos 768 millones de personas desnutridas, y que la desnutrición será particularmente grave en el África Subsahariana y en el Asia Meridional. Según Nyong (2008) la reducción de la producción de cereales de África entre un 2 y un 3 por ciento que se prevé de aquí a 2030 bastaría para agravar el riesgo de

hambre para otros 10 millones de personas, y de aquí a 2080 se prevé que la población total de los 80 países que no tienen seguridad alimentaria aumentará de unos 4.200 millones a 6.800 millones de personas.

Desde una perspectiva comercial, los cambios de la productividad y la producción agropecuaria pueden causar un aumento del comercio, en una situación en que la mayoría de los países en desarrollo dependan cada vez más de las importaciones de alimentos (Easterling *et al.*, 2007). Sin embargo, como señala Cline (2007), entre otros autores, el margen para adaptarse a los efectos del cambio climático mediante un aumento de los niveles de comercio se verá limitado por el escaso poder adquisitivo de los países en desarrollo que tendrán que aumentar sus importaciones de alimentos en respuesta a los efectos climáticos desfavorables. Este argumento se ve reforzado por las proyecciones en cuanto a la evolución del poder adquisitivo de alimentos, según las cuales, aunque el poder adquisitivo aumentaría inicialmente en respuesta al descenso de los “precios reales” agrícolas (a saber, los precios ajustados para reflejar la relación de intercambio relativa entre productos reales), a medida que la producción agropecuaria mundial aumente en el período que finalizará en 2050, disminuirá a partir de 2050, cuando

FIGURA 9. Cambios porcentuales de la productividad agrícola previstos de aquí a 2080 debido al cambio climático



Fuente: Adoptado de Cline, 2007. Nótese que se han tenido en cuenta los efectos de la fertilización con carbono.

está previsto que la producción agropecuaria mundial disminuya, lo que provocará aumentos de los precios reales de los alimentos (Nyong, 2008).

ii) Hidrología y recursos hídricos

La Figura 8 y el Cuadro 2 *supra* proporcionan un panorama general de la importancia de los efectos del cambio climático en la hidrología¹⁷ y en los recursos hídricos a nivel sectorial y regional. Muchos de los efectos del cambio climático relacionados con la hidrología y los recursos hídricos se abordan en las subsecciones sobre los efectos sectoriales del cambio climático a nivel regional, por lo que no se repiten aquí. No obstante, las siguientes constataciones no se mencionan directamente en otras subsecciones.

Se prevé que el cambio climático tendrá efectos en el acceso al agua, la disponibilidad y la demanda de agua, y la calidad del agua, y en muchas zonas estos efectos pueden verse agravados por el aumento de la población y la insuficiencia de las infraestructuras (Kundzewicz *et al.*, 2007, Nyong, 2008). Por ejemplo, se prevé que en África, entre 75 y 250 millones de personas estarán expuestas a estrés hídrico debido al cambio climático de aquí a 2020; y se espera que esta cifra aumente entre 350 y 600 millones de personas para 2050 (IPCC, 2007a). Un aumento de temperatura de 3° C podría hacer que entre 400 y 1.800 millones de personas adicionales estén expuestas a riesgo de estrés hídrico en África. A nivel mundial, se prevé que entre 120 millones y 1.200 millones de personas experimenten un aumento de estrés hídrico de aquí al decenio de 2020, cifra que aumentará entre 185 y 981 millones de personas de aquí a los años 2050 (Arnell, 2004).

La pérdida de fuentes de agua de deshielo de glaciares para la agricultura de regadío y otros usos en los Andes de América Latina, las tierras bajas de Asia Central y algunas partes de Asia Meridional plantea graves riesgos climáticos a largo plazo (Banco Mundial, 2008). Estas regiones, así como otras regiones en que se prevé una baja de las precipitaciones medias, serán probablemente las que más necesiten reconsiderar y optimizar el modo en que se distribuyen sus recursos hídricos entre los diferentes sectores, especialmente en el caso de la agricultura, que representa unas tres cuartas

partes del uso total de agua en los países en desarrollo. Por ejemplo, la disminución de la corriente anual del Río Rojo de Asia del 13 al 19 por ciento y de la del Río Mekong del 16 al 24 por ciento para finales del siglo XXI contribuirán a aumentar la escasez de agua (Banco Africano de Desarrollo (BAfD), 1995).

Se estima que el manto de hielo del Kilimanjaro podría desaparecer de aquí a para 2020 (Thompson *et al.*, 2002) y se prevé que el derretimiento de glaciares en general, junto con los riesgos asociados de las inundaciones explosivas de lago glacial (GLOF), creadas cuando se libera el agua embalsada por un glaciar o una morrena, tendrán importantes efectos negativos en algunas regiones.

En los pequeños Estados insulares, los ciclos de humedad y de sequía asociados con los episodios de oscilación del sur - El Niño (ENSO)¹⁸ tendrán efectos graves en el suministro de agua (Nyong, 2008). En Asia, el fenómeno ENSO ha contribuido también a intensificar la escasez de agua, y se espera un aumento del 6 al 10 por ciento de la demanda de agua para riego agrícola en respuesta a un aumento de 1° C de la temperatura del aire de la superficie de aquí al decenio de 2020 (Cruz *et al.*, 2007), que agravará aún más la escasez de agua.

Además de su efecto en la disponibilidad y demanda de agua, el cambio climático afectará también a la calidad del agua: la sobreexplotación de las aguas subterráneas (las reservas de agua que se encuentran debajo de la superficie de la tierra) en muchos países costeros ha provocado un descenso de su nivel, que ha conducido a una “intrusión de agua salada” (a saber, la filtración de agua salada de los océanos en las aguas subterráneas, que hace que el agua de la superficie pase a ser salina). Como resultado directo del calentamiento global, las regiones costeras de África, la India, China y Bangladesh, así como los pequeños Estados insulares en desarrollo, son especialmente susceptibles a la creciente salinidad de sus recursos hídricos subterráneos y superficiales resultante de los aumentos del nivel del mar. En América Latina, se prevé que el aumento de las zonas áridas debido al cambio climático, junto con prácticas agropecuarias inapropiadas (como deforestación, métodos agrícolas que conducen a la erosión del suelo, y el uso excesivo de

agroquímicos) disminuya la cantidad y calidad del agua superficial y subterránea, y agrave aún más la situación en zonas ya deterioradas (UNEP, 2007b).

iii) Zonas costeras, asentamientos e infraestructura

Todas las zonas costeras, incluidas las situadas en países industrializados, son vulnerables a los futuros efectos del cambio climático. Por ejemplo, en América del Norte los efectos del cambio climático, interactuando con el desarrollo económico y la contaminación, afectarán cada vez más a las comunidades y hábitat costeros (Field *et al.*, 2007). En Australia, donde más del 80 por ciento de la población vive en zonas costeras, hay posibles riesgos como consecuencia del oleaje de las tormentas y el aumento a largo plazo del nivel del mar (Hennessy *et al.*, 2007).

Sin embargo, los países en desarrollo son los más vulnerables a los efectos del aumento de la frecuencia y la intensidad de las tormentas tropicales, el oleaje de las tormentas y el aumento del nivel del mar (Banco Mundial, 2008a). Gran parte de la población de los países en desarrollo se concentra en zonas bajas y gran parte o la mayoría del desarrollo físico y la infraestructura de estas regiones se concentra cerca de las costas (Nyong, 2008).

En general, se prevé que Asia Meridional, Sudoriental y Oriental, África y los pequeños Estados insulares en desarrollo serán los más vulnerables a los impactos del cambio climático costero (Nicholls *et al.*, 2007), aunque también se prevé que las zonas costeras de América Latina experimenten importantes efectos de aquí a 2050-2080 (Magrin *et al.*, 2007). Como señala el Banco Mundial (Banco Mundial, 2008a), el aumento del nivel del mar con el tiempo representa la mayor amenaza para las regiones más vulnerables del mundo. Como señalan Cruz *et al.* (2007), se prevé que un aumento del nivel del mar de 40 cm para finales del siglo (que probablemente sea una estimación conservadora), aumente el número de habitantes costeros en riesgo de inundaciones anuales de 13 millones a 94 millones.

Es muy posible que los cambios previstos del nivel del mar, las condiciones meteorológicas y la variabilidad

del clima y los extremos climáticos provoquen importantes pérdidas económicas, así como otros efectos perjudiciales sobre el bienestar de los seres humanos (Wilbanks *et al.*, 2007a, y Nyong, 2008). Se podría preparar una larga lista de efectos previstos, basada en un examen de las publicaciones sobre este tema. Los efectos en la infraestructura incluirán daños en edificios, carreteras, vías férreas, aeropuertos, puentes e instalaciones portuarias debidos al oleaje de las tormentas, las inundaciones y los corrimientos de tierra. Las posibles pérdidas económicas asociadas directamente con los daños a la infraestructura son relativamente fáciles de evaluar; no obstante, los efectos resultantes pueden tener también repercusiones en otros sectores y servicios fundamentales, incluidos la salud y la prestación de servicios sanitarios, el turismo, la agricultura, el acceso al agua potable y la disponibilidad de la misma, el comercio local y la entrega de suministros, y la seguridad alimentaria. Además, el crecimiento de la población y la migración hacia las grandes ciudades de las zonas costeras incrementan la presión sobre los asentamientos costeros, lo que agravará los problemas.

Se prevé una amplia gama de otros efectos del cambio climático en las zonas y asentamientos costeros. Por ejemplo, el aumento previsto del nivel del mar puede agravar las inundaciones, y aumentar la salinidad de los ríos, bahías y acuíferos (las capas que contienen agua situadas bajo la superficie de la tierra), además de erosionar las playas e inundar las marismas y humedales costeros. Entre otros efectos que se han observado figuran el desplazamiento de las poblaciones; el aumento de la erosión y el cambio de las líneas costeras; la interrupción del acceso a los bancos de pesca; los efectos negativos en la biodiversidad, incluidos los manglares; la sobreexplotación de los recursos hídricos, incluida el agua subterránea; y la contaminación y la acidificación del agua de mar en los entornos marinos y costeros (Magrin *et al.*, 2007).

iv) Salud

Ya en la actualidad, el cambio climático plantea varias amenazas a la salud y, como se señaló en las subsecciones anteriores, la mayoría de las amenazas y repercusiones para la salud se concentran en los países en desarrollo, y África se ve desproporcionadamente afectada. La

Figura 10, ilustra este hecho ofreciendo un panorama general, por regiones, de las tasas de mortalidad actuales (en 2000) que se estima que son resultado del cambio climático. Como se aprecia en la figura, el continente africano es el que más ha sufrido los efectos del cambio climático en relación con la salud, seguido de la región de Asia Oriental y el Pacífico. También se prevé que en América Latina y el Caribe y China se producirá un aumento significativo de la mortalidad atribuible al cambio climático.

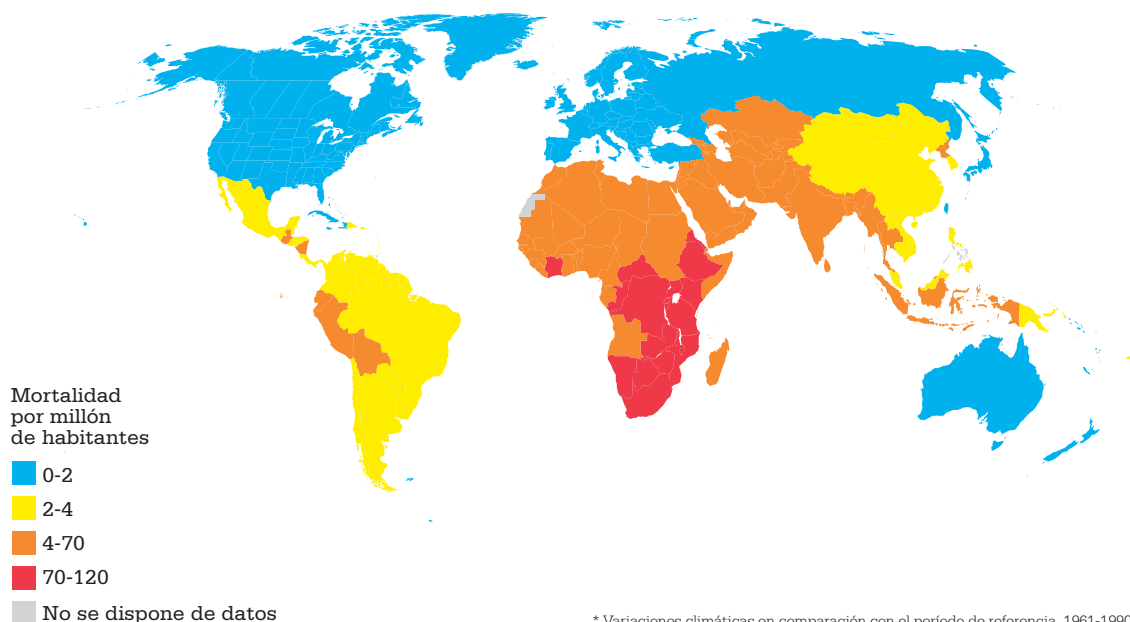
En cuanto a los países desarrollados, los principales efectos del cambio climático en la salud, actuales y previstos, son la reducción de la tasa de mortalidad como resultado de una menor exposición al frío, un aumento de la tasa de mortalidad durante las olas de calor, y otras defunciones causadas por fenómenos climáticos extremos. Además, se han observado alteraciones en la distribución estacional de algunas especies emisoras de polen alergénico, que se prevé que tendrán futuros efectos negativos en la salud (Confalonieri *et al.*, 2007). En Australia, los aumentos previstos de los riesgos de incendios forestales y de matorrales provocan un aumento del riesgo de

enfermedades y problemas respiratorios, así como el peligro de quemaduras o defunciones (Organización Mundial de la Salud, 2000).

También para los países en desarrollo, los efectos previstos sobre la salud relacionados con el cambio climático incluyen aumentos del número de personas que fallecen o padecen como resultado de enfermedades o daños producidos por los fenómenos climáticos extremos, como olas de calor, inundaciones, tormentas, incendios y sequías. Además, es probable que estos países experimenten un aumento de los niveles de desnutrición como resultado directo de los efectos del cambio climático, y resultado indirecto de los efectos en la agricultura y los recursos hídricos, como se explica en las subsecciones anteriores (Confalonieri *et al.*, 2007). En ambos casos, los problemas de desarrollo existentes agravan los efectos negativos del cambio climático en la salud.

En los países en desarrollo se prevé además que el cambio climático provoque un aumento de los casos de paludismo, fiebre dengue, cólera, enfermedades diarreicas y otras enfermedades transmitidas por

FIGURA 10. Estimación de las defunciones relacionadas con el cambio climático en 2000, por subregión



Fuente de los datos:

McMichael, A.J., Campbell-Lendrum, D., Kovats, S., y otros. *Global Climate Change. In comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease due to Selected Major Risk factors.* Ezzati, M., Lopez, A.D. Rogers, A., Murray, C.J.L. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2004.

Fuente: Patz *et al.*, 2005.

los alimentos y el agua, que se ha demostrado que están vinculadas a los cambios en las temperaturas, precipitaciones y fenómenos extremos (Confalonieri *et al.*, 2007, y Menne y Ebi, 2006).

v) La base de recursos naturales: ecosistemas y biodiversidad

La biodiversidad y los ecosistemas son importantes para todas las personas y sociedades, pero especialmente para gran parte de la población de muchos países en desarrollo, que depende directamente de la base de recursos naturales y de los ecosistemas para sus necesidades de alimentos, vivienda, energía, etc. Por ejemplo, los análisis efectuados en África, Asia y América Latina en el marco del Proyecto Evaluaciones de Impacto y Adaptación al Cambio Climático (AIACC) (AIACC, 2003-2007), demuestran que las poblaciones marginales que dependen de los recursos naturales son particularmente vulnerables a los efectos del cambio climático, especialmente si su base de recursos naturales está gravemente degradada por la sobreexplotación, como ocurre con frecuencia.

También se han identificado en recientes evaluaciones varios efectos del cambio climático potencialmente importantes en los ecosistemas acuáticos y terrestres. Se prevé que el riesgo de extinción de especies debido a los efectos del cambio climático será particularmente elevado en América Central y América Latina -donde están situados 7 de los 25 ecosistemas más críticos con altas concentraciones de especies endémicas (es decir, especies que se encuentran sólo en una zona específica)- y en Asia, donde se prevé que estarán en riesgo hasta el 50 por ciento de las especies vegetales y animales de la región debido al cambio climático (Thomas *et al.*, 2004, Nyong, 2008, Cruz *et al.*, 2007, y Magrin *et al.*, 2007).

Como resultado de los cambios de temperatura, se prevé que las especies invasoras no nativas, incluidos los insectos, ácaros, nematodos (es decir, "gusanos redondos"), y diversas plantas, pasarán a ser un problema en las latitudes altas y en los pequeños Estados insulares, y se prevén cambios en la estructura y composición de los bosques en la mayoría de las regiones en desarrollo del mundo, incluidas África, América Latina y Asia

(PNUMA, 2007b, Cruz *et al.*, 2007, y Nyong, 2008). Además, se prevé que el efecto combinado del cambio climático y de los cambios en el uso de la tierra en América Latina provocará pérdidas de bosques y su reemplazo por sabanas (Thomas *et al.*, 2004, y Magrin *et al.*, 2007).

Para el final de este siglo, se prevé que la cobertura de praderas naturales y el rendimiento de los pastizales de Asia disminuyan aproximadamente del 10 al 30 por ciento como consecuencia del cambio climático, lo que tendrá consecuencias negativas en la producción ganadera de la región (Nyong, 2008). También se prevé que las praderas de África sufran el impacto del cambio climático, lo que podría afectar, entre otras, las rutas de migración del ganado bovino y de los animales salvajes (Thuiller *et al.*, 2006).

Los principales efectos en los ecosistemas costeros observados en diversas regiones incluyen el blanqueamiento de los corales y la desaparición de los corales de baja altitud, así como la posible extinción de las especies amenazadas asociadas con estos ecosistemas (como manatíes y tortugas marinas), y pérdidas de aves migratorias y de biodiversidad en general. Como señala Nyong (2008), todos estos efectos repercutirán también en la pesca y el turismo.

B. Respuestas al cambio climático: mitigación y adaptación

Las dos principales formas de encarar el cambio climático y sus efectos son la mitigación y la adaptación. La mitigación se refiere a las políticas y opciones destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y/o aumentar los sumideros de carbono (como bosques u océanos). En cambio, la adaptación se refiere a las respuestas encaminadas a atenuar los efectos negativos del cambio climático o a aprovechar sus posibles efectos beneficiosos.

En esta sección se examinan los conceptos de mitigación y adaptación y la relación entre ellos, y se revisan los conocimientos actuales sobre los potenciales, las prácticas y las tecnologías de mitigación y adaptación de que se dispone. Se basa en temas tratados en secciones anteriores y se centra, en particular en lo que se refiere a la mitigación, en opciones relacionadas con la tecnología. En la parte final se examinan cuestiones fundamentales relativas a la función de la tecnología y la transferencia de tecnología, concretamente en el contexto de la mitigación y la adaptación.

1. Mitigación y adaptación: definición, comparación y relación entre los conceptos

Las proyecciones relativas al cambio climático futuro y a sus efectos, examinadas en la sección anterior, aclaran ampliamente la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) actuales y futuras, y de intensificar las estrategias encaminadas a hacer frente a los efectos del cambio climático que ya son inevitables debido a las emisiones pasadas. Actualmente, en general se reconoce que tanto la adaptación como la mitigación son elementos necesarios de toda estrategia global que pueda adoptarse para gestionar los riesgos y responder a los efectos del cambio climático (véanse, por ejemplo, IPCC, 2007f; McKibben y Wilcoxon, 2004; IPCC, 2001b; y Wilbanks *et al.*, 2003).

En el Informe del IPCC (2007b) se define la mitigación como los “cambios y reemplazos tecnológicos que reducen el insumo de recursos y las emisiones por

unidad de producción”. Así pues, en el contexto del cambio climático, se entiende por mitigación la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y/o aumentar los sumideros de carbono. Por su parte, la adaptación se refiere a las respuestas a los efectos del cambio climático y en el Informe del IPCC (2007b) se define como el “ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, que atenúa los efectos perjudiciales o explota las oportunidades beneficiosas”.

En otras palabras, la mitigación reduce la tasa y la magnitud del cambio climático y de sus efectos, en tanto que la adaptación aumenta la capacidad de las personas o los sistemas naturales para hacer frente a las consecuencias de los efectos de los cambios climáticos, con inclusión del aumento de la variabilidad climática y la ocurrencia de estados atmosféricos extremos (Jones y Preston, 2006; y Wilbanks *et al.*, 2007b). Por consiguiente, la mitigación y la adaptación abordan diferentes aspectos de los riesgos que entraña el cambio climático y están orientadas en gran medida a gestionar los riesgos a ambos extremos de la gama de proyecciones relativas al cambio climático.

En muchos aspectos, la adaptación constituye el enfoque más apropiado para hacer frente a los efectos de la variabilidad y el cambio climáticos que se experimentan ya como resultado de las emisiones históricas de GEI o que tienen una elevada probabilidad de producirse en un plazo relativamente breve. La mitigación tiene por objeto reducir el volumen de acumulación de emisiones en el futuro y disminuir o evitar con ello los “escenarios de cambio climático más desfavorables”, por ejemplo, los que figuran en el IEEE descritos en subsecciones anteriores. Al reducir el volumen de acumulación de emisiones, la mitigación también aumenta las probabilidades de que los demás riesgos climáticos puedan gestionarse con éxito mediante la adaptación (McKibben y Wilcoxon, 2004; y Wilbanks *et al.*, 2003).

Además de gestionar diferentes partes de los riesgos que entraña el cambio climático, la mitigación y la adaptación difieren en cuanto a escalas temporales y geográficas. Por ejemplo, aunque los costos de las

reducciones de las emisiones son específicos de cada lugar, los beneficios de la mitigación son mundiales, ya que esas reducciones contribuyen igualmente a reducir las concentraciones atmosféricas globales de gases de efecto invernadero, independientemente del lugar en que se efectúen las actividades de reducción de las emisiones. Además, la mitigación aporta beneficios a largo plazo, debido a la larga permanencia en la atmósfera de la mayoría de los gases de efecto invernadero y al consiguiente intervalo entre el momento de la emisión y la respuesta del sistema climático. En cambio, la adaptación se caracteriza por reportar beneficios a corto o medio plazo, y tanto sus costos como sus beneficios son principalmente locales (IPCC, 2007a; y Jones y Preston, 2006).

Estas diferencias explican por qué la mitigación y la adaptación se tratan por separado en los estudios científicos y en los esfuerzos realizados a nivel nacional e internacional en respuesta al cambio climático, esfuerzos que hasta hace poco se centraban principalmente en la mitigación (Burton, Diringier y Smith, 2006). La importancia atribuida a la mitigación refleja la idea, ampliamente extendida hasta finales del decenio de 1990, de que un esfuerzo coordinado a nivel internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero bastaría para evitar que el cambio climático tuviera efectos en gran escala (Burton, Diringier y Smith, 2006; y Wilbanks *et al.*, 2007b). Reflejaba también la idea de que el cambio climático era un problema de emisiones (relacionado con el volumen de las emisiones) más que un problema de concentración resultante de las concentraciones de GEI en la atmósfera.

Como se ha señalado, actualmente es indiscutible que el cambio climático es una realidad y que algunos de sus efectos son inevitables. Las conclusiones sobre los riesgos y efectos del cambio climático, y la creciente confianza en la exactitud de esas conclusiones que se expresa en los cuatro Informes de Evaluación del IPCC (IPCC, 1990, 1995, 2001 y 2007a) indican que se ha cobrado conciencia de ello y que se tienen en cuenta las crecientes pruebas de la magnitud de los esfuerzos de adaptación que habrá que realizar para gestionar los efectos del cambio climático.

En muchos aspectos, la importancia atribuida a la mitigación ha hecho que se preste relativamente poca atención a las posibles sinergias entre el cambio climático y el desarrollo. Además, ha desviado la atención de necesidades y prioridades de desarrollo que podían proporcionar un modo menos polarizado de hacer frente a los problemas del cambio climático en un contexto mundial. Para dar un ejemplo, en muchos países en desarrollo se han tomado iniciativas en materia de energía y otras actividades favorables al clima que han aportado un beneficio indirecto de sólidos programas de desarrollo. La reforma de los precios, la protección de las tierras agrícolas, las iniciativas sobre silvicultura sostenible y la reestructuración del sector de la energía constituyen ejemplos de políticas e iniciativas que pueden tener efectos sustanciales en las tasas de crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque a menudo se aplican sin referencia alguna a la mitigación y adaptación al cambio climático. Esta observación hace pensar que en muchos casos se puede basar la política ambiental y climática en prioridades de desarrollo que son de vital importancia para los organismos nacionales de los países en desarrollo encargados de la adopción de decisiones. Permite considerar las políticas de cambio climático no como una carga que hay que evitar, sino como un beneficio indirecto de un sólido desarrollo apoyado a nivel internacional. Al establecer prescripciones específicas sobre desarrollo sostenible, puede considerarse que el Mecanismo para un desarrollo limpio (uno de los tres mecanismos de flexibilidad establecidos en el marco del Protocolo de Kyoto constituye uno de los primeros pasos hacia el reconocimiento de la necesidad de un enfoque integrado de las cuestiones relativas al desarrollo y al clima.

A raíz del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2007a) y del Informe Stern (Stern, 2006), parece que se presta mayor atención al aprovechamiento de las posibles sinergias entre los esfuerzos de adaptación y de mitigación, velando al mismo tiempo por que contribuyan también al logro de objetivos de desarrollo más amplios. De forma más general, la creciente serie de evidencias sobre la magnitud de la carga que puede representar la adaptación al cambio climático para los países y poblaciones más pobres y vulnerables, ha hecho que se reconozca cada vez más la necesidad de

tener en cuenta el cambio climático en la planificación y formulación de políticas de desarrollo.

En las subsecciones que siguen se analizan las opciones de mitigación y adaptación al cambio climático. La mitigación suele estar bien definida, y se tienen conocimientos considerables sobre las oportunidades, las tecnologías y los costos relacionados con el logro de una determinada reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En cambio, la adaptación, la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa son más difíciles de definir y de medir. Como se ha señalado, la adaptación está intrínsecamente vinculada a los niveles de desarrollo, por ejemplo, los niveles de ingresos y de educación, la estructura de la economía y las estructuras de gestión. Como la adaptación, la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa evolucionan de distinta manera según el lugar, el contexto y el nivel de desarrollo, es difícil atribuir los resultados finales a una única intervención. Además, a diferencia de la mitigación, cuyos resultados pueden evaluarse en función de los cambios de las emisiones de CO₂-equivalente, la adaptación no puede evaluarse con un único indicador inequívoco. Por último, existen aún pocas pruebas de los costos de la adaptación y de los aspectos conexos relativos a la prevención: por ejemplo, ¿cuánto estamos dispuestos a pagar por una determinada reducción del riesgo de un determinado efecto o suceso derivado del cambio climático?

2. Mitigación: potencial, prácticas y tecnologías

a) Sectores de mitigación

En la sección relativa a las tendencias y la estructura de las emisiones de gases de efecto invernadero, se indica que entre 1970 y 2004 las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero por efecto de actividades humanas aumentaron en un 70 por ciento: de 28,7 a 49 gigatoneladas de CO₂-equivalente (véase la definición en la nota de pie de página 7). Se indica también que el principal gas de efecto invernadero es el dióxido de carbono y que sus niveles de emisión son los que están aumentando con más rapidez. Hay amplio acuerdo -como refleja el Informe del

IPCC (2007a), el Informe Stern (Stern, 2006) y el Organismo Internacional de Energía (OIE, 2006a)- en que, para limitar la gravedad de los efectos del cambio climático tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados, deben reducirse enormemente las emisiones de GEI. Los datos facilitados en las subsecciones anteriores vienen a confirmar esta conclusión. Como se explica en las subsecciones sobre los efectos observados y proyectados del cambio climático y sobre los efectos regionales y sectoriales previstos, los aumentos de temperatura, incluso pequeños, tendrán grandes consecuencias, y, si los aumentos de temperatura son mayores, los efectos podrían ser desastrosos.

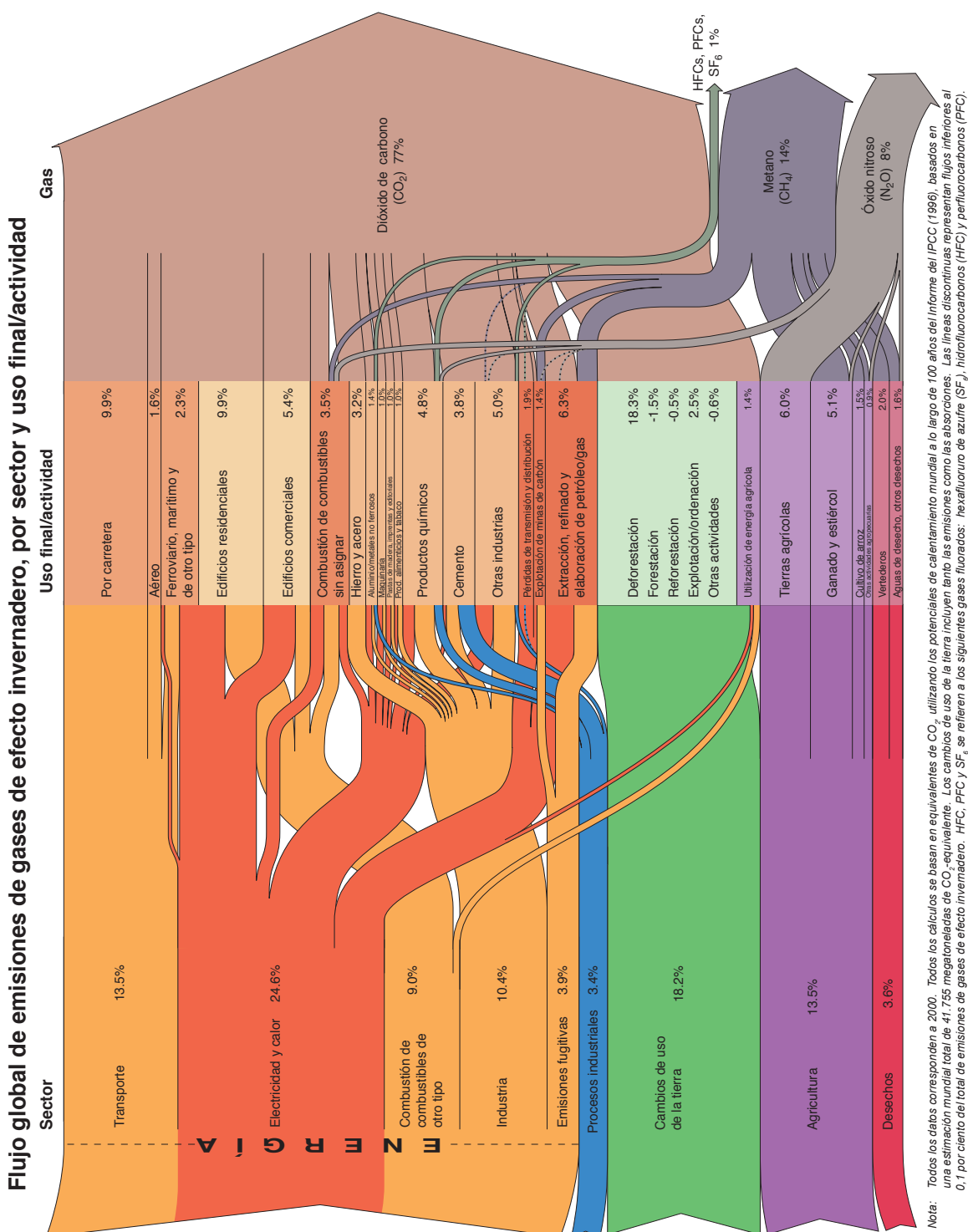
Casi todas las actividades económicas y sociales producen emisiones de gases de efecto invernadero, lo que indica que la gama de prácticas y tecnologías que se podrían utilizar para reducirlas es amplia y diversa. Así se demuestra en la Figura 11, en la que se indica el flujo global de emisiones de gases de efecto invernadero, por sector y por uso final.

Por volumen, la mayor contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero corresponde a la generación de energía eléctrica (electricidad y producción y transformación de calor), seguida de la industria y la combustión de combustibles. Según las estimaciones, los cambios de uso de la tierra, mediante la deforestación y la degradación de los bosques, generan más emisiones a nivel mundial que todo el sector del transporte, y las emisiones procedentes de la agricultura son aproximadamente equivalentes a las del sector del transporte.

La figura indica también que, para lograr reducciones significativas de las emisiones, habrá que aprovechar los potenciales de mitigación de todos los sectores mencionados, lo que entrañará la utilización de una amplia gama de tecnologías. En consecuencia, las publicaciones sobre este tema se centran en los siete principales sectores de mitigación, a saber: edificios, transporte, industria, suministro de energía, agricultura, silvicultura y desechos (IPCC, 2007f).

La información facilitada en la Figura 11 en relación con el flujo de emisiones de gases de efecto invernadero

FIGURA 11. Flujo global de emisiones de gases de efecto invernadero, por sector y uso final/actividad



Fuente: Baumert et al. (2005).

da también una primera indicación de las principales opciones de mitigación del cambio climático: utilizar de forma más eficiente la energía para reducir las emisiones procedentes del uso de combustibles de origen fósil; pasar a tecnologías energéticas de bajo o nulo contenido de carbono; reducir la deforestación; e introducir mejoras en las prácticas agrícolas y en los sistemas de tratamiento del agua. En las publicaciones especializadas (IPCC, 2007e; OIE, 2006c, 2008; y Pacala y Socolow, 2004) parece haber acuerdo general sobre esas opciones y sobre su importancia.

b) Principales tecnologías y prácticas en los sectores de mitigación

Hay gran variedad de opciones en forma de tecnologías y prácticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y en varios estudios se ha llegado a la conclusión de que utilizando las tecnologías y prácticas existentes pueden alcanzarse incluso ambiciosos objetivos de reducción de las emisiones (IPCC, 2007e).

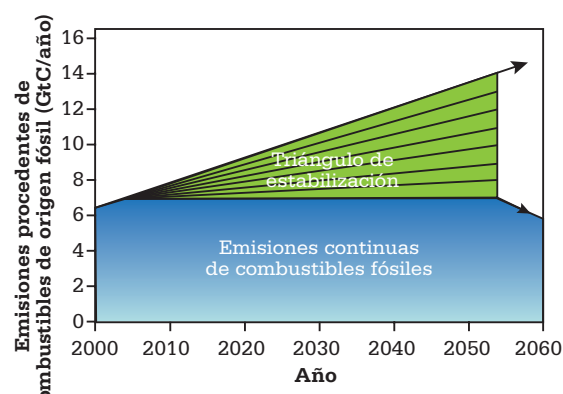
Por ejemplo, un estudio del OIE (2008a) demuestra cómo el empleo de tecnologías ya existentes o que se están desarrollando podría reducir de aquí a 2050 las emisiones mundiales de CO₂ relacionadas con la energía a sus niveles de 2005.¹⁹ Asimismo, Pacala y Socolow (2004) indican cómo pueden estabilizarse las emisiones de aquí a 2050 y cómo las reducciones globales que se efectúen después de ese año podrían estabilizar las concentraciones de CO₂ en niveles de alrededor de 500 ppm de CO₂-equivalente, sobre la base de tecnologías que se han utilizado ya en diversos lugares a escala comercial, y sin tener en cuenta nuevos adelantos tecnológicos fundamentales. Su análisis se basa en una rápida difusión de la utilización de las llamadas siete “cuñas” de tecnologías alternativas: mejora del ahorro de combustible en los automóviles; reducción de la dependencia de los automóviles; aumento de la eficiencia energética de los edificios; mejora de la eficiencia de las centrales eléctricas; sustitución del carbón por gas nacional; y captación y almacenamiento de carbono en las centrales eléctricas y las centrales de hidrógeno, respectivamente (Pacala y Socolow, 2004). Cada una de esas cuñas de tecnología

desplazaría anualmente alrededor de 1 GtCO₂ eq de aquí a 2054.²⁰ La Figura 12 ilustra este enfoque.

Además, numerosos estudios realizados en todo el mundo han demostrado que existe un potencial considerable de oportunidades de mitigación de bajo costo o incluso de costo negativo (es decir, con beneficios netos). Como ejemplos de medidas de mitigación de bajo costo cabe citar el aumento de la utilización de fuentes de energía renovables, la mejora de la eficiencia energética, la reducción de la deforestación y de la degradación de la tierra, y la mejora de la ordenación de la tierra y la silvicultura (Smith *et al.*, 2007; e IPCC, 2007e). Entre los ejemplos de opciones de mitigación de costo negativo frecuentemente mencionados figuran muchas mejoras de la eficiencia energética y medidas de ahorro de energía -como la sustitución de las lámparas incandescentes o las lámparas fluorescentes compactas, o la compra de automóviles de bajo consumo de combustible o de refrigeradores de bajo consumo energético- opciones que darían a los usuarios, la posibilidad de ahorrar, al ser mayor el costo de la energía ahorrada que las diferencias de costo entre las opciones de eficiencia energética y las de menor eficiencia energética.

En el Cuadro 3 se ofrece un resumen de las principales tecnologías y prácticas de que se dispone actualmente a nivel comercial -así como de otras tecnologías que se prevé comercializar antes de 2030- en los siete principales “sectores de mitigación”.²¹ Estos siete

FIGURA 12. Estabilización mediante cuñas de tecnología



Fuente: Pacala y Socolow, 2004.

sectores de mitigación, y las principales tecnologías y prácticas con las que cabe esperar se logren reducciones de las emisiones de GEI antes de 2030, se indican en el Cuadro 3.

Como se ha señalado, hay amplio consenso en las publicaciones especializadas en cuanto a las categorías fundamentales de tecnologías de que se dispone actualmente para su aplicación en los diversos “sectores de mitigación” (IPCC, 2007e; OIE, 2006c, 2008; y Pacala y Socolow, 2004). A continuación se describen más detalladamente esas tecnologías y prácticas aplicables a los sectores de mitigación.

Como muestra el Cuadro 3, en el caso del sector de la energía esas tecnologías y prácticas pueden clasificarse en tres grupos: el primero abarca las tecnologías que mejoran la eficiencia del suministro de energía, con inclusión de la “cogeneración” (generación simultánea de calor y energía eléctrica). El segundo comprende las tecnologías de niveles de emisión bajos o nulos, como la energía renovable, la energía nuclear y la sustitución del carbón por gas natural. El tercer grupo se centra en la utilización de combustibles de origen fósil sin emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente mediante la aplicación de tecnologías de captación y almacenamiento de carbono.²²

Actualmente se dispone a nivel comercial de muchas tecnologías de suministro de energía de bajo contenido de carbono, que se espera seguir desarrollando en los próximos decenios. Se espera asimismo que aumente la demanda de una serie de tecnologías de energía renovable, como la energía eólica, la hidroeléctrica, la solar, la bioenergía y la energía geotérmica. En lo que respecta al suministro de energía, esa gama de fuentes de energía renovables es la que tiene el mayor potencial de mitigación y su uso casi podría duplicarse y pasar del 18 por ciento del suministro de electricidad en 2005 al 30-35 por ciento de aquí a 2030.

El potencial de aumento de la energía nuclear es menos importante: en el mismo período se prevé un pequeño incremento, del 16 al 18 por ciento. También contribuyen a la mitigación relacionada con el suministro de energía otras tecnologías y medidas, por ejemplo la eficacia del suministro, la

utilización combinada de calor y de energía eléctrica, la sustitución de las calderas de carbón por calderas de gas, y las aplicaciones tempranas de tecnologías de captación y almacenamiento de carbono. De aquí a 2030 se espera que las inversiones en energía asciendan en total a más de 20 billones de dólares EE.UU. y tengan en consecuencia una importante repercusión en la inversión y el comercio mundiales.

Los sectores del transporte, los edificios y la industria son importantes usuarios finales de energía, y las tecnologías de mitigación en esos sectores pueden dividirse en tres categorías: mejora de la eficiencia de la energía de uso final; cambio a fuentes de energía sin contenido de carbono o con menor contenido de carbono; y reducción de las necesidades de demanda de energía, por ejemplo mediante la eliminación del alumbrado diurno, el aumento del uso del transporte público o de bicicletas, y el reciclado de materiales.

El sector del transporte tiene también un potencial de mitigación gracias a tecnologías como los vehículos de bajo consumo de combustible y los vehículos automóviles híbridos, los sistemas de transporte ferroviario y públicos, y los biocombustibles. Ahora bien, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la utilización de vehículos de bajo consumo de combustible y una mayor eficiencia de las aeronaves en materia de combustible puede verse contrarrestada por el aumento del transporte. Las posibles reducciones de las emisiones dependerán también del desarrollo de biocombustibles de segunda generación²³ y de vehículos eléctricos. Desde una perspectiva comercial, el comercio de combustibles alternativos registrará posiblemente un crecimiento considerable, al igual que las tecnologías relacionadas con los vehículos.

Según las proyecciones, el sector de los edificios residenciales, comerciales e institucionales es el que tiene un potencial mayor de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2007e). Como la mayoría de las emisiones procedentes de este sector son resultado de una gran utilización de energía para calefacción/refrigeración, alumbrado y uso de diversos aparatos eléctricos, el potencial de reducción de las emisiones puede realizarse en gran parte mediante

CUADRO 3. Tecnologías y prácticas aplicables a los sectores de mitigación

SECTOR	PRINCIPALES TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS DE MITIGACIÓN ACTUALMENTE DISPONIBLES A NIVEL COMERCIAL	PRINCIPALES TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS DE MITIGACIÓN QUE SE PREVÉ COMERCIALIZAR ANTES DE 2030
SUMINISTRO DE ENERGÍA	Mejora del suministro y de la eficacia de distribución; sustitución del carbón por gas como combustible; energía nuclear; fuentes renovables de calor y energía eléctrica (energía hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica, y bioenergía); utilización combinada de calor y de energía eléctrica; aplicaciones tempranas de captación y almacenamiento de carbono (CAC) (por ejemplo, almacenamiento de CO ₂ extraído de gas natural).	CAC de gas, biomasa e instalaciones de generación de electricidad alimentada por carbón; energía nuclear avanzada; energía renovable avanzada, incluidas las energías de mareas y olas, de concentración solar, y fotovoltaica solar.
TRANSPORTE	Vehículos de mayor aprovechamiento de combustible; vehículos híbridos; vehículos diésel más limpios; biocombustibles; sustitución del transporte por carretera por los sistemas de transporte ferroviario y públicos; transporte no motorizado (en bicicleta, a pie); planificación del uso de la tierra y del transporte.	Biocombustibles de segunda generación; aeronaves de más alta eficiencia; vehículos eléctricos e híbridos avanzados con baterías más potentes y fiables.
EDIFICIOS	Iluminación eficiente y aprovechamiento de la luz del día; aparatos eléctricos y dispositivos de calefacción y refrigeración más eficaces; mejora de los quemadores de las cocinas; mejora del aislamiento; diseño solar pasivo y activo para calefacción y refrigeración; fluidos de refrigeración alternativos; recuperación y reciclado de los gases fluorados.	Diseño integrado de edificios comerciales que incorporen tecnologías como sensores inteligentes que permitan introducir reajustes y controles; energía fotovoltaica solar integrada en los edificios.
INDUSTRIA	Uso final más eficiente de los equipos eléctricos; recuperación de calor y de energía; reciclado y sustitución de materiales; control de emisiones de gases distintos del CO ₂ ; y toda una serie de tecnologías específicas de procesos.	Eficiencia energética avanzada; CAC en la fabricación de cementos, amoníaco y hierro; electrodos inertes para la fabricación de aluminio.
AGRICULTURA	Mejora de la gestión de las tierras de cultivo y de pastoreo para incrementar el almacenamiento de carbono en el suelo; restauración de suelos turbosos cultivados y de tierras degradadas; mejora de las técnicas de cultivo del arroz y de la gestión del ganado y el estiércol para reducir las emisiones de CH ₄ ; mejora de las técnicas de aplicación de fertilizantes nitrogenados para reducir las emisiones de N ₂ O; cultivos especializados para la sustitución de los combustibles fósiles; mejora de la eficiencia energética.	Mejora del rendimiento de los cultivos.
SILVICULTURA/ BOSQUES	Forestación; reforestación; gestión de bosques; reducción de la deforestación; gestión de productos de madera cultivados; utilización de productos forestales para la obtención de biocombustibles que sustituyan los combustibles de origen fósil.	Mejora de las especies de árboles para aumentar la productividad de biomasa y el secuestro de carbono. Mejora de las tecnologías de teledetección para el análisis del potencial de secuestro de carbono en la vegetación/el suelo, y topografía de los cambios de uso de la tierra.
GESTIÓN DE DESECHOS	Recuperación de metano en vertederos; incineración de desechos con recuperación de energía; compostado de desechos orgánicos; tratamiento controlado de las aguas de desecho; reciclado y minimización de desechos.	Biocubiertas y biofiltros para optimizar la oxidación del CH ₄ .

Fuente: IPCC, 2007f.

mejoras de la eficiencia energética. Entre los principales productos y tecnologías a tal efecto cabe mencionar el aislamiento de los edificios y la mejora de la eficiencia del alumbrado, sistemas eficientes de calefacción y refrigeración, y aparatos eléctricos eficientes (Levine *et al.*, 2007).

La eficiencia energética por el lado de la demanda a menudo es la vía más rentable para mitigar el cambio climático, y se espera que de aquí a 2030 casi la tercera parte (el 30 por ciento) de las emisiones procedentes del sector de los edificios pueda contrarrestarse con beneficios económicos netos (Levine *et al.*, 2007). Esas medidas de eficiencia pueden integrarse hasta cierto punto en edificios residenciales, comerciales e institucionales existentes, y en el caso de los edificios nuevos el potencial es aún mayor gracias al diseño integrado y a la inclusión de tecnología solar fotovoltaica. Los códigos y normas de construcción podrían constituir un importante medio de influir en la adopción de medidas de eficiencia energética (Levine *et al.*, 2007).

En el sector de la industria, la eficiencia energética y la recuperación de energía pueden contribuir considerablemente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto es especialmente cierto en el caso de las industrias con altos niveles de emisión de carbono y de gran consumo energético (como las del hierro y el acero, los metales no ferrosos, el cemento y el vidrio, entre otras), a las que en 2004 correspondió el 85 por ciento aproximadamente de la utilización de energía en este sector (Bernstein *et al.*, 2007). Los motores industriales eficientes, el equipo eléctrico de otro tipo y las tecnologías de procesos ofrecen grandes posibilidades. Pero también ofrece posibilidades de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero la utilización de tecnologías de cogeneración destinadas a recuperar calor y gas residuales para la producción de energía.

Sobre la base de los estudios disponibles, las industrias del acero, el cemento, las pastas de madera y el papel, así como la reducción de las emisiones de gases distintos del CO₂ son las que tienen mayor potencial de mitigación. Además, gran parte de ese potencial puede explotarse a un costo relativamente bajo (por

ejemplo, inferior a 50 dólares EE.UU. por tonelada de CO₂-eq). A medio y más largo plazo, la aplicación de tecnologías de captación y almacenamiento de carbono (CAC) también ofrece un gran potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque a costos más elevados (Bernstein *et al.*, 2007).

En los sectores de la silvicultura y la agricultura, las tecnologías de mitigación entrañan principalmente el aumento de los sumideros de carbono para eliminar el CO₂ de la atmósfera, mediante la ampliación de las zonas de bosques y la eliminación de la degradación de la tierra; el suministro de biomasa (es decir, materia orgánica) como fuente de energía renovable; y la reducción de las emisiones de metano y óxido nitroso procedentes de actividades agropecuarias mediante la mejora de las prácticas de gestión.

Se espera que la mejora de las técnicas y prácticas, más que la utilización de las tecnologías actuales (tecnologías “duras”), cumpla una importante función en la reducción de las emisiones en el sector agropecuario. Hay un potencial considerable para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la restauración de las tierras degradadas, el secuestro y almacenamiento de carbono en el suelo, la eficiencia energética y la combustión de residuos agrícolas.

Como demuestra la Figura 11, la agricultura también tiene un potencial de mitigación de las emisiones de gases distintos del CO₂, como el metano y el óxido nitroso, mediante la utilización de tecnologías de tratamiento del estiércol y aplicaciones de fertilizantes. Se estima que el secuestro de carbono en el suelo representa el 89 por ciento del potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero gracias al uso de tecnología en la agricultura, en tanto que la mitigación de las emisiones de metano y óxido nitroso de los suelos representa el 9 y el 2 por ciento, respectivamente, del potencial técnico (Smith *et al.*, 2007).

La tecnología ofrece grandes posibilidades de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agropecuario, pero el desarrollo y la transferencia de esas tecnologías son condición fundamental para lograr ese potencial de mitigación. Por ejemplo,

aunque algunos estudios sobre el cambio tecnológico en Europa demuestran que la mejora de la tecnología será un factor clave en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el futuro (Smith *et al.*, 2005; y Rounsevell *et al.*, 2006), otros indican que en los países industrializados se producen mejoras de la eficiencia (por ejemplo, en la utilización de nitrógeno), pero no ocurre lo mismo en muchos países en desarrollo debido a diversos obstáculos, como los costos y la falta de conocimientos y de incentivos para los agricultores, que impiden la transferencia de esas tecnologías (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, 2007).

El potencial de mitigación de la silvicultura reside principalmente en las prácticas de ordenación forestal (por ejemplo, la forestación y la reforestación) para reforzar los sumideros de carbono. Evitar que prosiga la deforestación también puede aportar una importante contribución a la reducción de las emisiones, y esa contribución representa casi la mitad del potencial de mitigación de este sector.

Por último, en lo que se refiere al sector de los desechos, los principales tipos de tecnologías de mitigación comprenden la reducción del volumen de generación de desechos y el reciclado de las partes utilizables de los desechos; la gestión de los desechos para evitar que se produzcan emisiones de metano durante su descomposición; y la utilización de los desechos como fuente de producción de energía. Aunque se espera que, de los diversos sectores de mitigación, el de la gestión de desechos sea el que tenga menor potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de aquí a 2030, está relacionado con varias tecnologías importantes, por ejemplo, la captación de las emisiones de gas metano procedentes de los vertederos para quema de gas (quema sin fines económicos) o la generación de energía eléctrica; la incineración de desechos, como los desechos sólidos municipales, para la generación de electricidad; la compostura de desechos orgánicos; y la recuperación de metano procedente de los sistemas de tratamiento de las aguas de desecho.

c) Objetivos de mitigación, potencial y estimaciones de los costos conexos

i) Escenarios y objetivos de estabilización y estimaciones de los costos conexos a nivel macroeconómico

En las negociaciones internacionales se fijarán los objetivos de estabilización de alcance mundial y, de este modo, se determinará hasta qué punto habrá que reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, los objetivos objeto de los debates dependen de los conocimientos científicos sobre el alcance del cambio climático y de los efectos asociados con los diferentes niveles de concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, así como de los costos necesarios para lograr los objetivos de estabilización que corresponden a esos niveles.

En el Cuadro 4 se resumen las características de diferentes escenarios de estabilización. Permite hacerse una idea general de la relación entre los diferentes objetivos encaminados a estabilizar los niveles de concentración de los gases de efecto invernadero, sus repercusiones en el calentamiento mundial y la reducción de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero que serían necesarias para conseguir el objetivo de estabilización.

Los dos objetivos de estabilización más estudiados por los científicos y los responsables de la formulación de políticas se sitúan en los intervalos de concentración de 445-490 partes por millón (ppm) y 535-590 ppm de CO₂-eq. El primer objetivo ha sido apoyado fundamentalmente por la Unión Europea, que promueve la limitación del calentamiento mundial a un aumento de 2° C de la temperatura, con el fin de evitar toda interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático. El segundo objetivo, en concreto de 550 ppm de CO₂-equivalente (CO₂-eq), que correspondería a una subida de la temperatura de aproximadamente 3° C, ha sido objeto de estudios científicos más detallados incluso por el IPCC.

El principal motivo para utilizar 550 ppm como referencia en los análisis es que corresponde aproximadamente un escenario en que los niveles de CO₂ en la atmósfera se estabilizarían entorno a



un nivel dos veces superior al preindustrial (véase la sección I.A), nivel propuesto por el IPCC como umbral superior para evitar una interferencia humana peligrosa con el sistema climático. Como se deduce del Cuadro 4, los dos objetivos tienen repercusiones muy diferentes en el volumen de reducción de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero que se necesitaría para lograrlos, y en el año con un nivel máximo de emisiones: las emisiones mundiales de CO₂-eq tendrían que disminuir un 50-85 por ciento (respecto de los niveles de emisión de 2000) de aquí a 2050 con el fin de limitar el calentamiento mundial a 2,0-2,4° C; mientras que la limitación de la subida de las temperaturas a 2,8-3,2° C de aquí a 2050, exigiría únicamente que las emisiones mundiales fueran entre un 30 por ciento inferiores y un 5 por ciento superiores a los niveles de emisión de 2000 (véase la séptima columna del Cuadro 4).

Además, como se indica en el Cuadro 5, los diferentes objetivos de estabilización tienen repercusiones muy distintas por lo que hace a los costos macroeconómicos estimados de alcance mundial. El objetivo de estabilización más elevado, de aproximadamente 550 ppm CO₂-eq daría lugar, según estimaciones del IPCC, a una reducción anual del producto interno bruto (PIB) mundial del 0,2-2,5 por ciento, mientras que el objetivo inferior implicaría una reducción anual del PIB mundial de más del 3 por ciento. A título de comparación, cabría señalar que, según el Stern Review (Stern, 2006), el costo de estabilización de las emisiones en 550 ppm de CO₂-eq sería, por término medio, un 1 por ciento del PIB mundial, que correspondería aproximadamente a 134.000 millones de dólares en 2015 ó 930.000 millones de dólares en 2050.

CUADRO 4. Características de los escenarios de estabilización^{a)}

CATEGORÍA	FORZAMIENTO RADIATIVO (W/m ²)	CONCENTRACIÓN ^{c)} DE CO ₂ (ppm)	CONCENTRACIÓN DE CO ₂ ^{c)} (ppm)	AUMENTO MEDIO DE LA TEMPERATURA MUNDIAL POR ENCIMA DEL NIVEL PREINDUSTRIAL EN SITUACIÓN DE EQUILIBRIO, UTILIZANDO LA «MEJOR ESTIMACIÓN» DE LA SENSIBILIDAD CLIMÁTICA ^{b)} (°C)	AÑO DEL NIVEL MÁXIMO DE EMISIONES ^{d)} DE CO ₂	VARIACIÓN DE LAS EMISIONES MUNDIALES DE CO ₂ EN 2050 (PORCENTAJE DE LAS EMISIONES DE 2000) ^{d)}	NÚMERO DE ESCENARIOS EVALUADOS
I	2.5-3.0	350-400	445-490	2.0-2.4	2000-2015	-85 to -50	6
II	3.0-3.5	400-440	490-535	2.4-2.8	2000-2020	-60 to -30	18
III	3.5-4.0	440-485	535-590	2.8-3.2	210-2030	-30 to +5	21
IV	4.0-5.0	485-570	590-710	3.2-4.0	2020-2060	+10 to +60	118
V	5.0-6.0	570-660	710-855	4.0-4.9	2050-2080	+25 to +85	9
VI	6.0-7.5	660-790	855-1130	4.9-6.1	2060-2090	+90 to +140	5
TOTAL							177

Notas: a) La comprensión de la reacción del sistema climático al forzamiento radiactivo y de los efectos de retroalimentación se evalúa detalladamente en el Informe AR4 WGI. La retroalimentación entre el ciclo del carbono y el cambio climático influyen en la mitigación necesaria para alcanzar un determinado nivel de estabilización de la concentración de dióxido de carbono atmosférico. Es de prever que esa retroalimentación aumente la fracción de emisiones antropogénicas que permanece en la atmósfera a medida que se calienta el sistema climático. Por ello, es posible que las reducciones de las emisiones para conseguir un determinado nivel de estabilización que se señalan en los estudios sobre la mitigación aquí evaluados estén infravaloradas.

b) La mejor estimación de la sensibilidad climática es de 3°C (véase IPCC, WG I SPM).

c) Debido a la inercia del sistema climático la temperatura media mundial en situación de equilibrio difiere de la temperatura media mundial prevista en el momento en que las concentraciones de GEI se estabilizarán. En la mayoría de los escenarios evaluados, la estabilización de las concentraciones de GEI se produce entre 2100 y 2150.

d) Los intervalos corresponden al 15° y 85° percentil de la distribución del escenario posterior a la tercera evaluación. Se indican las emisiones de CO₂ para que los escenarios con varios gases puedan compararse con los que se limitan al CO₂.

Fuente: IPCC, 2007f; Cuadro SPM.5.

Los resultados que se presentan en el cuadro se basan en estudios en que se utilizan puntos de referencia diferentes. Estos estudios difieren también en lo que respecta al momento cronológico en que se prevé que se alcanzará la estabilización, que en general es 2100 o más tarde. Asimismo, conviene señalar que, con un determinado nivel de estabilización, las reducciones del PIB aumentarían con el tiempo después de 2030 en la mayoría de los modelos. Por ello, los intervalos de costo a largo plazo (en términos de reducción del PIB) correspondientes a las estimaciones del Cuadro 4 son, respectivamente, -1 a 2 por ciento para el nivel de estabilización de 590-710 ppm de CO₂-eq, desde poco menos de 0 a aproximadamente el 4 por ciento para el nivel de estabilización de 535-590 ppm CO₂-eq, y más del 5,5 por ciento de reducción del PIB para el nivel de estabilización de 445-535 ppm CO₂-eq (IPCC, 2007f). En cambio, para los costos a largo plazo el nivel de incertidumbre es mayor.

Con el fin de abordar los objetivos de estabilización y las reducciones de las emisiones desde distintos ángulos sectoriales y tecnológicos, conviene considerar los costos desde la perspectiva de los incentivos, es decir, en términos de precio del carbono. Eso significa que, en vez de estudiar la reducción de las emisiones necesaria para alcanzar un determinado objetivo de

estabilización, los análisis están estructurados en torno a un planteamiento “ascendente”: ¿Cómo influiría la introducción de un determinado precio del carbono en las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero?

Para que sea eficaz en función de los costos, el “costo marginal” de la reducción de las emisiones de CO₂ debe ser igual para todas las fuentes de emisiones; de lo contrario, sería posible reducir los costos generales redistribuyendo las reducciones de emisiones entre las distintas fuentes. La forma más eficaz de lograrlo consiste en atribuir un precio a las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂-eq) -el “precio del carbono”-, que equivaldría al precio por tonelada de reducciones de las emisiones de CO₂-eq. Además, los precios del carbono alientan a efectuar actividades de investigación y desarrollo y a inventar tecnologías de ahorro de energía inocuas para el clima (OCDE, 2008). En la siguiente subsección se examina el potencial de reducción de emisiones en el plano sectorial, desde la perspectiva de los precios del carbono.

CUADRO 5. Estimación de los costos macroeconómicos mundiales, en 2030 ^{a)} de los medios menos costosos de alcanzar diferentes objetivos de estabilización a largo plazo ^{b), c)}

NIVELES DE ESTABILIZACIÓN (PPM DE CO ₂ -EQ)	REDUCCIÓN MEDIANA DEL PIB ^{d)} (%)	INTERVALO DE REDUCCIÓN DEL PIB ^{d), e)} (%)	REDUCCIÓN DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DEL PIB ^{d), f)} (PUNTOS PORCENTUALES)
590-710	0,2	-0,6-1,2	<0,06
535-590	0,6	0,2-2,5	<0,1
445-535 ^{g)}	no disponible	<3	<0,12

Notas: a) Para un determinado nivel de estabilización, la reducción del PIB aumentaría con el tiempo en la mayoría de los modelos después de 2030. Los costos a largo plazo también son más inciertos.

b) Resultados basados en estudios que utilizan diferentes puntos de referencia.

c) Los estudios difieren en cuanto al momento cronológico en que se consigue la estabilización; en general, es en 2100 o más tarde.

d) PIB mundial calculado según el tipo de cambio de mercado.

e) Se indican la mediana y el intervalo entre el 10° y el 90° percentil de los datos analizados.

f) El cálculo de la reducción de la tasa de crecimiento anual se basa en la reducción media durante el periodo comprendido hasta 2030, que daría lugar a la baja del PIB indicada en 2030.

g) Los estudios que indican resultados del PIB son relativamente escasos y, en general, utilizan puntos de referencia bajos.

Fuente: IPCC, 2007f; Cuadro SPM.4.

ii) Potencial de reducción de emisiones a nivel sectorial, en función de los precios del carbono

En el Cuadro 6 puede verse el potencial de mitigación global en función de los precios del carbono en 2030, según los estudios disponibles.²⁴ Como en este cuadro no se utilizan los mismos niveles de estabilización que en los cuadros 4 y 5, y como, además, en el cuadro 4 se utiliza 2050 como punto de referencia para los cambios en las emisiones, el cuadro 6 no puede compararse directamente con los otros dos. No obstante, se observa que un nivel de estabilización de 550 ppm de CO₂-eq correspondería a una reducción de emisiones de 26 Gt de CO₂-eq/año, se necesitaría una reducción de emisiones de 33 Gt CO₂-eq/año para alcanzar un nivel de estabilización de 490 ppm CO₂-eq, y una reducción de las emisiones de 18 Gt CO₂-eq/año para llegar a un nivel de estabilización de aproximadamente 700 ppm de CO₂-eq (Enkvist, Nauclér y Rosander, 2007).

Además, como en 2000 las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero fueron de 43 Gt CO₂-eq (IPCC, 2007f), de aquí a 2030 el potencial de reducción de emisiones de 6 a 31 Gt CO₂-eq/año sería el equivalente a una reducción de emisiones del 36 al 70 por ciento respecto de los niveles de emisiones de 2000. Eso indica que un precio del carbono de 100 dólares EE.UU. por tonelada de CO₂-eq, como se recomienda en los estudios examinados por el IPCC, podría bastar para alcanzar los objetivos más bajos de estabilización presentados en el Cuadro 4.

En el Cuadro 6 se ilustra una cuestión ya examinada, que se refiere a la existencia de opciones de mitigación

asociadas con costos netos negativos, es decir, cuando los beneficios de las opciones son mayores que los costos. Según el Cuadro, estas opciones tienen potencial de reducir las emisiones mundiales aproximadamente 6 Gt CO₂-eq/año de aquí a 2030, lo que equivaldría a una reducción de aproximadamente el 14 por ciento respecto de las emisiones de 2000, junto con beneficios netos.

En la Figura 13 y el Cuadro 7, relacionado con ella, los resultados sobre el potencial de mitigación ilustrados en el Cuadro 6 se desglosan por sector y por región. Los intervalos correspondientes a los potenciales económicos mundiales evaluados en cada sector están representados por líneas verticales en cada una de las bandas de color, y en el Cuadro 7 se indican esos intervalos con respecto al potencial de mitigación por sector de menos de 100 dólares/t CO₂-eq.

La figura y el cuadro indican que, de los siete sectores de mitigación, el que ofrece mayor potencial de reducción en el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero es el de los edificios, como se ha observado anteriormente, y que una proporción muy considerable de este potencial puede conseguirse con precios del carbono bajos. Tomando como base el examen de más de 80 estudios recientes de 36 países de todo el mundo, Levine *et al.* (2007) estiman que, de aquí a 2030, podrían evitarse aproximadamente el 30 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero proyectadas en el sector de los edificios, con beneficios económicos netos, y que existe el mismo potencial en todas las regiones del mundo.

CUADRO 6. Potencial mundial de mitigación en 2030 con diferentes precios del carbono

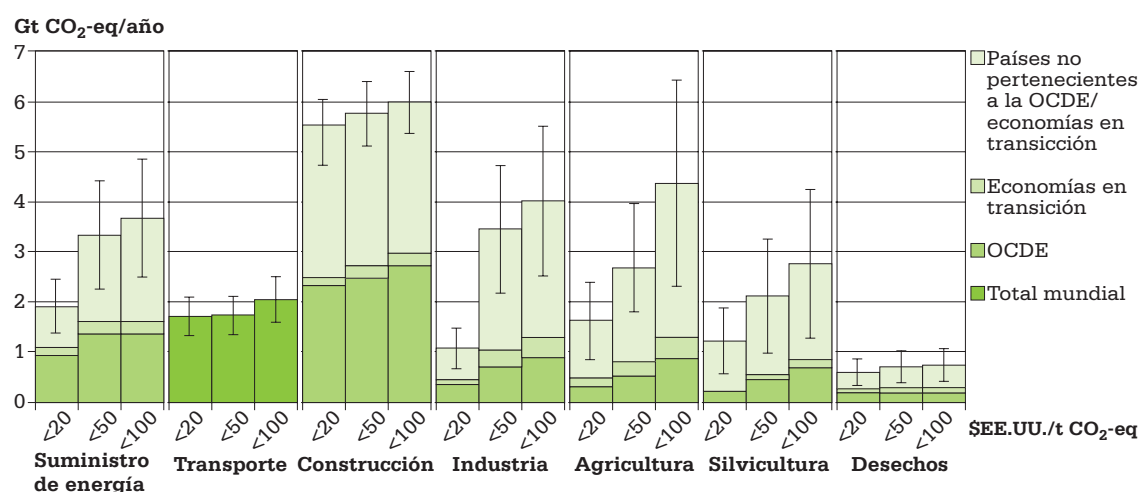
PRECIO DEL CARBONO (\$EE.UU./Gt CO ₂ -EQ)	POTENCIAL ECONÓMICO (Gt CO ₂ -EQ/AÑO)	REDUCCIÓN CON RESPECTO A SRES A1B (68 Gt CO ₂ -EQ/AÑO) (%)	REDUCCIÓN CON RELACIÓN A SRES B2 (49 Gt CO ₂ -EQ/AÑO) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

Fuente: IPCC, 2007f; Cuadro SPM.1.

El potencial se explica por el alcance de las posibilidades de mejora que las opciones de eficiencia energética de bajo costo ofrecen en el sector de los edificios. Se explica también por la disponibilidad de tecnologías de eficiencia energética suficientemente desarrolladas que ya se han utilizado con éxito, como las mejoras del aislamiento y la calefacción centralizada en los

climas más fríos, y medidas para aumentar la eficiencia del aire acondicionado en los climas más templados y de las cocinas en los países en desarrollo (Levine *et al.*, 2007). Otras medidas que ofrecen un potencial elevado de ahorro de energía y de emisiones son los calentadores de agua con energía solar, el alumbrado y

FIGURA 13. Potencial económico mundial estimado de mitigación, por sector y en diferentes regiones



CUADRO 7. Potencial de mitigación en diferentes sectores a un precio del carbono inferior a 100 dólares/t CO₂-eq

SECTORES	SUMINISTRO DE ENERGÍA	TRANSPORTE	CONSTRUCCIÓN	INDUSTRIA	AGRICULTURA	SILVICULTURA	DESECHOS	TOTAL	REDUCCIÓN CON RESPECTO AL PUNTO DE REFERENCIA DE 6 GT CO ₂ -EQ/AÑO
POTENCIAL DE MITIGACIÓN (GT CO ₂ -EQ/AÑO)	2,4-4,7	1,6-2,5	5,3-6,7	2,5-5,5	2,3-6,4	1,3-4,2	0,4-1	15,8-30,1	23%-46%

Fuente para la figura 13 y el cuadro 7: IPCC, 2007f. Figura SPM-6 y cuadro conexo.

Notas: a) Los intervalos correspondientes a los potenciales económicos mundiales evaluados en cada sector están representados por líneas verticales. Los intervalos se basan en la asignación de emisiones por uso final, lo que significa que las emisiones resultantes del uso de electricidad se atribuyen a los sectores de uso final y no al sector de abastecimiento de energía.

b) El reducido número de estudios ha limitado los potenciales estimados, en particular a precios del carbono elevados.

c) Los distintos sectores utilizan diferentes valores de referencia. Para la industria se utilizó como valor de referencia el SRES B2, para el abastecimiento de energía y el transporte el WEO 2004. Para el sector de los edificios se ha utilizado un valor de referencia situado entre el SRES B2 y el A1B; en el caso de los desechos el valor de referencia se creó a partir de elementos SRES A1B y para la agricultura y la silvicultura se utilizaron valores de referencia basados principalmente en elementos del B2.

d) Sólo se indican los totales mundiales correspondientes al sector del transporte porque se ha incluido la aviación internacional.

e) Se han excluido las siguientes categorías: emisiones distintas de CO₂ en edificios y transportes; parte de las opciones respecto de materiales más eficientes, producción de calor y cogeneración en el suministro de energía; vehículos pesados, transporte marítimo y transporte de mercancías y de pasajeros de gran cabida; la mayoría de las opciones de alto costo respecto de los edificios; el tratamiento de aguas de desecho; la reducción de emisiones de las minas de carbón y gasoductos; los gases fluorados procedentes del suministro y el transporte de energía. La subestimación del potencial económico total resultante de estas emisiones es del orden del 10 al 15 por ciento.

los electrodomésticos eficientes y los sistemas de gestión de la energía en los edificios (Levine *et al.*, 2007).

Con precios de carbono inferiores a 20 dólares por tonelada de reducción de las emisiones en CO₂-eq, el sector del suministro de energía es el que ofrece el segundo potencial mayor de mitigación. Este potencial aumenta considerablemente cuando los precios del carbono son superiores a 50 dólares por tonelada de CO₂-eq reducida, lo que refleja los costos relativamente más altos asociados con la aplicación de algunas tecnologías disponibles para la reducción de emisiones en el sector de la energía, así como el considerable volumen de inversiones necesarias. Una subida del precio del carbono de 50 dólares a 100 dólares por tonelada de CO₂-eq no da lugar a un gran aumento del potencial de mitigación del sector de la energía, lo que indica que el ámbito para el despliegue de tecnologías adicionales no aumenta sustancialmente con esos niveles de subida del precio del carbono.

En lo que respecta al sector industrial, varía aún más el potencial de mitigación cuando el precio del carbono se sitúa entre 20 y 50 dólares por tonelada de CO₂-eq, respectivamente, ya que el potencial de mitigación sería unas tres veces mayor si el precio del carbono es de 50 dólares por tonelada de CO₂-eq. Una subida del precio del carbono hasta 100 dólares por tonelada de CO₂-eq aumenta el potencial de mitigación entorno a un 0,5 Gt CO₂-eq/año, lo que se debe al potencial de las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono en el sector industrial (Berstein *et al.*, 2007).

En cuanto al sector agrícola, el aumento del potencial de mitigación es significativo en los tres niveles de precios del carbono. Lo mismo ocurre, aunque en menor medida, en el sector forestal. Cuando el precio del carbono es inferior a 100 dólares por tonelada de CO₂-eq el potencial de mitigación de la agricultura es el segundo más alto de los siete sectores de mitigación. Asimismo, en estos dos sectores la subida del precio del carbono no sólo influye en el potencial de mitigación en los países de la OCDE sino también en las economías en transición y en los países en desarrollo (países no pertenecientes a la OCDE/economías en transición).

En el sector del transporte y los desechos, la subida del precio del carbono no produce un aumento significativo del potencial de mitigación, aunque una subida del precio del carbono de menos de 50 dólares por tonelada de CO₂-eq a menos de 100 dólares por tonelada de CO₂-eq tiene cierta influencia.

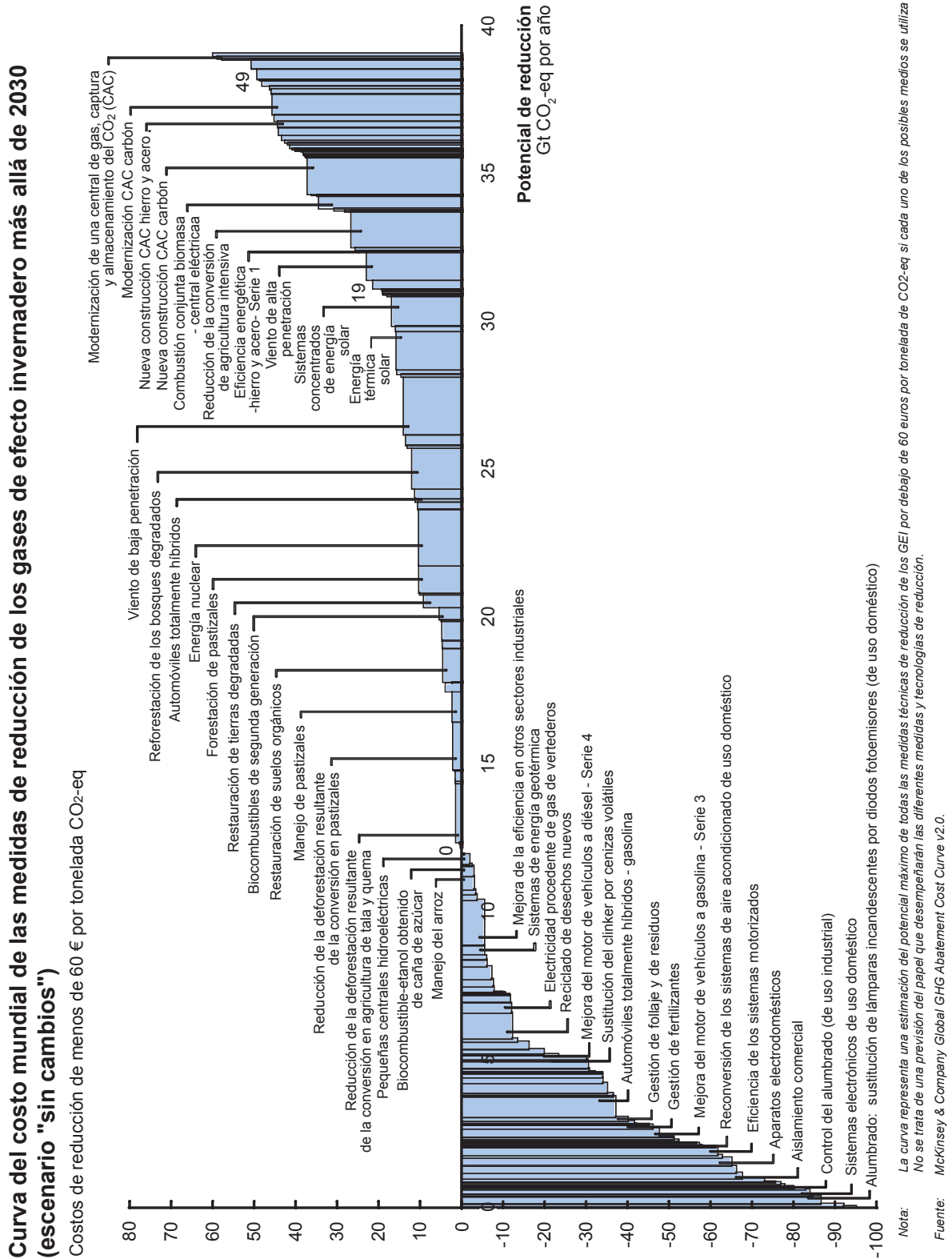
En la Figura 14, se ilustran otras estimaciones de los costos de mitigación mundial de varias tecnologías. Las estimaciones están tomadas de un estudio sobre los potenciales y costos de las medidas para reducir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (McKinsey, 2009) y ofrecen un interesante panorama general de los costos relativos estimados de diversas tecnologías de mitigación, por sector. Téngase en cuenta que los costos se expresan en euros/tonelada de CO₂-eq/año.

El potencial de mitigación estimado con costos netos negativos tiene un intervalo comparable al potencial de mitigación presentado en el Cuadro 6. Esta figura confirma las conclusiones examinadas y contiene información más detallada sobre los costos estimados de diferentes opciones tecnológicas.

Según la curva de costos de la Figura 14, de aquí a 2030 el precio del carbono tendría que ser de unos 40 euros/tonelada de CO₂-eq/año para alcanzar la estabilización en 550 ppm de CO₂-eq. En IPCC (2007e) se estima que de aquí a 2030 el precio del carbono tendría que ser de 20 a 80 dólares/tonelada de CO₂-eq para conseguir la estabilización en torno a 550 ppm de CO₂-eq de aquí a 2100. Así pues, estos costos tienen intervalos comparables, y las diferencias se deben sobre todo a variaciones en los supuestos básicos, en particular en lo que respecta al desarrollo económico, los costos de las tecnologías y del progreso tecnológico, la oferta y la demanda de energía, los precios de la energía, etc., así como diferencias en la selección de los estudios analizados.

No obstante, debe tenerse en cuenta que las estimaciones de las posibles reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero con diferentes niveles de costos tienen un grado de incertidumbre notable, entre otras cosas, a causa de los diferentes supuestos acerca del progreso tecnológico, la tasa de despliegue

FIGURA 14. Opciones estratégicas para la mitigación del cambio climático: Curva del costo mundial de las medidas de reducción de los gases de efecto invernadero



Fuente: McKinsey & Company Global GHG Abatement Cost Curve v2.0.

de las tecnologías de reducción de las emisiones y la transferencia de tecnología. Según algunos estudios, los costos de la mitigación mundial serán o podrían ser significativamente superiores a las cifras mencionadas en esta subsección. Por ejemplo, en OIE (2008b) se observa que para alcanzar de aquí a 2050 el objetivo de reducción del 50 por ciento de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero con respecto al nivel actual, el costo marginal tendría que ser de al menos 200 dólares por tonelada de CO₂-eq reducida, y quizá de hasta 500 dólares por tonelada de CO₂-eq si el progreso de las tecnologías clave no responde a las expectativas.

Con todo, en esta subsección ha demostrado que hay considerable potencial de reducción mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero y que, según las estimaciones presentadas en los estudios disponibles, una parte considerable de este potencial podría realizarse a un costo relativamente bajo.

3. Adaptación: potencial, prácticas y tecnologías

Ya se ha dicho que la adaptación se refiere a las respuestas adoptadas para moderar los efectos negativos del cambio climático o para aprovechar sus posibles efectos beneficiosos. El potencial de adaptación, a su vez, depende de la capacidad de adaptación, es decir de la capacidad o del potencial de un sistema para responder a la variabilidad y al cambio climáticos (Adger *et al.*, 2007). En esta subsección, nos centraremos en la forma en que se adaptan las personas, dejando de lado la adaptación de los ecosistemas. Como en los estudios sobre la adaptación hay muchos menos resultados concretos sobre los costos y tecnologías disponibles que en los de la mitigación, esta subsección será más breve que la anterior.

Los estudios sobre la vulnerabilidad del cambio climático han influido, considerablemente en la comprensión de la capacidad de adaptación, ya que a menudo los indicadores seleccionados en estos estudios permiten comprender los factores, los procesos y las estructuras que determinan esa capacidad (Eriksen y Kelly, 2007). Como se ha observado anteriormente, la vulnerabilidad se refiere al grado en que un sistema

humano o natural puede o no hacer frente a los efectos negativos del cambio climático, en particular la variabilidad climática y los episodios extremos, y depende no sólo del carácter, la variación, la magnitud y el ritmo del cambio climático a que está expuesto un sistema, sino también de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación (IPCC, 2007d).

Entre los indicadores importantes para determinar la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación están la educación, la salud, los conocimientos, la tecnología, las instituciones y el nivel de ingresos. No obstante, la capacidad adaptativa depende también del carácter, la variación, la magnitud y el ritmo de los efectos del cambio climático a que está expuesto el sistema, así como de la distribución de los recursos y de la existencia de problemas anteriores (Turner *et al.*, 2003, Smit y Wandel, 2006, y Yohe y Tol, 2002).

Aunque en general la capacidad de adaptación es inversamente proporcional a la vulnerabilidad (es decir, cuanto mayor sea la capacidad de adaptación menor será la vulnerabilidad, y viceversa), quizá no siempre sea así. Algunos tipos de efecto relacionados con el clima, en particular los asociados con los episodios atmosféricos extremos y los cambios climáticos bruscos, pueden tener consecuencias graves aunque la capacidad de adaptación del sistema sea elevada (se suele citar a título de ejemplo el caso de los efectos del huracán Katrina en 2005 en la costa meridional de los Estados Unidos).²⁵ Además, como indicaron Adger *et al.* (2007), una elevada capacidad de adaptación no necesariamente se traduce en medidas que reduzcan la vulnerabilidad: tomando el ejemplo del estrés calórico, observan que a pesar de la elevada capacidad de adaptarse a temperaturas extremas a un costo relativamente bajo, en las ciudades europeas, por ejemplo, se siguen registrando altos niveles de mortalidad durante las olas de calor.

Además, a diferencia de lo que ocurre con la mitigación, que se mide en toneladas de CO₂ reducidas, los progresos o logros en materia de adaptación no pueden determinarse con un único indicador o con una sola norma de medición.

En general, como se indica en varios estudios, en particular en Brooks y Adger (2005), el fortalecimiento

de la capacidad adaptativa es condición necesaria para formular y poner en práctica estrategias de adaptación eficaces que reduzcan la probabilidad y la magnitud de los efectos negativos resultantes del cambio climático.

a) Tecnologías y prácticas de adaptación en diferentes sectores

Una de las conclusiones clave sobre la adaptación es que las medidas de adaptación no suelen basarse exclusivamente en una respuesta al cambio climático. En la mayoría de los casos, se adoptan y se adoptarán en el marco de iniciativas sectoriales y nacionales más amplias, relacionadas, por ejemplo, con la planificación y la formulación de políticas, las mejoras en el sector hídrico, la ordenación integrada de las zonas costeras en respuesta a la variabilidad climática actual y circunstancias extremas, en particular inundaciones y sequías. Además, las medidas para aumentar la capacidad de adaptación (como la educación y la reducción de la pobreza) quizá no guarden relación con cuestiones y consideraciones asociadas con el clima.

En el Cuadro 8 puede verse un ejemplo de las prácticas y tecnologías de adaptación recogidas en los estudios sobre el tema. No obstante, conviene señalar que la clasificación por sector representa sólo uno de los medios para diferenciar las medidas de adaptación. Como a menudo varios aspectos de estas medidas están relacionados entre sí y son de alcance intersectorial, en determinados contextos quizás sea más apropiado utilizar otros tipos de clasificación, como los siguientes:

- tipo de acción: física, tecnológica, normativa, basada en el mercado u orientada a la inversión
- nivel: local, regional o nacional
- zona climática: ártica, llanuras de inundación, montañas, etc.
- información sobre los afectados: particulares, sector privado, gobierno local, donantes internacionales, etc.
- nivel de desarrollo o de ingresos: grupos vulnerables específicos, países menos adelantados, países de ingreso medio o industrializados, etc.

Además, quizá convenga distinguir y analizar las opciones de adaptación teniendo en cuenta si corresponden a cambios climáticos actuales o futuros y

sus efectos (es decir, una distinción temporal), como se hace con frecuencia en los estudios sobre la adaptación. Desde una perspectiva temporal, hay tres niveles de adaptación al riesgo climático, a saber:

- respuestas a la variabilidad actual
- tendencias observadas a medio y largo plazo en el clima
- planificación previa en respuesta a escenarios basados en modelos del cambio climático a largo plazo.

Como ocurre con los tipos de clasificación de la adaptación antes mencionados, las variaciones entre estos tres niveles temporales a menudo están relacionadas entre sí, y quizá sea imposible distinguir unas de otras (es decir, pueden formar un todo continuo que va desde el presente hasta el futuro) (Adger *et al.*, 2007).

En el Cuadro 8 se indica que hay una gran variedad de medidas de adaptación al cambio climático, que comprenden diversas opciones relacionadas con la gestión, el comportamiento y las políticas, además de otras puramente tecnológicas.

Además, hay muchas prácticas y tecnologías de adaptación incluidas en el cuadro que son bien conocidas, y que se han adoptado y perfeccionado a lo largo de los siglos con el fin de hacer frente a la variabilidad climática y, en términos más generales, para mejorar la resistencia de los sistemas de supervivencia frente a las situaciones y los problemas socioeconómicos externos y locales. Muchas de ellas representan conocimientos técnicos autóctonos y también consisten en prácticas de gestión, respuestas relacionadas con el comportamiento, capacitación e información y sistemas de alerta (Adger *et al.*, 2007). Otros tipos de tecnología comprenden, por ejemplo, la construcción de infraestructuras (diques, escolleras, puertos, ferrocarriles, etc.), procesos industriales, códigos de construcción y diseño así como tecnologías recientes, como la teledetección, los conocimientos científicos avanzados sobre materiales, la investigación, desarrollo y despliegue de cultivos resistentes a la sequía, etc. (Adger *et al.*, 2007, y CMNUCC, 2006).

Como se desprende del cuadro, los mecanismos financieros pueden contribuir a la adaptación al cambio climático. Los seguros de los bienes inmuebles, de salud y de los cultivos son ejemplos de distribución de riesgos,

CUADRO 8. Ejemplos de prácticas y tecnologías de adaptación para diferentes sectores

SECTOR	TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN
AGRICULTURA	Observación sistemática y pronósticos estacionales; introducción de cultivos resistentes a la sequía; gestión de cultivos; ordenación de la tierra; mejoras en el uso y disponibilidad de los recursos hídricos, incluida la recogida del agua de lluvia; reducción de filtraciones; agricultura hidropónica; construcción de cinturones de protección y paravientos para mejorar la capacidad de resistencia de los pastizales, seguimiento del número de animales en los pastizales y de árboles cortados; programas de gestión nacional para volver a crear opciones de empleo después de la sequía; fomento de la capacidad de las autoridades locales; asistencia a los pequeños agricultores de subsistencia para que aumenten la producción agrícola; ajuste de las fechas de plantación y de la variedad de cultivos (por ejemplo, inclusión de plantas resistentes a la sequía, como el agave y aloe); acumulación de existencias de productos básicos como reserva económica; parcelas separadas para los cultivos y el pastoreo a fin de diversificar la exposición; diversificación de los ingresos introduciendo actividades ganaderas.
ZONAS COSTERAS	Diques, escolleras, protección frente a las mareas, rompeolas exentos; restauración o creación de dunas o humedales; mantenimiento de las playas; opciones autóctonas, como paredes de madera, piedras u hojas de coco, repoblación de manglares; sistemas de alerta temprana y evacuación; seguro contra riesgos; prácticas como la utilización de cultivos resistentes a la sal; códigos de construcción; mejora del drenaje; sistemas de desalinización.
INFRAESTRUCTURA	Planificación urbana para mejorar la eficiencia de los sistemas combinados de calefacción y electricidad y el uso de la energía solar; reducción de las superficies pavimentadas y plantación de árboles para moderar los efectos de los islotes térmicos urbanos y reducir la energía necesaria para el aire acondicionado; limitación de las urbanizaciones en zonas de inundación o expuestas a avalanchas de lodo; establecimiento de códigos de construcción adecuados; acceso de los grupos de ingreso bajo a la propiedad; utilización de obstáculos físicos para proteger las instalaciones industriales de las inundaciones; protección de las inversiones contra el cambio climático.
RECURSOS HÍDRICOS e HIDROLOGÍA	Transferencia de recursos técnicos; reciclado y conservación del agua (tecnologías inmateriales para contribuir a la preparación de mapas de riesgo de inundación en línea, en los que puedan realizarse búsquedas); recolección del agua; aumento de la capacidad de los embalses; desalinización; levantamiento de presas de protección contra las avalanchas y el aumento de los posibles desechos procedentes de la descongelación del permafrost; cambios en las prácticas de subsistencia (por ejemplo, por los Inuit), incluidos el cambio de lugares de caza y la diversificación de las especies objeto de caza; utilización de la tecnología de sistemas de posicionamiento mundial (GPS); y fomento del intercambio de alimentos.
TURISMO	Producción de nieve artificial; mantenimiento de las pistas de esquí; desplazamiento de las zonas de esquí a altitudes superiores y glaciares; uso de hojas de plástico blanco como protección frente al deshielo de los glaciares; diversificación de los ingresos turísticos (por ejemplo, turismo a lo largo de todo el año).
FINANZAS	Internalización de la información sobre los riesgos climáticos y ayuda para transferir incentivos a la adaptación y la reducción de riesgos a las comunidades y los particulares; mecanismos de transferencia y mercados de capital para aliviar los problemas financieros que plantea la adopción de medidas de adaptación, con inclusión de los préstamos bancarios (por ejemplo, para la adquisición de tanques de almacenamiento de agua de lluvia, introducción del seguro de los cultivos); creación de fondos financieros locales (como alternativa al seguro comercial de los cultivos), establecimiento de fondos de crédito rotatorio; fomento de la protección contra riesgos mediante la aplicación y el fortalecimiento de normas de construcción, la planificación de medidas de prevención de riesgos y la formulación de prácticas óptimas y sensibilización de las autoridades públicas y los responsables de la formulación de políticas; adopción de métodos de fijación de precios de cara al futuro a fin de mantener la asegurabilidad (aún no se han puesto en práctica).
BIODIVERSIDAD	Apoyo a la aplicación de tecnologías de adaptación; elaboración de modelos sobre los movimientos de especies debidos al cambio climático y la vulnerabilidad de los hábitat a la subida del nivel del mar.
SALUD	Control de vectores; vacunación; mosquiteros impregnados; educación sanitaria; mayor precaución en el almacenamiento de agua; utilización de prendas de vestir adecuadas; tiempo para la siesta en los climas cálidos; utilización de refugios para las tormentas; aplicación de planes de alerta frente a peligros sanitarios de origen térmico, en particular con medidas como la creación de centros designados de temperatura refrigerada en lugares públicos; información al público a través de los medios de comunicación locales; distribución de agua embotellada a la población vulnerable; mantenimiento de una línea telefónica abierta para responder a las preguntas relacionadas con el calor; disponibilidad de vehículos de servicio médico de urgencia con personal especialmente capacitado y equipo médico; seguimiento y prevención para tratamiento de las enfermedades; acceso a servicios de salud y a información sobre alertas sanitarias.

Fuente: Basado en Adger et al. (2007), CMNUCC (2006), ABI (2004) y SBSTA (2007).

y pueden reducir la exposición de los particulares, las comunidades y las empresas. Además, los mercados de capital pueden superar los obstáculos financieros con medidas de adaptación. Hasta ahora el sector de los seguros ha sido el más activo a este respecto. Ello se debe sobre todo al aumento de los pagos de seguros relacionados con episodios atmosféricos extremos que se ha registrado en los 10 últimos años y al aumento previsto de la demanda de diversos tipos de seguro, acompañado de la toma de conciencia de que los efectos del cambio climático podrían reducir la asegurabilidad y amenazar los planes de seguros (Valverde y Andrews, 2006). Cabe suponer que el papel del sector financiero en la adaptación es mayor en los países industrializados, al menos a corto plazo, debido al carácter fragmentado de los mercados financieros de muchos países en desarrollo y menos desarrollados.

b) Principales factores que influyen en la adaptación

Según los estudios disponibles, un elemento común de todas las tecnologías y prácticas enumeradas en el cuadro 8 es la imposibilidad de evaluar su eficacia para reducir los riesgos de los efectos del cambio climático (Adger *et al.*, 2007). Esto se aplica en especial a los grupos vulnerables y a los niveles más elevados de calentamiento con sus consiguientes efectos climáticos. Por eso los límites de la adaptación son, poco claros, ya que la disponibilidad de opciones de adaptación eficaces depende de factores de riesgo geográficos y climáticos, así como de limitaciones socioeconómicas, institucionales, políticas y financieras (IPCC, 2007d).

En consecuencia, hasta qué punto podrán ponerse en práctica y serán eficaces las opciones de adaptación a fin de reducir los riesgos y la vulnerabilidad frente al cambio climático depende de muchos factores que están relacionados con cuestiones del desarrollo. Entre los principales factores cabe mencionar la estabilidad política, el buen gobierno, el desarrollo de los mercados y la prestación de servicios públicos, la educación, los ingresos, la pobreza y los conflictos. Asimismo, puede que haya sistemas socioecológicos relacionados entre sí que tengan umbrales críticos de resistencia al cambio climático, lo que puede limitar las posibilidades de

adaptación (IPCC, 2007d, Klein *et al.*, 2007 y Adger *et al.*, 2007).

La tecnología y los límites tecnológicos también son muy importantes. Aunque se reconoce que las tecnologías ofrecen muchas posibilidades de adaptación al cambio climático y que hay muchas posibilidades de transferirlas, el nivel de adaptación conseguido gracias a las opciones tecnológicas quizá tenga varias limitaciones. En primer lugar, la medida en que se pueden transferir las tecnologías en determinados contextos y a diversos grupos de personas puede ser limitada, concretamente, la adaptación puede ser aplicable en un lugar concreto y quizá no sea eficaz en todos los contextos. Tol *et al.*, (2006) señalan también que en situaciones de incertidumbre la adopción de decisiones puede obstaculizar el desarrollo y la selección de determinadas tecnologías. Asimismo, incluso cuando las opciones tecnológicas de adaptación son aplicables, pueden no ser económicamente viables ni cultural ni socialmente convenientes (Adger *et al.*, 2007).

Por último, existen importantes obstáculos financieros a la aplicación e intensificación de las iniciativas y opciones de adaptación, como se desprende de la subsección siguiente, relativa a los costos de adaptación.

c) Costos de adaptación

En los estudios publicados sobre esta cuestión se suele reconocer que los costos de adaptación serán inferiores a los beneficios en casi todos los casos, y que los efectos del cambio climático y las consiguientes necesidades de adaptación aumentarán el costo y las posibilidades de desarrollo económico en los países en desarrollo (véase, por ejemplo, Agrawala y Fankhauser, 2008, e IPCC, 2007d). No obstante, hasta la fecha se han realizado muy pocas estimaciones de los costos y beneficios de la adaptación.

Ahora bien, el número de estudios sobre los costos y beneficios de la adaptación están aumentando rápidamente. En general son de alcance regional o sobre proyectos y se refieren a opciones específicas de adaptación, en particular la agricultura, la demanda de energía para calefacción y refrigeración, la subida del nivel del mar, la gestión de los recursos hídricos



y la infraestructura. Esos estudios indican que hay diversas opciones de adaptación a bajo costo y/o con un rendimiento elevado. No obstante, actualmente no existen estimaciones completas sobre los costos y beneficios de la adaptación, y algunas obras se centran en evaluaciones cualitativas más que cuantitativas. Además, como las prácticas y tecnologías de adaptación están vinculadas a un lugar y un contexto específicos y pueden comportar definiciones, supuestos e indicadores diferentes, es difícil comparar los costos de tipos específicos de medidas de adaptación en lugares geográficos diferentes o en otros contextos.

La disponibilidad de cifras sobre el costo de adaptación mundial es aún más limitada, y los supuestos sobre los efectos del cambio climático y las actividades de adaptación y las tecnologías en que se basa su cálculo son mucho menos claros (Adger *et al.*, 2007). Se desconocen todavía gran parte de las repercusiones económicas y macroeconómicas de la adaptación en el crecimiento económico y el empleo (Aaheim y Schjolden, 2004).

Se dispone de algunas estimaciones mundiales sobre el costo de adaptación en los sectores de la energía, la calefacción y refrigeración y la subida del nivel del mar. Tol (2002) estima que una subida del nivel del mar de 1 m causaría costos mundiales de unos 1,055 billones de dólares. Estima también que, con

un calentamiento mundial de 1° C de aquí a 2100, los beneficios mundiales de la reducción de las necesidades de calefacción serían de unos 120.000 millones de dólares, y los costos mundiales resultantes del aumento de la necesidad de refrigeración serían de unos 75.000 millones de dólares. Según estimaciones de Mendelsohn *et al.* (2000), con una subida de 2° C de aquí a 2100, los costos mundiales de la energía relacionados con la calefacción y la refrigeración, aumentarían entre 2.000 millones y 10.000 millones de dólares (a valores de 1990) y entre 51.000 millones y 89.000 millones de dólares (a valores de 1990), si la subida fuera de 3,5° C.

Aún no se dispone de estimaciones multisectoriales completas sobre los costos y beneficios mundiales de la adaptación, pero se han realizado algunas estimaciones aproximadas sobre los costos genéricos de la adaptación en los países en desarrollo, que se indican en el Cuadro 9.

Si bien su fundamento científico puede ser cuestionable, estas estimaciones son útiles para poner de relieve la magnitud de la financiación internacional necesaria para hacer frente a los desafíos de la adaptación a una escala suficiente en los países en desarrollo, sobre todo si se tiene en cuenta que los flujos anuales de asistencia oficial para el desarrollo ascienden actualmente a unos 100.000 millones de dólares.

4. Tecnología y transferencia de tecnología en el contexto de la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus efectos

En general se reconoce que las innovaciones tecnológicas, junto con la transferencia y aplicación generalizada de tecnologías inocuas para el clima, serán un elemento fundamental de los esfuerzos mundiales por hacer frente a los numerosos desafíos asociados con el cambio climático (IPCC, 2000a, y Philibert, 2003). Como hemos visto, eso exigirá toda una gama de medidas tecnológicas, tanto para la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero como para la adaptación al cambio climático, con inclusión de componentes “materiales” e “inmateriales”.²⁶

CUADRO 9. Estimaciones del costo de adaptación anual en los países en desarrollo

ÉVALUATION	COÛT ANNUEL	ANNÉE
Rapport Stern, 2006	4-37 milliards de dollars	actuelle
Banque mondiale, 2006	9-41 milliards de dollars	actuelle
Oxfam, 2007	50 milliards de dollars	actuelle
CCNUCC, 2007a	28-67 milliards de dollars	2030
PNUD, 2007	86 milliards de dollars	2015

Fuente: Datos de Bapna y McGray (se publicará en breve) y de Agrawala y Frankhauser (2008).

Las tecnologías de adaptación se aplican en el marco de diversos proyectos que tiene por objeto ayudar a los países que se ven negativamente afectados por el cambio climático a adaptarse y a reducir su vulnerabilidad a ulteriores cambios. Las principales son las que permiten mejorar el diseño y la construcción de edificios más seguros y más resistentes, las prácticas y productos agrícolas y forestales innovadores y las técnicas de reglamentación y protección de los suministros de agua y de las zonas costeras (CMNUCC, 2006).

Además, la transferencia y despliegue de tecnologías de mitigación de los gases de efecto invernadero ofrece la posibilidad de alcanzar reducciones significativas de las emisiones en forma eficaz en función de los costos y a escala mundial (Petersen, 2007 y Wilkins, 2002). En algunos casos, por ejemplo en el de las medidas de eficiencia energética, la transferencia y aplicación de soluciones tecnológicas de mitigación puede implicar costos de producción muy bajos o incluso negativos (IPCC, 2000a).

Las principales tecnologías de mitigación comprenden la generación de energía (con inclusión de la energía renovable), la eficiencia energética, la adopción de combustibles más limpios y la gestión de desechos ecológicamente racional. Dado el aumento de los niveles de emisión previsto a escala mundial y en los países en desarrollo, la transferencia de tecnología entre los países industrializados y los países en desarrollo también contribuirá notablemente a encontrar una forma de desarrollo económico más inocua para el clima que la aplicada en el pasado (Thorne, 2008).

a) Tecnología y formas de transferencia de tecnología

La transferencia internacional de tecnologías en el contexto del cambio climático ha sido objeto de intensos análisis tanto en las obras académicas publicadas como en los estudios inéditos, por ejemplo, informes técnicos o documentos de trabajo (Rip y Kemp, 1998, Worrel *et al.*, 2001, Bennett, 2002, y Thorne, 2008). Investigadores y profesionales de diferentes ramas académicas, como la economía, las ciencias políticas, el derecho internacional, la gestión de empresas, la ingeniería y las relaciones laborales, se han ocupado de

esta cuestión que se considera un tema interdisciplinar (Martinot *et al.*, 1997, IPCC, 2000b, y Petersen, 2007).

En consecuencia, se han aplicado diversas perspectivas teóricas y analíticas para estudiar y comprender la transferencia de tecnología, lo que, junto con otros factores como la complejidad inherente al tema, puede haber contribuido a la ausencia de teorías generales coherentes sobre el particular (Reddy y Zhao, 1990, y Nejad, 1991). Los distintos planteamientos utilizados, por ejemplo para evaluar la eficacia y el éxito de los programas de transferencia de tecnología, han destacado diferentes aspectos, como los agentes implicados, la naturaleza de los procesos, los efectos, los indicadores, los objetivos, etc. (Kumar *et al.*, 1999, y Bennett, 2002). Una cuestión fundamental guarda relación con los diversos aspectos que caracterizan una tecnología, ya que influyen en el proceso de transferencia.

En conjunto cabe considerar que la transferencia de tecnología reviste dos aspectos (Bell 1997, y Andersen *et al.*, 2007). El primero es la transferencia de tecnología incorporada en activos físicos tangibles o en bienes de equipo, como plantas industriales y maquinaria, componentes y aparatos (Rosenberg, 1982, y Ramanathan, 1994).

El segundo aspecto guarda relación con la transferencia de conocimientos e información inherentes a toda tecnología o a todo sistema tecnológico (Edquist y Edquist, 1979, Metcalfe, 1995, y Jacot, 1997). Esta información incluye los conocimientos técnicos, de gestión y comerciales acumulados; los conocimientos sobre los procesos; el diseño técnico y la construcción de plantas; los métodos de organización y explotación; el control de calidad; y las características del mercado. Toda esa información puede aplicarse a una empresa concreta; por ejemplo, el diseño técnico puede ser conocido únicamente por la empresa que inventó la tecnología (Sharif, 1994, Bell, 1997, y Chandra y Zulkiefflimansyah, 2003).

Como a menudo los conocimientos son tácitos y acumulativos, los procesos de transferencia de tecnología implican algo más que la simple adquisición de bienes de equipo, por lo que conllevan un complejo

proceso de aprendizaje (Bijker *et al.*, 1989, Kuada, 2003, Bell y Pavitt, 1993, Chen, 1996, y Levin, 1997). Además, la tecnología puede estar incorporada en manuales, proyectos, especificaciones técnicas, folletos y patentes (Archibugi y Coco, 2005, Mytelka, 2007, y Dutrénit, 2004).

Como ya se ha indicado, suelen ser las empresas privadas las que ostentan la propiedad de diversas tecnologías; por tal razón, conviene identificar los canales o cauces de que dispone el sector privado para facilitar la transferencia de tecnología (Hoekman y Javorcik, 2006). Estos cauces pueden estar relacionados con el comercio internacional de maquinaria y bienes de equipo utilizados para la producción, en el marco de transacciones realizadas en condiciones de igualdad y plena competencia, como la adquisición de maquinaria industrial o componentes para plantas, mediante inversión extranjera directa (IED) o con acuerdos de licencia o sobre regalías, proyectos llave en mano -como la entrega completa de sistemas de recuperación y utilización de gases procedentes de vertederos-, empresas conjuntas, acuerdos técnicos o acuerdos de cooperación de otro tipo (Bell, 1997, y Kumar *et al.*, 1999). Como estos cauces para la transferencia de tecnología guardan relación con los vínculos comerciales existentes entre empresas, es fundamental tenerlos en cuenta en el debate más amplio sobre la contribución del comercio y de la transferencia de tecnología a la mitigación del cambio climático.

Estos cauces son muy importantes para facilitar el acceso a las diferentes dimensiones de la tecnología, mejorando así la calidad y la sustancia del proceso de transferencia (Hagedoorn, 1990, y Bell y Pavitt, 1993). Ahora bien, quedan muchas investigaciones por hacer en la esfera de las tecnologías relacionadas con el cambio climático, ya que los estudios efectuados hasta la fecha se centra sobre todo en las tecnologías relacionadas con el aumento de la productividad y de la eficiencia.

Los programas de asistencia técnica bilaterales y multilaterales pueden desempeñar una importante función en la transferencia de tecnología. Hasta ahora, el más importante de esos programas es el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), que depende de la CMNUCC. El FMAM ha financiado proyectos

con bajo nivel de emisiones de carbono, centrados sobre todo en la energía renovable y la eficiencia energética en varios países en desarrollo. El Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto es otro ejemplo de mecanismo basado en el mercado puede propiciar la transferencia de tecnología hacia el mundo en desarrollo, aunque sólo aproximadamente un tercio de los proyectos realizados hasta ahora han incluido algún tipo de transferencia tecnológica (véase la Sección III.A).

b) Derechos de propiedad intelectual y transferencia de tecnología

Tanto en los círculos políticos como en los foros académicos prosiguen los debates para determinar los derechos de propiedad intelectual, en particular las patentes, impide o facilita la transferencia de tecnologías a los países en desarrollo (Hutchison, 2006, Barton, 2007, y Littleton, 2008).

En su Cuarto Informe de Evaluación, el IPCC recalcó que ya hay muchas tecnologías de mitigación en el mercado o que se comercializarán en breve (IPCC, 2007a, cuadro 4.2). Según un estudio reciente, durante el período comprendido entre 1998 y 2008, se registraron en todo el mundo unas 215.000 patentes correspondientes a varias tecnologías energéticas con niveles bajos o nulos de emisión (como la energía procedente de desechos y de la biomasa; o la energía eléctrica de origen solar, geotérmico o eólico y las células de combustible) (Copenhagen Economics e IPR Company, 2009 y Dechezleprêtre *et al.*, 2008). Además, ha aumentado el número de patentes registradas para estas tecnologías en los últimos años, incluso en algunos países en desarrollo.

Un motivo fundamental de la protección de los derechos de propiedad intelectual, y en particular de las patentes, es fomentar la innovación (López, 2009): la protección de la patente garantiza que el inventor podrá percibir los beneficios (mediante los ingresos procedentes de la explotación comercial de la invención) y recuperar el costo de las inversiones en investigación y desarrollo. Algunos sostienen que la existencia de derechos de propiedad intelectual sólidos y exigibles es un catalizador fundamental del desarrollo de tecnologías y productos

inocuos para el clima (Harvey, 2008). Algunos estudios han demostrado que hay una estrecha relación entre el refuerzo de la protección de los derechos de patente y el aumento de los flujos comerciales (Maskus, 2005).

No obstante, también se ha dicho que, en algunos casos, una mayor protección de los derechos de propiedad intelectual podría obstaculizar la adquisición de nuevas tecnologías y de innovaciones en los países en desarrollo. Las patentes, u otros derechos de propiedad intelectual, otorgan a sus titulares un poder de mercado que les permite limitar la disponibilidad, el uso y el desarrollo de las tecnologías, lo que puede provocar un aumento de los costos de adquisición de las tecnologías (Hutchison, 2006 y Littleton, 2008). Una legislación sólida en materia de patentes da la seguridad jurídica necesaria para realizar transacciones tecnológicas, pero puede suceder que las empresas de los países en desarrollo no tengan los medios financieros necesarios para adquirir costosas tecnologías patentadas.

Se necesita información más sistemática sobre el alcance geográfico de la protección que confieren las patentes de las principales tecnologías relacionadas con el cambio climático.²⁷ En las iniciativas tomadas recientemente para crear estructuras de concesión de licencias abiertas para las tecnologías patentadas ambientalmente inocuas²⁸ y en los estudios en que se analiza la función que puede desempeñar el sistema de patentes fomentando la competencia en el desarrollo de tecnologías de mitigación, se ha insistido en la necesidad de considerar no sólo el alcance jurídico formal de las patentes, sino también toda la gama de mecanismos de concesión de licencias que deberían desplegarse y en que habría que analizar cómo se utilizan las patentes, en la práctica, en el mercado, en particular para construir estructuras de innovación colaborativa e impulsar la difusión de la tecnología, junto con medidas para alentar la competencia.²⁹

Según un estudio sobre la relación entre protección de la propiedad intelectual y acceso a tecnologías limpias, como la generación de energía fotovoltaica, de la biomasa y eólica, los problemas de patentes más probables surgirán como consecuencia de las tecnologías más recientes, ya que no está excluido que una amplia protección de las patentes pueda frenar el desarrollo de

tecnologías nuevas y más eficientes o menos costosas. En la generación de energía fotovoltaica, por ejemplo, es probable que las tecnologías más recientes de película delgada estén mucho más protegidas por patentes que la antigua tecnología basada en obleas de silicio. En el ámbito de la biomasa para combustibles, las patentes de las tecnologías más antiguas han vencido hace tiempo, mientras que se están registrando muchas patentes para las nuevas tecnologías (Barton, 2007).

Finalmente, la importancia de los derechos de propiedad intelectual debe situarse en el contexto adecuado. Cuando las tecnologías inocuas para el clima están protegidas por derechos de propiedad intelectual, los más relevantes de esos derechos en el contexto de la transferencia de tecnología son las patentes y los secretos comerciales, sobre todo en el caso de las tecnologías de mitigación. En la esfera de las tecnologías de adaptación, las patentes o la protección de las variedades vegetales para los cultivos resistentes al clima podrían desempeñar un papel importante en la transferencia de tecnología.

No obstante, muchas de las tecnologías de interés para hacer frente al cambio climático, sean tecnologías “inmateriales blandas” (como una mejor gestión de la energía o las prácticas agrícolas) o tecnologías “materiales duras” (como el aislamiento de los edificios, los pequeños componentes tecnológicos o los subsistemas) pueden no estar protegidos por patentes u otros derechos de propiedad intelectual (Barton, 2007). Además, incluso en los casos en que las tecnologías y los productos gozan de una protección de la propiedad intelectual, por ejemplo con fines de mitigación, se considera que hay muchas posibilidades de que haya tecnologías alternativas y productos sustitutivos (Barton, 2007, Copenhagen Economics e IPR Company, 2009). Sería útil disponer de más estudios sobre ese asunto.



NOTAS AL FINAL

- 1 El IPCC fue establecido por el PNUMA y la OMM para que a los responsables de la adopción de decisiones y a otros interesados en el cambio climático tuvieran una fuente de información objetiva. Cabe señalar que el IPCC no realiza investigaciones primarias ni seguimientos de datos relacionados con el clima. Su función consiste más bien en analizar los últimos estudios científicos, técnicos y socioeconómicos relativos al cambio climático, sus efectos y las opciones de adaptación y mitigación. Véase IPCC, "About IPCC", <http://195.70.10.65/about/index.htm>.
- 2 Obsérvese que esta definición difiere de la adoptada por la CMNUCC, que se centra en el cambio climático antropógeno (es decir, el cambio climático causado por la actividad humana).
- 3 En Le Treut *et al.* (2007) puede consultarse una descripción pormenorizada de las interacciones entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el sistema climático.
- 4 El efecto invernadero intensificado se define como "el incremento del proceso natural del efecto invernadero inducido por la actividad humana, en virtud del cual los gases de efecto invernadero, tales como el dióxido de carbono, el metano, los clorofluorocarbonos y el óxido nítrico, se liberan en la atmósfera en cantidades mayores que las que se originarían mediante los procesos naturales, por lo que sus concentraciones son cada vez más intensas" (NOVA 2009).
- 5 Los modelos climáticos se utilizan como instrumento de investigación para estudiar y simular el sistema climático, que puede representarse mediante modelos de complejidad variable. Todos los modelos climáticos tienen en común la representación numérica del sistema climático basada en las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus componentes, sus interacciones y sus procesos de respuesta, y representan todas o algunas de sus propiedades conocidas. Los modelos de la circulación general y los modelos acoplados de la circulación general atmosférica y oceánica constituyen representaciones del sistema climático próximas al extremo más completo de la escala actualmente disponible (IPCC 2007b).
- 6 Un análisis de las ventajas y los inconvenientes de los métodos utilizados para diagnosticar las reacciones climáticas en los modelos de la circulación general puede consultarse en Stephens, 2005, y Bony *et al.*, 2006.
- 7 Por equivalencia en CO₂ se entiende la concentración de dióxido de carbono (CO₂) equivalente. Se trata de una unidad de medida utilizada para sumar y comparar emisiones de diferentes gases de efecto invernadero y se define como la concentración de dióxido de carbono que generaría el mismo forzamiento radiativo que determinada mezcla de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero.
- 8 La OCDE toma como hipótesis de partida un crecimiento medio de la economía mundial, expresado como paridad de poder adquisitivo, algo superior al 3,5 por ciento hasta 2050, con un reajuste gradual al alza del nivel de vida de los países en desarrollo respecto del nivel de vida de los países desarrollados. A efectos de las emisiones y de las concentraciones resultantes, ese crecimiento hipotético es bastante similar al promedio señalado en otros estudios recientes; algunos de ellos son más optimistas, pero otros lo son menos. Las cifras indicadas anteriormente se basan en esos supuestos y en las previsiones de la publicación Environmental Outlook de la OCDE hasta 2030 (OCDE, 2008b), así como en el modelo ENV Linkages de la OCDE (Burniaux y Chateau, 2008).
- 9 Esos datos no tienen en cuenta las emisiones resultantes de los desbroces de tierras llevados a cabo antes de 1850 en los actuales países desarrollados (Banco Mundial, 2008).
- 10 Instituto de Recursos Mundiales, 2009, Sistema de Indicadores de Análisis del Clima (CAIT), versión 6.0. Datos basados en las emisiones totales de gases de efecto invernadero de 2005, con exclusión del cambio del uso de la tierra.
- 11 Las cuatro "familias" de escenarios del IEEE contienen 40 escenarios distintos en total.
- 12 Asimismo, cada vez hay más indicios de que el cambio climático influye en los arrecifes de coral, aunque sigue siendo difícil diferenciar los efectos de las tensiones ambientales relacionadas con el clima de otras tensiones, como la sobrepesca y la contaminación.
- 13 Más concretamente, un 38 por ciento por debajo de los niveles medios y un 24 por ciento por debajo del anterior nivel mínimo de 2005.
- 14 Este tema se abordará en la sección sobre los efectos regionales y sectoriales del cambio climático, así como en la sección sobre adaptación, pero cabe señalar que los efectos dependerán a su vez de varias cuestiones, incluidas la vulnerabilidad, resistencia y capacidad de adaptación de la sociedad o el sistema natural de que se trate.
- 15 Para un panorama general completo y detallado de los efectos regionales y sectoriales del cambio climático, sírvanse consultar las publicaciones mencionadas *supra*.
- 16 La fertilización con carbono hace referencia a un efecto positivo en los rendimientos agrícolas debido a los aumentos de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera (Cline, 2007).
- 17 La definición de hidrología es la siguiente: "El estudio científico de las aguas de la Tierra, especialmente relacionado con los efectos de

las precipitaciones y la evaporación, la ocurrencia y las características del agua en corrientes, lagos, así como sobre la superficie de la Tierra y bajo de ella. En términos de ciclo hidrológico, el alcance de la hidrología corresponde a la parte del ciclo hidrológico que va desde la precipitación a la reevaporación o el retorno de las aguas al mar. La hidrología aplicada utiliza las constataciones científicas para prever el ritmo y la cantidad de escorrentía (predicción del régimen fluvial), estimar la capacidad necesaria de los aliviaderos y depósitos de agua, estudiar las relaciones entre el suelo, las aguas y los vegetales en la agricultura, estimar el suministro de agua disponible, y para otras aplicaciones necesarias para la gestión de los recursos hídricos." (BioGlossary, 2009).

18 ENSO es un fenómeno acoplado del sistema global Océano-Atmósfera. El Niño es una corriente que provoca el calentamiento periódico de la parte oriental del Océano Pacífico en el trópico y que guarda relación con una fluctuación de la presión atmosférica en las latitudes bajas conocido como oscilación del sur. Esta interacción entre la atmósfera y el océano, llamada ENSO, suele producirse a intervalos irregulares de dos a siete años. ENSO provoca inundaciones, sequías y otras perturbaciones en distintos lugares del mundo.

19 Por ejemplo, en el estudio del OIE se señala que un aumento importante de la eficiencia energética en los sectores del transporte, la industria y los edificios, la "descarbonación" del suministro de electricidad mediante la introducción en las mezclas para la generación de energía eléctrica de mayores proporciones de energía nuclear, energía de fuentes renovables, gas natural, y carbón con captación y almacenamiento de CO₂ (CAD), y un mayor uso de biocombustibles en el transporte por carretera podrían, en conjunto, reducir las emisiones de CO₂ a sus niveles de 2003.

20 Sírvanse observar que en Pacala y Socolow (2004) se utilizan gigatoneladas de carbono-equivalente como unidad de medida. Una tonelada de carbono-equivalente es igual a 44/12 toneladas de CO₂-equivalente, sobre la base del peso de un átomo de carbono y de una molécula de CO₂, respectivamente.

21 El cuadro 3 y el examen posterior se basan principalmente en las conclusiones de los Informes del IPCC (2000, 2007e).

22 La captación y el almacenamiento de carbono entrañan la captura de emisiones de CO₂ procedentes de grandes fuentes puntuales -como las centrales eléctricas alimentadas con combustibles de origen fósil-, el transporte del CO₂, y su depósito en diversas formaciones geológicas profundas (con inclusión de formaciones salinas y yacimientos de gas agotados), su almacenamiento líquido en el océano, o su almacenamiento sólido, en el que el CO₂ reacciona con óxidos de metal para producir carbonatos estables.

23 Los biocombustibles de primera generación se obtienen de la conversión por fermentación de azúcares derivados de plantas en etanol, mediante un proceso similar al que se utiliza para fabricar cerveza y vino. La producción en gran escala de biocombustibles de primera generación plantea el problema de la asignación del uso de la tierra a fines distintos de la producción de alimentos. Las tecnologías de biocombustibles de segunda generación aumentan considerablemente la cantidad de biocombustibles que pueden producirse utilizando una biomasa constituida por los residuos no alimenticios de las cultivos actuales, como los tallos, las hojas y las cáscaras que se desechan una vez extraída la parte alimenticia, en otros cultivos no destinados a fines alimentarios, por ejemplo césped de pradera (*Panicum virgatum*), jatropha y cereales de grano pequeño, y también en desechos industriales como las astillas de madera, las pieles y la pulpa derivadas del prensado de fruta, etc.

24 Las estimaciones se han tomado de estudios de planteamiento ascendente. Véase IPCC (2007).

25 Eso significa que el huracán Katrina fuera provocado por el cambio climático: se trata sólo de un ejemplo de los efectos de un episodio atmosférico extremo en una sociedad que, según muchos indicadores, tiene una elevada capacidad de adaptación.

26 Las tecnologías materiales, también denominadas bienes de capital, equipo o tecnologías incorporadas, son las herramientas, la maquinaria, el equipo y los sistemas totales de producción. Sirvan de ejemplo de tecnologías materiales los malecones y las tecnologías de riego. Las tecnologías inmateriales son los conocimientos sobre los métodos y técnicas de producción de bienes y servicios, o los que permiten elegir la línea de acción más adecuada. Se trata, por ejemplo de los regímenes de cabría señalar la rotación de cultivos, los datos y la información, así como los sistemas de alerta temprana.

27 Por ejemplo, el PNUMA, la Oficina Europea de Patentes y el Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible están efectuando un estudio cartográfico de las patentes y un análisis de las licencias de patentes en relación con las tecnologías de generación de energía, y la Asamblea de la Unión del IPC prevé revisar la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) en el marco de la OMPI, proyecto C456, tecnología ecológicamente regional; puede consultarse en www.wipo.int/ipc-ief.

28 Véase por ejemplo, World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), The Eco-Patent Commons, en www.wbcd.org.

29 Copenhagen Economics and IPR Company, 2009.



Comercio y cambio climático: teoría y pruebas

A.	Efectos del comercio y de la apertura del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero	53
1.	Tendencias del comercio mundial	53
2.	Efectos de escala, composición y tecnología.....	54
3.	Evaluaciones del efecto de la apertura del comercio en las emisiones.	58
4.	Comercio y transporte.....	64
B.	Contribución del comercio y de la apertura del comercio a los esfuerzos de mitigación y adaptación.....	67
1.	Difusión de tecnologías gracias al comercio	67
2.	El comercio como medio de adaptación económica al cambio climático.....	68
C.	Posible repercusión del cambio climático en el comercio	70

En esta parte se examinan los estudios económicos disponibles sobre el comercio y el cambio climático. Se abordan cuestiones como la medida en que las actividades comerciales contribuyen a cambiar las emisiones de gases de efecto invernadero y si la apertura del comercio provocará un aumento de las emisiones.

Se presta especial atención a los mecanismos a través de los cuales el comercio y la apertura del comercio pueden influir en las emisiones de gases de efecto invernadero. Luego se analizan las pruebas recopiladas hasta ahora sobre la relación entre comercio y cambio climático. Esas pruebas comprenden estudios econométricos, así como evaluaciones de los efectos ambientales de los acuerdos comerciales. Como hay una estrecha relación entre comercio y transporte, también se consideran algunos de los datos disponibles acerca del papel que desempeña el comercio en la generación de emisiones resultantes del transporte. Aparte de esos efectos, en esta parte se intenta aclarar cómo puede ayudar el comercio internacional a las sociedades a mitigar el cambio climático y a adaptarse a él y a sus consecuencias económicas. Finalmente, se considera de qué forma el cambio climático puede, a su vez, influir en la estructura y el volumen de las corrientes de comercio internacional.

Esta parte se centrará en la relación existente entre comercio y emisiones de gases de efecto invernadero, en vez de examinar la cuestión más amplia de la forma en que los cambios de la política comercial pueden influir en la eficiencia económica y en el bienestar social en los casos en que la contaminación trasciende de las fronteras nacionales (contaminación transfronteriza). Hay tres razones para centrarse en este aspecto: en primer lugar, son limitadas las investigaciones¹ cuyo objetivo es analizar las consecuencias que el comercio puede tener en el bienestar y en las políticas cuando la producción (o el consumo) en un sector de la economía es causa de contaminación en otros países; en segundo lugar, la forma en que la apertura del comercio repercute en las emisiones de gases de efecto invernadero influye en el bienestar económico; finalmente, la repercusión del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero es un tema que interesa a las autoridades, a la opinión pública y también a los economistas. Ello explica que haya tantas publicaciones económicas sobre los vínculos

entre comercio y medio ambiente, y que buena parte de ellas examinen precisamente cómo influye el comercio en diversos indicadores de la calidad ambiental, desde los contaminantes hasta la biodiversidad.

Si bien el tema central de esta parte es la apertura del comercio, conviene destacar que hay otros cambios normativos relacionados con el comercio -como la reducción de las subvenciones perjudiciales para el medio ambiente- que pueden ayudar a mitigar el cambio climático, pero que no se han incluido en este examen.

A. Efectos del comercio y de la apertura del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero

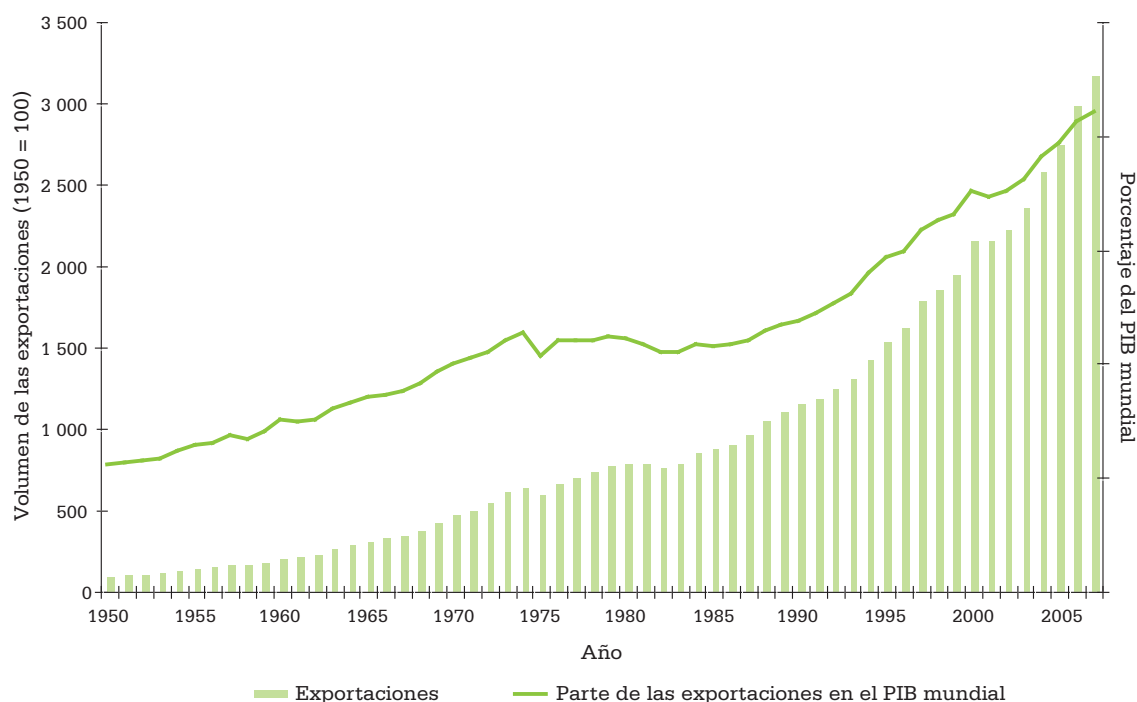
1. Tendencias del comercio mundial

El último medio siglo se ha caracterizado por una expansión sin precedentes del comercio internacional. En volumen es casi 32 veces mayor que en 1950.² En cambio, durante el mismo período, el nivel del producto interno bruto (PIB) mundial se multiplicó poco más de ocho veces. En consecuencia, la parte del PIB mundial que se puede atribuir al comercio internacional ha subido del 5,5 por ciento en 1950 al 21 por ciento en 2007 (véase la Figura 1).³ Durante este período de 60 años, el comercio creció a un ritmo todavía superior al de la primera oleada de globalización que se produjo a finales del siglo XIX y comienzos del XX.⁴ Quizás esta expansión espectacular sea una de las razones para que en los debates sobre el cambio climático se tenga cada vez más en cuenta el comercio.

Se han dado varias razones para explicar la enorme expansión del comercio mundial. La primera es el cambio tecnológico, que ha reducido enormemente el costo del transporte y las comunicaciones. En la segunda mitad del siglo XX, la introducción de los motores de reacción y el uso de los contenedores en el transporte de mercancías (que permitieron realizar con rapidez y eficiencia la carga, descarga y transferencia de los envíos) han reducido significativamente el costo del transporte por aire y por mar (Hummels, 2007). A su vez, esto hizo que aumentaran la variedad y el volumen de las mercancías que se pueden comerciar. La revolución de la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) provocó una reducción espectacular del costo de las comunicaciones, lo que hizo que fuera más fácil, por ejemplo, coordinar la elaboración de un producto final cuyas partes y componentes pueden haberse producido en varios países distintos (fenómeno conocido con el nombre de “desagregación” de la producción).

Una segunda razón de la expansión del comercio es la difusión de políticas de comercio e inversión más abiertas. Muchos países han liberalizado sus regímenes

FIGURA 1: Parte creciente del comercio en la producción mundial, 1950-2007



Fuente: OMC (2008a) y Maddison, A. (2001).

comerciales mediante cambios unilaterales en sus políticas nacionales, acuerdos comerciales bilaterales o regionales o negociaciones comerciales multilaterales. Se han eliminado o se han reducido considerablemente algunas medidas que gravaban, restringían o prohibían el comercio. Estos cambios en las políticas económicas han hecho que aumente el número de países que participan en la expansión del comercio mundial. En 2007, los países en desarrollo representaban el 34 por ciento del comercio mundial de mercancías -aproximadamente el doble que a comienzos del decenio de 1960-.⁵

Así pues, las innovaciones tecnológicas y la apertura del comercio y de las políticas comerciales y de inversión han aumentado la participación en el comercio y, al mismo tiempo, han facilitado la “desagregación” de la producción entre países diferentes. Las partes y componentes que integran un producto final pueden haberse fabricado en diferentes lugares del mundo. Muchas de esas plantas de producción están en países en desarrollo que, gracias a ello, se han ido integrando cada vez más a las cadenas de suministro mundiales. En comparación con el pasado, el comercio interviene más en la fabricación de un producto final y es mayor el número de países que pueden participar en el proceso. Por ejemplo, cada uno de las docenas de componentes electrónicos de un ordenador puede estar fabricado en un país diferente, que normalmente sería el que tiene la “ventaja comparativa” para su producción.

2. Efectos de escala, composición y tecnología

¿Cómo influye la apertura del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero? Los economistas especializados en cuestiones comerciales han ideado un marco conceptual para examinar la repercusión de la apertura del comercio en el medio ambiente. Conforme a este marco, que empezó utilizándose para estudiar los efectos ambientales del Acuerdo de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el impacto de la apertura del comercio tiene tres “efectos”: el efecto de escala (es decir, la posibilidad de que aumenten las emisiones de gases de efecto invernadero como consecuencia de una mayor actividad económica); el efecto de composición (o sea, la forma en que la apertura del comercio y los

consiguientes cambios de los precios relativos pueden influir en el volumen relativo de los distintos sectores que integran la producción de un país), y el efecto de tecnología (es decir, la posibilidad de utilizar las mejoras tecnológicas para reducir la intensidad de emisión de los métodos utilizados para producir mercancías y servicios) (Grossman y Krueger, 1993).

Copeland y Taylor (2003) definen esos efectos partiendo de un modelo de equilibrio general del comercio y el medio ambiente. Algunas organizaciones internacionales, como la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (1994), han adoptado o ampliado este marco conceptual a fin de evaluar la repercusión ambiental de los acuerdos comerciales.⁶ Este marco analítico puede utilizarse para investigar la relación entre comercio y cambio climático. Si el efecto de escala puede agravar el cambio climático, el efecto de tecnología puede contribuir a mitigarlo. Ahora bien, no se conoce con exactitud el impacto del efecto de composición en el cambio climático.

Por “efecto de escala” se entiende el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero resultante de una intensificación de la actividad económica. Según Copeland y Taylor (2004), el efecto de escala sería el aumento del valor de la producción, calculada en función de los precios mundiales vigentes antes de la apertura del comercio.⁷ Si hay recursos no empleados (mano de obra, capital o tierra) antes de la liberalización, la apertura del comercio permitirá un mayor aprovechamiento de estos recursos, lo que dará lugar a una expansión del nivel de producción.⁸ Esta intensificación de la actividad económica exigirá una mayor utilización de energía y, como en la mayoría de los países la principal fuente de energía son los combustibles fósiles, el efecto de escala hará que aumenten las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, el aumento del comercio provocará una mayor utilización de los servicios de transporte transfronterizos, lo cual hará que aumenten todavía más las emisiones de gases de efecto invernadero.

El efecto de escala es teóricamente diferente del crecimiento económico, ya que este último es resultado de la acumulación de capital, del crecimiento demográfico y del cambio tecnológico.⁹ No obstante,

se presupone que, en teoría, una mayor apertura del comercio propiciará el crecimiento económico debido a mecanismos (indirectos) que repercuten en la tasa de acumulación de capital y mejoras de la productividad.¹⁰ Como el crecimiento económico está estrechamente vinculado al uso de la energía, esto incrementará el impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero.

A pesar de ello, no ha sido fácil demostrar la existencia de una relación estadísticamente significativa entre los obstáculos al comercio, en forma de medidas arancelarias y no arancelarias, y la tasa de crecimiento económico (Baldwin, 2000). En el decenio de 1990, se publicaron varios estudios que demostraban que las economías “abiertas” (con políticas comerciales liberales) crecían con más rapidez que las “cerradas”. Por ejemplo, Dollar (1992), estimó que la tasa de crecimiento de las economías de América Latina y África aumentaría entre el 1,5 y el 2,1 por ciento si adoptaban políticas comerciales más abiertas.

Según un estudio de Sachs y Warner (1995), los países en desarrollo con políticas comerciales más abiertas crecieron a un ritmo del 4,5 por ciento al año, mientras que las economías cerradas sólo crecieron un 0,7 por ciento anual. Algunos han criticado estos estudios por utilizar medidas de la apertura que están estrechamente vinculadas con otros indicadores de los buenos resultados económicos, como la falta de restricciones en los mercados de divisas (Rodríguez y Rodrik, 1999). Existe también un problema en lo que respecta al carácter endógeno del comercio y el crecimiento (Edwards, 1998). Se trata de la posibilidad de que entre comercio y crecimiento económico haya una relación en ambos sentidos y no sólo en uno. En otras palabras, un aumento del comercio puede tener un impacto positivo en el crecimiento económico, pero el crecimiento puede, a su vez, dar lugar a un aumento del comercio. Así pues, una relación positiva entre comercio y crecimiento no significa automáticamente que el aumento del crecimiento sea atribuible al comercio. Ahora bien, en su estudio, Baldwin (2000) señala claramente que estos problemas no deben interpretarse en el sentido de que las políticas económicas internacionales en general o el comercio

internacional sólo tienen un efecto insignificante en el crecimiento económico.

El “efecto de composición” se refiere a la forma en que la apertura del comercio modifica la cuota representada por cada sector en la producción de un país en respuesta a los cambios en los precios relativos, lo que provoca la expansión de algunos sectores y la contracción de otros. El aumento o descenso resultante de las emisiones de gases de efecto invernadero dependerá de que los sectores con gran concentración de emisiones se estén ampliando o contrayendo. Los cambios en la estructura de la producción de un país con políticas liberales dependerán de dónde se sitúe la “ventaja comparativa” de ese país (en términos de recursos y capacidad): si su ventaja comparativa reside en sectores con menos intensidad de emisiones, la apertura del comercio dará lugar a niveles más bajos de emisiones de gases de efecto invernadero, pero si reside en sectores con mayor intensidad de emisiones, la liberalización contribuirá a aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, la hipótesis del “refugio de la contaminación”¹¹ implica que la composición de la producción de una economía con políticas liberales también tendrá en cuenta las diferencias entre los países en materia de reglamentos ambientales. Si un país ha adoptado medidas estrictas de protección ambiental, el aumento de la competencia resultante de la apertura del comercio puede alentar a los sectores que producen gran intensidad de emisiones a trasladarse a países con reglamentos menos estrictos. Por lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero, las diferencias internacionales entre las políticas relativas al cambio climático aumentan las probabilidades de una “fuga de carbono”. Con este término se describe la situación en que las medidas adoptadas en el plano nacional por algunos países para limitar sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂) no provocan una reducción de las emisiones mundiales de CO₂, porque las industrias que producen altos niveles de emisiones de CO₂ simplemente se trasladan a países que no imponen sanciones tan estrictas. Este tema se examina en la parte IV.

Los cambios en la composición de la producción de un país con políticas liberales, tanto si son resultado de



su “ventaja comparativa” como si lo son de la hipótesis del refugio de la contaminación, influirán en la forma en que se modifica la producción de sus interlocutores comerciales. Si la apertura del comercio hace que un país produzca menos bienes con gran intensidad de emisiones, estos bienes deberán adquirirse en otros países, lo que da lugar a una expansión de la producción de esos bienes en otras partes del mundo. La pauta de expansión y contracción de determinados sectores de producción en el país con políticas liberales se reflejará, en sentido inverso, en el resto del mundo. Esto indicaría que la apertura del comercio puede hacer que algunos países “se especialicen” en sectores con mayor intensidad de emisiones, y que otros se concentren en sectores “más limpios”. El efecto neto de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial dependerá de la magnitud relativa de esos efectos.

Por último, el efecto de tecnología se refiere a las mejoras introducidas en los métodos de producción de los bienes y servicios, de forma que el volumen de emisiones emitidas durante el proceso de producción disminuya. Según Grossman y Krueger (1993) esta reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero puede producirse de dos maneras.

En primer lugar, un comercio más abierto aumentará la disponibilidad y reducirá el costo de los bienes y servicios inocuos para el clima. Esto es de gran importancia para los países que no tienen acceso a ese tipo de bienes y servicios, o que no los producen en escala suficiente o a precios asequibles. El acceso a las tecnologías utilizadas para producir bienes y servicios inocuos para el clima debería reducir la energía necesaria durante la producción y, por lo tanto, las emisiones. Para los exportadores, la perspectiva de aumentar el acceso a los mercados representaría un incentivo para elaborar nuevos bienes y servicios que mitiguen el cambio climático. Estos posibles beneficios de un comercio más abierto ponen de manifiesto la importancia de las actuales negociaciones en el marco de la Ronda de Doha, que tienen por objeto liberalizar los bienes y servicios ambientales (véase la sección III.B).

En segundo lugar, el aumento de los niveles de ingreso que la apertura del comercio trae consigo puede

hacer que la opinión pública exija una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (un medio ambiente más limpio es un bien “normal”).¹² El aumento de los ingresos o de la riqueza, deja a la población en libertad para preocuparse de otros aspectos de su bienestar, como la calidad del medio ambiente. A juicio de Grossman y Krueger (1993) es posible que esta demanda pública sea el resultado más importante del efecto de tecnología. No obstante, para que el aumento de los ingresos dé lugar a una mejora ambiental, es preciso que los gobiernos respondan a las exigencias de la opinión pública con medidas fiscales y reguladoras apropiadas. Sólo así se conseguirá que las empresas adopten tecnologías de producción más limpias, de manera que pueda conseguirse un determinado nivel de producción con menos emisiones de gases de efecto invernadero.

Torras y Boyce (1998), que analizaron las pruebas disponibles sobre las variaciones internacionales de siete indicadores de la calidad del aire y el agua, comprobaron que el grado de desigualdad de los ingresos, así como de los niveles de alfabetización, derechos políticos y libertades civiles, tenía un gran impacto en la calidad de la protección ambiental en los países de ingresos bajos. Los países con una distribución más equitativa de los ingresos y que habían conseguido una mayor igualdad en términos de alfabetización, derechos políticos y libertades civiles tendían a tener una mejor calidad ambiental. Esto parece indicar que el aumento de los ingresos resultante de la apertura del comercio quizá no se traduzca en mejoras ambientales si los beneficios económicos no se distribuyen de forma más equitativa entre la población. Aunque la apertura del comercio no parece ser un factor determinante en lo que respecta a la desigualdad de ingresos en los países desarrollados, en el caso de los países en desarrollo las pruebas son menos claras.¹³

Debido al carácter contrapuesto de los efectos de escala y de tecnología, el estudio de Grossman y Krueger parece indicar que la relación entre ingresos per cápita y calidad ambiental quizá no sea lineal. En los países con bajos niveles de ingresos per cápita, un aumento del crecimiento económico puede dar lugar inicialmente a un deterioro de la calidad ambiental. Sólo una vez que se supera un cierto umbral de ingresos los ulteriores

aumentos del ingreso per cápita dan lugar a una mejora de la calidad ambiental. La “curva ambiental de Kuznets” (nombre que se ha dado a esta relación en forma de U invertida entre calidad ambiental e ingresos) ha suscitado gran interés entre los investigadores.

Gran parte de los estudios teóricos sobre este tema han tratado de explicar la naturaleza y las causas de esta relación no lineal entre el ingreso per cápita y la calidad ambiental. Se han dado diversas explicaciones. Algunos se han referido a la indivisibilidad de las tecnologías, lo que significa que por debajo de un determinado umbral de ingresos sólo se utilizan tecnologías contaminantes, mientras que las tecnologías más limpias sólo se utilizan cuando los ingresos superan ese umbral (Stokey, 1998).

Algunos atribuyen la no linealidad entre ingresos y calidad ambiental al hecho de que, aunque la contaminación es generada por el consumo, se observan “rendimientos crecientes en función de la escala” en la reducción de la contaminación, lo que significa que ésta es tanto más eficaz cuanto más rica es una economía (Andreoni y Levinson, 2001). Otros atribuyen la curva ambiental de Kuznets a la presencia de externalidades vinculadas a la contaminación, lo que significa que si el total de contaminación se deprecia rápidamente, los beneficios netos de la lucha contra la contaminación aumentarán a medida que aumenten los ingresos (Kelly, 1997). Finalmente, otros la consideran consecuencia de la exportación por los países desarrollados de sus tecnologías obsoletas y con mayor intensidad de contaminación a los países en desarrollo (Suri y Chapman, 1998). En términos de economía política, la presencia de instituciones avanzadas de toma de decisiones colectivas (como una democracia representativa) en los países desarrollados y la ausencia de estas instituciones en algunos países en desarrollo puede explicar esta relación en forma de U invertida (Jones y Manuelli, 1995).

Ahora bien, es posible que la “curva ambiental de Kuznets” no sea aplicable a la contaminación mundial. Como las emisiones de gases de efecto invernadero se depositan en los “bienes públicos mundiales” (la atmósfera) y que parte del costo recae en la población de otros países, no habría un incentivo demasiado

fuerte para que las naciones adoptaran medidas a fin de reducir esas emisiones, aun cuando aumentarían los ingresos de sus ciudadanos.

Como el efecto de escala y el efecto de tecnología tienden a funcionar en sentidos opuestos, y el efecto de composición depende de la “ventaja comparativa” de los países, el impacto global del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero no se puede determinar fácilmente. La respuesta dependerá de la magnitud o la intensidad de cada uno de estos tres efectos, y para determinarlo se requerirá un análisis detallado de los datos empíricos. Finalmente, aunque en las publicaciones sobre este tema no se ha considerado el marco cronológico de esos efectos, es posible aventurar algunas observaciones al respecto.

En primer lugar, la rapidez con que se producen estos efectos depende de la celeridad con que se aplican las medidas de apertura del comercio y de su alcance. En general los acuerdos bilaterales o acuerdos de libre comercio contienen compromisos más ambiciosos y marcos cronológicos más cortos que los acuerdos multilaterales. Aun así, algunos estudios han comprobado que en la mayoría de los casos, con los acuerdos bilaterales o de libre comercio sólo se consigue liberalizar el 90 por ciento de sus líneas arancelarias de mercancías al llegar al décimo año de aplicación (Estevadeordal *et al.*, de próxima aparición).¹⁴ En algunos sectores políticamente delicados estos períodos duran más de un decenio. En segundo lugar, la reasignación de recursos de una economía a raíz de la eliminación de los obstáculos al comercio puede provocar costos de ajuste. La medida en que los gobiernos consigan reducir esos costos mediante la reconversión profesional de sus trabajadores y la prestación de asistencia en la búsqueda de empleo determinará hasta qué punto la reasignación se hará sin tropiezos. Así pues, si bien es posible que los efectos de escala, composición y tecnología se aprecien desde el primer año de aplicación de un acuerdo comercial, es más probable que no se hagan del todo patentes hasta muchos años más tarde.



3. Evaluaciones del efecto de la apertura del comercio en las emisiones

En esta sección se examinan los datos disponibles acerca de los efectos del comercio y la apertura del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Gran parte de estos estudios son recientes, y las investigaciones van en aumento. Las pruebas acumuladas en esta sección consisten en estudios econométricos y en evaluaciones ambientales de los acuerdos comerciales. Según la mayoría de los estudios econométricos, es probable que un comercio más abierto aumente las emisiones de CO₂. Parece también que el efecto de escala tiende a dominar sobre los efectos de tecnología y de composición. No obstante, algunos estudios indican que puede haber diferencias en el impacto sobre las emisiones entre los países desarrollados y en desarrollo, ya que se observarían mejoras en los países de la OCDE y un deterioro en los países en desarrollo. Aunque muchos países desarrollados exigen ahora evaluaciones ambientales de todos los acuerdos comerciales que suscriben, esas evaluaciones suelen centrarse en los contaminantes nacionales más que en los transfronterizos o mundiales. Algunas de esas evaluaciones han suscitado preocupación acerca del posible aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de la intensificación del transporte, aunque pocas han tratado de realizar un análisis cuantitativo detallado de los efectos en los niveles de emisión resultantes del incremento del transporte.

En una subsección aparte se examinan los datos empíricos que permitirían determinar si existe una curva ambiental de Kuznets para las emisiones de gases de efecto invernadero. Los estudios han llegado a resultados contradictorios, aunque los más recientes tienden a indicar que no existe tal curva en lo que respecta a las emisiones de CO₂. Los estudios que distinguen entre países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE suelen reconocer la existencia de una curva ambiental de Kuznets para el primer grupo de países pero no para el segundo.

a) Estudios econométricos sobre los efectos de escala, composición y tecnología

Desde que Grossman y Krueger publicaron su innovador estudio sobre los efectos del TLCAN en las emisiones de dióxido de azufre, ha aumentado el número de estudios econométricos en que se ha analizado el impacto ambiental de la apertura del comercio.¹⁵ En un estudio de Antweiler, Copeland y Taylor (2001), en que se estiman los efectos de escala, composición y tecnología utilizando un modelo de equilibrio general del comercio y el medio ambiente, también se consideraron las emisiones de dióxido de azufre.¹⁶ En un estudio más reciente de Greher, Mathys y de Melo (2007) se analizan los efectos del comercio en las emisiones mundiales de dióxido de azufre.¹⁷ En la mayoría de estos estudios se llega a la conclusión de que el efecto de tecnología cumple una función predominante: en los tres estudios, el efecto de tecnología era lo bastante fuerte como para que la apertura del comercio provocara mejoras ambientales. No obstante, ninguno de esos estudios ha examinado las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque la situación ha comenzado a cambiar al haberse cobrado mayor conciencia de los problemas que plantea el cambio climático.

En los estudios econométricos, suele ser más conveniente analizar una muestra representativa de países que estudiar los efectos a lo largo del tiempo en un solo país, ya que hay más observaciones disponibles. No obstante, esto quiere decir que puede ocurrir que se observe a un país en un momento en que no hay apertura del comercio. Una solución consistiría en utilizar el grado de *apertura* del comercio, que suele definirse como la proporción del comercio en el PIB (exportaciones más importaciones), para representar el grado de *liberalización* del comercio. Naturalmente, también puede interesar determinar de qué forma repercute la orientación comercial de un país (su grado de apertura en relación con otros países) en sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Siguiendo el enfoque de Antweiler, Copeland y Taylor, en su estudio Cole y Elliott (2003) consideraron el efecto de la apertura del comercio en cuatro indicadores ambientales, entre ellos las emisiones de dióxido de

carbono (CO_2). Los datos sobre el CO_2 que utilizaron correspondían a 32 países desarrollados y en desarrollo durante el período de 1975 a 1995. En general, observan que al aumentar la apertura del comercio hay más probabilidades de que aumenten las emisiones de CO_2 , debido a un efecto escala considerable y a un efecto tecnología más bien reducido (en otras palabras, el aumento de la apertura del comercio daría lugar a un aumento de la producción y al consiguiente aumento de las emisiones, sin que se produzca un aumento suficientemente importante del uso de tecnologías de reducción de las emisiones para contrarrestar dicho crecimiento). En lo que respecta al país mediano de su muestra, el efecto de composición también fue positivo: un aumento del 1 por ciento de la intensidad del comercio aumentaría las emisiones de CO_2 por cápita un 0,04 por ciento.

Frankel y Rose (2005) examinaron los datos de varios países sobre la relación entre siete indicadores de la calidad ambiental (incluidas las emisiones de CO_2) y la apertura del comercio, con un nivel dado de ingresos per cápita. En el caso de las emisiones de CO_2 , con sus datos pudieron estudiar casi 150 países. También tuvieron en cuenta el posible “carácter endógeno” del comercio y los ingresos per cápita utilizando técnicas con variables instrumentales.¹⁸ El carácter endógeno de la apertura del comercio y de los ingresos per cápita se debe a la posibilidad de que haya una relación en ambos sentidos, y no sólo en uno, entre la apertura del comercio y los ingresos per cápita. En otras palabras, si una mayor apertura puede provocar un aumento de los ingresos per cápita, estos últimos pueden a su vez provocar un aumento del comercio. Cuando no se tiene en cuenta este carácter endógeno, los resultados estadísticos de su estudio indican que la apertura del comercio daría lugar a un aumento de las emisiones de CO_2 . En cambio, si en los cálculos se tiene en cuenta el posible carácter endógeno del comercio, el efecto desfavorable de la apertura del comercio en las emisiones de CO_2 resulta estadísticamente insignificante.

Con todo, Frankel y Rose concluyen que el aspecto más importante en que el comercio y el crecimiento pueden tener un efecto desfavorable es el del volumen de las emisiones de CO_2 . Reconocen que esto se debe al carácter mundial de la externalidad (las emisiones

se depositan en los bienes públicos mundiales y parte de los costos de la contaminación son sufragados por extranjeros) y a que, en consecuencia, no es probable que los reglamentos ambientales nacionales aborden el problema de las emisiones de CO_2 .

McCarney y Adamowicz (2005) utilizaron “datos de panel”¹⁹ para 143 países durante el período comprendido entre 1976 y 2000 para examinar la relación entre apertura del comercio y emisiones de CO_2 . Sus resultados indican que con un comercio más abierto aumentan significativamente las emisiones de CO_2 , aunque no pudieron determinar la incidencia de los efectos de escala, composición y tecnología en el resultado general. El hecho de que los datos incluyeran las diferencias que había entre países a lo largo de períodos diferentes, permitió tener en cuenta la heterogeneidad entre los países, de forma que se pudo comparar la incidencia de distintas características nacionales en el impacto ambiental de un comercio más abierto. Una de las diferencias entre los países que se examinaron es el efecto de la existencia de un régimen democrático, a diferencia de un régimen autocrático. Resulta interesante su observación de que una democracia más firme puede estar relacionada con mayores niveles de emisiones de CO_2 . A su juicio, podría tratarse de un efecto indirecto de la gobernanza en la calidad ambiental, en virtud del cual la falta de un buen sistema de gobierno reduciría la prosperidad, lo que a su vez reduciría los ingresos per cápita y, en consecuencia, las emisiones.

Managi (2005) utilizó datos correspondientes a 63 países desarrollados y en desarrollo que abarcaron el período comprendido entre 1960 y 1999 para examinar la relación entre apertura del comercio y niveles de emisiones de CO_2 . Como en el estudio de Frankel y Rose, en la estimación se tuvieron en cuenta la posible endogeneidad entre apertura del comercio e ingresos. Según los resultados del estudio un comercio más abierto generaría un aumento de las emisiones, con una elasticidad estimada (indicador de la capacidad de respuesta de las emisiones de CO_2 a la apertura del comercio) de 0,579, siendo mayor la contribución del efecto escala que la del efecto tecnología.



No obstante, según un estudio efectuado posteriormente por Managi *et al.* (2008), el impacto de la apertura del comercio en las emisiones de CO₂ puede diferir entre los países desarrollados (miembros de la OCDE) y los países en desarrollo. Estimaron el impacto global de la apertura del comercio en los niveles de emisiones de dióxido de carbono y dióxido de azufre, y en los niveles de demanda bioquímica de oxígeno -indicador de la cantidad de oxígeno utilizada por los microorganismos al descomponer la materia orgánica contenida en el agua, que se utiliza como indicador de los niveles de contaminación-. Utilizaron datos de panel sobre las emisiones de CO₂ y SO₂ de 88 países entre 1973 y 2000 y sobre los niveles relacionados con la demanda bioquímica de oxígeno de 83 países entre 1980 y 2000. Su análisis econométrico les permitió corregir la endogeneidad de los ingresos y el comercio y distinguir las relaciones a corto y a largo plazo entre el comercio y las emisiones de CO₂.²⁰ Observaron que la apertura del comercio reduce las emisiones de CO₂ de los países de la OCDE porque el efecto tecnología predomina sobre los efectos de escala y composición, pero tiene un efecto desfavorable en las emisiones de dióxido de carbono de los países no pertenecientes a la OCDE, donde los efectos de escala y composición prevalecen sobre el efecto tecnología. Observaron también que las repercusiones a largo plazo del comercio en las emisiones de CO₂ son considerables, aunque a corto plazo sean escasas.

b) La “curva ambiental de Kuznets” y las emisiones de gases de efecto invernadero

Hasta la fecha, los estudios sobre la existencia o inexistencia de una curva ambiental de Kuznets para las emisiones de gases de efecto invernadero han producido resultados contradictorios, como observan Huang *et al.* (2008).

Holtz-Eakin y Selden (1995) examinaron datos sobre 130 países para el período de 1951 a 1986, con series completas de datos sobre 108 de esos países. Pudieron estimar una curva ambiental de Kuznets para las emisiones de CO₂, pero comprobaron que ésta difiere de la curva de los contaminantes locales (contaminantes que no trascienden las fronteras locales o nacionales) en cuanto que el punto de inflexión -es decir, el punto

en que un nuevo aumento de los ingresos da lugar a una reducción de las emisiones- sólo se produce con un nivel muy elevado de ingresos.

Robert y Grimes (1997) examinaron una muestra más amplia de países (147) y un período más largo (1962-1991). Llegaron a la conclusión de que la relación entre las emisiones de CO₂ por unidad de PIB y nivel de desarrollo económico era esencialmente lineal en 1962 (es decir, cada cambio en el PIB y en el nivel de desarrollo económico daba lugar a una modificación constante de los niveles de emisiones de CO₂), y que en 1991 había pasado a ser fuertemente curvilínea (en otras palabras, la modificación de los niveles de emisiones de CO₂ era cada vez mayor en respuesta a cada cambio en el PIB y en el nivel de desarrollo económico). También observaron que, durante un breve período a comienzos del decenio de 1970, y cada vez más desde 1982, la curva ambiental de Kuznets adquiría significación estadística. No obstante, llegaron a la conclusión de que esto no se debía a que los grupos de países pasasen por diferentes etapas de desarrollo, sino a las mejoras de la eficiencia de la producción en un reducido número de países desarrollados, junto con una menor eficiencia en los países de ingresos bajos y medios.

En el estudio de McCarney y Adamowicz (2005) examinado anteriormente también se estimó una curva ambiental de Kuznets para las emisiones de CO₂, en cuyo caso el punto de inflexión se situaba a niveles más bajos del ingreso per cápita en los países autocráticos que en los democráticos. Este resultado parecería indicar que las emisiones comenzarían a disminuir a niveles más bajos de ingresos en los países autocráticos que en los más democráticos.

En otros estudios empíricos se llegó a la conclusión de que no hay una curva ambiental de Kuznets para las emisiones de gases de efecto invernadero. Según un estudio del Banco Mundial (1992), las emisiones de CO₂ per cápita aumentan invariablemente a medida que crece el ingreso. El estudio de Shafik (1994) demuestra que, aunque algunos indicadores ambientales (como el abastecimiento de agua y el saneamiento) mejoran al subir los ingresos, otros (como las partículas y los óxidos de azufre) se deterioran inicialmente antes de mejorar con el tiempo, mientras que otros se deterioran

de forma constante (emisiones de dióxido de carbono, oxígeno disuelto en los ríos y desechos sólidos municipales, por ejemplo).

Moomaw y Unruh (1997) identificaron 16 países (un subconjunto de miembros de la OCDE) que experimentaron un crecimiento sostenido del ingreso con niveles estables o decrecientes de emisiones de CO₂ per cápita. A continuación, utilizando estos 16 países, compararon dos modelos -una curva ambiental de Kuznets y lo que ellos llaman un modelo de transición estructural de las emisiones de CO₂ per cápita y el PIB per cápita- para ver cuál de los dos modelos correspondía a la experiencia de esos 16 países. Con el modelo de transición estructural se trató de encontrar un cambio súbito en la pauta de los datos y relacionarlo con un acontecimiento que pudiera haberlo precipitado. Los autores comprobaron que las mejoras de los niveles de emisiones de CO₂ per cápita no correspondían a los niveles de ingresos, sino que estaban estrechamente asociadas a acontecimientos históricos relacionados con la crisis de los precios del petróleo del decenio de 1970 y a las políticas que se aplicaron a continuación. Concluyeron que la curva ambiental de Kuznets para las emisiones de CO₂ y los ingresos no constituía una indicación fiable del comportamiento futuro.

Utilizando datos más recientes relativos al período comprendido entre 1990 y 2003, Huang *et al.* (2008) trataron de comprobar la existencia de una curva ambiental de Kuznets para las emisiones de gases de efecto invernadero de las economías en transición y los países incluidos en el anexo II (Protocolo de Kyoto). Concluyeron que las pruebas disponibles para la mayoría de estos países no confirmaban la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets. En el estudio mencionado anteriormente tampoco Frankel y Rose (2005) pudieron determinar la existencia de una curva ambiental de Kuznets para las emisiones de CO₂.

También hay estudios de ámbito nacional. Aldy (2005) analizó las emisiones de CO₂ en diferentes Estados de los Estados Unidos entre 1960 y 1999, y pudo estimar curvas ambientales de Kuznets para las emisiones de CO₂ basadas en la producción y basadas en el consumo. Sin embargo, al comprobar la solidez

de estas relaciones, observó que las curvas ambientales de Kuznets estimadas parecían variar de un Estado a otro. Asimismo, en algunos Estados donde se dispone de datos no estacionarios sobre los ingresos y las emisiones (datos cuyas propiedades estadísticas varían con el tiempo), llegó a la conclusión de que la relación estimada entre ingresos y emisiones no reflejaba adecuadamente la situación real.

c) Evaluaciones ambientales de los acuerdos comerciales

Las evaluaciones ambientales de los acuerdos comerciales realizadas por países que negocian acuerdos multilaterales y bilaterales de libre comercio son otra posible fuente de información sobre el efecto que se prevé que tenga el comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero. Las negociaciones en el marco de la Ronda de Doha aún no han concluido, pero en los dos últimos decenios se han negociado y han entrado en vigor otros muchos acuerdos de libre comercio. Se han notificado a la OMC 243 acuerdos comerciales regionales que están actualmente en vigor.²¹

Un número significativo de acuerdos concertados durante el actual decenio han sido objeto de evaluaciones ambientales oficiales. Por lo que se refiere a los Miembros de la OMC, el Canadá²², las Comunidades Europeas²³ y los Estados Unidos²⁴, han exigido la realización de evaluaciones ambientales de los acuerdos comerciales que han suscrito. Un informe de la OMC (2007) contiene un inventario de las evaluaciones ambientales que se han notificado al Comité de Comercio y Medio Ambiente de la OMC.

Antes de examinar los resultados de esas evaluaciones, quizá convenga considerar sus limitaciones. En primer lugar, casi todas estas evaluaciones contienen un análisis de los probables efectos económicos, ambientales y, con frecuencia, también sociales de los acuerdos comerciales. Por ello, las conclusiones a que se llegó en los estudios, de haberlas, se refieren a los efectos previstos de los acuerdos comerciales más que a los efectos reales. Sólo en algunas de las evaluaciones ambientales se analizaron los efectos en el cambio climático; la mayoría de ellas se refieren a los efectos ambientales locales o internos. Quizás esto se deba a que no se incluyó en el ámbito



de evaluación un estudio sobre los efectos del cambio climático, o a que se consideró que el efecto del acuerdo comercial en las emisiones de gases de efecto invernadero sería insignificante. Por lo demás, aunque alguna de las evaluaciones aplica el marco de los efectos de escala, composición y tecnología, son pocas las que proporcionaron estimaciones cuantitativas del impacto que cada uno de esos efectos tendría como consecuencia del acuerdo comercial.

A pesar de sus limitaciones, estos estudios dan algunos indicios acerca de las cuestiones que preocupan a los negociadores comerciales y los grupos de la sociedad civil al examinar determinados acuerdos comerciales desde el punto de vista de sus probables efectos ambientales. En las evaluaciones ambientales relativas al Acuerdo de Libre Comercio entre Australia y Estados Unidos, el Acuerdo de Libre Comercio entre la UE y Chile, el Acuerdo de Asociación entre la UE y el MERCOSUR, la Zona euromediterránea de libre comercio y el Acuerdo de Libre Comercio de América del Norte, se examinaron sus consecuencias para el cambio climático.

Tanto Australia como los Estados Unidos realizaron sus propias evaluaciones ambientales sobre el Acuerdo de Libre Comercio entre Australia y los Estados Unidos. En el examen ambiental de los Estados Unidos no se tuvo en cuenta el cambio climático, pero en el estudio australiano se llegó a la conclusión de que el acuerdo de libre comercio implicaría un aumento significativo del transporte nacional e internacional, como resultado de lo cual aumentarían las emisiones de gases de efecto invernadero, al igual que otras formas de contaminación (Cebon, 2003).

El TLCAN es probablemente el acuerdo comercial que ha sido objeto de un examen más minucioso. La Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte, institución creada por el TLCAN, ha realizado o encargado muchos de estudios ambientales. En varios de ellos se han examinado los efectos del TLCAN en las emisiones de gases de efecto invernadero. El Simposio de América del Norte sobre análisis de los vínculos entre comercio y medio ambiente es una colección de 13 estudios sobre los efectos ambientales del TLCAN. En uno de ellos, "Corredores de transporte del TLC:

enfoques para evaluar los efectos ambientales y algunas opciones", se han podido evaluar, con cierto detalle, las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes del transporte por carretera y ferrocarril relacionado con el comercio dentro de la región del TLCAN (CEC, 2002).

Las mercancías de América del Norte se transportan por diversos medios -carretera, ferrocarril, vías navegables, vía aérea y tuberías-, pero se consideró que el transporte por carretera y ferrocarril eran los que producían más emisiones de gases de efecto invernadero y los que representaban un riesgo mayor para la calidad del aire. Se seleccionaron para el análisis varias de las principales rutas de transporte (o "corredores de transporte") del comercio del TLCAN: Vancouver-Seattle, Winnipeg-Fargo, Toronto-Detroit, San Antonio-Monterrey y Tucson-Hermosillo. En el estudio se determinaron las corrientes de productos actuales y previstas, el volumen de tráfico en vehículos de carga y los niveles de emisiones de cada uno de esos corredores de transporte. Se examinaron también varias emisiones de contaminantes atmosféricos, con inclusión de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La principal conclusión del estudio es que las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el comercio aumentarán considerablemente de aquí al año 2020. Utilizando el crecimiento estimado de aquí al año 2020 como base para la comparación, se calculó que las emisiones de dióxido de carbono resultantes del comercio del TLCAN aumentarían entre 2,4 y 4 veces con respecto a sus niveles actuales en los cinco corredores. No obstante, el estudio indica algunas posibilidades de reducir los niveles de emisiones relacionadas con el comercio mediante la aplicación de estrategias de atenuación. Por ejemplo, la reducción de las millas recorridas por vehículos vacíos (consiguiendo que los vehículos que transportan mercancías de un punto a otro transporten una carga diferente en el viaje de vuelta) reducirían todas las emisiones de contaminantes resultantes del comercio.

Tomando como base el análisis del corredor Toronto-Detroit, la reducción del porcentaje de camiones vacíos del 15 por ciento al 10 por ciento eliminaría más de 0,5 tm de óxido de nitrógeno y 600 tm de dióxido de

carbono cada día para el año 2020 (5 por ciento del total producido por los camiones comerciales). En el estudio se indica que los principales corredores de transporte entre los Estados Unidos y México podrían conseguir reducciones aún mayores mediante la aplicación de una estrategia de mitigación semejante.

En varios estudios realizados en 1999 también se consideraron las emisiones de gases de efecto invernadero de diversos sectores en los que se preveía que el TLCAN tuviera efectos significativos (CCA, 1999b, 1999c, 1999d). Un estudio sobre el ganado “de engorde” (es decir, el ganado engordado para su consumo) indicó que las emisiones de metano del ganado eran motivo de preocupación ambiental. Se llegó a la conclusión de que, aunque esas emisiones continuaban siendo un problema, el aumento de la eficiencia de la alimentación del ganado vacuno, junto con la selección genética de los hatos, podría reducir las emisiones totales de metano.

Un segundo estudio se centró en el sector de la generación de electricidad en los países del TLCAN, pero incluía también en su análisis industrias situadas en fases anteriores de la cadena de suministro que constituyen las principales fuentes de combustible utilizado para la generación de electricidad (en particular el carbón, el gas natural y las instalaciones hidroeléctricas). Se llegó a la conclusión de que las presiones ambientales resultantes del aumento de la demanda y del comercio de electricidad en el Canadá, México y los Estados Unidos dependerán de dos factores clave: los reglamentos nacionales sobre protección ambiental que rigen el funcionamiento de las centrales existentes y la repercusión de las nuevas tecnologías de generación de electricidad en la producción de combustible.

En la evaluación ambiental del Acuerdo de Libre Comercio entre la UE y Chile efectuada por la UE no se tuvo en cuenta el impacto global de ese acuerdo en las emisiones de gases de efecto invernadero. En cambio, se examinó el efecto del acuerdo en el sector forestal, cuya explotación comercial se ha basado cada vez más en plantaciones forestales. La evaluación previó que el crecimiento de la demanda de productos forestales se cubriría con productos obtenidos de las plantaciones. Llegó a la conclusión de que éstas podrían desacelerar

el cambio climático captando el dióxido de carbono, lo que contribuiría a la reducción de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera.

Con respecto al Acuerdo Euromediterráneo de Libre Comercio, la evaluación de la UE previó que tendría un efecto global desfavorable en el cambio climático, debido al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes del incremento del transporte y a los cambios en las pautas de consumo de los países asociados mediterráneos. Se observó que, en principio, el efecto de escala -que es resultado del aumento del comercio y de los consiguientes incrementos de la producción y el consumo- puede contrarrestarse mediante la tecnología o la reglamentación. No obstante, no se analizó ninguna medida para reforzar los efectos positivos a fin de contrarrestar los negativos. En cambio, en la evaluación se indicó que el acuerdo de libre comercio daría lugar a una mejora económica general, parte de la cual podría orientarse hacia medidas para mitigar los efectos previstos en el cambio climático.

En el marco de su evaluación del impacto de los acuerdos comerciales en la sostenibilidad, la UE examinó el probable impacto del Acuerdo de Asociación entre la UE y el MERCOSUR (Universidad de Manchester, 2007), y llegó a la conclusión de que los efectos que el acuerdo comercial propuesto tendría en el cambio climático eran contrapuestos.²⁵ Habría una pequeña reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero como consecuencia de la reasignación de la producción entre el MERCOSUR y la UE. Un acuerdo de libre comercio podría contribuir a reducir el consumo de energía durante la producción, porque la mayoría de las actividades manufactureras con mayor intensidad de energía se transferirían a Europa donde, en general, las empresas consumen menos energía que las del MERCOSUR.

La disminución del consumo de energía y el aumento del uso de gas natural provocarían una pequeña disminución de las emisiones totales de dióxido de carbono resultantes de la producción en los países del MERCOSUR y en la UE. No obstante, en el estudio se llegó a la conclusión de que este efecto se vería contrarrestado por un aumento mayor de las emisiones



de dióxido de carbono como consecuencia del aumento del transporte internacional. En conjunto, el acuerdo de asociación podía provocar un aumento de las emisiones mundiales de CO₂ de aproximadamente el 0,15 por ciento como consecuencia de la plena liberalización de la agricultura y de los productos manufacturados.

d) Otros enfoques

En vez de calcular el impacto de la apertura del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero, algunos estudios han intentado explicar la contribución del comercio internacional a las emisiones de CO₂. Por ejemplo, Peters y Hertwich (2008a, 2008b) sugirieron que el 21,5 por ciento de las emisiones mundiales de CO₂ son consecuencia del comercio internacional. El Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo y la Universidad de Sydney han realizado estudios parecidos para estimar las emisiones de CO₂ asociadas con el comercio del Reino Unido (Wiedmann *et al.*, 2007).²⁶ Lo que estos estudios tienen en común es que calculan las emisiones asociadas con el consumo, y no las resultantes de la producción.

Como el consumo, por definición, pasa por el comercio (consumo = producción + importaciones - exportaciones), es necesario estimar las emisiones de CO₂ “incorporadas” en el comercio.²⁷ (En la práctica, los estudios utilizan las emisiones resultantes de la producción de las mercancías objeto de comercio para calcular las emisiones “incorporadas” en el comercio.) No obstante, estas estimaciones no significan que de paralizarse el comercio internacional se eliminará el 21,5 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que los productos importados serían reemplazados por productos nacionales y, éstos a su vez, se convertirían en fuente de emisiones.

También se han realizado estudios en que se utiliza el mismo enfoque, pero aplicado a países específicos o a dos interlocutores comerciales, como los llevados a cabo por McGregor *et al.* (2008), que estimaron el volumen de emisiones de CO₂ incorporadas en el comercio entre Escocia y el resto del Reino Unido; por Shui y Harriss (2006), que consideraron las emisiones de CO₂ incorporadas en el comercio entre los Estados Unidos y China; y por Sanchez-Choliz y Duarte (2004), que

examinaron las emisiones de CO₂ incorporadas en el comercio internacional de España.

4. Comercio y transporte

Una cuestión importante en lo que respecta al papel del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero es su relación con los servicios de transporte. Participan en el comercio internacional países que se especializan en la producción y exportación de mercancías en que tienen una ventaja comparativa y que importan otras mercancías de sus interlocutores comerciales en cuyo caso no tienen esa ventaja. Este proceso de intercambios internacionales exige que las mercancías se transporten del país de producción al país de consumo, por lo que es probable que una expansión del comercio internacional dé lugar a una mayor utilización de los servicios de transporte.

El comercio de mercancías puede realizarse por aire, carretera, ferrocarril y vías navegables, o por oleoductos en el caso del petróleo. En la mayoría de los casos, en el comercio internacional de mercancías se utiliza más de un modo de transporte, ya que incluso las mercancías que se transportan por aire o por mar deben trasladarse también por tierra hasta el puerto marítimo o el aeropuerto, y en general se utiliza el transporte terrestre en el último tramo hasta llegar al consumidor final.

A nivel mundial, el transporte marítimo representa el grueso del volumen de transporte comercial internacional y una parte significativa de su valor. Si se excluye el comercio entre países de la UE, la carga transportada por vía marítima representó en 2006, según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) (2007b), el 89,6 por ciento del volumen del transporte comercial mundial; el transporte terrestre y otros medios de transporte (incluidos los oleoductos) sumaban otro 10,2 por ciento, mientras que el 0,27 por ciento restante correspondía al transporte aéreo (véase la Figura 2). En valor, correspondió al transporte marítimo el 70,1 por ciento del transporte comercial mundial, al transporte aéreo el 14,1 por ciento y al transporte terrestre y otros medios de transporte el 15,8 por ciento restante.²⁸ Desde 2000, la parte del volumen representado por cada uno de estos medios de transporte parece haber variado

muy poco, y la correspondiente al transporte marítimo se había mantenido prácticamente sin cambios en un 89 por ciento. En cambio, la parte correspondiente al valor ha variado más, y la del transporte marítimo ha oscilado entre el 64 y el 70 por ciento.

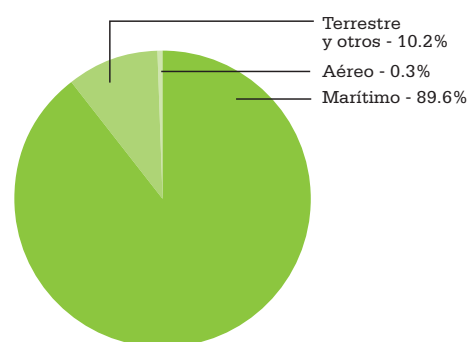
Si se incluye el comercio entre países de la UE modifica un poco la situación. La Lloyd's Maritime Intelligence Unit (MIU) estimó que en volumen el comercio por vía marítima representaba el 76,5 por ciento del transporte comercial internacional y el transporte aéreo el 0,3 por ciento, mientras que la parte del transporte terrestre era del 15,9 por ciento y la del realizado por tuberías el 7,3 por ciento. Por lo que respecta al valor, correspondía al transporte marítimo el 58 por ciento del total, al transporte aéreo el 11 por ciento, al transporte terrestre el 39 por ciento y al transporte por tuberías el 2 por ciento.²⁹ La reducción aparente de la parte del transporte marítimo puede explicarse por el hecho de que sólo una pequeña proporción del comercio en el interior de la UE -el 18,1 por ciento del volumen- se realiza por vía marítima, a pesar de que el 71,7 por ciento de su comercio con el resto del mundo se realiza por mar (OCDE, 2006a).

La importancia de los distintos modos de transporte varía considerablemente entre regiones. En los países que tienen una frontera terrestre común se transporta una parte mayor del comercio por vía terrestre. Hummels (2007) estima que en América del Norte del 25 al 35 por ciento en valor del comercio se transporta por tierra. La OCDE (2006a) estimó que, en 2004, el 31,1 por ciento del comercio en el interior de la UE se transportó por carretera, otro 6,1 por ciento por ferrocarril y un 7,7 por ciento por tuberías. La contribución del comercio internacional al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el transporte terrestre se ha destacado en varias evaluaciones ambientales de los acuerdos comerciales regionales, como el TLCAN (evaluaciones que se examinan en la subsección precedente). En cambio, en los países de África, Oriente Medio y Asia, sólo entre el 1 y el 5 por ciento del valor del comercio se realiza con países vecinos, por lo que, el grueso del comercio se transporta por mar o por aire.

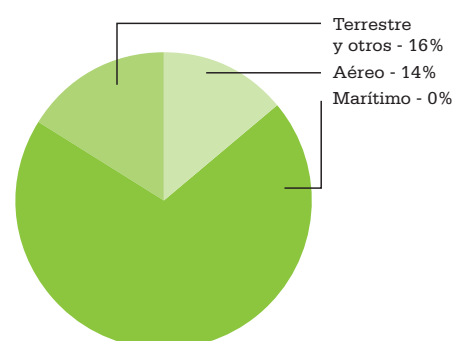
La mayor parte del comercio internacional se transporta por vía marítima, pero el volumen de las mercancías transportadas por vía aérea (en toneladas/kilómetros) aumenta rápidamente: entre 1951 y 2004 aumentó un 11,7 por ciento anual, aproximadamente el doble que otros modos de transporte del comercio mundial.³⁰ Este aumento comparativamente más rápido del transporte aéreo para el envío de mercancías puede explicarse por las mejoras tecnológicas (por ejemplo, la invención y el uso generalizado del reactor) que han provocado un fuerte descenso del costo del transporte aéreo, por una caída de la relación entre el valor y el peso de las mercancías manufacturadas y por la creciente importancia de la velocidad en el comercio internacional (Hummels, 2007). Con todo, excepción

FIGURA 2: Modos de transporte del comercio internacional, 2006

[A] EN VOLUMEN



[B] EN VALOR



Fuente: UNCTAD (2007b).

Nota: En los datos utilizados no se incluye el comercio entre países de la UE.

hecha de los vehículos con motor diesel, el modo de transporte más contaminante es la aviación, tanto de transporte de pasajeros como de carga (Chapman, 2007), lo que puede plantear un desafío cada vez más importante, ya que es probable que el uso de servicios aéreos para el transporte internacional de mercancías aumente con mayor rapidez que el de otros medios de transporte.

El petróleo suministra el 95 por ciento del total de la energía utilizada en el transporte mundial -por lo que el sector del transporte es una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero-.³¹ No obstante, hay importantes diferencias en la contribución de los distintos modos de transporte a las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía. En un informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (Kahn Ribeiro *et al.*, 2007) publicado recientemente se estimó que en torno al 74 por ciento de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía en el sector de transporte, tanto de mercancías como de pasajeros, se debía al transporte por carretera, y otro 12 por ciento correspondía al transporte aéreo.³² Conviene señalar que, como aquí sólo se tienen en cuenta las emisiones relacionadas con el comercio internacional, estas cifras sobrevaloran la aportación de estos dos modos de transporte, ya que incluyen las emisiones producidas durante el transporte de pasajeros.

En lo que respecta al transporte marítimo, la Organización Marítima Internacional (OMI) terminó recientemente su estudio de las emisiones de CO₂ de los buques (OMI, 2008).³³ El informe incluye varios elementos: i) un inventario de las actuales emisiones de CO₂ procedentes del transporte marítimo internacional (buques mercantes de más de 100 toneladas de registro bruto³⁴; ii) una comparación entre las emisiones de CO₂ de diferentes tipos de buques con las emisiones de otras procedencias en el sector del transporte; y iii) estimaciones de las emisiones futuras de CO₂ resultantes del transporte marítimo internacional. Por lo que respecta al año 2007, en su estudio la OMI estimó que las emisiones de CO₂ procedentes del transporte marítimo internacional ascenderán a unos 843 millones de toneladas de CO₂, es decir, el 2,7 por ciento del total mundial de emisiones de CO₂ generados por la actividad humana.

Además, en el estudio de la OMI se comparó el índice de “eficiencia en materia de emisiones de carbono” de los buques (según la definición de la OMI, eficiencia relativa al CO₂ = CO₂/tonelada-kilómetro) con la de otros modos de transporte. Cuanto más bajo es ese índice, mayor es la eficiencia de un modo de transporte por lo que respecta a las emisiones de carbono. El índice más bajo corresponde al transporte marítimo. Se compara también la parte de cada modo de transporte en el total de emisiones de CO₂ del sector y se obtienen cifras semejantes a las del informe del IPCC (Kahn Ribeiro *et al.*, 2007): el transporte por carretera representó la mayor parte de las emisiones (72,6 por ciento), seguido del transporte marítimo internacional (11,8 por ciento), la aviación (11,2 por ciento) y, por último, el transporte ferroviario (2 por ciento).³⁵

Finalmente, en el estudio se utilizó el informe especial del IPCC sobre escenarios de emisión para estimar las emisiones futuras de CO₂ procedentes del transporte marítimo internacional. En el escenario básico de la OMI se prevé que las emisiones del transporte marítimo internacional aumentarán, con respecto a los niveles actuales, entre el 125,7 por ciento y el 218 por ciento de aquí al año 2050.³⁶ Se prevé también que el aumento a lo largo del decenio siguiente (hasta 2020) oscilará entre un mínimo del 9,7 por ciento y un máximo del 25,5 por ciento con respecto a los actuales niveles de emisión.³⁷

La mayor parte del comercio internacional se transporta por vía marítima (90 por ciento si se calcula en función del peso y 70 por ciento en función del valor). Parece que esta proporción se ha mantenido constante, al menos desde 2000, a pesar del rápido aumento del transporte aéreo. Entre los diferentes modos de transporte, el transporte marítimo es también el más eficiente en lo que respecta a las emisiones de dióxido de carbono. Es importante tenerlo en cuenta al evaluar la contribución del comercio a las emisiones relacionadas con el transporte. No obstante, no debería servir de excusa para la inactividad, ya que hay señales de alerta que indican que, si no se introducen cambios importantes en las políticas o en los reglamentos, las emisiones de CO₂ resultantes del transporte marítimo internacional aumentarán de forma significativa en los cuatro decenios próximos.

B. Contribución del comercio y de la apertura del comercio a los esfuerzos de mitigación y adaptación

Como se ha indicado en la sección anterior, el efecto de tecnología puede ser un mecanismo importante a través del cual la apertura del comercio puede mitigar el cambio climático. Un comercio más abierto puede aumentar la disponibilidad de bienes y servicios con mayor eficiencia energética. El aumento de los ingresos resultante de la apertura del comercio puede ocasionar una mayor demanda de calidad ambiental, y, por ende, una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Análogamente el comercio (o la apertura del comercio) facilita la difusión de un país a otro de las innovaciones tecnológicas que son útiles para mitigar el cambio climático. Asimismo, la apertura de los mercados internacionales podría ayudar a los países a adaptarse a las perturbaciones de la oferta ocasionadas por el cambio climático, como la escasez de suministros alimentarios.

1. Difusión de tecnologías gracias al comercio

El comercio internacional puede ser un medio de difundir nuevas tecnologías y conocimientos técnicos (Grossman y Helpman, 1991). La difusión internacional de la tecnología es importante en vista de que los gastos en investigación y desarrollo (I+D) a nivel mundial están distribuidos de forma muy asimétrica. Coe, Helpman y Hoffmaister (1997) estiman que el 96 por ciento del gasto mundial en I+D corresponde a un reducido grupo de países industrializados. La distribución de los gastos en I+D es aún más asimétrica que la de los ingresos mundiales. Keller (2004) observó que en 1995 correspondía a los países del G-7 (principales países industrializados del mundo) el 84 por ciento de los gastos mundiales en I+D, aunque sólo representaban el 64 por ciento del producto interno bruto (PIB) mundial. Desde Solow (1956), los economistas han comprendido la importancia del cambio tecnológico para aumentar la productividad y respaldar el crecimiento económico. Cuanto mayor es la exposición de un país a la economía internacional,

mayores son los beneficios que puede obtener de las actividades de investigación y desarrollo realizadas en otros países (Helpman, 1997).

Cabe pensar que el comercio podría desempeñar un papel semejante en la difusión de tecnologías que mitiguen el cambio climático. Según la información disponible, el 90 por ciento de la “industria de los bienes y servicios ambientales” está en países miembros de la OCDE.³⁸ Como muchos países de la OCDE fueron los primeros en adoptar medidas para mitigar el cambio climático, la distribución, ya poco equilibrada, de los conocimientos tecnológicos corre peligro de aumentar aún más, porque la adopción de tales medidas genera otras innovaciones en materia de tecnología ambiental en los países de la OCDE. Porter y van der Linde (1995) sostienen que el cumplimiento por las empresas nacionales de los reglamentos ambientales puede generar innovaciones tecnológicas, y que esas invenciones reducirán el costo de la observancia para esas empresas.³⁹ La existencia de efectos de difusión de la tecnología relativa al cambio climático (es decir, las transferencias de conocimientos tecnológicos de un país a otro) es uno de los mecanismos gracias al cual los propios países en desarrollo pueden beneficiarse de las innovaciones introducidas en los países de la OCDE en su lucha contra el cambio climático. La sección III.B contiene información sobre la apertura del comercio de mercancías que puede atenuar las emisiones de gases de efecto invernadero.

La difusión de tecnologías a través del comercio puede hacerse de distintas maneras (Grossman y Helpman, 1991; Helpman, 1997). Como se explica en la sección I.B. 4 a), una de ellas consiste en importar las innovaciones incorporadas en los productos intermedios (es decir, los productos fabricados o elaborados que se utilizan en ulteriores procesos de producción) y los bienes de equipo (por ejemplo, maquinaria o equipos utilizados en la producción de otros bienes y servicios) que un país no podría haber producido por sí solo. Una segunda posibilidad consiste en transferir conocimientos acerca de los nuevos métodos de producción y diseño de los países desarrollados. En tercer lugar, el comercio internacional puede aumentar las posibilidades de adaptar las tecnologías extranjeras a las condiciones locales. Finalmente, las oportunidades



de aprendizaje resultantes de las relaciones económicas internacionales reducirán el costo de las futuras actividades de innovación e imitación, haciendo que sean más accesibles para los países en desarrollo.

Los estudios en que se examinan las pruebas de la relación entre comercio internacional y difusión de la tecnología se han centrado en el comercio de productos intermedios (Coe y Helpman, 1995) y en el de bienes de equipo (Xu y Wang, 1999; Eaton y Kortum, 2001). También hay estudios basados en las solicitudes de patentes, en los que se examina la forma en que las empresas adquieren tecnología extranjera. Indican que los contactos de los extranjeros a través del comercio y de la inversión extranjera directa facilitan la transferencia de tecnología extranjera (Globerman *et al.*, 2000). En su estudio de las publicaciones acerca de este tema, Keller (2004) y Acharya y Keller (2007) llegaron a la conclusión de que las importaciones desempeñan un papel importante en la difusión internacional de tecnología.

Sijm *et al.* (2004) examinaron los estudios publicados sobre la transferencia de conocimientos tecnológicos de un país a otro. Sostienen que los conocimientos tecnológicos disponibles en los países incluidos en el anexo I del Protocolo de Kyoto tienen una influencia positiva en los países no incluidos en dicho anexo, ya que se transfieren gracias al comercio exterior y a la educación. No obstante, los autores también indican que esto no se ha cuantificado de forma fiable, lo que da pie a interesantes posibilidades de investigación. Podrían realizarse estudios empíricos que documenten el alcance de esos efectos de difusión y el papel que el comercio desempeña en la difusión internacional de tecnologías relacionadas con el cambio climático.

2. El comercio como medio de adaptación económica al cambio climático

El cambio climático amenaza con perturbar las condiciones en que se producen y consumen una gran variedad de bienes y servicios que son importantes para el bienestar económico. El comercio puede aumentar la vulnerabilidad de algunos países al cambio climático obligándoles a especializarse en productos

en los que tienen una ventaja comparativa y a recurrir a las importaciones para atender a sus necesidades de otros bienes y servicios. Esos países pueden llegar a ser vulnerables si el cambio climático provoca una interrupción del suministro de los bienes y servicios que importan. Por otro lado, el comercio también puede ser una forma de salvar las diferencias entre las condiciones de oferta y las de demanda, de manera que, si el cambio climático provoca escasez de determinados bienes y servicios en un país, éste pueda recurrir a los países donde se sigue disponiendo de esos bienes y servicios. Por ello, aparte de sus efectos de mitigación, el comercio puede contribuir a ayudar a la humanidad a adaptarse a las consecuencias de un futuro más caluroso.

Como se explica en la parte I, es probable que el cambio climático influya significativamente en la producción agrícola. Sin comercio, los países donde se produzcan cambios climáticos y un descenso de los rendimientos agrícolas tendrán que afrontar enormes desafíos para contar con suministros adecuados de alimentos y materias primas agrícolas para su población. Gracias al comercio internacional el mundo puede amortiguar la gravedad de los efectos del cambio climático en la agricultura mundial, ya que hace posible que un país recurra a los suministros de sus interlocutores comerciales para satisfacer parte de su demanda de alimentos y materias primas agrícolas. Sin embargo, el alcance de esta función protectora del comercio internacional depende de la forma en que la escasez o la abundancia económica se transmita en forma de cambios en los precios de los diferentes mercados (es decir, la subida de los precios agrícolas en respuesta a la escasez o su caída en situaciones de abundancia).

Cuando los precios están distorsionados por el recurso a ciertas medidas comerciales, la contribución que el comercio puede aportar para ayudar a los países a adaptarse al cambio climático puede verse reducida significativamente. Como se ha dicho antes si un país pasa a ser vulnerable a los efectos del cambio climático porque se ha especializado en determinados sectores de la producción (por ejemplo, un país que se especializa en minería, o en fabricación de piezas para automóviles, pero que tiene un sector agrícola muy pequeño), la situación se deteriorará forzosamente si sus

interlocutores restringen el comercio para salvaguardar sus propios suministros.

En varios estudios económicos se ha simulado la forma en que el comercio podría ayudar a reducir el costo de adaptación al cambio climático en los sectores de la agricultura o la alimentación.

Reilly y Hohmann (1993) utilizaron el modelo de simulación de la política mundial (SWOPSIM) de los mercados mundiales de la alimentación para simular el efecto de una serie de escenarios del cambio climático dejando que los países se ajustaran en parte a estos efectos mediante el comercio. En esos escenarios se suponía que los rendimientos bajarían entre el 10 y el 50 por ciento en los Estados Unidos, el Canadá y las Comunidades Europeas, y se mantendrían sin cambios en las regiones de latitud elevada (ex Unión Soviética, Europa Septentrional, China, el Japón, la Argentina y el Brasil) y el resto del mundo. Los autores comprobaron que, incluso en el supuesto que se produjeran grandes reducciones de los rendimientos alimentarios, las pérdidas de bienestar económico son pequeñas en relación con el PIB (entre varios centésimos y varios décimos de punto porcentual) en todos los países incluidos en el estudio. También indicaron que Australia y China experimentarían grandes progresos netos (entre el 2 y el 6 por ciento de su PIB). Los resultados que obtuvieron ilustran la importancia del comercio internacional en la promoción de los ajustes interregionales de la producción y el consumo y, por lo tanto, en la reducción de los costos generados por el cambio climático.

En el estudio de Rosezweig *et al.* se consideró el efecto que una mayor liberalización del comercio agrícola tendría en la capacidad mundial de adaptarse al cambio climático. Se estimaron las posibles variaciones del rendimiento de algunos cultivos importantes (trigo, arroz, maíz y soja) debidas al cambio climático. Se consideraron varios escenarios del cambio climático para estimar esos cambios del rendimiento, partiendo de la hipótesis de que los niveles de CO₂ (hasta 555 partes por millón) se duplicarían de aquí al año 2060. Se utilizaron tres modelos de circulación general (modelos informáticos avanzados que incorporan observaciones detalladas de diversos fenómenos atmosféricos y

otros factores, que se utilizan para estudiar las pautas climáticas pasadas, actuales y futuras) con el fin de obtener varios de estos escenarios del cambio climático. Los modelos utilizados procedían del Goddard Institute for Space Studies, el Geophysical Fluid Dynamics Laboratory y la United Kingdom Meteorological Office. A continuación, los cambios proyectados se incorporaron a un modelo informático del comercio mundial de alimentos -el Sistema Básico Vinculado- y se generaron proyecciones del mercado alimentario mundial de aquí al año 2060. Se comprobó que, como consecuencia de la apertura del comercio, los efectos globales debidos al cambio climático se reducirían levemente. Las subidas de precios serían ligeramente inferiores a las que tendrían lugar sin una apertura total del comercio, y habría unos 100 millones menos de personas que pasarían hambre (con respecto al caso de referencia de unos 640 millones en 2060).

En su estudio, Hertel y Randy (2000) también se centraron en las políticas comerciales del sector agrícola y en su repercusión en la adaptación al cambio climático. Destacaron la importancia de reducir o eliminar las medidas que distorsionan el comercio, como las subvenciones, a fin de que el comercio internacional sea un instrumento más eficaz de adaptación al cambio climático. Los escenarios en que el comercio internacional ayuda a un país a adaptarse al cambio climático producen invariablemente aumentos netos del bienestar económico mundial. Con todo, el comercio internacional contribuye de manera más eficiente a la adaptación económica cuando se eliminan las subvenciones agrícolas. Los progresos del bienestar económico mundial son casi seis veces mayores cuando las subvenciones se eliminan por completo, porque las subvenciones cuantiosas a la agricultura agravan las ineficiencias del sistema agrícola mundial.⁴⁰

No obstante, conviene no olvidar otros estudios que demuestran que la apertura del comercio agrícola puede incrementar las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, en un estudio efectuado recientemente por Verburg *et al.* (2008) se emplea el modelo informatizado de equilibrio general “Proyecto de análisis del comercio mundial” (GTAP), junto con el “Modelo integrado para evaluar el medio ambiente mundial” (IMAGE), para simular las consecuencias



a largo plazo que tendría la eliminación de todos los obstáculos al comercio en la agricultura, en particular en el sector del ganado de leche, para los niveles de emisiones mundiales.

Los autores empezaron por establecer un punto de referencia: el escenario en que “todo sigue igual”. En ese supuesto, de aquí al año 2050 las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) metano y óxido nitroso (N₂O) serán un 63, un 33 y un 20 por ciento mayores, respectivamente, que en 2000. Los autores simularon varios escenarios de apertura del comercio. La plena apertura del comercio agrícola agregaría un 50 por ciento adicional de emisiones de CO₂ al escenario de referencia de aquí al año 2015. Sin embargo, este aumento inicial de las emisiones disminuiría con el tiempo, de manera que las emisiones de CO₂ en 2050 serían un 30 por ciento inferiores a las del escenario de referencia. La liberalización completa daría lugar a un 1,7 por ciento adicional de emisiones de N₂O para 2015, pero luego se registraría un descenso, de manera que para 2050 las emisiones de N₂O serían iguales a las del escenario de referencia. Las emisiones de metano son las únicas que en 2050 habrían aumentado (un 5 por ciento adicional) con respecto al escenario de referencia. A pesar de esta complicada evolución a lo largo del tiempo, los autores consideraron que el escenario de la liberalización completa daría lugar a un pequeño aumento general de las emisiones de gases de efecto invernadero de aquí al año 2050.⁴¹

En vista de las incertidumbres acerca del impacto del cambio climático en los rendimientos de las diferentes regiones y de los prolongados períodos utilizados en estas simulaciones, los resultados de esos estudios no deberían considerarse en absoluto como pronósticos o previsiones. De todas formas, permiten insistir en el papel que puede desempeñar el comercio internacional para ayudar a las economías a adaptarse a los cambios que ocurran en la localización interregional de la producción agrícola como consecuencia del cambio climático.

C. Posible repercusión del cambio climático en el comercio

Hasta ahora se ha examinado la forma en que el comercio puede influir en las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuir a mitigar el cambio climático o a ayudar a los países a adaptarse al calentamiento futuro. Sin embargo, la relación entre comercio y cambio climático no va en un solo sentido, ya que los procesos físicos relacionados con el cambio climático también pueden influir en la estructura y el volumen de las corrientes del comercio internacional. El presente examen será breve, ya que son pocos los estudios en que se ha analizado esta relación específica con el comercio y que en la sección I.A figura información más detallada sobre los efectos del cambio climático.

Parecería que el cambio climático tiene dos efectos probables en el comercio internacional. En primer lugar, el cambio climático puede modificar las ventajas comparativas de los países y provocar modificaciones de la estructura del comercio internacional. Este efecto será mayor en los países cuya ventaja comparativa se debe a razones climáticas o geofísicas. Los países o regiones que dependen más de la agricultura pueden experimentar una reducción de sus exportaciones si el calentamiento futuro y el aumento de la frecuencia con que se producen episodios atmosféricos extremos provocan una reducción de los rendimientos agrícolas.

El calentamiento no siempre tiene efectos negativos en las exportaciones, ya que puede provocar un aumento de los rendimientos agrícolas en otras regiones. Estos efectos del cambio climático no se limitarán necesariamente al comercio de mercancías y podrían ampliarse también al intercambio de servicios. El éxito de muchos destinos turísticos depende de los activos naturales (por ejemplo, playas, mares limpios, clima tropical o nevadas abundantes). La subida del nivel del mar o cambios de las pautas climatológicas podrían privar a los países de esos activos. Naturalmente, podría decirse que la ventaja comparativa nunca es permanente. Los avances tecnológicos, los cambios en las preferencias de los consumidores y la modificación de las políticas económicas transforman constantemente las economías y modifican las ventajas económicas relativas de las naciones y su competitividad general.

De todas formas, en la medida en que los efectos del cambio climático pueden producirse de forma brusca o en que los países pueden no estar bien preparados, esos ajustes pueden resultar costosos. En este contexto, el comercio internacional puede llegar a ser un importante medio de adaptación.

En segundo lugar, el cambio climático puede aumentar la vulnerabilidad de las cadenas de suministro, transporte y distribución de que depende el comercio internacional. El Cuarto informe de evaluación del IPCC hace referencia a algunas de esas vulnerabilidades (Wilbanks *et al.*, 2007a). Los acontecimientos atmosféricos extremos, como los huracanes, pueden provocar el cierre temporal de puertos o rutas de transporte y dañar parte de la infraestructura imprescindible para el comercio. Las rutas de

transporte en las zonas en que hay permafrost (suelo permanentemente helado) pueden verse afectadas negativamente por la subida de las temperaturas, que reduciría el período durante el que serían transitables las carreteras en invierno. Las infraestructuras costeras y las instalaciones de distribución son vulnerables a los daños provocados por las inundaciones. El transporte de carga a granel por vías navegables interiores, como el Rin, podría verse perturbado durante las sequías. Las perturbaciones de las cadenas de suministro, transporte y distribución harían que aumentaran los costos del comercio internacional. El aumento de los costos del comercio sería perjudicial para el comercio en general, pero muchos países en desarrollo cuya integración a la economía mundial depende de su participación en las cadenas de producción internacionales pueden ser más vulnerables que los países desarrollados.



Notas al final

- 1 Véase, por ejemplo, Markusen (1975a y 1975b), Bui (1993 y 1998), Barrett (1997) y Nordhaus (1997).
- 2 Véase el cuadro A1 OMC (2008b).
- 3 Según cálculos basados en datos del cuadro A1 OMC (2008b) y el cuadro F-5 de Maddison (2001).
- 4 OMC (2008c), página 17.
- 5 WTO Press/520/Rev.1.
- 6 Se han empleado otros enfoques o metodologías para estudiar el impacto ambiental de los acuerdos comerciales. Véanse, por ejemplo, PNUMA (2001), Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA, 1999a, 1999e), y la evaluación del impacto de la sostenibilidad de las Comunidades Europeas (Kirkpatrick *et al.*, 2002). Algunos de los resultados de estas metodologías se examinarán en la sección sobre la evaluación ambiental de los acuerdos comerciales.
- 7 La escala de la economía (S^A) antes de la liberalización puede definirse como: $S^A = \sum_i p_i^A x_i^A$, donde p_i^A es el precio mundial y x_i^A es el volumen del producto i antes de la liberalización. La suma debe aplicarse a todos los bienes N producidos en la economía. La escala de la economía después de la liberalización es $S^F = \sum_i p_i^F x_i^F$, donde x_i^F es el volumen del producto i después de la liberalización. El efecto escala está representado por el cambio porcentual de S después de la liberalización, utilizándose los precios mundiales anteriores a la liberalización p_i^A para valorar el nuevo nivel de la producción interna. Así pues, el efecto escala es igual a $100 * [(S^F / S^A) - 1] = 100 * \{[\sum_i (p_i^A x_i^F) / \sum_i (p_i^A x_i^A)] - 1\}$.
- 8 En los manuales sobre liberalización del comercio, a menudo se supone que todos los factores de producción están plenamente empleados. En tal caso, el efecto escala revelará los cambios ocurridos en la composición de la producción en respuesta a la apertura del comercio.
- 9 Esta observación se basa en la teoría tradicional del crecimiento (Solow, 1956) y en la nueva (Romer, 1986; 1990). La teoría tradicional no explica cómo se produce el progreso tecnológico; en cambio, según la nueva teoría la adquisición de conocimientos tecnológicos a través de la investigación y el desarrollo, por ejemplo, es parte integrante del modelo de crecimiento.
- 10 Estos estudios incluyen los de Rivera-Batiz y Romer (1991), Grossman y Helpman (1991), Peretto (2003) y Aghion *et al.* (2005).
- 11 Copeland y Taylor (2004) distinguen entre el efecto de refugio de la contaminación y la hipótesis sobre el refugio de la contaminación. Dicho efecto significa que las diferencias entre las reglamentaciones ambientales de los países repercuten en las corrientes comerciales y en las decisiones sobre la ubicación de las plantas de producción. La hipótesis del refugio de la contaminación prevé que los países con reglamentos ambientales menos estrictos se especializarán en industrias contaminantes. Por ello, esta hipótesis es una versión más fuerte del efecto refugio de la contaminación, ya que este último es compatible con que la especialización continúe estando determinada por la ventaja comparativa.
- 12 En economía, bienes normales son todos los bienes cuya demanda aumenta cuando se aumentan los ingresos.
- 13 Aunque hay pruebas de que en los países industriales está aumentando la desigualdad de ingresos, no parece que esto se deba a una mayor apertura del comercio (Borjas *et al.*, 1997; Feenstra y Hanson, 1999; Acemoglu, 2002); es mucho mayor el papel que corresponde al cambio tecnológico basado en conocimientos avanzados (Bound y Johnson, 1992; Juhn, Murphy y Pierce, 1993; Haskel y Slaughter, 2002; Autor, Katz y Kearney, 2008). Por cambio tecnológico basado en los conocimientos avanzados se entiende un cambio tecnológico que supone una mayor demanda de trabajadores especializados que de no cualificados. En los países en desarrollo, las pruebas de que el comercio genera mayor desigualdad de ingresos son menos claras. En algunas regiones (Asia Oriental) parece que la apertura del comercio ha propiciado un aumento significativo de los ingresos y una reducción considerable de las desigualdades (Wood, 1999). En otras regiones (América Latina), los datos indican que la liberalización del comercio ha coincidido con un aumento de las desigualdades de ingresos y de salarios entre los trabajadores muy calificados y los poco cualificados (Harrison y Hanson, 1999; Goldberg y Pavcnik, 2007).
- 14 Las medidas ponderadas en función del comercio relativas al alcance de la liberalización dan resultados parecidos.
- 15 En su estudio, Grossman y Krueger llegaron a la conclusión que no era probable que el TLCAN deteriorara la contaminación atmosférica en México. México había alcanzado ya el umbral de ingresos de la curva ambiental de Kuznets, que ellos calculan en 5.000 dólares; así pues, según el efecto de tecnología, la demanda de mejor calidad ambiental aumentaría. Utilizaron un modelo informatizado de equilibrio general para simular los efectos de composición y escala del TLCAN para México. Aunque se preveía que el TLCAN representaría un aumento del bienestar de México de entre el 0,9 y el 1,6 por ciento del producto interno bruto (PIB), el efecto de composición daría lugar a la expansión de las industrias mexicanas con gran intensidad de mano de obra (que eran menos contaminantes) con respecto a sus sectores de gran intensidad de capital.

En términos generales, era previsible que los efectos de composición y de tecnología compensaran el efecto escala.

16 En su estudio de las emisiones de dióxido de azufre Antweiler, Copeland y Taylor utilizan una muestra mucho mayor de 40 países desarrollados y en desarrollo. Estiman una elasticidad que se sitúa entre 0,25 y 0,5 para el efecto de escala y entre -1,25 y -1,5 para el efecto de tecnología; en otras palabras, un aumento del 1 por ciento del PIB incrementaría las emisiones entre un 0,25 y un 0,5 por ciento en un país medio de su muestra, pero el correspondiente aumento del 1 por ciento del ingreso reduciría las emisiones entre el 1,25 y el 1,5 por ciento. Como era de prever, el efecto de composición varía de un país a otro según los recursos e ingresos de cada uno de ellos. En cualquier caso, el efecto de composición en un país medio de su muestra es negativo.

17 En este estudio se desglosan las emisiones mundiales de dióxido de azufre en el período 1990-2000 en los efectos de escala, composición y tecnología. Se observa que los efectos de escala están dominados por los efectos de tecnología (en otras palabras, un aumento lo bastante grande del uso de tecnologías de reducción de las emisiones contrarresta el aumento de las emisiones resultante del aumento de la producción), lo que explica la disminución mundial de las emisiones de dióxido de azufre.

18 La estimación de los mínimos cuadrados normales supone que las variables explicativas de una regresión no tienen correlación (no están estadísticamente relacionadas) con el término de error. No obstante, así ocurriría si la apertura del comercio se determinara al mismo tiempo que el ingreso y los resultados ambientales. En tal caso, las estimaciones del cuadrado mínimo normal generarían estimaciones sesgadas y contradictorias del coeficiente en la variable explicativa; por ejemplo, podría llegarse a una conclusión errónea sobre la relación entre apertura y emisiones de CO₂. La técnica de la variable instrumental introduce otra variable (el instrumento), que guarda relación directa con la variable explicativa (apertura), pero no con el término de error. El uso de esta técnica arrojará estimaciones no sesgadas y coherentes del coeficiente de apertura, lo que permitiría realizar una interpretación correcta sobre la relación entre comercio y emisiones de CO₂.

19 Por datos de panel se entienden los datos que varían en función de diversas dimensiones -en este caso, a lo largo del tiempo y en los diferentes países-. McCarney y Admowicz comprobaron también la relación entre liberalización del comercio y demanda de oxígeno bioquímico, pero, como no constituye un gas de efecto invernadero, sus resultados sobre este indicador ambiental no se han tomado en cuenta.

20 En su estudio Managi *et al.* utilizaron un enfoque dinámico del método generalizado de momentos (MGM). El estimador MGM se utiliza con frecuencia en vez de variables instrumentales si los términos de error son heteroscedásticos (la varianza del término de error no es constante). Véase una descripción de los estimadores del MGM, por ejemplo, en Hayashi (2000), páginas 186-322.

21 Este total corresponde a febrero de 2009. Puede desglosarse de la siguiente manera: a) 178 acuerdos comerciales regionales vigentes se han notificado a la OMC en el marco del artículo XXIV del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) de 1994 o la Cláusula de Habilitación de 1979 y b) 65 acuerdos comerciales regionales vigentes se han notificado en el marco del artículo V del Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS).

22 En 1999, el Gobierno canadiense promulgó una directiva del Consejo de Ministros relativa a la evaluación ambiental de propuestas sobre políticas, planes y programas. En ella se exige la realización de una evaluación ambiental estratégica siempre que una propuesta de política, plan o programa se presente, para su aprobación, a un Ministro o al Consejo de Ministros y cuando la aplicación de la propuesta pueda provocar importantes efectos ambientales, ya sean positivos o negativos. El marco de evaluación ambiental del Canadá para las negociaciones comerciales se ultimó en febrero de 2001 (Canadá, 2001).

23 En previsión de la tercera Conferencia Ministerial de la OMC en 1999, la Comisión Europea preparó un documento de estrategia en que se exponía su enfoque para las negociaciones. En ese documento, que se presentó al Consejo de Europa y al Parlamento Europeo, se presentaban varias ideas que son dignas de atención, porque explican el enfoque de la Comisión Europea para las evaluaciones sobre los efectos en la sostenibilidad. Las consideraciones ambientales debían integrarse en el enfoque de la Unión Europea y considerarse en todo el proceso de las negociaciones, con el fin de lograr un resultado que permitiera la inclusión de consecuencias inocuas para el medio ambiente en las medidas finales. En 1999, la Comisión Europea contrató al Instituto de Política y Gestión del Desarrollo, de la Universidad de Manchester, para que, en colaboración con otras instituciones, llevara a cabo una evaluación del impacto de las negociaciones comerciales de la OMC en la sostenibilidad (EIS). Esta metodología fue ultimada por los contratistas en abril de 2002 (Kirkpatrick, Lee, Curran, Franklin, George y Nomura, 2002). Si bien la mayoría de los planteamientos trataban de investigar los efectos ambientales de los acuerdos comerciales, el marco de la Comisión Europea es más ambicioso, ya que examina también el impacto del comercio en la

sostenibilidad e incluye no sólo a los miembros de la UE sino también a otros países.

24 En noviembre de 1999, el Presidente Clinton firmó la Orden Ejecutiva 13141, que comprometía a los Estados Unidos a realizar una valoración y evaluación constantes de los efectos ambientales de determinados acuerdos comerciales. Entre los acuerdos que deberían ser objeto de examen se incluyen las rondas comerciales multilaterales, los acuerdos bilaterales o plurilaterales de libre comercio y los acuerdos de liberalización del comercio en los sectores de los recursos naturales. Si bien el objetivo central del examen ambiental es el impacto en los Estados Unidos, pueden tenerse también en cuenta los efectos transfronterizos y mundiales si se considera oportuno y prudente. Las directrices para la aplicación de la Orden Ejecutiva 13141 se terminaron en diciembre de 2000 (Representante Comercial de los Estados Unidos, 2000).

25 Estos estudios fueron realizados para la Unión Europea por el consorcio de investigación de la Universidad de Manchester.

26 El estudio fue encargado por el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido. En él se estima que, en 2004, las emisiones asociadas con las importaciones del Reino Unido sumaban 374 millones de toneladas de CO₂, mientras que las asociadas con sus exportaciones representaban 242,2 millones de toneladas de CO₂. Las emisiones de los consumidores del Reino Unido alcanzaban los 762,4 millones de toneladas de CO₂, y eran mayores que las emisiones de los productores, que en total eran de 630,6 millones de toneladas de CO₂. Estas cifras implican que las importaciones representaban entre el 49 y el 59 por ciento de las emisiones de CO₂ del Reino Unido en relación con el consumo y la producción, respectivamente.

27 No obstante, en el caso de los países en desarrollo, como China, lo que interesa no son las emisiones de carbono incorporadas en sus importaciones sino las asociadas con sus exportaciones. Véase Weber *et al.* (2008), quienes examinan la contribución de las exportaciones chinas al cambio climático.

28 Véase UNCTAD (2007b).

29 Véase Lloyd's Maritime Intelligence Unit (MIU) (2007) en <http://www.lloydsniu.com>.

30 Esta información se basa en datos de la IATA (2007). No obstante, si se midiera esta expansión únicamente en función del número de toneladas para poder compararla con el transporte marítimo, el volumen del transporte aéreo sólo habría aumentado un 7,5 por ciento entre 1972 y 2004.

31 El Organismo Internacional de Energía (OIE) estimó que, en 2004, el transporte provocaba el 23 por ciento de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía. Véase OIE (2006c).

32 Véase en Kahn Ribeiro, *et al.* (2007) la parte correspondiente al transporte por carretera. La información sobre la parte del transporte aéreo está tomada de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) en <http://www.iata.org>.

33 Se prevé que en abril de 2009 haya concluido una segunda fase en que se consideraran otros gases de efecto invernadero.

34 Las toneladas brutas son una medida de las dimensiones generales de un buque. La medición del tonelaje está regulada por el *Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques* (1969) de la OMI, que entró en vigor el 18 de julio de 1982. El arqueo bruto se mide en función del volumen de trazado del buque.

35 Véase el cuadro 55 de la OMI (2008).

36 Véase el cuadro 48 de la OMI (2008).

37 Véase el cuadro 47 de la OMI (2008).

38 Véase OCDE (2005), página 27.

39 Goulder y Schneider (1999) parecen hacer una observación semejante cuando mantienen que las políticas relativas al clima propician un cambio tecnológico centrado en las tecnologías de reducción de emisiones.

40 El escenario que supone la ausencia de distorsiones en frontera (por ejemplo, los aranceles) y subvenciones internas se traduce en aumentos del bienestar de 6.900 millones de dólares (en dólares de 1992). Un escenario parecido, pero en el que se incluyen las subvenciones internas, genera mejoras netas del bienestar económico de sólo 1.200 millones de dólares (en dólares de 1992).

41 Los autores explicaron de la siguiente manera la complicada evolución de las emisiones con el tiempo. Los gases de efecto invernadero producidos por la agricultura tienen tres componentes: CO₂, metano y N₂O, cada uno con su propia causa y fuente de emisión. El CO₂ es provocado por la destrucción de la vegetación (quema de la vegetación natural) durante la expansión de las zonas agrícolas. Este fenómeno se produce sobre todo en América del Sur y en Asia. La liberalización completa haría que la actual producción agrícola de América del Norte y Europa (actividades agrícolas orientadas fundamentalmente a la producción de carne de vacuno y productos lácteos) se trasladara a nuevas zonas de producción en América del Sur y en Asia. En consecuencia, se abandonarían estas antiguas zonas agrícolas y la vegetación natural volvería a crecer (sobre todo, bosques). Ello daría lugar a un descenso mundial de las emisiones de CO₂ en una fase posterior de la simulación, ya que estas nuevas zonas forestales absorberían el dióxido de carbono. El metano es emitido fundamentalmente por los rumiantes (vacas lecheras y de carne). Uno de los primeros efectos de la liberalización sería la reubicación de esta producción en América del Sur y Asia. No obstante, el sistema agrícola de estas regiones es fundamentalmente "extensivo" o de pastoreo (es decir, grandes extensiones e insumos mínimos de capital y mano de obra, con el consiguiente bajo nivel de rendimiento). Debido a ese bajo rendimiento, habría que alimentar más vacas en esos sistemas extensivos para atender a una determinada demanda de carne. Con el tiempo, estos sistemas se intensifican y sería menor el número de vacas necesarias. En el caso del N₂O, desempeña un papel importante el estiércol de los animales de todo tipo. A diferencia de lo que ocurre con el ganado bovino, la cría de cerdos y aves de corral (que constituyen la mayor parte del ganado) se lleva a cabo siempre en sistemas agrícolas intensivos. La relocalización de la producción como consecuencia de la liberalización no repercutiría significativamente en el número de animales, ya que se supone que la demanda mundial se mantiene constante, y ello sólo provocaría un pequeño cambio en las emisiones mundiales de N₂O entre el escenario de referencia y el proyectado.







Actividades multilaterales relacionadas con el cambio climático

A.	Actuación multilateral encaminada a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	76
1.	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	76
2.	El Protocolo de Kyoto	79
3.	Negociaciones sobre el futuro de la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto después de 2012	85
4.	El Protocolo de Montreal	87
B.	Negociaciones comerciales.....	89
1.	Mejorar el acceso a bienes y servicios inocuos para el clima.....	90
2.	Respaldo mutuo entre el comercio y el medio ambiente	92

A. Actuación multilateral encaminada a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero

Dada la naturaleza mundial del cambio climático es esencial que haya una respuesta internacional a este problema.¹ Ya en 1972, en la Declaración de Estocolmo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano se admitió que era importante impulsar una cooperación internacional para “controlar, evitar, reducir y eliminar eficazmente los efectos perjudiciales que las actividades que se realicen en cualquier esfera puedan tener para el medio”.² Este llamamiento a la cooperación internacional para afrontar los problemas ambientales se repitió en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (conocida comúnmente como “Cumbre para la Tierra”).³

La Cumbre para la Tierra fue pionera en muchos aspectos: fue una de las primeras veces en que hubo un diálogo a escala mundial sobre el desarrollo sostenible y desembocó en la firma de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Entre otras cosas, la Declaración de Río señaló la existencia de un vínculo muy claro entre el desarrollo sostenible, el crecimiento económico y la protección del medio ambiente e hizo un llamamiento a los países a “cooperar en la promoción de un sistema económico internacional favorable y abierto que llevara al crecimiento económico y el desarrollo sostenible de todos los países, a fin de abordar en mejor forma los problemas de la degradación ambiental”.⁴

La Cumbre para la Tierra tuvo también una importancia crucial desde la perspectiva del cambio climático, ya que llevó a la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la primera iniciativa mundial para afrontar el cambio climático. Aunque la CMNUCC, que entró en vigor en marzo de 1994, fue una respuesta innovadora al cambio climático al establecer un marco general de actuación, no comportó compromisos jurídicamente vinculantes para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por ello, y a medida que el consenso científico y la alarma sobre el cambio climático aumentaron durante los años siguientes a la celebración de la Cumbre para la Tierra, hubo cada vez más llamamientos para la firma de un acuerdo complementario con compromisos de reducción de los gases de efecto invernadero jurídicamente vinculantes.⁵ Este mayor impulso político desembocó en definitiva en la firma del Protocolo de Kyoto en 1997.

El Protocolo de Kyoto establece que los países industrializados deben alcanzar niveles acordados de reducción de las emisiones durante un período inicial de compromiso comprendido entre 2008 y 2012. El alcance exacto de los compromisos de reducción de las emisiones varía para cada país, pero el compromiso colectivo total representa una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel inferior en no menos del 5 por ciento al de 1990 en esos países industrializados.⁶

El reto al que se enfrentan ahora los negociadores de las cuestiones relacionadas con el cambio climático es acordar una actuación multilateral para hacer frente a este problema una vez haya concluido el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto (es decir, durante el período “posterior a 2012”). Por ello, las negociaciones actuales se centran en aspectos tales como la cuantía de la reducción de las emisiones de los países industrializados durante ese período y el nivel de apoyo tecnológico y financiero que los países desarrollados deberían prestar a las economías en desarrollo para ayudarlas a participar en la mitigación del cambio climático mundial y para adaptarse a él.

1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Aunque los debates científicos sobre el cambio climático inducido por la acción humana comenzaron hace más de un siglo, no fue hasta el decenio de 1980 cuando la comunidad internacional comenzó a ocuparse activamente de este problema.⁷ En 1988, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) establecieron el Grupo Intergubernamental de Expertos

sobre el Cambio Climático (IPCC) para llevar a cabo la primera evaluación del clima realizada por autoridades en la materia. En 1990 se publicó el primer informe del IPCC, que confirmó la grave amenaza que representa el cambio climático y en el que se hizo un llamamiento para que se firmara un tratado mundial con el fin de afrontar el problema.⁸

El informe del IPCC movilizó el apoyo de los gobiernos a las negociaciones internacionales sobre el cambio climático, que comenzaron en febrero de 1991 con la primera reunión del Comité Intergubernamental de Negociación de una Convención Marco sobre el Cambio Climático y concluyeron en 1992 con la adopción de la CMNUCC en la Cumbre para la Tierra.⁹ La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994¹⁰ y ha sido ratificada por 192 países.¹¹

a) Principios

El “objetivo último” de la CMNUCC es “la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.”¹² La Convención establece una serie de principios para orientar a las Partes a conseguir este objetivo: por ejemplo, pide a las Partes que adopten “medidas de precaución” frente al cambio climático:

“Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas ...”¹³

La CMNUCC establece también el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”, que reconoce que aunque todos los países tienen la responsabilidad de hacer frente al cambio climático, no todos han contribuido en la misma medida a causar el problema ni cuentan con los mismos medios para combatirlo.¹⁴ Consecuentemente, la Convención sitúa la carga inicial de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en los países más industrializados, en razón de su contribución desproporcionada al

cambio climático desde el comienzo de la revolución industrial.

Además, la Convención declara explícitamente que “[d]eberían tenerse plenamente en cuenta las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo”, especialmente aquellas que tendrían que soportar “una carga anormal o desproporcionada en virtud de la Convención”.¹⁵ Este concepto se refleja también en varias disposiciones de la CMNUCC, que determinan que los países desarrollados deben prestar asistencia, especialmente financiación adicional, para hacer posible que los países en desarrollo puedan adoptar medidas de mitigación.

También se reconoce implícitamente que combatir el cambio climático puede tener costos importantes. Para reducir al mínimo los costos económicos de la mitigación del cambio climático, la Convención indica que todas las políticas y medidas encaminadas a hacer frente al cambio climático “deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible”.¹⁶ La CMNUCC establece también el principio de “economía abierta”, estrechamente vinculado al principio de “eficacia en función de los costos”, en virtud del cual las Partes deberían cooperar en “la promoción de un sistema económico internacional abierto y propicio” que condujera al desarrollo económico sostenible.¹⁷ Ese principio sugiere también que las medidas adoptadas para combatir el cambio climático “no deberían constituir un medio de discriminación arbitraria o injustificable ni una restricción encubierta al comercio internacional”¹⁸, asumiendo así uno de los principios principales de los Acuerdos de la OMC.¹⁹

Por último, la Convención respalda el principio de “fomentar el desarrollo sostenible”, que se basa en la idea de que cada una de las Partes en la Convención debería poder adaptar su respuesta al cambio climático y adoptar medidas adecuadas para proseguir el desarrollo económico con arreglo a su propia estrategia nacional de desarrollo.²⁰



b) Obligaciones

Los principios que se han expuesto se reflejan en los compromisos específicos asumidos por las Partes en la CMNUCC para estabilizar sus concentraciones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, en virtud del principio mencionado anteriormente de responsabilidades comunes pero diferenciadas, la Convención divide a los países en países incluidos en el anexo I (naciones industrializadas, Rusia y algunos países de Europa Oriental), países incluidos en el anexo II (solamente los países más industrializados) y países no incluidos en el anexo I (países en desarrollo).²¹ A cada grupo de países se les asigna un conjunto diferente de compromisos de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y de adaptación a los impactos del cambio climático. Esos compromisos se presentan en forma sinóptica en el cuadro 1.

En virtud de la Convención, las Partes incluidas en el anexo I se comprometen a adoptar políticas nacionales y medidas de mitigación del cambio climático, con el objetivo de volver a los niveles de emisión de 1990.²⁶ El Protocolo de Kyoto (que se describe con mayor detalle más adelante) se basa en ese objetivo de volver a

los niveles de emisión de 1990 e impone compromisos jurídicamente vinculantes a las Partes incluidas en el anexo I.

En el marco de la CMNUCC, las Partes convienen también en gestionar de forma sostenible los sumideros de carbono (como bosques y océanos) que absorben gases de efecto invernadero²⁷ y cooperar en la preparación para hacer frente a los efectos del cambio climático, con especial atención a la preparación de las zonas costeras y a la gestión de los recursos hídricos.²⁸ Las Partes convienen en participar y cooperar en la investigación y evaluación de los riesgos del cambio climático²⁹, y en el intercambio de “la información pertinente de orden científico, tecnológico, socioeconómico y jurídico”.³⁰ Además, las Partes en la CMNUCC convienen en tener en cuenta las consideraciones relativas al cambio climático al formular “políticas y medidas sociales, económicas y ambientales”.³¹

Para asegurar el cumplimiento de los compromisos, todas las Partes están obligadas a “[e]laborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes ... inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los

CUADRO 1. Grupos de países y obligaciones que asumen en virtud de la CMNUCC

GRUPO DE PAÍSES	ANEXO I	ANEXO II	NO INCLUIDOS EN EL ANEXO I
MIEMBROS	Países industrializados (los 24 miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en 1992, 14 economías en transición, Mónaco y Liechtenstein)²² y la Unión Europea²³	Países industrializados (solamente 23 de los países pertenecientes a la OCDE en 1992)²⁴ y la Unión Europea	Países en desarrollo²⁵
MITIGACIÓN	- Adoptar políticas y medidas para reducir en 2000 sus emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles de 1990 - Las economías en transición gozan de “flexibilidad” para llevar a la práctica los compromisos	- Aportar recursos financieros para que los países en desarrollo puedan mitigar el cambio climático - Promover y facilitar la transferencia de tecnología a las economías en transición y Partes no incluidas en el anexo I	- La Conferencia de las Partes (CP) identifica actividades para atender las necesidades y preocupaciones de los países no incluidos en el anexo I - No tienen obligaciones cuantitativas - Los países menos adelantados son objeto de especial consideración
ADAPTACIÓN	Planificar, aplicar y publicar estrategias para integrar la adaptación al cambio climático en las actividades de desarrollo	Ayudar a los países en desarrollo a adaptarse al cambio climático	Planificar, aplicar y publicar estrategias para integrar la adaptación al cambio climático en las actividades de desarrollo

sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal”.³² Esta prescripción de comunicar ese tipo de información es el principal medio de vigilar el cumplimiento de las obligaciones dimanantes de la Convención. Las Partes deberán también “[f]ormular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y, según proceda, regionales, que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático ... y medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático”.³³

Hay varias disposiciones que establecen que los países desarrollados deben ayudar a los países en desarrollo a cumplir sus obligaciones.³⁴ De hecho, la participación de las Partes que son países en desarrollo en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero está vinculada explícitamente con la ayuda financiera y la transferencia de tecnología de las Partes que son países desarrollados.³⁵ Por ejemplo, se dispone que estas Partes aporten recursos financieros para ayudar a las Partes que son países en desarrollo a cumplir la obligación de actualizar y comunicar sus inventarios nacionales de las emisiones de gases de efecto invernadero.³⁶ Además, las Partes que son países desarrollados deberán ayudar a los países en desarrollo Partes particularmente vulnerables al cambio climático a hacer frente a los costos de adaptación³⁷, y “tomarán todas las medidas posibles” para propiciar la transferencia de tecnologías y conocimientos que faciliten el cumplimiento de la Convención.³⁸

Habida cuenta de que los países en desarrollo son el origen de una proporción cada vez mayor de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, la forma de conseguir que participen en las iniciativas de mitigación y de garantizar una ayuda financiera y una transferencia de tecnología de los países desarrollados adecuadamente mensurables, notificables y verificables ha pasado a ser una cuestión fundamental en las negociaciones para establecer un nuevo régimen climático a partir de 2012.

2. El Protocolo de Kyoto

Como se ha señalado, la CMNUCC constituye el marco global para las iniciativas internacionales encaminadas a afrontar los problemas que plantea el cambio climático

y comprende principalmente disposiciones voluntarias que propician actuaciones a nivel nacional y una mayor cooperación internacional para estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque la CMNUCC incluye los compromisos de comunicar las emisiones nacionales y de ofrecer ayuda financiera, no especifica compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones.

Basándose en la experiencia positiva de las negociaciones celebradas en relación con el Protocolo de Montreal (1988)³⁹, que contiene compromisos jurídicamente vinculantes sobre las sustancias que agotan la capa de ozono, las Partes en la CMNUCC comenzaron a considerar la elaboración de un instrumento jurídico que incluyera objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero jurídicamente vinculantes para las Partes incluidas en el anexo I. En el período de sesiones que celebró la Conferencia de las Partes (CP) de la CMNUCC en 1995 en Berlín (Alemania), las Partes acordaron formalmente negociar un compromiso de esas características en forma de un protocolo u otro instrumento jurídico.⁴⁰ El resultado de esta iniciativa fue el Protocolo de Kyoto, que se firmó a finales de 1997 en el período de sesiones que celebró la Conferencia de las Partes de la CMNUCC en Kyoto (Japón).⁴¹

Aunque el Protocolo se firmó en 1997, para su entrada en vigor tenía que ser ratificado por no menos de 55 Partes en la Convención cuyas emisiones totales representasen por lo menos el 55 por ciento del total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes del anexo I correspondiente a 1990, año de base convenido.⁴² Las negociaciones sobre las normas y procedimientos específicos para la aplicación del Protocolo continuaron durante cuatro años después de su firma. Las negociaciones culminaron finalmente en 2001 en el séptimo período de sesiones de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC en Marrakech (Marruecos), donde las Partes acordaron un reglamento exhaustivo para la aplicación del Protocolo de Kyoto.⁴³

Los “Acuerdos de Marrakech” dieron el impulso necesario para la ratificación general del Protocolo, que finalmente entró en vigor en febrero de 2005. En la



actualidad, un total de 183 países y una organización regional de integración económica (la Comunidad Europea) han depositado los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión al Protocolo de Kyoto. Las partes incluidas en el anexo I que lo han ratificado o se han adherido a él de otra forma representan el 63,7 por ciento del total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes del anexo I correspondiente a 1990.⁴⁴

a) Obligaciones

El Protocolo de Kyoto establece que los países del anexo I deberán reducir en conjunto sus emisiones de los seis principales gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) a un nivel inferior en no menos del 5 por ciento al de 1990.⁴⁵ Este objetivo se debe conseguir en el cuatrienio 2008-2012.⁴⁶ Sin embargo, no todas las Partes del anexo I deberán reducir sus emisiones en la misma cuantía, sino que este objetivo global se concreta en objetivos específicos de reducción de las emisiones que varían para cada una de las Partes del anexo I.⁴⁷ Además de estos compromisos vinculantes de reducción de las emisiones, el Protocolo de Kyoto incluye requisitos detallados de presentación de informes para las Partes incluidas en el anexo I⁴⁸ y contiene disposiciones sobre la ayuda financiera y tecnológica que deben prestar los países desarrollados, similares a las obligaciones previstas en la CMNUCC.

i) Compromisos vinculantes de reducción de las emisiones

Los compromisos de reducción de las emisiones de los países del anexo I varían considerablemente (véase el cuadro 2). Se expresan como reducciones porcentuales o como límites al incremento de las emisiones, sobre la base de los niveles de emisión de gases de efecto invernadero de cada Parte en 1990, que deben cumplirse durante el período de compromiso comprendido entre 2008 y 2012.⁴⁹

El Protocolo permite que dos o más países cumplan conjuntamente sus compromisos a condición de que sus emisiones totales combinadas no superen sus

CUADRO 2. Objetivos de reducción de las emisiones de los países del anexo I en el Protocolo de Kyoto, agrupados por porcentaje de reducción

PAÍSES	OBJETIVO (1990-2008/2012)
UE-15 ⁵⁰ , Bulgaria, Eslovenia, Estonia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Mónaco, República Checa, República Eslovaca, Rumanía y Suiza	-8%
Estados Unidos ⁵¹	-7%
Canadá, Hungría, Japón, Polonia	-6%
Croacia	-5%
Nueva Zelanda, Rusia, Ucrania	0
Noruega	+1%
Australia	+8%
Islandia	+10%

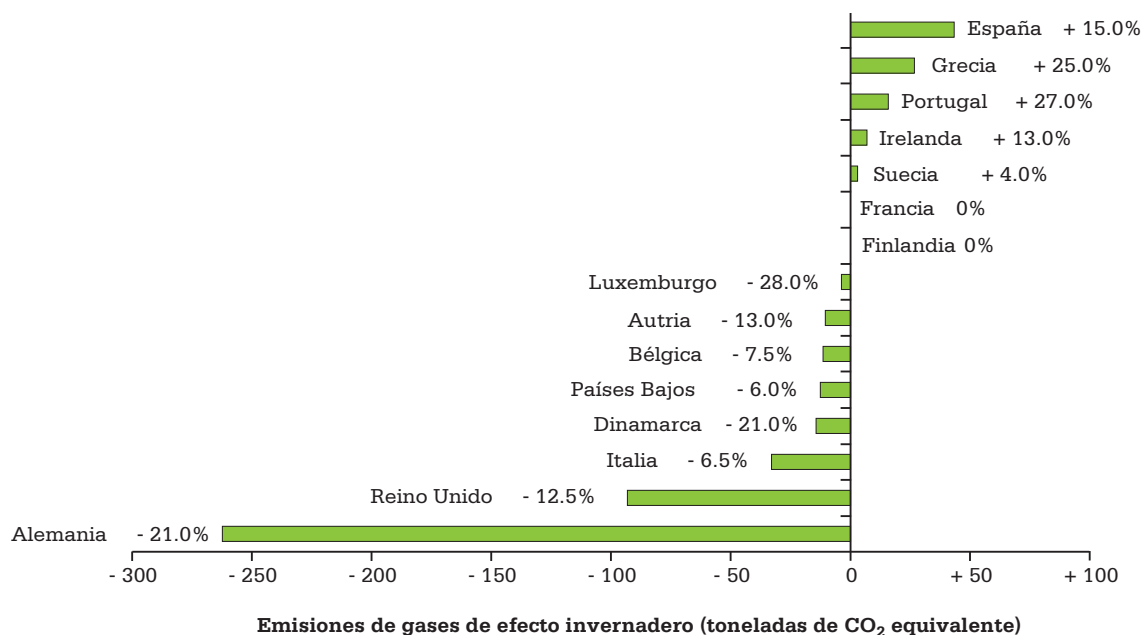
Fuente: Anexo B al Protocolo de Kyoto.

compromisos totales de reducción.⁵² Es lo que se denomina comúnmente “burbuja” de reducción de las emisiones. Hasta ahora los 15 países que formaban la UE en 1990 son el único grupo de países que ha puesto en práctica este sistema, subdividiendo su objetivo global del -8 por ciento en distintos objetivos para cada Estado miembro participante (véase la Figura 1).⁵³

ii) Requisitos de presentación de informes y otras obligaciones

Al igual que la CMNUCC, el Protocolo de Kyoto contiene requisitos detallados de presentación de informes para las Partes del anexo I como instrumento de evaluación del cumplimiento.⁵⁴ Por ejemplo, el Protocolo determina que cada Parte del anexo I “establecerá, a más tardar un año antes del comienzo del primer período de compromiso, un sistema nacional que permita la estimación” de las emisiones de gases de efecto invernadero y de los sumideros de carbono.⁵⁵ Los Acuerdos de Marrakech definen un sistema nacional como “todas las disposiciones institucionales, jurídicas y de procedimiento ... para estimar las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros ... y para presentar y archivar la información de los inventarios”.⁵⁶

FIGURA 1. Reparto de la carga correspondiente al compromiso de reducción de Kyoto entre los países de la UE-15



Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente, 2005.

Otras obligaciones importantes establecidas en el Protocolo son las siguientes:

- la obligación de formular, en la medida de lo posible, programas nacionales y regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático y para facilitar la adaptación a él⁵⁷;
- la prescripción de que los países desarrollados proporcionen ayuda financiera y tecnológica a los países en desarrollo para ayudarles a cumplir sus obligaciones de presentación de informes y de otra índole dimanantes de la CMNUCC y del Protocolo de Kyoto⁵⁸; y
- el compromiso de los países desarrollados de aplicar medidas y políticas encaminadas, entre otras cosas, a fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes, proteger y mejorar los sumideros de carbono, promover modalidades agrícolas sostenibles, desarrollar y promover formas renovables de energía y reducir y eliminar gradualmente las deficiencias del mercado (es decir, los incentivos fiscales y subvenciones) en los sectores que emiten gases de efecto invernadero.⁵⁹

b) Disposiciones principales

El Protocolo de Kyoto contiene algunas disposiciones pensadas para ayudar a las Partes a cumplir sus obligaciones y asegurar el cumplimiento. En particular,

los tres “mecanismos de flexibilidad” (el comercio de los derechos de emisión, la aplicación conjunta y el mecanismo para un desarrollo limpio) son considerados unánimemente como un rasgo singular del Protocolo, ya que ofrecen a las Partes la posibilidad de cumplir sus obligaciones de la forma más eficaz en función del costo.⁶⁰ Además, el mecanismo de cumplimiento del Protocolo está considerado como uno de los más completos y rigurosos de los acuerdos ambientales multilaterales existentes.⁶¹

i) Mecanismos de flexibilidad

El Protocolo de Kyoto contiene tres “mecanismos de flexibilidad” que permiten a las partes incluidas en el anexo I la posibilidad de encontrar el método menos costoso para reducir sus emisiones.⁶² Al ofrecer tres modalidades distintas para cumplir los objetivos, el Protocolo libera de la carga de alcanzar los objetivos únicamente mediante la reducción de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero, permitiendo a las Partes buscar las formas menos costosas de lograr las reducciones aplicando el principio de la CMNUCC de eficacia en función del costo.

Para participar en estos mecanismos de flexibilidad, las Partes deben cumplir requisitos y obligaciones muy estrictos, que incluyen la ratificación del Protocolo, el establecimiento del nivel de reducción de las emisiones que debe alcanzarse, el mantenimiento de un sistema nacional de inventario y de registros nacionales y la presentación de inventarios anuales.⁶³ Seguidamente se examinan más detalladamente los tres mecanismos de flexibilidad.

Comercio de derechos de emisión

El comercio de derechos de emisión, consagrado en el Protocolo de Kyoto, permite a los países que tengan unidades de emisiones “sobrantes” -es decir, países cuyos niveles de emisión están por debajo del límite permitido- vender el excedente a los países cuyas emisiones superen los objetivos que se les hayan asignado.⁶⁴

El comercio de derechos de emisión es un ejemplo clásico de un sistema de comercio con fijación de límites máximos pensado para asegurar que se mantenga el objetivo global, o límite máximo, permitiendo al mismo tiempo flexibilidad interna. Este sistema ha dado lugar a la creación de un “mercado internacional del carbono”, denominado así porque el dióxido de carbono es el principal gas de efecto invernadero. Se estima que en 2009 el mercado mundial de carbono crecerá el 20 por ciento en volumen, hasta alcanzar 5,9 gigatoneladas de CO₂ equivalente (GtCO₂-eq), frente a 4,9 GtCO₂-eq en 2008.⁶⁵ El sistema de comercio de derechos de emisión previsto en el Protocolo no se limita a las emisiones asignadas dentro del límite máximo global de las Partes del anexo I, sino que incluye también el comercio de créditos de emisiones obtenidos en actividades como la reforestación, generados por países en desarrollo en el marco del mecanismo para un desarrollo limpio, que se analiza más adelante.

Aplicación conjunta

El mecanismo de flexibilidad de aplicación conjunta permite a un país incluido en el anexo I del Protocolo de Kyoto invertir en proyectos de reducción o eliminación de emisiones en otro país del anexo I y de este modo conseguir unidades de reducción de emisiones (URE), que pueden contabilizarse en el cumplimiento del objetivo de emisión.⁶⁶ Se considera que la aplicación conjunta es mutuamente beneficiosa para los participantes, ya que permite al país inversor asegurarse un medio eficaz en función del costo de cumplir una parte de los compromisos contraídos en Kyoto, al mismo tiempo que el país de acogida se beneficia de la inversión extranjera, del potencial de transferencia de tecnología y de la venta de una parte de los derechos nacionales de emisión asignados.

El proceso de aprobación de los proyectos de aplicación conjunta puede realizarse a dos “niveles” diferentes, según cómo se verifique la reducción de las emisiones. En el procedimiento de aplicación conjunta del “nivel 1”, la propia Parte de acogida (es decir, el país en el que se lleva a cabo el proyecto de reducción de emisiones) puede verificar la reducción de las emisiones y emitir la cantidad adecuada de URE, a condición de que cumpla determinados requisitos, como disponer de un sistema nacional para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero y la absorción por los sumideros de carbono.⁶⁷

No obstante, las Partes que no cumplan los requisitos pueden utilizar el procedimiento del “nivel 2” y recurrir a la verificación del Comité de Supervisión de la Aplicación Conjunta del Protocolo de Kyoto o de una entidad tercera acreditada e independiente.⁶⁸ Sin embargo, hasta la fecha solamente se ha acreditado a una empresa como entidad tercera para verificar los proyectos del nivel 2 de la aplicación conjunta.⁶⁹

Al 18 de febrero de 2009, 30 proyectos del nivel 1 y 170 del nivel 2 se habían presentado a información pública, que es el primer paso en el proceso de aprobación y verificación.⁷⁰ Se estima que solamente 170 proyectos del nivel 2 podrían suponer una reducción de emisiones de 300 millones de toneladas para 2012.⁷¹ Sin embargo, hasta este momento sólo

un proyecto -un proyecto del nivel 2- ha sido objeto de aprobación y verificación definitivas.⁷² El proyecto se refiere a una fábrica de cemento en Ucrania que está previsto que produzca más de 3 millones de toneladas de créditos de carbono entre 2009 y 2012. Los créditos serán adquiridos por una empresa irlandesa.⁷³

Mecanismo para un desarrollo limpio

Del mismo modo que el mecanismo de aplicación conjunta, el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) permite que un país que haya asumido compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero cumpla sus obligaciones ejecutando proyectos de reducción de emisiones en otro país.⁷⁴ Sin embargo, a diferencia de los proyectos de aplicación conjunta, el MDL comprende proyectos entre un país desarrollado y un país en desarrollo, y no entre dos países del anexo I.

Otra diferencia importante entre estos dos tipos de mecanismos de flexibilidad es que los países en desarrollo no tienen asignados objetivos de reducción de emisiones y, en consecuencia, las reducciones de emisiones conseguidas mediante proyectos del MDL (denominadas reducciones certificadas de las emisiones ("RCE")) no se deducen del derecho de emisión del país en el que se ejecuta el proyecto.

El MDL exige, por tanto, que las reducciones de las emisiones sean "adicionales", en el sentido de que no habrían tenido lugar de no haberse ejecutado el proyecto del MDL. Este requisito de reducciones adicionales de las emisiones es esencial desde el punto de vista de la integridad ambiental del MDL. Los patrocinadores de los proyectos tienen que demostrar que su proyecto reducirá las emisiones por debajo del valor de base estimado de los niveles de emisión sin el proyecto del MDL.⁷⁵ El Protocolo de Kyoto exige también que los proyectos sean objeto de un proceso de validación, registro y expedición de RCE supervisado por la Junta Ejecutiva del MDL.⁷⁶

El recurso al MDL ha aumentado sin cesar durante los últimos años. Entre octubre de 2007 y septiembre de 2008, la Junta Ejecutiva del MDL recibió aproximadamente 160 solicitudes mensuales de validación de actividades de proyectos, un 10 por

ciento más que el año anterior. Estas solicitudes de validación corresponden a una gama muy amplia de actividades (alrededor del 60 por ciento son proyectos relacionados con energías renovables o con la eficiencia energética) y tamaños (cerca del 60 por ciento son proyectos en pequeña escala).⁷⁷ Hasta la fecha, el MDL ha registrado más de 1.600 proyectos que, según los cálculos, darán lugar a más de 1,5 GtCO₂-eq de reducciones certificadas de emisiones durante el primer período de compromiso.⁷⁸

A pesar de estos logros, subsisten algunas preocupaciones sobre el MDL, entre ellas si muchos de los proyectos son realmente "adicionales" y si se puede solucionar la situación actual en que la mayoría de los proyectos se han ejecutado en unos pocos países en desarrollo de gran tamaño.⁷⁹ También preocupa si el MDL ha propiciado la transferencia de conocimientos técnicos y especializados, información, capital y bienes relacionados con las tecnologías del clima.

Aunque el MDL no contiene un mandato explícito de transferencia de tecnología, puede contribuir a ello respaldando proyectos que utilicen tecnologías a las que actualmente no pueden acceder los países de acogida.⁸⁰ Como la transferencia de tecnología no es obligatoria para que una actividad tenga la condición de proyecto del MDL, no es fácil determinar hasta qué punto se ha transferido tecnología en el marco del MDL.⁸¹ Sin embargo, según un estudio de la CMNUCC sobre la transferencia de tecnología realizada en los documentos de diseño de los proyectos del MDL, en el 33 por ciento de los proyectos se sostiene que comportan una transferencia de tecnología.⁸² Teniendo en cuenta que los participantes en los proyectos no utilizan una definición común de transferencia de tecnología no fue fácil determinar si la transferencia fue de equipo, conocimientos o una combinación de ambas cosas.⁸³

ii) Mecanismo de cumplimiento

La eficacia del Protocolo de Kyoto depende, en último extremo, de que las Partes cumplan sus obligaciones. El mecanismo del Protocolo encargado de velar por el cumplimiento consiste en un Comité de Cumplimiento independiente formado por dos grupos, el grupo de facilitación y el grupo de control del cumplimiento, cuyo cometido es "facilitar, promover y hacer cumplir



los compromisos previstos en el Protocolo".⁸⁴ El mecanismo de cumplimiento comprende también otros mecanismos para elaborar información sobre el desempeño, facilitar el cumplimiento y disuadir el incumplimiento mediante la imposición de sanciones.⁸⁵

Por ejemplo, una Parte del anexo I que incumpla su objetivo de reducción de emisiones en el primer período de compromiso verá reducida la cuantía de las emisiones de carbono permitidas durante el segundo período de compromiso en la medida necesaria para volver a la senda del cumplimiento, a lo que se sumará una sanción de una reducción equivalente al 30 por ciento de la cantidad en que se hubiera superado el objetivo de emisión.⁸⁶

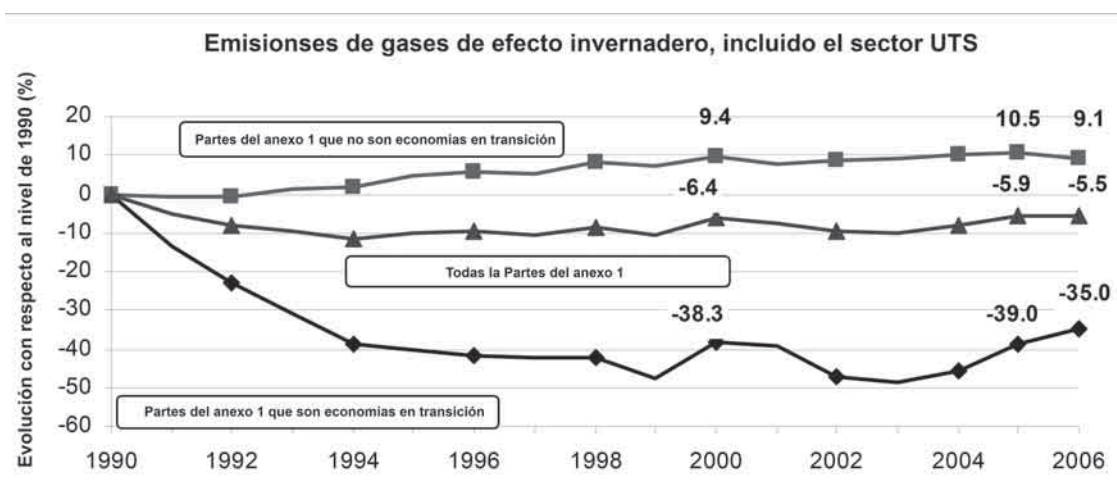
Además, el incumplimiento de los requisitos de admisibilidad para los tres mecanismos de flexibilidad, especialmente los requisitos de presentación de informes, puede dar lugar a la suspensión del derecho a participar en dichos mecanismos.⁸⁷ Por ejemplo, en Grecia se suspendió recientemente el derecho a participar en los mecanismos de flexibilidad porque se constató que el país había incumplido los requisitos de presentación de informes nacionales.⁸⁸ La suspensión se levantó después de que Grecia presentara un plan de cumplimiento y un informe anual.⁸⁹

c) Logros conseguidos

El Protocolo de Kyoto es un importante paso adelante en las iniciativas multilaterales encaminadas a combatir el cambio climático mundial con el establecimiento de compromisos de reducción de las emisiones específicos y jurídicamente vinculantes que deben cumplir los países industrializados. Como apenas ha comenzado el primer período de compromiso del Protocolo, es demasiado pronto para determinar la eficacia a largo plazo de sus disposiciones. Sin embargo, es posible considerar sus efectos inmediatos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Figura 2 indica los cambios relativos habidos en las emisiones de gases de efecto invernadero reguladas (en porcentaje) entre 1990 y 2006 en los tres grupos de Partes incluidas en el anexo I: las 40 Partes del anexo I; las 14 Partes del anexo I que son economías en transición; y las 26 Partes del anexo I que no son economías en transición.⁹⁰ Las cifras demuestran que las emisiones de todas las Partes incluidas en el anexo I fueron en 2006 un 5,5 por ciento inferiores a las emisiones de 1990 cuando se incluyen las emisiones/absorciones del sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTS), pero este resultado requiere una mayor explicación.

FIGURA 2. Emisiones de gases de efecto invernadero de las Partes incluidas en el anexo I, 1990-2006



Fuente: UNFCCC, FCCC/SBI/2008/12 (17 de noviembre de 2008).

Como se desprende de la Figura 2, las emisiones de las Partes que no son economías en transición han aumentado el 9,1 por ciento con respecto a los niveles de 1990. Las Partes que son economías en transición han reducido sus emisiones un 35 por ciento, resultado que se ha debido a su transición económica a la economía de mercado a comienzos del decenio de 1990, que provocó el hundimiento de muchas de sus industrias pesadas, más que a las actividades encaminadas a reducir las emisiones que se han desarrollado en el marco del Protocolo de Kyoto.⁹¹ Además, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero aumentaron en torno al 24 por ciento entre 1990 y 2004, a pesar de las medidas que se adoptaron en el marco de la CMNUCC y del Protocolo de Kyoto.⁹²

Muchas voces críticas mencionan el aumento neto de las emisiones durante este período como prueba de que el Protocolo de Kyoto no ha conseguido sus objetivos.⁹³ Sin embargo, el Protocolo de Kyoto no se pensó en ningún momento para afrontar el problema de las emisiones mundiales, ya que se centra en la reducción de las emisiones en los países industrializados como primer paso.

Velders *et al.* (2007b) han calculado que el objetivo de reducción de emisiones establecido en el Protocolo de Kyoto corresponde al 5,8 por ciento del valor de base de 1990 de 18,4 GtCO₂-eq, en otras palabras, una disminución de 0,97 GtCO₂-eq por año durante el período 2008-2012. Consideran que si las emisiones evitadas desde 1990 se añaden a las que se eviten durante el período 2008-2012, el Protocolo de Kyoto resultará en una reducción de unas 2 GtCO₂-eq por año durante este último período, o alrededor de 10 GtCO₂-eq en total.⁹⁴

3. Negociaciones sobre el futuro de la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto después de 2012

En 2007, en la decimotercera Conferencia de las Partes de la CMNUCC que tuvo lugar en Bali (Indonesia), las Partes decidieron iniciar el Plan de Acción de Bali “que permita la aplicación plena, eficaz y sostenida de la Convención mediante una cooperación a largo plazo que comience ahora y se prolongue más allá

de 2012”.⁹⁵ Se decidió, asimismo, que el proceso de negociación de Kyoto, que había comenzado antes de la reunión de Bali y que gira en torno a la asunción de nuevos compromisos por los países incluidos en el anexo I cuando haya concluido el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto, continuaría como proceso negociador paralelo y separado.⁹⁶

Como consecuencia de todo ello, las negociaciones sobre el clima relativas al período posterior a 2012 se están desarrollando a dos niveles distintos: negociaciones en el marco del Protocolo de Kyoto, centradas en los compromisos de las Partes incluidas en el anexo I, y negociaciones en el marco de la CMNUCC, con arreglo al Plan de Acción de Bali. Cada nivel está representado por un grupo de trabajo especial que supervisa el proceso de negociación: el Grupo de Trabajo Especial sobre los nuevos compromisos de las Partes del anexo I con arreglo al Protocolo de Kyoto (GTE-PK) se ocupa de la labor relacionada con las negociaciones sobre el Protocolo de Kyoto; y el Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo (GTE-CLP) supervisa las negociaciones que se llevan a cabo en el marco de la Convención. Estos dos grupos de negociación están trabajando para hacer posible un acuerdo en la decimoquinta Conferencia de las Partes de la CMNUCC, que tendrá lugar en diciembre de 2009 en Copenhague (Dinamarca).

Aunque no existe una vinculación formal entre los dos grupos de trabajo, las negociaciones que están llevando a cabo están estrechamente interrelacionadas. En la siguiente sección se evalúan brevemente los progresos realizados en estos dos niveles de negociación y se examinan algunos de los elementos centrales de un futuro acuerdo, constatando al mismo tiempo que éste es un proceso en constante evolución.

a) Negociaciones en el marco del Protocolo de Kyoto

Como ya se ha indicado, las negociaciones de las que se ocupa el GTE-PK tienen por objeto conseguir nuevos compromisos de reducción de las emisiones para las Partes del anexo I del Protocolo de Kyoto. Al comenzar las deliberaciones había amplio acuerdo entre las Partes en que debería mantenerse el sistema de comercio con

fijación de límites máximos, pero que sería necesario perfeccionar los mecanismos específicos a partir de las enseñanzas extraídas en el curso de la aplicación del Protocolo y, asimismo, que el comercio de emisiones debería realizarse como complemento de las medidas nacionales de reducción de las emisiones adoptadas en los países incluidos en el anexo I.⁹⁷ Al final de 2008, las negociaciones se centraban todavía en gran medida en el propio proceso de negociación y no se había llegado a ninguna conclusión sobre el alcance de la reducción de las emisiones que deberían llevar a cabo los países desarrollados a partir de 2012.

El cuadro 3 muestra de forma resumida las reducciones de las emisiones que deben asumir las Partes incluidas en el anexo I y las no incluidas en él en diferentes hipótesis de concentración de carbono en la atmósfera. Esto ilustra los recortes estimados que son necesarios para estabilizar la concentración de carbono en la atmósfera.

Varias Partes han mencionado la hipótesis de 450 partes por millón (ppm) CO₂-eq como posible punto de partida para considerar la asunción de nuevos compromisos de reducción de las emisiones por las Partes incluidas en el anexo I.⁹⁸ Como se desprende del cuadro 3, esto exigiría una reducción del 25 por

ciento al 40 por ciento en relación con los niveles de 1990. Sin embargo, actualmente no existe consenso sobre esta cuestión.⁹⁹

También se han planteado cuestiones comerciales en el contexto de las negociaciones GTE-PK. En particular, habló de la importancia de considerar las posibles consecuencias ambientales, económicas y sociales (o efectos secundarios) de los instrumentos, políticas, medidas y metodologías a disposición de las Partes del anexo I para lograr sus compromisos. A este respecto, se ha subrayado el impacto potencial de los aranceles y otras medidas que afectan al comercio, como los impuestos y las subvenciones causantes de distorsión del comercio.¹⁰⁰

b) Negociaciones en el marco de la CMNUCC

Las negociaciones que se están llevando a cabo en el marco de la CMNUCC, que, como se ha indicado, se están desarrollando en el seno del GTE-CLP, se centran en las principales cuestiones a las que se hace referencia en el Plan de Acción de Bali, especialmente la intensificación de la labor relativa a la mitigación, la adaptación, la transferencia de tecnología y la aportación de ayuda financiera.

CUADRO 3. Horquillas de emisiones necesarias para diferentes niveles de estabilización

HIPÓTESIS	REGIONES	2020	2050
A-45 ₀ ppm CO ₂ -eq	Incluidas en el Anexo I	-25% a -40% con respecto a los niveles de 1990	-80% a -90% con respecto a los niveles de 1990
	No incluidas en el Anexo I	Desviación sustancial respecto de los valores iniciales en América Latina, Oriente Medio, Asia Oriental y Asia Central	Desviación sustancial respecto de los valores iniciales en todas las regiones
B -55 ₀ ppm CO ₂ -eq	Incluidas en el Anexo I	-10% a -30% con respecto a los niveles de 1990	-40% a -90% con respecto a los niveles de 1990
	No incluidas en el Anexo I	Desviación respecto de los valores iniciales en América Latina, Oriente Medio y Asia Oriental	Desviación respecto de los valores iniciales en la mayoría de las regiones, especialmente en América Latina y Oriente Medio
C -65 ₀ ppm CO ₂ -eq	Incluidas en el Anexo I	0% a -25% con respecto a los niveles de 1990	-30% a -80% con respecto a los niveles de 1990
	No incluidas en el Anexo I	Valores iniciales	Desviación respecto de los valores iniciales en América Latina, Oriente Medio y Asia Oriental

Fuente: IPCC 2007, *Mitigation*, páginas 776 y 227.

Por lo que respecta a la mitigación del cambio climático, el Plan de Acción de Bali postula que los países desarrollados asuman compromisos de reducción de las emisiones mensurables, notificables y verificables.¹⁰¹ Plantea también que se considere la reducción de las emisiones causadas por la deforestación y la degradación de los bosques, así como enfoques sectoriales y medidas concretas por sectores como posibles iniciativas de mitigación.¹⁰²

Cabe destacar también que el Plan de Acción de Bali plantea por primera vez la participación de los países en desarrollo en las iniciativas de mitigación del cambio climático mediante “[m]edidas de mitigación adecuadas a cada país” que se lleven a cabo en el contexto del desarrollo sostenible y que deben ser apoyadas y facilitadas por tecnologías, financiación y apoyo a actividades de fomento de la capacidad, de manera mensurable, notificable y verificable.¹⁰³

Por lo que se refiere a la adaptación, el Plan de Acción de Bali sugiere que las medidas de adaptación deberían incluir la cooperación internacional, especialmente para llevar a cabo evaluaciones de la vulnerabilidad y las necesidades financieras, el establecimiento de prioridades entre las medidas y estrategias de respuesta y fomento de la capacidad.¹⁰⁴ También se deberían tener en cuenta las necesidades de los países en desarrollo especialmente vulnerables, como los pequeños Estados insulares y los países de África propensos a la desertificación, la sequía y las inundaciones.¹⁰⁵ Además, el Plan de Acción de Bali propugna que se adopten estrategias de gestión y reducción de riesgos¹⁰⁶ y estrategias de reducción de desastres¹⁰⁷, y que se fomente la diversificación económica para aumentar la capacidad de resistencia.¹⁰⁸

Para facilitar la aplicación de las estrategias de adaptación y mitigación, el Plan de Acción de Bali pide a las Partes que cooperen para desarrollar tecnologías y transferirlas y para buscar formas de aumentar la transferencia de tecnología a los países en desarrollo.¹⁰⁹ Junto con la transferencia de tecnología, se hace un llamamiento a los países desarrollados con objeto de que presten ayuda financiera para la adopción de estrategias de mitigación y adaptación. La asistencia comprende un mayor acceso “a recursos financieros y a un apoyo financiero y técnico

adecuados, previsibles y sostenibles y la provisión de recursos nuevos y adicionales, incluida financiación oficial y en condiciones de favor para las Partes que son países en desarrollo”.¹¹⁰ Por último, se exhorta a las Partes a que estudien mecanismos innovadores de financiación, como fomentar la inversión pública y privada inocua para el clima.¹¹¹

Se pretende que estos elementos del Plan de Acción de Bali se engloben en una visión común de la cooperación a largo plazo, que incluya “un objetivo mundial a largo plazo para las reducciones de las emisiones, con el fin de alcanzar el objetivo fundamental de la Convención, de conformidad con sus disposiciones y principios”.¹¹² En 2008, varias Partes plantearon algunas propuestas sobre los elementos que se han examinado anteriormente. Las negociaciones se centran ahora en la elaboración de un proyecto de texto con la finalidad de llegar a un acuerdo definitivo en la decimoquinta Conferencia de las Partes de la CMNUCC, que tendrá lugar en diciembre de 2009.¹¹³

4. El Protocolo de Montreal

Si la CMNUCC y su Protocolo de Kyoto son los principales acuerdos para combatir el cambio climático, el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono¹¹⁴ se ha convertido en un mecanismo importante para la regulación internacional y la eliminación de determinados gases de efecto invernadero con un alto potencial de calentamiento mundial (PCM). De manera intencionada, estos gases industriales que agotan la capa de ozono no quedaron sujetos a control en el marco de la CMNUCC ni del Protocolo de Kyoto, aunque se trata de gases de efecto invernadero de gran potencia y se producen en gran escala en todo el mundo.

El Protocolo de Montreal se estableció en 1987 tras el descubrimiento de un “agujero” de ozono en la Antártida y la comprobación científica de que el ozono de la estratosfera estaba siendo destruido por los clorofluorocarbonos (CFC) y otras sustancias químicas que agotan el ozono. El principal objetivo del Protocolo es poner fin al consumo y la producción de casi un centenar de productos químicos conocidos como “sustancias que agotan el ozono” (SAO). En



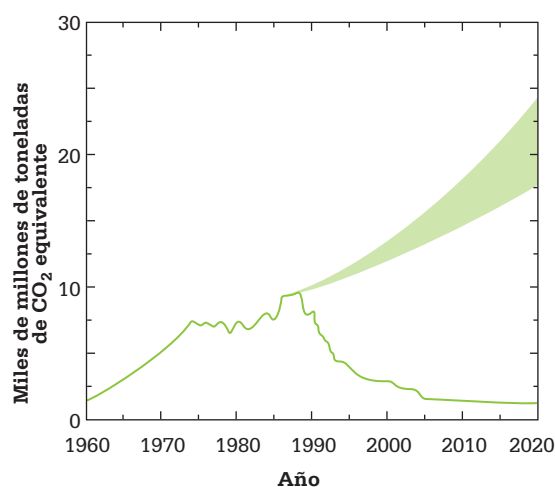
virtud del Protocolo, tanto los países desarrollados como en desarrollo tienen que cumplir compromisos vinculantes, mensurables y en un plazo determinado, pero los países en desarrollo disponen de períodos más prolongados para cumplirlos y cuentan con ayuda financiera para alcanzar sus objetivos.

En 2007, gracias al Protocolo se había puesto fin a alrededor del 97 por ciento de la producción y el consumo mundiales de sustancias que agotan el ozono, ponderados en función del potencial de agotamiento del ozono.¹¹⁵ De hecho, la eliminación ha sido más rápida, los costos inferiores y las alternativas y sustitutos más aceptables desde el punto de vista ambiental de lo que habían previsto las Partes en el Protocolo de Montreal durante las negociaciones iniciales.¹¹⁶ En vista de todos esos factores, se ha elogiado con frecuencia al Protocolo calificándolo de uno de los acuerdos ambientales multilaterales más satisfactorios.¹¹⁷

Dado que muchas SAO y los gases de fluorocarbono utilizados como sustitutos de las SAO tienen gran importancia como gases de efecto invernadero por su potencial de calentamiento mundial¹¹⁸, el Protocolo de Montreal cumple una función de gran importancia en la mitigación del cambio climático.¹¹⁹ De hecho, la contribución anual de las SAO al calentamiento mundial alcanzó un máximo en 1988, con un valor ligeramente inferior a la mitad de las emisiones mundiales de CO₂.¹²⁰ Se ha estimado, además, que si no se hubiera firmado el Protocolo de Montreal, las emisiones de SAO habrían sido de entre 14 y 18 GtCO₂-eq por año para 2010. Sin embargo, gracias al Protocolo de Montreal, se prevé que esas emisiones sólo alcanzarán la cifra de 1,4 GtCO₂-eq por año en 2010, con el resultado de una disminución global de las emisiones de SAO de 135 GtCO₂-eq entre 1990 y 2010.¹²¹ Con esos datos, algunos expertos sostienen que desde que entró en vigor en 1987, el Protocolo de Montreal ha supuesto una protección del clima muy superior (cuatro o cinco veces más) que la que se prevé durante el primer período de compromiso en el marco del Protocolo de Kyoto.¹²²

Recientemente se ha producido otro avance muy importante en el Protocolo de Montreal que reforzará su contribución a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. En 2007, las Partes decidieron

FIGURA 3. Emisiones reales de SAO en el mundo y emisiones estimadas de no haber existido el Protocolo de Montreal de 1987 (en GtCO₂-eq anuales)



Fuente: Kintisch Eli, *Tougher Ozone Accord Also Addresses Global Warming*, Science, vol. 317, 28 de septiembre de 2008, página 1.843.¹²³

acelerar la eliminación de los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), que son gases con un bajo potencial de agotamiento del ozono que se desarrollaron para ser utilizados como sustitutos transitorios, en tanto que los CFC se eliminaron rápidamente.¹²⁴

Ahora, los países en desarrollo deben congelar la producción y consumo de HCFC al nivel de 2009-2010 de aquí a 2013, y eliminar el 10 por ciento de la producción y el consumo para 2015, el 35 por ciento para 2020, el 67,5 por ciento para 2025 y el 100 por ciento para 2030, dejándose un margen del 2,5 por ciento, en caso necesario, para dar servicio al equipo existente hasta 2040. También los países desarrollados han adelantado el calendario de eliminación en 10 años, a fin de suprimir completamente la producción y el consumo de HCFC para 2020, con un margen autorizado del 0,5 por ciento, en caso necesario, para dar servicio al equipo existente hasta 2030.¹²⁵

La eliminación acelerada de los HCFC ofrece a los países en desarrollo la oportunidad sin precedentes de adoptar tecnologías y políticas que no perjudiquen a la capa de ozono y al clima. Esta transición hacia opciones inocuas para el ozono y el clima cuenta con el respaldo financiero y técnico del Fondo Multilateral

del Protocolo de Montreal, a través de la preparación y aplicación de planes nacionales de gestión de la eliminación de los HCFC para los países en desarrollo. Las Partes en el Protocolo de Montreal determinaron que, al proporcionar esta asistencia, el Fondo Multilateral prestara también atención a los sustitutos y alternativas que limitan al mínimo otras repercusiones en el medio ambiente, incluido el clima, teniendo en cuenta el potencial de calentamiento mundial, el uso energético y otros factores de importancia.¹²⁶

Según algunas estimaciones, la eliminación de los HCFC y sus subproductos podría suponer un beneficio importante para el clima de aquí a 2050. Según los datos utilizados para efectuar el cálculo, las reducciones estimadas de los niveles de emisión van de 17,5 a 25,5 GtCO₂-eq entre 2010 y 2050.

En un estudio conjunto el IPCC y el Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica (TEAP) del Protocolo de Montreal estimaron que la eliminación de los HCFC beneficiaría al clima al reducir las emisiones alrededor de 18 GtCO₂-eq durante el período 2015-2050.¹²⁷ Velders *et al.* (2007a)¹²⁸ y la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos¹²⁹ han calculado que la reducción podría cifrarse en 17,5 GtCO₂-eq durante el período 2010-2050 y en 17,68 GtCO₂-eq entre 2010 y el 2030. El Gobierno del Brasil ha presentado estimaciones muy positivas, con una posible reducción de 25,5 GtCO₂-eq entre 2010 y 2040.¹³⁰ Que se puedan lograr estas reducciones y los consiguientes beneficios para el clima depende de las tecnologías de sustitución que se adopten y sólo será posible conseguirlas si se adoptan alternativas con un potencial nulo o bajo de calentamiento mundial como sustitutos de los HCFC.

B. Negociaciones comerciales

En el Acuerdo de Marrakech por el que se establece la OMC, los Miembros vincularon claramente el desarrollo sostenible y la apertura del comercio con el fin de asegurar que la apertura del mercado vaya acompañada de objetivos ambientales y sociales. En las negociaciones de la Ronda de Doha que se están celebrando, los Miembros de la OMC han dado un paso adelante en su promesa de avanzar por la vía del desarrollo sostenible al poner en marcha las primeras negociaciones multilaterales sobre comercio y medio ambiente. La cuestión del cambio climático en sí misma no forma parte del programa de trabajo y de negociación actual de la OMC, pero sus normas e instituciones son pertinentes porque las medidas y políticas relacionadas con el cambio climático se interrelacionan de distintas formas con el comercio internacional.

En el contexto de la Ronda de Doha, los Ministros han postulado la liberalización de los bienes y servicios ambientales. El mandato de las negociaciones establece “la reducción o, según proceda, la eliminación de los obstáculos arancelarios y no arancelarios a los bienes y servicios ecológicos”.¹³¹ Estas negociaciones se podrían saldar con una disminución de los obstáculos al comercio de bienes y servicios ambientales y, en consecuencia, mejorar el acceso a los mercados mundiales de bienes y servicios más eficientes, diversos y menos costosos, incluso bienes que pueden contribuir a la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo.

Otra cuestión que se ha abordado en la Ronda de Doha es la relación entre la OMC y los acuerdos ambientales multilaterales (AMUMA), como la CMNUCC. En esta esfera de las negociaciones, los Miembros de la OMC han centrado su atención en la forma de reforzar la cooperación entre la OMC y las secretarías de los AMUMA y en promover la coherencia y el respaldo mutuo entre el comercio y los regímenes climáticos.

Con respecto a la liberalización de los bienes y servicios ambientales y la relación entre la OMC y los AMUMA, el mandato de Doha ofrece al sistema multilateral de comercio una oportunidad sin precedentes de contribuir a fomentar el respaldo mutuo entre el comercio y el medio ambiente.¹³² Se ha llevado a cabo



una intensa labor en el Comité de Comercio y Medio Ambiente en Sesión Extraordinaria (CCMA en Sesión Extraordinaria), que es el grupo de negociación que supervisa los debates relacionados con el mandato sobre el comercio y el medio ambiente.¹³³ Sin embargo, son muchas las cuestiones que están por resolver y no es posible prever el resultado de las negociaciones.

En la presente sección se exponen las líneas generales de las principales esferas identificadas en las negociaciones en el marco del párrafo 31 de la Declaración Ministerial de Doha que pueden tener importancia para conseguir los objetivos de mitigación del cambio climático y adaptación a él.

1. Mejorar el acceso a bienes y servicios inocuos para el clima

Entre las tecnologías inocuas para el clima se incluyen tecnologías que pueden ser utilizadas para mitigar el cambio climático y adaptarse a él en diversos sectores. Se ha dicho que no hay una única tecnología o subconjunto de tecnologías con las cuales afrontar el problema del cambio climático, sino que es necesario recurrir de forma simultánea a un gran número de opciones tecnológicas.¹³⁴

El IPCC ha identificado una serie de tecnologías para las actividades de mitigación y adaptación que pueden facilitar la solución de los problemas que plantea el cambio climático.¹³⁵ Muchas de ellas guardan relación con productos que se están debatiendo actualmente en las negociaciones de Doha, por ejemplo, turbinas eólicas o hidroeléctricas, calentadores de agua por energía solar, células fotovoltaicas, depósitos para la producción de biogás, bolsas de residuos para la captura de metano, y equipo necesario para el funcionamiento de las plantas y tecnologías de energía renovable (por ejemplo, termostatos, generadores de corriente alterna, embragues, engranajes, etc.).¹³⁶ En este contexto, las negociaciones sobre los bienes y servicios ambientales que se están desarrollando en la OMC tienen importancia para mejorar el acceso a tecnologías y productos inocuos para el clima.

En el CCMA en Sesión Extraordinaria¹³⁷, un cierto número de países han identificado un amplio conjunto

de bienes con diferentes fines ambientales, como la mitigación del cambio climático.¹³⁸ Se han debatido, por ejemplo, las siguientes categorías de productos¹³⁹: gestión de los recursos hídricos y de las aguas residuales; lucha contra la contaminación del aire; gestión de los desechos sólidos y peligrosos; producción de energía renovable; gestión del calor y la energía; tecnologías y productos más limpios y más eficaces en el aprovechamiento de los recursos; y vigilancia, análisis y evaluación del medio ambiente. Varias de esas categorías, particularmente la categoría de energía renovable, contienen tecnologías y productos inocuos para el clima.

Los servicios ambientales forman parte de las negociaciones sobre servicios que se están llevando a cabo en el marco del artículo XIX del Acuerdo General sobre Comercio de Servicios (AGCS) y que se integran en las negociaciones del Programa de Doha para el Desarrollo. En las negociaciones sobre los servicios ambientales, los Miembros de la OMC persiguen compromisos específicos sobre actividades que pueden ser directamente pertinentes para las políticas de mitigación del cambio climático.

Hay una motivación doble para reducir los aranceles y otros obstáculos arancelarios en relación con las tecnologías y productos inocuos para el clima. En primer lugar, la reducción o eliminación de los derechos de importación y los obstáculos no arancelarios en esos productos haría descender su precio y, en consecuencia, facilitaría su distribución con el menor costo posible.¹⁴⁰ El acceso a tecnologías menos costosas y que utilizan menos energía puede ser particularmente importante para los sectores que deben cumplir políticas de mitigación del cambio climático que sitúan la carga de la reducción de las emisiones en quienes las producen (véase la parte IV).¹⁴¹

Varios estudios han puesto de manifiesto que la bajada de los aranceles puede reducir los obstáculos económicos a la utilización de bienes y servicios inocuos para el clima, especialmente en el sector de la energía renovable, dado que el costo es el principal obstáculo para la generación de electricidad utilizando energías renovables.¹⁴² En algunos países, ciertos productos inocuos para el clima soportan aranceles

elevados, de manera que su reducción o eliminación sería de gran ayuda para conseguir un mayor acceso a esos productos.

En la categoría de la energía renovable, que se está debatiendo actualmente en las negociaciones de Doha¹⁴³, los tipos arancelarios aplicados van de 0 al 60 por ciento en los países en desarrollo (con un arancel medio en torno al 6 por ciento), de 0 al 35 por ciento en los países menos adelantados oscilan (con un arancel medio del 10 por ciento, aproximadamente) y del 0 al 10 por ciento en los países desarrollados (con un arancel medio de alrededor del 2 por ciento).

Por ejemplo, algunos países aplican a la línea de productos que abarca a los calentadores de agua por energía solar (que en el Sistema Armonizado¹⁴⁴ tienen el código 841919) un arancel superior al 20 por ciento (en más de 30 países) o un arancel de más del 15 por ciento a las turbinas hidráulicas y sus partes y al equipo de generación de electricidad mediante energía eólica.¹⁴⁵ La reducción de los aranceles que gravan esos productos podría mejorar sustancialmente la difusión de estas tecnologías en todo el mundo. Se ha observado también, por ejemplo, que la disminución de los aranceles aplicados a los componentes de los productos necesarios para explotar la energía geotérmica podría ayudar a algunos países a desarrollar internamente esta fuente de energía.¹⁴⁶

En un estudio de algunas tecnologías de mitigación del cambio climático en los sectores de la generación de electricidad y la industria pesada se han identificado varios tipos de medidas no arancelarias que podrían obstaculizar el comercio de dichas tecnologías. Se trata de medidas como un sistema de inspección previa a la expedición y unos procedimientos aduaneros onerosos; restricciones cuantitativas a la importación (por ejemplo, con el establecimiento de licencias, contingentes o prohibiciones de importación); recargos o impuestos en frontera a la importación; prescripciones técnicas y normas voluntarias; procedimientos onerosos de evaluación de la conformidad; procedimientos costosos de certificación y prueba; e impuestos discriminatorios.¹⁴⁷

La segunda razón para reducir los aranceles y otros obstáculos al comercio reside en que la liberalización del comercio de productos inocuos para el clima incentivaría a los productores y les proporcionaría los conocimientos técnicos necesarios para ampliar la producción y la exportación de estos productos. Se ha dicho que la liberalización del comercio de este tipo de productos permitiría especialmente a los países en desarrollo promover la diversificación industrial de sus economías y conseguir economías de escala.¹⁴⁸

Ciertamente, el aumento del comercio amplía los mercados de los productos inocuos para el clima, rinde beneficios gracias a las economías de escala y ofrece a los productores la oportunidad de aprender y beneficiarse de los avances tecnológicos.¹⁴⁹ Se ha señalado, por ejemplo, que la reducción de algunos aranceles de importación ha fomentado la adopción de un sistema de iluminación de gran eficiencia energética en Ghana.¹⁵⁰ Además, la liberalización del comercio de productos inocuos para el clima, en particular en los países en desarrollo, podría contribuir a reforzar la capacidad local de innovación y adaptación de la tecnología nacional, en vez de promover la dependencia de la transferencia de tecnología extranjera. La apertura del comercio facilitaría la integración de las pequeñas y medianas empresas en cadenas mundiales de suministro, y de esa forma aumentaría el empleo y se reduciría la pobreza.¹⁵¹

El examen de varios estudios de casos de países en desarrollo ha revelado un cambio significativo en la estructura de los sectores de bienes y servicios ambientales de estos países, en los que se ha pasado de las actividades tradicionales “de la etapa final de la producción” a la utilización de tecnologías más limpias que reducen los contaminantes en la fuente.¹⁵² Otros estudios han puesto de relieve que muchos países en desarrollo, como China, la República de Corea, Malasia, la India e Indonesia, se han convertido en grandes productores en los sectores de las energías limpias, como la energía eólica y solar o los sistemas de iluminación eficientes.¹⁵³

Algunos países en desarrollo tienen gran interés en la exportación de ciertas líneas de productos incluidas en la categoría de energía renovable. Por ejemplo, en



2007, las siguientes economías en desarrollo figuraban entre los cinco mayores exportadores de cuando menos una subpartida del SA a nivel de 6 dígitos en la categoría de productos de la energía renovable¹⁵⁴: el Brasil, China, Hong Kong, China, la India, Malasia, México, la República de Corea, Turquía, Singapur, Sudáfrica y Tailandia.¹⁵⁵ Por otra parte, los siguientes países figuraban entre los 10 mayores exportadores: Arabia Saudita, la Argentina, Filipinas, Jordania y la República Unida de Tanzania. Cinco economías en desarrollo se encuentran entre los 10 exportadores principales de toda la categoría de productos de la energía renovable, a saber, China; Hong Kong, China; México; Singapur y Tailandia.

Además, varios países en desarrollo son los principales exportadores de una o más líneas de productos en la categoría de la energía renovable. Por ejemplo, México es el principal exportador de la línea de productos que abarca los calentadores de agua por energía solar (SA 841919) y China es el principal exportador de líneas como turbinas eólicas (SA 730820), convertidores estáticos que transforman la energía solar en electricidad (SA 850440), baterías solares para el almacenamiento de energía en sistemas fotovoltaicos fuera de red (SA 850720) y sistemas de concentración utilizados para intensificar la energía eléctrica en los sistemas de energía solar (SA 900290).

En el caso de algunos países, las exportaciones de productos de la categoría de la energía renovable representan una parte sustancial de sus exportaciones totales. Por ejemplo, en 2007, alrededor del 2 por ciento de los productos exportados por China correspondían a líneas de productos de la energía renovable y, por otra parte, las exportaciones de México y Tailandia de estos productos se cifraron en el 2,2 por ciento. Hay que señalar también que en 2007 las exportaciones mundiales de productos contenidos en las 30 líneas de productos de la categoría de la energía renovable a nivel de 6 dígitos del SA ascendieron a 189.000 millones de dólares EE.UU. (es decir, el 1,5 por ciento de las exportaciones mundiales).¹⁵⁶ En la misma categoría de productos, las exportaciones de los países en desarrollo ascendieron a 59.000 millones de dólares EE.UU. y las importaciones a 69.000 millones.

Por último, el comercio de productos inocuos para el clima ha experimentado un aumento considerable en

los últimos años. Entre 1997 y 2007, las exportaciones de mercancías correspondientes a las líneas de productos enumeradas en la categoría de la energía renovable crecieron el 598 por ciento en los países en desarrollo y el 179 por ciento en los países desarrollados, representando el 62 por ciento y el 29 por ciento del crecimiento medio anual, respectivamente.

Naturalmente, hay que decir que el precio de los productos no es el único factor que incide en la difusión de estas tecnologías. Varios autores mencionan otros factores importantes como el producto interno bruto de un país, su nivel de inversión extranjera directa y el marco reglamentario para la actuación frente al cambio climático.¹⁵⁷ Este último aspecto es el tema central de la parte IV, que se ocupa de las iniciativas nacionales encaminadas a mitigar el cambio climático y adaptarse a él.

2. Respaldo mutuo entre el comercio y el medio ambiente

Las negociaciones de Doha sobre el comercio y el medio ambiente también dan a los Miembros de la OMC la oportunidad de considerar el respaldo mutuo entre las normas que rigen el comercio y las normas ambientales y de analizar cómo puede contribuir la cooperación institucional al respaldo mutuo. El objetivo de los apartados i) y ii) del párrafo 31 de la Declaración Ministerial de Doha es asegurar la coherencia promoviendo una sinergia positiva entre los regímenes relativos al comercio y al medio ambiente.

El párrafo 31 i) propugna negociaciones sobre la relación entre las normas vigentes de la OMC y las obligaciones comerciales específicas establecidas en los AMUMA. En este contexto, los Miembros de la OMC están debatiendo procedimientos para conseguir una coexistencia armoniosa entre esas normas y obligaciones en los diferentes acuerdos que se han negociado a nivel multilateral para proteger el medio ambiente. Es difícil exagerar la importancia de estas negociaciones, habida cuenta del consenso que existe en la comunidad internacional sobre la importancia del multilateralismo y de las actuaciones concertadas para combatir el cambio climático.

Aunque hasta ahora no hay pruebas de que exista una controversia jurídica entre los regímenes relativos

al comercio y al medio ambiente, un resultado satisfactorio de estas negociaciones reforzaría la relación entre ambos. Los negociadores se han basado en las experiencias en la negociación y aplicación de acuerdos ambientales multilaterales a nivel nacional y están tratando de encontrar formas de mejorar la coordinación y la cooperación nacionales entre las políticas comerciales y ambientales.

A nivel interinstitucional, el párrafo 31 ii) de la Declaración Ministerial de Doha se centra en el intercambio de información entre las secretarías de la OMC y de los AMUMA, así como en los criterios que deben aplicarse para conceder la condición de observador en los órganos de la OMC. Se están debatiendo algunos procedimientos para mejorar o complementar las prácticas y mecanismos de cooperación existentes y este intercambio de información se extiende a la participación de cada órgano en las reuniones del otro y a la organización de sesiones de intercambio de información y actividades conjuntas de asistencia técnica y creación de capacidad.

Ya existe cooperación entre la OMC y los organismos relacionados con el cambio climático: la CMNUCC participa en las reuniones ordinarias del Comité de Comercio y Medio Ambiente de la OMC y tiene la condición de observador especial en el CCMA en Sesión Extraordinaria y, por su parte, la Secretaría de la OMC asiste a las reuniones de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC.

Conforme avancen las negociaciones sobre un régimen internacional relativo al cambio climático posterior a 2012, las cuestiones relacionadas con la coherencia entre los regímenes relativos al comercio y al cambio climático y con la cooperación institucional necesaria para promover esta coherencia adquirirán cada vez más importancia. Un resultado positivo de las negociaciones de Doha en estos ámbitos podría contribuir a reforzar la colaboración, al tiempo que los regímenes relativos al comercio y al cambio climático siguen evolucionando en un clima de respaldo mutuo dentro de sus esferas de competencia respectivas.



Notas al final

- 1 Véase, por ejemplo, E. Bursleson (2007), *Multilateral Climate Change Mitigation*, University of San Francisco Law Review, volumen 41, páginas 373 a 407; T. Pfeiffer y M. A. Nowak, *Climate Change: All in the Game*, Nature, volumen 441, número 7093, 2006, páginas 583 y 584; N. Stern (2006), páginas 37 y 38. Véase también N. Choucri (1995), *Global Accord: Environmental Challenges and International Responses*, MIT Press.
- 2 Declaración de Estocolmo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (1972), principio 24; véase Hunter, Salzmann y Zaelke (2002), páginas 176 y 177.
- 3 Véase la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), principio 7 (que dispone que “[L]os Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra”).
- 4 Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), principio 12.
- 5 Véase Hunter, Salzmann y Zaelke (2002), página 589.
- 6 Véase Protocolo de Kyoto, artículo 3.
- 7 Los debates científicos sobre un posible cambio climático de origen antropogénico se remontan a más de un siglo atrás. Véase Handel y Risbey (1992), *Reflections on more than a Century of Climate Change Research*, *Climate Change*, vol. 21, N° 2.
- 8 IPCC (1990); véase UNFCCC Fact Sheet en <http://unfccc.int/resource/cscites/senegal/fact/fs221.htm>.
- 9 Véase Informe del Comité Intergubernamental de Negociación de una Convención General sobre los Cambios Climáticos acerca de la labor realizada en su primer período de sesiones, A/AC.237/6 (8 de marzo de 1991), párrafos 42 y 61.
- 10 Véase UNFCCC (2002), *A Guide to the Climate Change Convention Process*, 6 (2002) en <http://unfccc.int/resource/process/guideprocess-p.pdf>.
- 11 Véase *United Nations Framework Convention on Climate Change Status of Ratification*, 22 de agosto de 2007, en <http://unfccc.int>.
- 12 CMNUCC, artículo 2.
- 13 CMNUCC, artículo 3.3. El principio de las “medidas de precaución” se ha consignado en una serie de acuerdos y declaraciones internacionales, incluida la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 (“Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deben aplicar ampliamente las medidas de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas efectivas para impedir la degradación del medio ambiente.”); véase la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), principio 15.
- 14 CMNUCC, párrafos 1 y 2 del artículo 3. Se encontrará una exposición más detallada de este principio en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), principio 7.
- 15 CMNUCC, párrafo 2 del artículo 3.
- 16 CMNUCC, párrafo 3 del artículo 3. A diferencia del análisis costo-beneficio, que pondera el costo de una determinada medida en función de sus posibles beneficios, el análisis de la eficacia en función de los costos sigue a la aceptación de un objetivo predeterminado (como la mitigación del cambio climático) y exige que se consiga el objetivo con el menor costo posible. La integración del principio de eficacia en función de los costos permite considerar los costos en relación con las tecnologías o metodologías concretas aplicadas, pero sin la posibilidad de plantear que una determinada medida resulta excesivamente costosa. Véase American College of Physicians, *Primer on Cost-Effectiveness Analysis*, septiembre/octubre de 2000.
- 17 CMNUCC, párrafo 5 del artículo 3.
- 18 CMNUCC, párrafo 5 del artículo 3.
- 19 Véase, por ejemplo, el artículo XX del GATT.
- 20 CMNUCC, párrafo 4 del artículo 3. Aunque en el CMNUCC no se define estrictamente el desarrollo sostenible, la mayoría de las definiciones se centran en el reconocimiento de la importancia de que el desarrollo tenga lugar de manera que se dé respuesta a las necesidades de la población actual, conservando al mismo tiempo la capacidad de atender a las necesidades de las generaciones futuras. Además, el desarrollo sostenible exige priorizar a los sectores más pobres de la sociedad e integrar las políticas social, económica y ambiental. Véase, por ejemplo, United Nations World Commission on Environment and Development (1987), *Our Common Future*.
- 21 CMNUCC, artículo 4.
- 22 Liechtenstein y Mónaco se sumaron a los países del anexo II en 1998 al introducirse una enmienda en la CMNUCC, lo que también les convierte en países del anexo I.
- 23 La lista completa de las Partes del anexo I figura en <http://unfccc.int>.
- 24 Aunque Turquía formaba parte de la OCDE en 1992, fue eliminada de la lista de países del anexo II al introducirse en la CMNUCC una enmienda que entró en vigor en junio de 2002.

- 25 La lista completa de Partes no incluidas en el anexo I figura en <http://unfccc.int>.
- 26 CMNUCC, párrafos 2 a) y 2 b) del artículo 4.
- 27 CMNUCC, párrafos 1 d) y 2 a) del artículo 4.
- 28 CMNUCC, párrafo 1 e) del artículo 4.
- 29 CMNUCC, párrafo 1 g) del artículo 4.
- 30 CMNUCC, párrafo 1 h) del artículo 4.
- 31 CMNUCC, párrafo 1 f) del artículo 4.
- 32 CMNUCC, párrafo 1 a) del artículo 4. Más adelante se examina con más detalle la relación entre el Protocolo de Montreal y los gases de efecto invernadero.
- 33 CMNUCC, párrafo 1 b) del artículo 4.
- 34 CMNUCC, párrafos 3 a 7 del artículo 4. Por ejemplo, el párrafo 3 del artículo 4 establece que los países deben proporcionar ayuda financiera a las Partes que son países en desarrollo para cumplir sus obligaciones relacionadas con la presentación de informes.
- 35 CMNUCC, párrafo 7 del artículo 4.
- 36 CMNUCC, párrafo 3 del artículo 4.
- 37 CMNUCC, párrafo 4 del artículo 4.
- 38 CMNUCC, párrafo 5 del artículo 4.
- 39 Con el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono de 1985 se estableció un convenio marco y, posteriormente, el Protocolo de Montreal estableció compromisos vinculantes que constituyen, posiblemente, la legislación ambiental internacional más satisfactoria. Véase <http://ozone.unep.org/> para más información.
- 40 Se denominó “Mandato de Berlín”. Véase CMNUCC, Informe de la Conferencia de las Partes sobre su primer período de sesiones, FCCC/CP/1995/7/Add.1 (6 de junio de 1995); puede consultarse en <http://unfccc.int>.
- 41 Se encontrará el texto completo del Protocolo de Kyoto e información adicional en <http://unfccc.int>; véase también CMNUCC (2007), *Unidos por el clima: Guía de la Convención sobre el cambio climático y el Protocolo de Kyoto*.
- 42 Protocolo de Kyoto, artículo 25.
- 43 Para el texto completo de los Acuerdos de Marrakech y la Declaración de Marrakech, véase <http://unfccc.int>.
- 44 Véase CMNUCC, *Status of Ratification of the Kyoto Protocol*, <http://unfccc.int>.
- 45 Protocolo de Kyoto, párrafo 1 del artículo 3.
- 46 Protocolo de Kyoto, párrafo 1 del artículo 3.
- 47 Estos objetivos específicos para cada país se enumeran en el anexo B del Protocolo de Kyoto.
- 48 Véase, por ejemplo, CMNUCC, párrafo 1 a) del artículo 4 y Protocolo de Kyoto, artículo 7.
- 49 Protocolo de Kyoto, párrafo 1 del artículo 3; véase Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting Emissions and Assigned Amounts (2007), página 13.
- 50 Como se aprecia en el cuadro 2, la UE-15, integrada por los miembros de la Unión Europea en 1990 (año de base) optó por combinar y redistribuir sus objetivos. Éstos se distribuyeron internamente con arreglo a las prioridades de desarrollo económico y los acuerdos, de manera que algunos países asumieron compromisos de reducción de más del 20 por ciento, mientras que a otros se les permitió aumentar las emisiones más del 25 por ciento (véase *infra*, figura 1). *Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amounts* (2007); p. 13; Protocolo de Kyoto, párrafo 1 del artículo 3.
- 51 Aunque en las negociaciones los Estados Unidos aceptaron un objetivo del 7 por ciento en relación con el año de base de 1990, nunca ratificaron el Protocolo y todavía permanecen al margen del proceso del Protocolo de Kyoto. Véase Kyoto Protocol, *Targets* en <http://unfccc.int>.
- 52 Protocolo de Kyoto, artículo 4.
- 53 Protocolo de Kyoto, anexo B. Véase también Kyoto Protocol, *Targets* en <http://unfccc.int>.
- 54 Véase, por ejemplo, Protocolo de Kyoto, artículos 5 y 7; Yamin y Depledge (2004), *The International Climate Regime*, Cambridge University Press, página 327.
- 55 Protocolo de Kyoto, artículo 5.
- 56 Véase CMNUCC (2005), Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su primer período de sesiones, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.3, Decisión 19/ CMP.1, anexo, párrafo 2.
- 57 Protocolo de Kyoto, artículo 10.
- 58 Protocolo de Kyoto, artículo 11.
- 59 Protocolo de Kyoto, párrafo 1 del artículo 2.
- 60 Véase M. Wara (2008), *Measuring the Clean Development Mechanism's Performance and Potential*, Symposium on Changing Climates: Adapting Law and Policy to Transforming World, 55 UCLA Law Review 1759.
- 61 Véase G. Wiser (2002), *Analysis and Perspective: Kyoto Protocol Packs Powerful Compliance Punch*, International Environment Reporter vol. 25, N° 2, 86. La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es otro ejemplo de un sistema sólido de observancia. El Comité Permanente de la CITES tiene facultades para imponer sanciones comerciales cuando concurren determinadas circunstancias, como el incumplimiento de

las prescripciones de la legislación nacional y el incumplimiento de los requisitos en materia de comunicación anual de información y de observancia general. Véase *Countries currently subject to a recommendation to suspend trade*, sitio Web de CITES en www.cites.org.

62 Protocolo de Kyoto, artículos 6, 12 y 17.

63 Véase CMNUCC (2005), Procedimientos y mecanismos relativos al cumplimiento previstos en el Protocolo de Kyoto, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.3, Decisión 27/CMP.1, párrafo 4, artículo XV; véase también Yamin y Depledge (2004), *The International Climate Regime*, Cambridge University Press, página 148.

64 Protocolo de Kyoto, artículo 17; véase también el sitio Web de la CMNUCC sobre el comercio de emisiones en <http://unfccc.int>.

65 Véase Point Carbon, *5.9 Gt CO₂e to trade globally in 2009 - up 20 por ciento in volume - estimates Point Carbon*, 24 de febrero de 2009. Frecuentemente, las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂ se convierten a la unidad común de toneladas de CO₂ equivalente -GtCO₂e representa esa medición en gigatoneladas-, multiplicando la masa del gas de efecto invernadero por un factor de su potencial de calentamiento mundial (PCM). El PCM de un determinado gas de efecto invernadero es su contribución estimada al calentamiento mundial y depende, entre otras cosas, de su duración prevista en la atmósfera y su absorción de radiación infrarroja.

66 Protocolo de Kyoto, artículo 6; véase también Protocolo de Kyoto, *Joint Implementation*, en <http://unfccc.int>.

67 Véase CMNUCC (2006), Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su primer período de sesiones, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.2, Decisión 9/CMP.1, párrafos 21 y 23; véase también Protocolo de Kyoto, *Joint Implementation*, en <http://unfccc.int>.

68 Véase CMNUCC (2006), Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su primer período de sesiones, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.2, Decisión 9/CMP.1, párrafo 24; Kyoto Protocol, *Joint Implementation*; en <http://unfccc.int>.

69 La compañía alemana TÜV SÜD Industrie Service GmbH es la primera entidad tercera encargada de verificar el nivel 2. Véase UNFCCC (2009), *Kyoto Protocol's joint implementation mechanism passes milestone with accreditation of first project verifier*, Comunicado de Prensa, (18 de febrero de 2009); puede consultarse en <http://unfccc.int>.

70 Véase UNFCCC, *Project Overview*; puede consultarse en <http://ji.unfccc.int>.

71 Véase UNFCCC (2009), *Kyoto Protocol's joint implementation mechanism passes milestone with accreditation of first project verifier*, Comunicado de Prensa, 18 de febrero de 2009; puede consultarse en <http://unfccc.int>.

72 Russian Regional Environmental Centre, *The First Joint Implementation Project has been Approved*, www.rusrec.ru.

73 Russian Regional Environmental Centre, *The First Joint Implementation Project has been Approved*, <http://www.rusrec.ru>. Véase también el sitio Web de Global Carbon en www.global-carbon.com.

74 Protocolo de Kyoto, artículo 12; véase también Kyoto Protocol, *Clean Development Mechanism*, en <http://unfccc.int>.

75 Véase CMNUCC (2006), Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su primer período de sesiones, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.1, Decisión 3/CMP.1, párrafos 43 a 48.

76 Véase CMNUCC (2006), Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su primer período de sesiones, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.1, Decisión 3/CMP.1, párrafos 35 a 66.

77 Véase CMNUCC (2008), Informe anual de la Junta Ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio a la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto, FCCC/KP/CMP/2008/4, página 6.

78 Para consultar las cifras más recientes, véase UNFCCC, CDM-Home, <http://cdm.unfccc.int>.

79 Véase en general United States Government Accountability Office (2008), *International Climate Change Programs: Lessons Learned from the European Union's Emissions Trading Scheme and the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism*, Oficina Gubernamental de Rendición de Cuentas de los Estados Unidos.

80 Véase UNFCCC (2008), Analysis of Technology Transfer in CDM Projects, página 4 en <http://cdm.unfccc.int>.

81 Véase en general United States Government Accountability Office (2008), *International Climate Change Programs: Lessons Learned from the European Union's Emissions Trading Scheme and the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism*, Oficina Gubernamental de Rendición de Cuentas de los Estados Unidos.

82 Véase UNFCCC (2008), Analysis of Technology Transfer in CDM Projects, página 7; en <http://cdm.unfccc.int>.

83 Véase UNFCCC (2008), Analysis of Technology Transfer in CDM Projects, página 5; en <http://cdm.unfccc.int>.

84 Kyoto Protocol, Compliance en <http://unfccc.int>; véase CMNUCC (2002), Informe de la Conferencia de las Partes sobre su séptimo período de sesiones, FCCC/CP/2001/13/Add.3, Decisión 24/CP.7, artículo II.

85 Danish (2007), páginas 50 y 51.

86 Véase CMNUCC (2002), Informe de la Conferencia de las Partes sobre su séptimo período de sesiones, FCCC/CP/2001/13/Add.3, Decisión 24/CP.7, artículo XV; véase también Danish (2007), páginas 50 y 51.

87 CMNUCC (2006), Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su primer período de sesiones, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.3, Decisión 27/CMP.1, artículo XV.4.

88 Compliance Committee, *Informational Note* en <http://unfccc.int>.

89 Compliance Committee, *Informational Note* en <http://unfccc.int>.

90 Véase el cuadro 2 *infra*.

91 Zugravu, Millock y Duchene, *The Factors Behind CO₂ Emissions Reduction in Transition Economies*, Fondazione Eni Enrico Mattei; puede consultarse en www.feem.it.

92 IPCC (2007a), página 36.

93 Véase, por ejemplo, W. Sweet, Greenhouse Gas Trends, *IEEE Spectrum*, volumen 45, número 1, página 88; The Economist (2005), *Climate change and politics - Hotting up*, volumen 374, número 8.412, páginas 73 y 74.

94 Velders et al., (2007), *The Importance of the Montreal Protocol in Protecting Climate*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, volumen 104, N° 12, página 4.818.

95 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13 1.

96 Véase CMNUCC (2006), Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su primer período de sesiones, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.1, Decisión 1/CMP.1, párrafos 1 a 3.

97 UNFCCC (2008), *Means, methodological issues, mitigation potential and ranges of emission reduction objectives, and consideration of further commitments*, FCCC/KP/AWG/2008/L.18.

98 Véase European Council (2005), *European Council Brussels 22 and 23 March 2005: Presidency Conclusions*, Consejo de la Unión Europea, Bruselas.

99 Véase International Institute for Sustainable Development (IISD) (2008), *Summary of the Fourteenth Conferences of Parties to the UN Framework Convention on Climate Change and Fourth Meeting of Parties to the Kyoto Protocol: 1-12 December 2008*, Earth Negotiations Bulletin, vol. 12, N° 395.

100 Véase, por ejemplo, CMNUCC (2008), Grupo de Trabajo Especial sobre los nuevos compromisos de las Partes del anexo I con arreglo al Protocolo de Kyoto. Tema 5 del programa: Examen de la información sobre las posibles consecuencias ambientales, económicas y sociales, incluidos los efectos secundarios, de los instrumentos, políticas, medidas y metodologías a disposición de las Partes del anexo I, FCCC/KP/AWG/2008/L.17, proyecto de conclusiones propuesto por la Presidencia, página 2.

101 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 b) i).

102 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 b) iii) y iv).

103 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 b) ii).

104 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 c) i).

105 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 c) i).

106 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 c) ii).

107 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 c) iii).

108 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 c) iv).

109 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 d) i).

110 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, página 5, párrafo 1 e) i).

111 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 e) iii) y v).

112 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 1 a).

113 CMNUCC, *Plan de Acción de Bali*, Decisión 1/CP.13, 2.

114 PNUMA Ozone Secretariat (2006), *Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, 7th Edition* (Nairobi).

115 Secretaría del Ozono, datos sobre las SAO comunicados por las Partes de conformidad con el artículo 7 del Protocolo de Montreal hasta el 8 de abril de 2009. Se entiende por potencial de agotamiento del ozono la cantidad de destrucción de ozono causado por una sustancia. Es la razón entre el impacto sobre el ozono causado por una sustancia química determinada y el impacto causado por una masa similar de CFC-11. Así, el potencial de agotamiento del CFC-11 está definido como 1. Véase US Environmental Protection Agency (EPA), Ozone Depletion Glossary; puede consultarse en www.epa.gov.

116 S. O. Andersen y K. M. Sarma (2002), *Protecting the Ozone Layer: The United Nations History*, Earthscan, Londres, páginas 187 a 233; PNUMA Ozone Secretariat, *Economic Options Committee of the Montreal Protocol Technical Economics Assessment Panel* (1991, 1994, y 1998), Reports of the Economic Options Committee.

117 Véase, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2007), *The Millennium Development Goals Report 2007* páginas 24 y 25; y Departamento de Información Pública de las

Naciones Unidas (2000) *We The Peoples - The Role of the United Nations in the 21st Century*, página 56.

118 El potencial de calentamiento mundial de las SAO varía entre unos valores de 4.000 a 11.000 en el caso de los CFC, y de 700 a 2.300 en el caso de los hidroclorofluorocarbonos. En comparación, el potencial de calentamiento mundial de los HFC controlados en el marco del Protocolo de Kyoto oscila entre 90 y 12.200 (Nota: los valores de las SAO y del potencial de calentamiento mundial se pueden calcular de formas diferentes y, por tanto, los valores pueden diferir).

119 IPCC (2007c), página 100.

120 Véase Velders *et al.* (2007b).

121 D. Kaniaru, R. Shende y D. Zaelke (2008), *Landmark Agreement to Strengthen Montreal Protocol Provides Powerful Climate Mitigation*, Sustainable Development Law & Policy, volumen VIII, número II, páginas 46 a 50 y 87 a 89.

122 Velders *et al.* (2007); véase en general Kaniaru (2007).

123 Versión original de Velders *et al.* (2007b).

124 Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (Protocolo de Montreal) (modificado), párrafo 9 del artículo 2.

125 PNUMA, Ajustes del Protocolo de Montreal en relación con las sustancias controladas del grupo I del anexo C (hidroclorofluorocarbonos) del Informe de la 19ª Reunión de las Partes, UNEP/OzL.Pro.19/7, Decisión XIX/6, párrafos 3, 4 y 13.

126 PNUMA, Ajustes del Protocolo de Montreal en relación con las sustancias controladas del grupo I del anexo C (hidroclorofluorocarbonos) del Informe de la 19ª Reunión de las Partes, UNEP/OzL.Pro.19/7, (Decisión XIX/6, párrafo 11 b).

127 UNEP/TEAP (2007), *Response to Decision XVIII/12: Report of the Task Force on HCFC Issues and Emissions Reduction Benefits Arising from Earlier HCFC Phase-out and other Practical Measures*.

128 Velders (2007a).

129 US Environmental Protection Agency (2007), *Changes in HCFC Consumption and Emissions from the U.S. Proposed Adjustments for Accelerating the HCFC Phase Out*.

130 Brazilian Ministry of Environment, Powerpoint (2007), *Benefits for the Protection of Ozone Layer and Climate of the Brazilian-Argentinean Proposal*, Fourth Meeting of the Stockholm Group.

131 Declaración Ministerial de Doha, párrafo 31 iii), WT/MIN(01)/DEC/1.

132 En el contexto de las negociaciones, algunos Miembros de la OMC subrayaron la contribución potencial del mandato a los objetivos de los AMUMA, por ejemplo el Protocolo de Montreal y el Protocolo de Kyoto de la CMNUCC; los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas; y el Plan de Aplicación de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, que propugna el apoyo a "las iniciativas voluntarias compatibles con la OMC basadas en los mercados para la creación y expansión de los mercados internos e internacionales de mercancías y servicios no perjudiciales para el medio ambiente". Véase Naciones Unidas (2002), Informe sobre la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, párrafo 99.

133 Cabe señalar que el mandato de Doha también establece que se celebren negociaciones para aclarar las disciplinas relacionadas con las subvenciones a la pesca. Estas negociaciones se están llevando a cabo en el Grupo de Negociación sobre las Normas.

134 IPCC (2007e), página 621. Steenblik y Matsuoka (2008), página 9.

135 IPCC (2007a), cuadro 4.2, página 60. Véase también la Parte I.

136 Canadá, Comunidades Europeas, Corea, Estados Unidos, Japón, Noruega, Nueva Zelandia, Suiza y Taipei Chino (2007), *Continuación de los trabajos en el marco del apartado iii) del párrafo 31 de la Declaración Ministerial de Doha*, Documento no oficial, Comité de Comercio y Medio Ambiente en Sesión Extraordinaria, JOB(07)/54, 27 de abril de 2007, 22 páginas. Comunidades Europeas y Estados Unidos (2007), *Propuesta para la obtención de un resultado en el marco del apartado iii) del párrafo 31 de la Declaración Ministerial de Doha*, Documento no oficial, Comité de Comercio y Medio Ambiente en Sesión Extraordinaria, JOB(07)/193/Rev.1, 6 de diciembre de 2007, 5 páginas.

137 Se han planteado también algunas ideas sobre el enfoque que debería adoptarse para eliminar o reducir los obstáculos arancelarios y no arancelarios (modalidades) (por ejemplo: el trato especial y diferenciado que debe otorgarse a los países en desarrollo y menos adelantados en distintas formas, como períodos de aplicación más largos o exenciones de los compromisos de reducir los aranceles y los obstáculos no arancelarios).

138 Canadá, Comunidades Europeas, Corea, Estados Unidos, Japón, Noruega, Nueva Zelandia, Suiza y Taipei Chino (2007), *Continuación de los trabajos en el marco del apartado iii) del párrafo 31 de la Declaración Ministerial de Doha*, Documento no oficial, Comité de Comercio y Medio Ambiente en Sesión Extraordinaria, JOB(07)/54, 27 de abril de 2007, 22 páginas.

139 Hay que señalar que no existe una definición universalmente aceptada de "bienes ambientales". De hecho, el concepto de bien "ambiental" puede variar en función de los retos ambientales que hay que afrontar y de las prioridades establecidas para abordarlos, así como del nivel de desarrollo

del país. La naturaleza de la tecnología utilizada para hacer frente a los problemas ambientales, en rápida evolución, constituye otro reto con respecto a la cobertura de productos. Además, los bienes ambientales se distribuyen entre numerosos capítulos del SA. Como los productos no se clasifican en el SA en función de su uso final, los productos incluidos en las categorías del SA al nivel de 6 dígitos identificados como bienes ambientales, a menudo son bienes que tienen distintos usos, es decir, que pueden ser utilizados con fines ambientales o tener otras aplicaciones que no son propiamente ambientales.

140 OCDE (2001b), página 49.

141 Howse y Bork (2006), página 5.

142 Steenblik y Matsuoka (2008), página 11.

143 Los datos sobre el comercio y los aranceles se presentan para ilustrar la importancia que pueden tener las negociaciones en este sector, especialmente para los países en desarrollo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los datos que se presentan en esta sección se basan en la categoría de la energía renovable contenida en la lista de productos elaborada por un grupo de nueve Miembros de la OMC para el CCMA en Sesión Extraordinaria. Además, los datos se proporcionan sobre la base de 30 subpartidas del SA al nivel de 6 dígitos comprendidas en la categoría de energía renovable. En consecuencia, contienen información sobre otros productos además de los productos inocuos para el clima. Canadá, Comunidades Europeas, Corea, Estados Unidos, Japón, Noruega, Nueva Zelandia, Suiza y Taipei Chino (2007), *continuación de los trabajos en el marco del apartado iii) del párrafo 31 de la Declaración Ministerial de Doha*, Documento no oficial, Comité de Comercio y Medio Ambiente en Sesión Extraordinaria, JOB(07)/54, 27 de abril de 2007, 22 páginas.

144 El Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, denominado en general "Sistema Armonizado" o sencillamente "SA", es una nomenclatura internacional de productos con múltiples fines elaborada por la Organización Mundial de Aduanas (OMA). Contiene aproximadamente 5.000 grupos de productos, identificados mediante códigos de seis cifras. Para más información, véase el sitio Web de la OMA, www.wcoomd.org.

145 Philibert (2006a), página 18. Steenblik (2005), página 10. Alavi (2007), página 17.

146 Steenblik (2006), páginas 4, 17 y 18. Steenblik y Matsuoka (2008), páginas 39 y 40.

147 Steenblik y Matsuoka (2008), páginas 21 y 22, 31 a 33, 40 a 43, 51 y 52, 57 y 58, 67 y 68, y 72 a 74.

148 Claro y Lucas (2007), páginas 32 a 60, página 32. OCDE (2001b), página 49.

149 Stern (2006), capítulo 23.7, página 21.

150 Stern (2006), capítulo 23.7, páginas 10 y 21.

151 Claro y Lucas (2007), páginas 32 a 60, página 32. OCDE (2001b), página 49. Philibert (2006a), página 24. Steenblik (2005), página 5.

152 Kennett (2005), página 19.

153 ICTSD (2008), página 4. Banco Mundial (2008), página 68. Jha (2008a).

154 Véase la nota a pie de página 154 *supra*.

155 Base de datos Comtrade, 2007 (UE 27, excluido el comercio entre miembros de la UE).

156 Base de datos Comtrade, 2007 (UE 27, excluido el comercio entre miembros de la UE).

157 OCDE (2001b), páginas 49 y 50. Jha (2008b). ICTSD (2008), página 6.



Políticas nacionales para mitigar el cambio climático y adaptarse a él y sus consecuencias para el comercio

A.	Mecanismos de precios y de mercado para internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero	100
1.	Medidas nacionales	100
2.	Medidas en frontera.....	110
3.	Normas pertinentes de la OMC	115
B.	Mecanismos financieros para promover el desarrollo y el despliegue de bienes y tecnologías inocuos para el clima.....	124
1.	Justificación.....	124
2.	Alcance	126
3.	Tipo de ayuda.....	127
4.	Normas pertinentes de la OMC	130
C.	Prescripciones Técnicas para promover la utilización de productos y tecnologías inocuos para el clima	132
1.	Principales características	133
2.	Principales instrumentos para garantizar el cumplimiento	135
3.	Eficacia ambiental	139
4.	Normas y actividades pertinentes de la OMC	141

Las medidas y políticas de mitigación del cambio climático y adaptación a sus efectos se interrelacionan con el comercio internacional de distintas formas. En esta parte se examina toda la gama de políticas destinadas a mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse a ellos y se proporcionan ejemplos de actividades nacionales relativas a la mitigación del cambio climático y la adaptación a él, ya sean voluntarias u obligatorias, públicas o privadas. La sección se basa principalmente en experiencias nacionales y literatura fundamental sobre el tema. En términos amplios, proporciona una visión general de las razones que inspiran esas políticas de mitigación y adaptación y de sus posibles consecuencias para el medio ambiente y el comercio. Se examinan los aspectos fundamentales del diseño de las medidas relacionadas con el cambio climático a fin de obtener una visión más clara de su potencial total y de sus efectos en la protección del medio ambiente, el desarrollo y el comercio.

Se han utilizado o existen varias medidas de política a nivel nacional para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus efectos. Por regla general, se clasifican como medidas reglamentarias (es decir, reglamentos y normas) o incentivos económicos (por ejemplo, impuestos, permisos negociables y subvenciones). El cambio climático resultante de las emisiones de gases de efecto invernadero es, en términos económicos, una externalidad negativa.¹ A fin de corregir esas externalidades negativas e “internalizar” los costos ambientales, la fijación del precio de las emisiones de CO₂ es una respuesta de política fundamental. No obstante, la existencia de una serie de imperfecciones del mercado² significa que la fijación del precio de las emisiones de carbono por sí sola puede no ser suficiente o puede ser difícil de llevar a la práctica. Por lo tanto, además de actividades nacionales encaminadas a internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero (véase la Sección IV.A *infra*), los gobiernos están examinando y aplicando otras políticas, entre ellas medidas financieras, para promover el desarrollo y el empleo de mercancías y tecnologías favorables al medio ambiente (véase la Sección IV.B *infra*) y requisitos técnicos para promover la utilización de esas mercancías y tecnologías (véase la Sección IV.C *infra*). Estas distinciones también constituyen un marco válido para examinar la posible pertinencia de las normas comerciales, y así es como se estructura el presente Informe *infra*.

Además, cabe señalar que a nivel nacional se están estudiando varias medidas de adaptación y mitigación en la esfera de la agricultura con efectos conexos en la silvicultura y la biodiversidad. Como se señala en las Partes I y II del presente Informe, es probable que el cambio climático tenga un efecto considerable en los actuales sistemas de producción agrícola y obligue a los agricultores a adaptarse. Para algunos esta situación podría representar nuevas oportunidades pero, para otros, en particular los agricultores de los países en desarrollo, podría plantear importantes problemas. El sector agrícola se ha adaptado a lo largo de la historia y, a menudo, sin que mediara ninguna intervención política concreta. A medida que los agricultores reconocen los efectos del cambio climático en el rendimiento de la agricultura, modifican sus prácticas, por ejemplo, el calendario de sus actividades, la elección de los cultivos o el ganado o la estructura de su producción, para tener en cuenta la nueva situación.

No obstante, el riesgo de un cambio climático rápido causado por las emisiones de gases de efecto invernadero podría exigir intervenciones políticas para asegurar que los agricultores puedan responder de manera oportuna y cuenten con apoyo para estudiar sus opciones. También será cada vez más importante apoyar la investigación a fin de contar con la base de conocimientos necesaria para hacer frente a las nuevas plagas y enfermedades y al cambio climático. En este contexto, los Acuerdos sobre la Agricultura y sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) de la OMC pueden desempeñar un papel importante. Por ejemplo, el Acuerdo sobre la Agricultura, en particular en sus disposiciones del “compartimento verde” relativas a las subvenciones permisibles, prevé exenciones para investigación y desarrollo. Del mismo modo, el Acuerdo MSF ayudaría a los países a dar una respuesta uniforme a los nuevos tipos de brotes de plagas y enfermedades causados por el cambio climático.

Las políticas agrícolas nacionales también ofrecen la posibilidad de centrar la atención en la mitigación. Pese a la dificultad de calcular las emisiones de origen agrícola, se espera que éstas se reduzcan. En la práctica, hay muchas actividades con las que se pueden reducir las emisiones, como la adopción de prácticas de ahorro energético, la modificación de los métodos de alimentación del ganado, la reducción del uso de plaguicidas y la mejora del almacenamiento del

estiércol sólido y líquido. Además, muchos consideran que la mejora del almacenamiento del carbono en los suelos y de la utilización de la biomasa mediante la no explotación de determinadas tierras (evitando así la perturbación del suelo) o la plantación de nuevos bosques podría contribuir a la mitigación. Desde una perspectiva de política comercial, una opción podría ser la eliminación de los obstáculos al comercio que actualmente fomentan las prácticas agrícolas con gran intensidad de carbono. Por ejemplo, varios observadores han pedido la reducción y eliminación de los tipos más perjudiciales de subvenciones agrícolas que distorsionan el comercio, medida que está siendo objeto de estudio en la Ronda de Doha.

Aunque las políticas nacionales relacionadas con la agricultura puedan ofrecer importantes oportunidades de adaptación y mitigación, un análisis en profundidad de estas esferas de normativas va más allá del ámbito del presente Informe. Es evidente que hay que realizar más estudios para examinar estos y otros tipos de medidas nacionales de adaptación y mitigación actualmente objeto de estudio. En este caso, como ya se ha indicado, el análisis se centra en mecanismos basados en precios y mercados para internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero y en las medidas financieras y técnicas destinadas a promover el desarrollo, el despliegue y la utilización de tecnologías inocuas para el medio ambiente.

En esta Parte, se examinan todas las normas pertinentes de la OMC en relación con la presentación de los distintos tipos de políticas nacionales, y no en relación con medias específicas. En líneas generales, las normas y la jurisprudencia de la OMC relativas a las cuestiones ambientales suelen ser pertinentes para el examen de las medidas relacionadas con el cambio climático. El criterio general utilizado en las normas de la OMC ha consistido en reconocer que pueden utilizarse medidas comerciales para lograr determinados objetivos de política siempre que se respeten diversas condiciones establecidas cuidadosamente. Asimismo, las normas de la OMC, en conjunto, ofrecen un marco para garantizar la previsibilidad, la transparencia y la aplicación justa de dichas medidas.

Varias normas de la OMC pueden ser pertinentes para el examen de las medidas de mitigación y adaptación y la mayoría se explican detalladamente en esta Parte. En primer lugar, conviene señalar diversas disposiciones del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), entre ellas: las disciplinas sobre aranceles, que fundamentalmente prohíben a los Miembros percibir aranceles a niveles superiores a los previstos en sus listas de consolidaciones en la OMC; una prohibición general de las restricciones cuantitativas; un principio general de no discriminación, que abarca los principios de la nación más favorecida y del trato nacional; y las excepciones generales del GATT, que permiten que los Miembros de la OMC adopten medidas de política para proteger el medio ambiente. Además, también pueden ser pertinentes disposiciones específicas sobre normas y reglamentos técnicos contenidas en el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) y, por ejemplo, la norma de que esas medidas no pueden restringir el comercio más de lo necesario para alcanzar un objetivo legítimo, deben respetar el principio de no discriminación y deben basarse en normas internacionales, si existen.

Las normas del Acuerdo sobre Subvenciones y Medidas Compensatorias (SMC), también pueden ser pertinentes porque definen el concepto de “subvención”, establecen las condiciones en que los Miembros de la OMC pueden o no utilizar subvenciones y regulan las acciones que pueden emprenderse contra las importaciones subvencionadas. Cabe también señalar las disciplinas del Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS): impone obligaciones generales, como el trato de la nación más favorecida, así como otras obligaciones en sectores en que los distintos Miembros han asumido compromisos específicos, por ejemplo los servicios relacionados con el medio ambiente y la energía. Las disposiciones del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (Acuerdo sobre los ADPIC) también pueden ser pertinentes, por ejemplo en lo que se refiere al desarrollo y la difusión de tecnologías inocuas para el medio ambiente. Por último, otras disciplinas podrían ser aplicables, como las relativas a las licencias de importación y las normas de origen y las relacionadas con el Acuerdo plurilateral sobre Contratación Pública.



A. Mecanismos de precios y de mercado para internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero

En esta sección se examinan las actividades nacionales encaminadas a internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, a poner precio a esas emisiones. La sección comienza por presentar dos tipos de mecanismos de internalización: impuestos internos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y regímenes de comercio de derechos de emisión (véase la Subsección IV.A.1 *infra*). En general, esas políticas internas sobre el cambio climático alteran los precios relativos de las mercancías objeto de comercio que abarcan esos regímenes e impuestos y pueden afectar a las condiciones en que se desarrolla el comercio internacional. Por ello, más adelante se examinan las disparidades entre los países por lo que se refiere a los niveles internos de fijación del precio de las emisiones de carbono y el riesgo de “fuga de carbono”³ (véase la Subsección IV.A.2 *infra*). En este contexto, se tratarán también las opciones examinadas en las publicaciones sobre el tema y propuestas por algunos responsables de la adopción de decisiones para compensar esas disparidades (por ejemplo, medidas en frontera). Por último, se presentarán las normas de la OMC que pueden ser pertinentes para las actividades nacionales encaminadas a internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero, incluidas las medidas en frontera conexas (véase la Subsección IV.A.3 *infra*).

1. Medidas nacionales

a) Los impuestos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y, en particular, los “impuestos sobre el carbono”

Entre toda la gama de medidas de que se dispone para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, una posibilidad, que se examina ampliamente en las publicaciones pertinentes y que ya ha sido aplicada por varios países, es la utilización de impuestos para poner precio a la liberación de CO₂ en la atmósfera. La principal base imponible de un “impuesto sobre el

carbono”⁴ son las emisiones de CO₂ relacionadas con la combustión de combustibles fósiles (que son la fuente fundamental de emisiones de CO₂). Ese impuesto se calcula habitualmente midiendo el contenido de carbono de los combustibles fósiles⁵, que es directamente proporcional al volumen de CO₂ producido durante su combustión.⁶ La base imponible varía generalmente según el combustible fósil de que se trata para reflejar el contenido de carbono variable de cada uno de ellos, lo cual quiere decir que los combustibles con un contenido de carbono más alto, como el carbón y el petróleo, a menudo se gravan más y los combustibles con un contenido de carbono relativamente más bajo, como el gas natural, se gravan menos.⁷ El impuesto sobre el CO₂ puede basarse también en las emisiones medidas.⁸ No obstante, tras examinar los textos pertinentes y la legislación vigente no se halló ningún ejemplo de impuestos sobre las emisiones de CO₂ durante la producción de mercancías (por ejemplo, en los sectores del cemento y el acero).

En general, un impuesto sobre el carbono puede imponerse en dos puntos principales de tributación o aplicación: los consumidores y los productores: aunque se considera que las consecuencias para los ingresos de la utilización de uno u otro punto de percepción son relativamente mínimas, que se aplique el impuesto al consumidor o al productor puede tener un efecto en los incentivos para cambiar de combustible y, por lo tanto, en las consecuencias ambientales totales del impuesto, así como en los costos de percepción y observancia.⁹ La mayor parte de los países que utilizan un “impuesto sobre el carbono” lo aplican directamente a los consumidores mediante un impuesto sobre el consumo de combustible “en el surtidor”.¹⁰

Existen ya impuestos nacionales sobre el carbono en algunos países, incluida Finlandia¹¹, que fue el primer país que estableció un impuesto sobre el carbono en 1990 y fue seguido más adelante por otros siete países europeos.¹² Otros países no europeos han contemplado también la posibilidad de introducir un impuesto sobre el carbono pero finalmente han decidido no establecerlo.¹³ También se ha considerado la posibilidad de introducir o se han introducido impuestos sobre el carbono a nivel de ciudades o estados. Por ejemplo, en el Canadá, la provincia de Quebec introdujo un

impuesto sobre el carbono en octubre de 2007¹⁴ y, en julio de 2008, la provincia de Columbia Británica comenzó a introducir gradualmente un impuesto sobre el carbono aplicado a todos los combustibles fósiles¹⁵; y en los Estados Unidos, la San Francisco Bay Area (California) adoptó un derecho sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en mayo de 2008.¹⁶

Con frecuencia, los gobiernos utilizan una combinación de un impuesto sobre las emisiones de CO₂ y un impuesto sobre la utilización de energía.¹⁷ El “impuesto sobre el carbono” y el “impuesto sobre la energía” tienen bases imponibles distintas: los impuestos sobre la energía se basan en el contenido energético de las fuentes de energía mientras que los impuestos sobre el carbono se basan en el contenido de carbono. Por lo tanto, los impuestos sobre la energía pueden aplicarse tanto a los combustibles fósiles como a las fuentes de energía sin emisiones de carbono.¹⁸ Como los impuestos sobre la energía se aplican a los combustibles fósiles, tienen un efecto *de facto* en las emisiones de CO₂ y pueden considerarse “impuestos sobre el carbono implícitos”.¹⁹ Un impuesto sobre la energía incide más en el petróleo y el gas que un impuesto sobre el carbono porque el petróleo y el gas tienen un contenido de energía mayor que el carbón. Por otra parte, un impuesto sobre el carbono representa una carga mayor en el caso del carbón que en el caso del gas y el petróleo porque el carbón libera más CO₂ durante la combustión que el gas o el petróleo.²⁰

Por ejemplo, Finlandia²¹ y Suecia combinaron un impuesto sobre las emisiones de CO₂ y un impuesto sobre la utilización de energía.²² Otros países aún no han adoptado impuestos sobre el carbono explícitos pero han introducido impuestos generales sobre la energía encaminados a promover la eficiencia energética y el ahorro de energía, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero. Así se ha hecho, por ejemplo²³, en el Reino Unido, con el Climate Change Levy (gravamen para la prevención del cambio climático)²⁴, y en Alemania²⁵, en el marco de una reforma general de los impuestos ambientales encaminada a promover el ahorro de energía y la eficiencia energética.²⁶

Otros gases de efecto invernadero también son objeto de impuestos. Por ejemplo, Francia introdujo un

impuesto sobre las emisiones de óxido nitroso (N₂O) en su impuesto general aplicado a las actividades contaminantes.²⁷ En Noruega, se introdujeron en 2003 impuestos sobre la importación y la producción de hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC).²⁸ En Dinamarca, se aplican impuestos desde 2001 a las importaciones de gases industriales, HFC, PFC y hexafluoruro de azufre (SF₆).²⁹ En 2003, el gobierno de Nueva Zelanda propuso la aplicación al ganado ovino y bovino de un impuesto sobre el metano (CH₄) que, sin embargo, nunca llegó a adoptarse.³⁰

b) Los regímenes de comercio de derechos de emisión

Otra manera de fijar un precio para las actividades que tienen efectos negativos en el medio ambiente es: i) establecer un límite máximo de las emisiones totales, ii) convertir ese límite máximo en “emisiones permitidas” o derechos de emisión y iii) crear un mercado en el que esos derechos puedan subastarse y/o comercializarse a un precio determinado por el mercado (es decir, un régimen de derechos de emisión comercializables).³¹ En teoría, el precio de mercado de esos derechos debe reflejar el costo marginal³² de las reducciones de emisiones y, por lo tanto, alentar a los responsables de éstas a alcanzar un objetivo especificado de reducción de las emisiones. El precio pagado por los derechos es, en la práctica, el precio de las emisiones de carbono.³³

El primero de estos regímenes de comercio de derechos de emisión fue introducido en los Estados Unidos a raíz de las enmiendas de 1977 de la Ley de Protección de la Calidad del Aire para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos en determinadas regiones.³⁴ En los años siguientes, se aplicaron en los Estados Unidos otros programas de comercio de derechos de emisión³⁵, incluidas disposiciones para el comercio de derechos de emisión de dióxido de azufre (SO₂) entre los servicios de suministro de energía eléctrica a fin de reducir las emisiones que contribuían a la lluvia ácida de conformidad con las enmiendas de 1990 de la Ley de Protección de la Calidad del Aire.³⁶

Posteriormente se incluyó en el artículo 17 del Protocolo de Kyoto de 1997 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como se explica



en la sección III.A, una disposición sobre el comercio internacional de derechos de emisión de gases de efecto invernadero³⁷ destinada a permitir a las partes del anexo I del Protocolo de Kyoto que reduzcan sus emisiones mediante el comercio internacional de derechos de emisión. Las partes del anexo I pueden adquirir unidades de otras partes y utilizarlas para cumplir sus objetivos en materia de derechos de emisión de conformidad con el Protocolo de Kyoto. Desde que se concertó este Protocolo, la utilización del comercio de derechos de emisión a nivel nacional ha sido objeto de creciente atención como instrumento eficiente y eficaz para cumplir los objetivos en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con el Protocolo de Kyoto.

Hay un número limitado de regímenes de comercio de derechos de emisión obligatorios aplicados a nivel nacional. La Unión Europea introdujo en enero de 2005 el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero mayor del mundo (el EU-ETS), que abarca actualmente más de 10.000 instalaciones de los sectores de la energía y la industria, a los que colectivamente corresponde aproximadamente la mitad de las emisiones de CO₂ europeas.³⁸ Dinamarca aplicó en 2001-2004 un régimen de comercio de derechos de emisión para controlar las emisiones de CO₂ de los productores del sector de la energía eléctrica (en 2005, este régimen fue reemplazado por el EU ETS).³⁹ En 2005-2007, Noruega aplicó un régimen de comercio de derechos de emisión de CO₂ que abarcaba el 10 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero del país. Ese régimen se ha fusionado ahora con el EU-ETS, aunque las instalaciones a las que ya se aplicaban los impuestos noruegos sobre las emisiones de CO₂ no se han incluido en el régimen europeo.⁴⁰ En Suiza, desde 2008, las empresas que desean quedar exentas del impuesto sobre las emisiones de CO₂ deben asumir un compromiso jurídicamente vinculante de reducir sus emisiones de CO₂ relacionadas con la energía y, a cambio de ello, reciben derechos de emisión que pueden comercializarse directamente en los mercados nacionales e internacionales.⁴¹ Nueva Zelanda también ha adoptado una ley sobre un régimen de comercio de derechos de emisión.⁴²

Hay otras propuestas que se han examinado o se han anunciado para un futuro próximo. En Australia, está prevista la aplicación de un régimen nacional obligatorio de comercio de derechos de emisión.⁴³ Desde 2007, el Canadá viene elaborando también un plan de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, que comprende la creación de un mercado de comercio de derechos de emisión de carbono para 2010.⁴⁴ En los Estados Unidos, desde 2007, se están examinando varios proyectos de ley sobre el cambio climático y sobre la energía, que incluyen la posibilidad de introducir un régimen obligatorio de límites máximos y comercio.⁴⁵

Se han establecido también regímenes nacionales voluntarios de comercio de derechos de emisión. Por ejemplo, en 2002-2006, el Reino Unido aplicó un régimen de comercio de derechos de emisión basado en la participación voluntaria abierto tanto al sector público como al privado.⁴⁶ En 2005, el Japón estableció un régimen de comercio de derechos de emisión voluntario que abarcaba las emisiones de CO₂ de las empresas que accedieron a comprometerse a alcanzar objetivos de reducción de las emisiones.⁴⁷ Otro ejemplo de un régimen voluntario es la Bolsa del Clima de Chicago, establecida en 2003 en América del Norte.⁴⁸ Sus miembros son empresas y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que han optado por asumir compromisos voluntarios de reducir las emisiones de los seis principales gases de efecto invernadero.⁴⁹ Una vez que se contraen, estos compromisos voluntarios son jurídicamente vinculantes.

A nivel subnacional, el estado australiano de Nueva Gales del Sur introdujo en 2003 el Régimen de Reducción de los Gases de Efecto Invernadero, que es el mayor régimen obligatorio después del EU-ETS.⁵⁰ En los Estados Unidos, la Junta de Recursos Atmosféricos del estado de California aprobó recientemente un marco para la aplicación de un programa de límites máximos y comercio en el sector de producción de energía eléctrica, que se aplicará en 2012.⁵¹ Siete estados del este de los Estados Unidos y cuatro provincias canadienses⁵² asumieron también en 2007 un compromiso respecto de la Iniciativa Occidental sobre el Clima, en cuyo marco se aplicará en 2012 un

programa regional de límites máximos y comercio.⁵³ En 2009, como parte de la Iniciativa Regional sobre los Gases de Efecto Invernadero, 10 estados del noreste⁵⁴ de los Estados Unidos establecieron el primer régimen de límites máximos y comercio para las emisiones de gases de efecto invernadero en ese país.⁵⁵

Los regímenes de comercio de derechos de emisión comparten varias características de diseño que se examinan brevemente a continuación: el alcance; la asignación de los derechos de emisión; las vinculaciones con otros regímenes existentes y algunos otros rasgos.⁵⁶ Estas características del diseño son importantes porque determinan los costos para los participantes e influyen en las consecuencias totales que tienen los regímenes en el comercio.

i) Alcance

En primer lugar, los regímenes de comercio nacionales pueden vincularse con dos tipos de objetivos en materia de derechos de emisión⁵⁷: i) un nivel total de emisiones (el sistema de límites máximos y comercio); o ii) una norma de emisión para cada fuente (el sistema basado en porcentajes determinados de las emisiones). En un sistema de límites máximos y comercio, el gobierno define un volumen total máximo de gases de efecto invernadero, expresado habitualmente en unidades físicas (por ejemplo, toneladas) que las fuentes reglamentadas pueden emitir durante un período especificado.⁵⁸ Para alcanzar el objetivo de reducir las emisiones, a menudo el límite máximo de las emisiones permitidas se fija a un nivel más bajo que las emisiones pasadas, y habitualmente este límite máximo disminuye con el tiempo. El gobierno crea entonces un número de “derechos” que abarca emisiones iguales al volumen del límite máximo.

En cambio, en un sistema basado en porcentajes determinados de las emisiones (llamado también de límite máximo relativo, de “línea de base y crédito”⁵⁹ o basado en la intensidad de carbono), el gobierno determina un nivel de emisiones para cada fuente, que habitualmente se expresa en emisiones permitidas por unidad de producción o intensidad de las emisiones.⁶⁰ Por ejemplo, el Régimen de Reducción de los Gases de Efecto Invernadero de Nueva Gales del Sur

(Australia) y el mercado de comercio de derechos de emisión que actualmente se está examinando en el Canadá utilizan el establecimiento de límites máximos basado en porcentajes determinados de las emisiones.⁶¹ En el Canadá, se prevé que la línea de base de cada empresa será su objetivo en materia de intensidad de emisiones.⁶²

Hay dos diferencias fundamentales entre los sistemas de límites máximos y comercio y los basados en porcentajes determinados de las emisiones.⁶³ Un modelo basado en porcentajes determinados no establece un límite máximo general para las emisiones y, por lo tanto, crea incertidumbre acerca del nivel total de emisiones que puede alcanzarse. Además, la carga administrativa que representa un sistema basado en porcentajes determinados es mayor que la que representa un sistema de límites máximos y comercio: al igual que en el caso de un impuesto ambiental, las autoridades reguladoras tendrían que calcular de nuevo y ajustar periódicamente las normas sobre los porcentajes para alcanzar un determinado objetivo de emisiones y tendrían que introducir correcciones para tener en cuenta las emisiones adicionales que podrían resultar del aumento de la producción.⁶⁴

En segundo lugar, el número de participantes en un régimen de comercio de derechos de emisión es también un elemento importante para determinar los posibles efectos de cualquier sistema en la reducción de las emisiones.⁶⁵ Sin embargo, la medida en que los responsables de las emisiones, grandes y pequeños, contribuyen a que se alcance el objetivo total en materia de emisiones es desigual, y se ha puesto en duda la rentabilidad de la inclusión de las pequeñas instalaciones en los regímenes de comercio de derechos de emisión.⁶⁶ En realidad, los regímenes existentes y propuestos suelen prever umbrales mínimos de emisiones de CO₂ para excluir a las pequeñas instalaciones. Por ejemplo, en la tercera fase del EU-ETS, se autorizará a las instalaciones que emitan menos de 25.000 t de CO₂ al año a no participar en el régimen de comercio, siempre que se apliquen otras medidas de reducción.⁶⁷ Los regímenes de comercio de derechos de emisión canadiense⁶⁸, australiano⁶⁹ y californiano⁷⁰ propuestos incluyen también umbrales mínimos.



En tercer lugar, la cobertura sectorial es variable. Como las emisiones de gases de efecto invernadero de un régimen de comercio deben aumentar lógicamente cuando aumenta el número de sectores abarcados, algunos regímenes comprenden una amplia gama de sectores o permiten la incorporación gradual de más sectores. Por ejemplo, en el período posterior a 2012, el alcance del EU-ETS -que actualmente abarca la generación de energía, el hierro y el acero, el vidrio, el cemento, la cerámica y los ladrillos, entre otros sectores- se ampliará para incluir nuevos sectores, entre ellos los productos petroquímicos, el amoníaco y el aluminio.⁷¹ El régimen canadiense propuesto también está destinado a abarcar una amplia gama de sectores: la generación de energía eléctrica por combustión; el petróleo y el gas; los productos forestales; la fundición y el refinado; el hierro y el acero; algunas actividades extractivas; y el cemento, la cal y los productos químicos.⁷²

Por último, en lo que se refiere al tipo de gases abarcado, la mayoría de los regímenes, como el EU-ETS, la Iniciativa Regional sobre los Gases de Efecto Invernadero de los Estados Unidos y el régimen de comercio de Suiza, sólo abarcan el CO₂. En cambio, el régimen de Nueva Gales del Sur (Australia) y el régimen canadiense propuesto abarcan también otros gases de efecto invernadero.⁷³ La fase posterior a 2012 del EU-ETS prevé la inclusión de dos nuevos gases de efecto invernadero: el óxido nitroso (N₂O) y los perfluorocarbonos (PFC).⁷⁴

ii) Asignación de los derechos de emisión

En un régimen de comercio de derechos de emisión, los derechos son la moneda de uso común. Habitualmente, un derecho permite al titular emitir 1 t de CO₂, como en el caso del EU-ETS, o emitir 1 t de CO₂ equivalente (CO₂ eq), por ejemplo, en el régimen de Nueva Gales del Sur.⁷⁵ Las empresas que mantienen sus emisiones por debajo del nivel de sus derechos pueden vender sus derechos sobrantes. Por otra parte, las empresas cuyas emisiones son superiores al nivel de sus derechos tienen habitualmente dos posibilidades, que también pueden combinarse: adoptar medidas para reducir sus emisiones (por ejemplo, invirtiendo en tecnologías más

favorables al medio ambiente) o comprar los derechos adicionales que necesitan en el mercado.

El método de asignación de los derechos puede tener importantes repercusiones en la distribución de los costos entre las empresas abarcadas y en la forma en que se transmiten a los consumidores, por lo que puede influir en la posible reducción o aumento de la competitividad de determinadas empresas.⁷⁶ A este respecto, el punto de aplicación (o reglamentación) del régimen y la manera en que se distribuyen los derechos son consideraciones importantes.

En términos generales, hay dos puntos de aplicación que también pueden combinarse.⁷⁷ En un diseño basado en las “etapas iniciales”, el límite total de las emisiones se aplica a los productores e importadores de combustibles fósiles y a los productores de otras fuentes de energía. Los costos de emisión se transmiten habitualmente a los consumidores en forma de precios más altos. Se aduce que una ventaja fundamental de un sistema basado en las etapas iniciales es que implica costos administrativos relativamente bajos porque reglamenta las emisiones de un número limitado de entidades. Sin embargo, como los proveedores de combustibles fósiles no tienen verdaderas posibilidades de reducir el contenido de carbono de esos combustibles, un límite máximo de las emisiones equivale simplemente a un límite máximo de los combustibles, con el consiguiente impacto negativo en los beneficios de los productores e importadores de combustibles fósiles. Además, un diseño basado en las etapas iniciales puede no ser suficiente para estimular la eficiencia energética y las reducciones de las emisiones de los usuarios finales.

En un diseño basado en las “etapas finales”, el límite de las emisiones se aplica a las fuentes de éstas, es decir, a los usuarios finales de los combustibles fósiles, que son los verdaderos responsables de las emisiones de CO₂.⁷⁸ El sistema basado en las etapas finales tiene la ventaja de que puede dar lugar a un mercado amplio y eficiente para el comercio de derechos de emisión. Su principal inconveniente es que los costos administrativos son más elevados, ya que cabe la posibilidad de que se aplique a muchos participantes.⁷⁹

La mayor parte de los regímenes existentes se basan en las etapas finales, por ejemplo el EU-ETS, que se aplica a cada instalación de los sectores abarcados.⁸⁰ El punto de aplicación apropiado puede ser distinto según el sector. Por ejemplo, cuando se trata de emisiones relacionadas con el sector del transporte, se considera que un punto de aplicación en las etapas finales sería difícil de utilizar, porque tendría que abarcar a todos los propietarios y usuarios de vehículos⁸¹; por ello, se suele preferir un punto de reglamentación en las etapas iniciales, a nivel de las refinerías y los importadores de combustibles.

Actualmente, hay dos principales métodos utilizados por la autoridad reguladora para distribuir los derechos entre las instalaciones existentes⁸²: la asignación gratuita y/o la subasta. Los derechos gratuitos pueden basarse en los niveles de emisión históricos (“anterioridad”) o en proyecciones de las emisiones sectoriales o pueden distribuirse por otro método, por ejemplo sobre la base de las emisiones por unidad de producción (“niveles de referencia”).⁸³ Las ventajas de la distribución gratuita de los derechos de emisión son que reduce el riesgo de pérdida de competitividad en los sectores de gran intensidad de energía y expuestos al comercio internacional; y también puede ser un primer paso en la introducción progresiva de un régimen de comercio de derechos de emisión.

En el caso de las subastas, las empresas deben pujar por el número de derechos que necesitan comprar para cubrir sus emisiones en lugar de recibir gratuitamente un volumen inicial.⁸⁴ Las razones en favor de las subastas son las siguientes: es probable que activen una señal inmediata en cuanto a los precios en el mercado de derechos de emisión, lo cual debería aumentar la eficacia total del régimen, ya que los consumidores de productos de gran intensidad de CO₂ ajustarán su demanda en función de ello; proporcionan mayores incentivos para la adopción temprana de medidas encaminadas a reducir las emisiones; y pueden atenuar el problema de los beneficios extraordinarios⁸⁵ y, por lo tanto, estar más de acuerdo con el principio de que “quien contamina paga”.⁸⁶

En la práctica, los derechos se han distribuido con frecuencia de manera gratuita, principalmente para

tener en cuenta las preocupaciones relativas a la competitividad de las empresas de gran intensidad de energía.⁸⁷ Por ejemplo, Suiza ha distribuido gratuitamente el 100 por ciento de sus derechos de emisión.⁸⁸ En la tercera fase del EU-ETS, habrá un aumento considerable de las subastas (de menos del 4 por ciento en la fase II a más del 50 por ciento en la fase III).⁸⁹ También en el régimen de comercio de derechos de emisión de Australia se asignará una gran proporción de derechos gratuitos a las empresas de gran intensidad de emisiones y expuestas al comercio internacional.⁹⁰ En cambio, en el marco de la Iniciativa Regional sobre los Gases de Efecto Invernadero, varios estados participantes del noreste de los Estados Unidos han decidido subastar el 100 por ciento de sus derechos de emisión anuales.⁹¹

iii) Vinculaciones con regímenes existentes, incluidas las compensaciones

Se han establecido ya o se han planificado para un futuro próximo varios regímenes de comercio de derechos de emisión. Aunque la vinculación de varios regímenes puede crear grandes dificultades porque con frecuencia varían algunas de sus características principales (como el tamaño, el rigor ambiental, los mecanismos de notificación y vigilancia o el precio del CO₂), ofrece algunas ventajas claras. Por ejemplo, la vinculación de regímenes de comercio de derechos de emisión puede dar lugar a la creación de un mercado mayor, lo cual, a su vez, puede disminuir el costo total de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar la liquidez⁹² y reducir la inestabilidad de los precios de los derechos.⁹³

Se puede distinguir entre dos tipos de vinculaciones. En primer lugar se pueden establecer vínculos directos en virtud de los cuales los derechos de emisión se comercializan entre varios regímenes de comercio de derechos de emisión distintos.⁹⁴ Por ejemplo, en la tercera fase del EU-ETS, se permitirá la vinculación y el reconocimiento mutuo de los derechos de emisión entre el EU-ETS y los sistemas de límites máximos y comercio de cualquier país a nivel nacional o subnacional, siempre que el diseño de los otros regímenes de comercio de derechos de emisión no menoscabe la “integridad ambiental” del EU-ETS.⁹⁵



En segundo lugar, pueden establecerse también vínculos indirectos (que son bastante habituales)⁹⁶ en virtud de los cuales los regímenes de comercio de derechos de emisión se vinculan a compensaciones basadas en proyectos.⁹⁷ La “compensación del carbono” (o las “compensaciones”) se refiere al acto de reducir o evitar las emisiones de gases de efecto invernadero en un lugar a fin de “compensar” las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen en otro lugar.⁹⁸ Las compensaciones suelen ser créditos resultantes de proyectos de reducción de las emisiones, como la plantación de árboles, o de inversiones en energía renovable, conservación de la energía o captura del metano.

Los créditos resultantes de compensaciones basadas en proyectos pueden proceder del extranjero, por ejemplo, a través del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL).⁹⁹ Con arreglo al EU-ETS, los operadores, dentro de ciertos límites, pueden obtener sus derechos de emisión mediante la compra de créditos generados por proyectos de ahorro de emisiones aplicados en otros países.¹⁰⁰ Estos proyectos deben estar reconocidos oficialmente de conformidad con el Mecanismo de ejecución conjunta del Protocolo de Kyoto o el MDL. Los proyectos del MDL también se aceptan como compensaciones en Noruega, el Japón, la Bolsa del Clima de Chicago, Suiza¹⁰¹ y el régimen de comercio de derechos de emisión australiano propuesto.¹⁰²

Algunos regímenes de comercio de derechos de emisión prevén también la posibilidad de utilizar compensaciones internas procedentes de proyectos nacionales que no formen parte del régimen de comercio de derechos de emisión.¹⁰³ Por ejemplo, en los regímenes de la Iniciativa Regional sobre los Gases de Efecto Invernadero (Estados Unidos) y de Nueva Gales del Sur (Australia), pueden utilizarse otros tipos de compensación procedentes de proyectos que se realizan en los Estados Unidos¹⁰⁴ y en Nueva Gales del Sur¹⁰⁵, respectivamente. En la tercera fase del EU-ETS, también se podrán utilizar créditos de compensación internos procedentes de proyectos nacionales que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero pero que no estén incluidos en el régimen de comercio.¹⁰⁶

iv) Otras características

La mayor parte de los regímenes de comercio de derechos de emisión incluyen un mecanismo bancario que contribuye a estabilizar las fluctuaciones de los precios de los derechos de emisión y limita el riesgo de incumplimiento.¹⁰⁷ Gracias al mecanismo bancario los derechos de emisión se transmiten de una fase a la otra, lo cual quiere decir que los derechos no utilizados durante el período de comercio para el que se emitieron pueden conservarse para utilizarlos en un período de comercio posterior.¹⁰⁸ El mecanismo bancario permite habitualmente obtener resultados tempranos de reducción de las emisiones porque la mayor parte de las empresas reducen sus niveles de emisión más de lo exigido o compran más derechos de lo que necesitan a fin de evitar las sanciones por incumplimiento.¹⁰⁹ La conservación de los derechos mediante este mecanismo bancario puede ayudar a las empresas a cumplir sus objetivos en materia de emisiones proporcionándoles al mismo tiempo flexibilidad para que puedan realizar las grandes inversiones que son necesarias para reducir las emisiones. Hay disposiciones que permiten la conservación bancaria de los derechos, por ejemplo, en el EU-ETS (desde el segundo período en adelante)¹¹⁰, en los regímenes de comercio de derechos de emisión de Nueva Gales del Sur en Australia, de la Bolsa del Clima de Chicago, de la Iniciativa Regional sobre los Gases de Efecto Invernadero y de Suiza, así como en el régimen nacional propuesto en Australia y en el propuesto en California.¹¹¹

La toma de préstamos es otro mecanismo de flexibilidad que permite a una entidad que emite gases de efecto invernadero utilizar derechos correspondientes a un período futuro para cubrir las emisiones actuales: la entidad toma en préstamo posibles reducciones que aún no se han realizado pero que se prevén para el futuro, es de suponer que a un costo más bajo que las reducciones actuales.¹¹² La toma de préstamos puede constituir un mecanismo de seguro contra las subidas repentinas de los precios en caso de demanda sostenida de derechos de emisión. Por ejemplo, el régimen de Australia permitirá un grado limitado de toma de préstamos respecto de los derechos correspondientes al año siguiente a fin de aumentar la flexibilidad.¹¹³ No obstante, hay algunas limitaciones de la utilización de

la toma de préstamos, como el hecho de que el objetivo ambiental de reducción de las emisiones puede verse afectado si las empresas se dedican a la toma de préstamos contra derechos futuros y, de ese modo, retrasan varios años la reducción de sus emisiones.¹¹⁴

Los regímenes de comercio de derechos de emisión pueden comprender también algunos mecanismos de observancia, incluidas posibles sanciones.¹¹⁵ La eficacia de esos mecanismos dependerá de la capacidad técnica de la autoridad reguladora de vigilar y detectar las violaciones y de su capacidad jurídica de hacer frente a esas violaciones una vez se detecten.¹¹⁶ Por ejemplo, con arreglo al EU-ETS, si una instalación no posee derechos suficientes para cubrir sus emisiones anuales, será objeto de una sanción financiera, y el volumen del déficit de derechos se transmitirá al período siguiente. La multa con que se sancionaba el incumplimiento en la primera fase del EU-ETS era de 40 euros por tonelada de CO₂ y es de 100 euros por tonelada durante la segunda fase.¹¹⁷ Desde el 1º de enero de 2013 en adelante, la multa por incumplimiento aumentará de conformidad con el Índice de Precios al Consumo Europeo.¹¹⁸

c) Eficacia ambiental

Los impuestos sobre el carbono y los regímenes de comercio de derechos de emisión pueden tener dos efectos principales en el medio ambiente¹¹⁹: i) un “efecto directo”, es decir, una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, una estimulación de las medidas eficientes desde el punto de vista de la energía, el paso a la utilización de combustibles y productos bajos en carbono y modificaciones de las estructuras de producción y consumo de la economía; y ii) un “efecto indirecto” mediante el “reciclado” de los ingresos fiscales o procedentes de las subastas para financiar, por ejemplo, la inversión en tecnologías más favorables al medio ambiente o para promover modificaciones de las pautas de inversión y consumo que reduzcan las emisiones.

El “efecto directo” se debe a que un impuesto sobre el carbono o un régimen de comercio de derechos de emisión internaliza el costo ambiental del carbono fijando un precio para el contenido de carbono de la energía y para las emisiones de CO₂ generadas en

la producción y/o el consumo. En teoría, una señal apropiada en cuanto al precio del carbono debería tener las siguientes consecuencias: asegurar que las entidades emisoras sufraguen todo el costo ambiental de sus acciones, alentar a los particulares y las empresas a abandonar la utilización de mercancías y servicios con una gran emisión de carbono y a invertir en opciones bajas en carbono y, a largo plazo, promover la innovación consistente en nuevos métodos de producción y productos que satisfagan la demanda de los consumidores y al mismo tiempo reduzcan la contaminación.¹²⁰

Para ser plenamente eficaz, un impuesto sobre el carbono debe establecerse a un nivel que internalice los costos del daño ambiental, de manera que los precios reflejen los costos ambientales reales (los denominados “impuestos pigouvianos”).¹²¹ La mayoría de los modelos de evaluación integral utilizados para determinar la trayectoria óptima de un impuesto sobre el carbono demuestran que aumenta con el tiempo. Por ejemplo, el estudio de Nordhaus (2008) basado en su modelo DICE (Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy) muestra que el impuesto óptimo sobre el carbono se sitúa inicialmente en 34 dólares (a precios de 2005) por tonelada métrica de carbono en 2010, luego aumenta a 42 dólares por tonelada en 2015, a 90 dólares por tonelada en 2050 y a 220 dólares por tonelada en 2100. Esto se debe a que el impuesto sobre el carbono debe fijarse de tal modo que compense el daño marginal causado por las emisiones.¹²² Con el tiempo, este daño marginal aumentará a medida que se acumule el carbono presente en la atmósfera, de manera que, para internalizar plenamente estos costos cada vez mayores, el impuesto sobre el carbono debe aumentar en consecuencia. No obstante, las publicaciones y las reglamentaciones examinadas en esta sección demuestran que los responsables de las políticas rara vez han utilizado esos impuestos óptimos sobre el carbono debido, entre otras cosas, a la dificultad de estimar el costo del daño ambiental y las fluctuaciones de los precios de la energía.

Parece que los países han seguido más bien el enfoque “Baumol-Oates”, más pragmático, según el cual el tipo del impuesto se establece de manera que influya simplemente en el comportamiento de



los contribuyentes a fin de alcanzar un determinado objetivo ambiental.¹²³ Este concepto más pragmático se aplica con mayor facilidad en un contexto en el que el costo del daño ambiental es difícil de evaluar.¹²⁴ En la práctica, el tipo del impuesto sobre el carbono varía según los países: por ejemplo, en los Países Nórdicos, los ingresos medios procedentes del impuesto sobre el CO₂ oscilan entre 7,8 euros por tonelada de CO₂ en Finlandia y 23 euros por tonelada de CO₂ en Suecia.¹²⁵

El “efecto indirecto” de un impuesto sobre el carbono o de un régimen de comercio de derechos de emisión (mediante subastas) puede variar según la manera en que se utilicen los ingresos públicos obtenidos. Éstos pueden incorporarse al presupuesto general del Estado o pueden redistribuirse a fin de: financiar programas concretos, en particular relativos al medio ambiente (lo que se denomina “preasignación”), compensar a las empresas más afectadas por el impuesto o el régimen de comercio de derechos de emisión (atenuando así sus preocupaciones en cuanto a la competitividad) o reducir la carga que constituyen otros impuestos (como el impuesto sobre la mano de obra y el impuesto sobre el valor añadido).¹²⁶ Además, se ha dicho que pueden obtenerse algunos beneficios adicionales gracias a la manera en que se “reciclan” (es decir, se reinvierten en la economía) los ingresos obtenidos de los impuestos sobre el carbono o como resultado de las subastas celebradas en el marco de un régimen de comercio de derechos de emisión (lo que se denomina “doble dividendo”).¹²⁷ Además de un “doble dividendo ambiental” (lo cual quiere decir que la reducción de las emisiones de CO₂ puede ir acompañada de una disminución de la contaminación local), puede haber también un “doble dividendo económico”, en virtud del cual el reciclado de los ingresos procedentes del impuesto sobre el carbono o de las subastas, al reducir otros impuestos, puede tener efectos beneficiosos en el crecimiento económico, el empleo o el desarrollo tecnológico.¹²⁸

Aunque el reciclado de los ingresos percibidos, en particular en el caso de determinados programas preasignados, podría tener como resultado beneficios ambientales, esa “protección fiscal” puede debilitar la eficacia ambiental de las políticas sobre el clima y, por

lo tanto, neutralizar el efecto que se pretende alcanzar con un impuesto sobre el carbono o un régimen de comercio de derechos de emisión. Se han puesto de relieve varios problemas relacionados con esta práctica, entre ellos: que las empresas pueden demorar el abandono de los modos de producción contaminantes; que el reciclado de los ingresos puede no motivar a las empresas a hacer plenamente frente al costo ambiental de sus emisiones; y que la preasignación puede obstaculizar las reevaluaciones fiscales necesarias, basadas en razones económicas y ambientales, porque la autoridad reguladora determina por anticipado la utilización de los ingresos.¹²⁹

En la práctica, los países utilizan con frecuencia una combinación de posibilidades para redistribuir los ingresos obtenidos de los regímenes de comercio de emisiones o los impuestos sobre el carbono. Por ejemplo, Finlandia utiliza los ingresos procedentes del impuesto sobre el carbono tanto para promover el uso de formas de energía renovables y la eficiencia energética (preasignación) como para la reinversión en el presupuesto nacional general.¹³⁰ En Dinamarca, los ingresos fiscales se reciclan en la industria mediante subvenciones para la inversión en medidas de producción de alto rendimiento energético, mediante reducciones de las contribuciones de los empleadores a los fondos de personal y mediante un fondo especial para las pequeñas y medianas empresas.¹³¹ En Suecia, se han introducido disposiciones para el alivio fiscal en el caso de los sectores “sometidos a competencia”, y en 2000 se adoptó una estrategia de “desplazamiento ecológico de los impuestos”, con arreglo a la cual el aumento de los impuestos sobre el carbono se compensa mediante la reducción de los impuestos sobre la mano de obra.¹³² Noruega utiliza parte de los ingresos procedentes del impuesto sobre el carbono para reducir el impuesto sobre la renta.¹³³ Por último, en la tercera fase del EU-ETS, una parte importante de los ingresos que se obtendrán mediante la subasta de derechos de emisión a partir de 2013 se utilizará para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y para la adaptación a las consecuencias del cambio climático mediante contribuciones a determinados fondos destinados a terceros países, inversiones en energías renovables y medidas de población y repoblación forestal en países en desarrollo, entre otras cosas.¹³⁴

¿Hasta qué punto han tenido éxito en la práctica los impuestos sobre el carbono y los regímenes de comercio de derechos de emisión? En general, la mayor parte de los estudios realizados acerca de los resultados de los impuestos sobre el carbono indican que han tenido efectos relativamente reducidos, aunque positivos, en las emisiones de CO₂. Por ejemplo, un estudio efectuado en 2004 de las evaluaciones de los impuestos basados en el CO₂ llegó a la conclusión de que todos esos impuestos habían contribuido en general, por sí mismos o como parte de un paquete más amplio, a la reducción de las emisiones.¹³⁵ Además, una evaluación realizada en 2000 demostró que las emisiones de CO₂ de Finlandia habrían sido un 7 por ciento mayores en 1998 si los impuestos sobre la energía se hubieran mantenido al nivel de 1990.¹³⁶ Los niveles relativamente bajos de eficacia ambiental se suelen explicar por la amplitud de las exenciones fiscales y la demanda relativamente inelástica en los sectores gravados.¹³⁷ Sin embargo, cuando se examinan sectores concretos, las reducciones de las emisiones parecen mayores. Por ejemplo, en Suecia, las emisiones resultantes de la calefacción de distrito y de los sectores industriales y de la vivienda disminuyeron un 19 por ciento de 1987 a 1994, y un 60 por ciento de esa reducción puede atribuirse a los impuestos sobre el CO₂.¹³⁸ Un estudio realizado en 1996 en Noruega observó también una disminución del 21 por ciento de las emisiones procedentes de instalaciones de combustión fijas de 1991 a 1995, debido a la introducción del impuesto sobre el carbono.¹³⁹

En teoría, un régimen de comercio de derechos de emisión que funcione satisfactoriamente debería limitar las emisiones a los límites máximos especificados y, por lo tanto, debería alcanzar un alto nivel de eficacia ambiental.¹⁴⁰ No obstante, por las razones políticas, prácticas y económicas analizadas en la sección anterior, hasta ahora la mayoría de los regímenes de comercio de derechos de emisión han tenido un alcance limitado y, por lo tanto, una capacidad limitada de reducir las emisiones. Además, las evaluaciones de los resultados aún se encuentran en una etapa temprana, puesto que los regímenes de comercio de derechos de emisión existentes no llevan mucho tiempo en funcionamiento.¹⁴¹ Por ejemplo, no se pueden evaluar los resultados obtenidos por el EU-

ETS hasta el momento sin reconocer que los primeros tres años (2005-2007) constituyeron un período de “ensayo”, encaminado a establecer la infraestructura de límites máximos y comercio necesaria para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.¹⁴²

Tanto los impuestos sobre el carbono como los regímenes de comercio de derechos de emisión son mecanismos que fijan un precio para las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que tienen por objetivo internalizar el costo ambiental de esas emisiones, con miras a reducir el volumen de emisiones a niveles óptimos desde el punto de vista del medio ambiente a un costo mínimo.¹⁴³ En el caso de un impuesto sobre el carbono, las autoridades reguladoras determinan directamente el precio mediante el tipo del impuesto (determinación exógena), mientras que el volumen de emisiones que se reducirá es un resultado de las medidas adoptadas por la industria para esa reducción (determinación endógena). Por otra parte, en el caso de un régimen de comercio de derechos de emisión, el volumen de emisiones que se reducirá es determinado por las autoridades reguladoras (determinación exógena) mientras que el precio es determinado por el mercado (determinación endógena) según la oferta y la demanda de emisiones, y el precio se ajusta por sí mismo al costo marginal de la reducción (es decir, el costo de la reducción de una unidad adicional de emisiones).¹⁴⁴

Puede decirse que el instrumento que elija la autoridad reguladora depende del valor relativo asignado al precio frente a la necesidad de asegurar la certidumbre de un resultado ambiental. Un impuesto sobre el carbono puede ser más apropiado cuando el costo del logro de un nivel de emisiones deseado es incierto. Puede ser preferible un régimen de comercio de derechos de emisión en las situaciones en las que es necesaria una mayor certidumbre ambiental. Por ejemplo, un caso típico en el que una mayor certidumbre ambiental es relativamente más importante que la certidumbre del precio es aquel en que existe el peligro de llegar a un umbral de daño. Esto ocurre cuando el daño ambiental es relativamente limitado por debajo de un determinado umbral y potencialmente catastrófico por encima de ese umbral. En esta situación, si se puede identificar un umbral de las emisiones seguro, la opción



preferible es establecer un límite máximo para evitar graves consecuencias ambientales.¹⁴⁵

En cambio, cuando no hay un umbral de daño y el costo marginal de la reducción es relativamente sensible al nivel de contaminación identificado como aceptable, puede ser preferible un impuesto. Por ejemplo, en el caso de los contaminantes acumulativos (definidos como aquellos que se acumulan a lo largo del tiempo), se suele decir que cada unidad de contaminación tiene aproximadamente el mismo efecto en el medio ambiente. En tal situación, una mayor certidumbre en cuanto al precio es relativamente más importante que la certidumbre ambiental, y por lo tanto sería preferible un impuesto a un límite máximo de las emisiones.¹⁴⁶

En el caso del cambio climático, los efectos perjudiciales proceden de la acumulación a lo largo del tiempo de contaminantes acumulativos, como los gases de efecto invernadero. Esto parecería abogar por la adopción de un impuesto. Por otra parte, a largo plazo, las concentraciones continuadas de gases de efecto invernadero en la atmósfera pueden alcanzar finalmente un determinado umbral que podría provocar consecuencias ambientales catastróficas, examinadas en la parte I de esta publicación. En esos casos, la estabilización de las emisiones por debajo de un umbral sería muy importante y constituiría un motivo para fijar un límite máximo de las emisiones.¹⁴⁷

2. Medidas en frontera

A falta de un precio del carbono internacionalmente convenido¹⁴⁸ y visto que las políticas de reducción de las emisiones, como los impuestos y/o los regímenes de comercio no se aplican universalmente, la aplicación de políticas de reducción de las emisiones ha suscitado preocupación en relación con la competitividad y la eficiencia ambiental, es decir, las “fugas de carbono”. La preocupación acerca de la competitividad y las fugas de carbono, en particular en relación con las empresas de gran intensidad de energía, se han situado recientemente a la vanguardia de los debates sobre el cambio climático, con motivo del examen y la aplicación de regímenes de comercio de derechos de emisión en varios países desarrollados.

A fin de reducir el costo del cumplimiento para las empresas que puedan verse afectadas, se utilizan mecanismos como los derechos de emisión gratuitos o las exenciones.¹⁴⁹ Otro mecanismo es el uso de medidas comerciales en frontera para imponer un costo similar a los importadores. Se dice asimismo que este tipo de política comercial es un incentivo para que los demás países reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero, de manera que se alcancen los objetivos ambientales de la legislación interna teniendo al mismo tiempo en cuenta el carácter mundial del cambio climático.

En las secciones siguientes se aclaran en primer lugar los conceptos de “competitividad” y “fuga de carbono” y después se presentan los diversos tipos de mecanismos en frontera que se han propuesto para remediar esos problemas: ajustes de los impuestos sobre el carbono y sobre la energía en frontera; medidas en frontera en relación con un régimen de comercio de derechos de emisión; y otros tipos de medidas en frontera.

a) Fundamento de las medidas: los efectos en la competitividad y la fuga de carbono

Tanto los impuestos sobre el carbono unilaterales como los regímenes de comercio de derechos de emisión influyen en los costos relativos de las mercancías y, por lo tanto, en cierta medida, afectan también a la competitividad de las empresas y los sectores.¹⁵⁰ La competitividad de un sector puede definirse como su capacidad de mantener sus beneficios y su cuota de mercado.¹⁵¹ Los efectos en la competitividad se producen, en particular, si las políticas ambientales de los distintos países imponen niveles de costos diferentes a las empresas que compiten, dando así lugar a una ventaja en cuanto a los precios a las empresas situadas en los países con políticas ambientales menos estrictas.¹⁵²

Los efectos de las medidas de protección contra el cambio climático en la competitividad de los sectores dependerán de varios factores relacionados con: i) las características específicas del sector (es decir, su exposición al comercio internacional; la medida en que es intensiva en él la utilización de energía o la emisión de CO₂; sus costos directos e indirectos de

las emisiones de carbono¹⁵³; sus costos de producción; su capacidad de transmitir los aumentos de los costos a través de los precios; su estructura de mercado; sus costos de transporte; su capacidad de reducir las emisiones y/o el consumo de energía; su posibilidad de evolucionar hacia tecnologías y procesos de producción más limpios); ii) el diseño de la reglamentación (es decir, la cuantía de la carga sobre el carbono; el rigor de la reglamentación; la existencia de modos de aliviar esa carga y de exenciones; y, en el caso de un régimen de comercio de derechos de emisión, el método de asignación de los derechos); y iii) otras consideraciones de política (por ejemplo, las políticas sobre la energía y el clima adoptadas por otros países).¹⁵⁴ La influencia de cada uno de estos factores puede ser específica para cada empresa y su determinación puede ser bastante compleja. En el centro de los debates sobre los efectos en la competitividad de los regímenes de comercio de derechos de emisión recientes y de los que se están considerando se han situado dos de esos factores: la “capacidad de transmisión” de los costos de las empresas y su exposición al comercio internacional.

La “capacidad de transmisión de los costos” de una empresa es su capacidad de transmitir a los consumidores cualquier aumento del costo de sus procesos de producción aumentando los precios de sus productos sin perder rentabilidad (en otros términos, el potencial de recuperación de los costos). El aumento de los precios necesario para recuperar los costos debidos a los regímenes de reducción de emisiones puede determinarse sumando los costos directos de la aplicación del límite máximo de las emisiones y los costos indirectos de las emisiones de carbono. Los costos directos de las emisiones de carbono dependen de la intensidad de carbono y la intensidad de energía del proceso de producción y de la disponibilidad de técnicas para la reducción de las emisiones. Además de los costos directos, las empresas también pueden tener que hacer frente a costos indirectos de las emisiones de carbono relacionados con aumentos del costo de los insumos energéticos como reacción a una mayor “limitación del carbono” (como un aumento del precio de la electricidad).¹⁵⁵

La capacidad de “transmitir” los costos depende de varios elementos, entre ellos: la elasticidad de

la demanda, es decir, el grado en que la demanda de un producto responde a los movimientos de los precios; la estructura del mercado; y la exposición al comercio internacional.¹⁵⁶ Por ejemplo, las empresas productoras de electricidad pueden transmitir sus costos a los consumidores con mayor facilidad porque la demanda de electricidad es relativamente inelástica con respecto al precio (es decir, porque la demanda sigue siendo casi constante, independientemente de que los precios aumenten o disminuyan), la estructura del mercado está habitualmente muy reglamentada y la competencia internacional de los países sin políticas de reducción de las emisiones de carbono es muy limitada.¹⁵⁷ Además, los productores de mercancías objeto de comercio internacional tienen un margen mucho menor para compensar sus costos debidos a las emisiones de carbono mediante el aumento de los precios porque temen perder su cuota de mercado.¹⁵⁸ La exposición al comercio internacional se considera la principal limitación de la capacidad de las empresas de transmitir los costos a los consumidores.¹⁵⁹

En los estudios realizados hasta el momento en general se ha comprobado que los efectos de las reglamentaciones ambientales en la competitividad, incluidas las políticas relacionadas con el cambio climático, son relativamente reducidos o son probables únicamente en un pequeño número de sectores porque el costo del cumplimiento de una reglamentación es un componente relativamente insignificante de los costos totales de una empresa, que abarcan también, por ejemplo, las fluctuaciones de los tipos de cambio, los costos de transporte, los precios de la energía y las diferencias entre los países en cuanto a los costos de la mano de obra.¹⁶⁰ Por ejemplo, un estudio que examinó las publicaciones relativas a los efectos de un precio del carbono en la competitividad llegó a la conclusión de que éste sólo influiría negativamente en la competitividad de un reducido número de empresas manufactureras de gran intensidad de energía y de que probablemente tendría efectos limitados en los niveles de producción y empleo.¹⁶¹ Debe señalarse, no obstante, que se prevé que la limitación del carbono en algunos regímenes de comercio de derechos de emisión (por ejemplo, en la fase III del EU-ETS) será cada vez más rigurosa, con un menor número de derechos gratuitos, lo cual, por lo tanto, aumentará los posibles efectos en la competitividad de una serie de sectores.¹⁶²

La cuestión de la “fuga de carbono”, es decir, del riesgo de que las empresas de gran intensidad de energía se trasladen a países con políticas ambientales más débiles, relacionada con los posibles efectos de las políticas de mitigación del cambio climático en la competitividad, ha sido recientemente objeto de gran atención. Es evidente que el precio del carbono será distinto en los países que han aplicado reglamentaciones de limitación de las emisiones de carbono, como un impuesto sobre el carbono o un régimen de comercio de derechos de emisión, y en los países que no lo han hecho. Además, el precio del carbono también puede variar considerablemente entre los países que utilizan un instrumento de fijación de precios de ese tipo o que han promulgado distintas medidas de reglamentación para mitigar el cambio climático.¹⁶³

Las preocupaciones relacionadas con la fuga de carbono suelen guardar relación con dos riesgos: el riesgo de crear “refugios para el carbono”, es decir, países con políticas sobre el carbono menos estrictas que atraigan a las empresas de gran intensidad de carbono, lo cual pondría en peligro la eficacia mundial de las políticas ambientales limitadoras de las emisiones de carbono y el riesgo de relocalización de los puestos de trabajo como resultado de la relocalización de las empresas en países en los que las políticas de mitigación del cambio climático son menos costosas.¹⁶⁴

Algunos países han propuesto -o han introducido ya en su legislación sobre regímenes de comercio de derechos de emisión- criterios para identificar los sectores o subsectores en los que habría un riesgo de fuga de carbono. Esos criterios son los siguientes: aumento de los costos de producción debido a la introducción de nuevas reglamentaciones; exposición al comercio internacional; intensidad de las emisiones; medida en que es posible reducir las emisiones o el consumo de energía eléctrica; y grado en que otros países adoptan medidas comparables para reducir las emisiones y mejorar la eficiencia en cuanto al carbono.¹⁶⁵ Es posible que la identificación de los sectores en los que puede haber riesgo de fuga de carbono resulte una tarea difícil en la práctica, sobre todo debido a las dificultades que implica la reunión de datos sobre los mencionados indicadores.

En el contexto del comercio de derechos de emisión, se ha considerado que la asignación gratuita de derechos de emisión a las empresas de gran intensidad de energía o los descuentos basados en la producción son una manera de evitar la fuga de carbono. Por ejemplo, en la tercera fase del EU-ETS, determinados sectores podrían seguir recibiendo gratuitamente todos sus derechos durante el período 2013-2020 si la Comisión Europea determina que existe en ellos “un riesgo considerable de fuga de carbono”.¹⁶⁶

Aun así, los modos de aliviar la carga y las excepciones pueden no bastar para evitar la fuga de carbono, y en ese caso, la cuestión que se plantea es si las preocupaciones ante la fuga de carbono y el efecto en la competitividad justifican la intervención del gobierno en forma de ajustes en frontera.¹⁶⁷

b) Características principales

La adopción de medidas en frontera para compensar posibles asimetrías en la competitividad e impedir la fuga de carbono, como complemento de la aplicación interna de impuestos sobre el carbono o de un sistema de comercio de derechos de emisión, se ha debatido ampliamente en los estudios especializados y en algunos países. En las secciones que siguen se analizan los ajustes fiscales en frontera de los impuestos sobre el carbono o sobre la energía, las medidas en frontera en relación con los sistemas de comercio de derechos de emisión y otros tipos de medidas en frontera.

i) Ajustes fiscales en frontera de los impuestos sobre el carbono y los impuestos sobre la energía

Como se señala en la Subsección IV.A.1a), la expresión “impuestos sobre el carbono” ha sido utilizada por los países y en los estudios especializados para referirse a dos formas generales de tributación en relación con el cambio climático: i) impuestos sobre el consumo de combustibles fósiles en relación con su contenido de carbono; y ii) impuestos sobre las emisiones de CO₂ durante el proceso de producción (por ejemplo, en los sectores del cemento y del acero), pese a que en el examen general de la fiscalidad de los países que se llevó a cabo en la subsección anterior no se encontraron ejemplos de este tipo. Además, los países suelen aplicar

varios impuestos sobre el consumo de energía en general (es decir, impuestos que no están vinculados con el contenido de carbono de los combustibles fósiles sino que tienen por finalidad reducir el consumo de todas las fuentes de energía).

En el informe del *Grupo de Trabajo de los Ajustes Fiscales en Frontera*¹⁶⁸ elaborado en 1970 se utilizó la definición de ajustes fiscales en frontera empleada por la OCDE.¹⁶⁹ Según esa definición, los ajustes fiscales en frontera pueden consistir en: i) la aplicación de un impuesto sobre los productos importados correspondiente al impuesto que grava productos nacionales similares (es decir, ajustes fiscales en frontera de las importaciones); y ii) el reembolso de impuestos interiores cuando se exportan los productos (ajustes fiscales en frontera de las exportaciones).

Los ajustes fiscales en frontera se utilizan habitualmente en relación con impuestos interiores sobre la venta o consumo de productos.¹⁷⁰ Desde el punto de vista de los expertos en fiscalidad son un medio de incorporar en la política tributaria de un gobierno el “principio del país de destino”, conforme al cual los productos se gravan en el país de consumo.¹⁷¹ El objetivo económico general del ajuste fiscal en frontera es lograr que haya igualdad de condiciones entre las ramas de producción nacionales sujetas a impuestos y los competidores extranjeros que no los están garantizando que los impuestos interiores aplicados a los productos no influyan en el comercio.¹⁷² Por ejemplo, en muchos sistemas tributarios se ajustan los impuestos sobre productos como los cigarrillos o el alcohol.¹⁷³ Generalmente, los países también ajustan los impuestos aplicados a los combustibles fósiles cuando importan este tipo de productos.¹⁷⁴

Sin embargo, no todos los impuestos internos pueden ser objeto de ajuste. Si los impuestos internos sobre el carbón/la energía son objeto de ajuste fiscal en frontera de conformidad con las normas del GATT y la OMC se analiza más adelante en la Sección IV.A.3a).

ii) Ajustes en frontera en el marco de un sistema de comercio de derechos de emisión

Aún no se han introducido ajustes en frontera en el marco de un sistema de comercio de derechos de

emisión (por ejemplo, en forma de la obligación de que los importadores posean derechos de emisión). Sin embargo, en el marco de las deliberaciones sobre los sistemas nacionales de comercio de derechos de emisión, se debate en la actualidad en algunos países la posibilidad de aplicar ajustes en frontera.¹⁷⁵

Por ejemplo, se ha pensado en vincular un sistema de comercio de derechos de emisión con determinadas prescripciones sobre las importaciones procedentes de países que no impongan a sus ramas de producción las mismas obligaciones de reducción de emisiones. Los importadores tendrían que presentar derechos de emisión o créditos certificados de emisión que cubrieran las emisiones ocasionadas durante el proceso de fabricación del producto importado; otra alternativa sería permitirles adquirir derechos en los mercados nacionales de comercio de emisiones en las mismas condiciones que las ramas de producción nacionales.¹⁷⁶

iii) Otras medidas en frontera

Tanto los gobiernos como los estudios sobre el tema se han referido a otros tipos de medidas en frontera, en particular para inducir a determinados países a asumir compromisos de reducción de emisiones.¹⁷⁷ Las medidas se aplicarían a los productos importados, especialmente a los productos de uso intensivo de energía, procedentes de algunos países y consistirían, por ejemplo, en una carga a las importaciones o un arancel más elevado.¹⁷⁸

En el mundo académico también se ha estudiado la posibilidad de establecer un derecho compensatorio (contra las subvenciones *de facto*) o un derecho antidumping (contra el “dumping ambiental”) sobre los productos importados fabricados en países en los que no existe reglamentación en materia de cambio climático, con el fin de compensar los costos de la reducción de emisiones por los que esas importaciones no han pagado, o la subvención de hecho u “oculta” que reciben tales productos.¹⁷⁹ Se ha aducido que la inacción supone un beneficio y, por tanto, el costo evitado de la lucha contra el cambio climático podría ser considerado como una subvención oculta a las emisiones, que podría ser compensada.¹⁸⁰ Sin embargo,



otros autores sostienen que sería difícil calificar la inexistencia de legislación sobre el clima en un país como “subvención” o “dumping” ambiental ateniéndose a los parámetros de las normas de la OMC.¹⁸¹

Otra posibilidad que se ha considerado es la de aplicar un impuesto sobre algunos medios de transporte internacional -como los camiones que atraviesan el territorio de un país- basándose en el cálculo de sus emisiones de CO₂.¹⁸² Con estas medidas se pretende principalmente internalizar los costos de los medios de transporte para reflejar mejor su verdadero impacto en la sociedad y el medio ambiente y, asimismo, promover una fiscalidad más equitativa en la utilización de la infraestructura viaria sobre la base de principios tales como “el usuario paga” y “el que contamina paga”.¹⁸³

c) Dificultades prácticas

Sin embargo, la aplicación de un ajuste fiscal en frontera de un impuesto sobre el carbono o sobre la energía entraña algunas dificultades prácticas, al igual que la formulación de un mecanismo para ajustar el costo de los derechos de emisión y calcular el nivel apropiado del ajuste en frontera. Los principales problemas guardan relación con i) la dificultad de evaluar las emisiones de los distintos productos, y ii) las fluctuaciones del precio del carbono (o el precio del derecho de emisión) en el contexto de un sistema de comercio de derechos de emisión. Puede surgir otra dificultad cuando los productos importados están sujetos en el país de origen, a otro tipo de reglamentación sobre cambio climático, como reglamentos técnicos, y no a mecanismos de precios como los impuestos.¹⁸⁴ La observancia de algunos reglamentos, como la norma de la eficiencia en la utilización de los combustibles, puede suponer un costo (por ejemplo, la inversión en tecnologías que hagan posible un uso más eficiente de la energía) que en ocasiones es difícil de evaluar y transformar en un precio ajustable o en una “medida comparable”.

La principal dificultad para determinar las emisiones de los productos radica en que las emisiones de gases de efecto invernadero que tienen lugar durante el proceso de producción pueden variar en función del producto, la empresa y el país.¹⁸⁵ La intensidad de CO₂ de un producto (es decir, el CO₂ incorporado dividido

por su valor) depende de la cantidad de combustibles utilizados, el proceso de producción concreto, la eficiencia en el uso de la energía durante el proceso productivo, el tipo de combustible o de energía utilizada y la fuente de energía (la combinación de fuentes de energía empleada en el país de producción).¹⁸⁶ Si el insumo no es reconocible en el producto final, no será posible calcular el impuesto o carga mediante la simple inspección del producto en la frontera y habrá que recurrir a otros métodos para determinar la cuantía del ajuste en frontera que deberá aplicarse a los productos importados.¹⁸⁷ Por lo general se consideran varios métodos. En primer lugar, el país de importación puede exigir que los productos importados se acompañen de algún tipo de certificado o etiquetado relativos a los aspectos destacados del proceso de producción utilizado.¹⁸⁸ El segundo método que puede utilizarse consiste en que el país importador grave el producto partiendo del supuesto de que el producto importado se ha fabricado con arreglo al “método predominante de producción” utilizado en el país de importación o la “mejor tecnología disponible”.¹⁸⁹

Se suele considerar que el primer método, exigir que los productos importados se acompañen de un certificado u otros documentos informativos, puede plantear varios problemas prácticos como i) la dificultad de determinar con precisión la cantidad real de CO₂ emitido durante la producción de un artículo concreto; y ii) el hecho de que los productores pueden negarse a compartir información confidencial sobre la composición de sus productos.¹⁹⁰ Los Estados Unidos han considerado este método en relación con los productos químicos. En el asunto “*Superfund*” planteado en el GATT, el Grupo Especial constató que el impuesto que aplicaban los Estados Unidos directamente a algunos productos químicos podía ser objeto de ajuste fiscal en frontera y era compatible con el párrafo 2 del artículo III del GATT.¹⁹¹ Los importadores debían facilitar información suficiente respecto de los insumos de productos químicos de las sustancias sujetas al impuesto para que las autoridades fiscales pudieran determinar el ajuste fiscal en frontera que había que imponer.¹⁹²

Un asunto que se planteó en el marco de la legislación de la Unión Europea se menciona también con frecuencia en relación con las dificultades prácticas que comporta

calcular la cuantía del ajuste en frontera de un impuesto sobre el carbono o la energía: el asunto *Outokumpu Oy* de 1998.¹⁹³ El Gobierno finlandés había establecido un impuesto sobre la electricidad a tipos diferenciados en función del método de producción. Finlandia aplicaba a las importaciones un tipo único que equivalía aproximadamente a la media de los tipos interiores, pues sostenía que era imposible determinar el método de producción de la electricidad importada una vez que había pasado a formar parte de la red de distribución. *Outokumpu Oy*, una empresa importadora de electricidad, reclamó que aplicar un tipo único suponía infringir el Tratado de las Comunidades Europeas, que prohíben la discriminación directa e indirecta de los productos importados. El Tribunal Europeo de Justicia falló a su favor y explicó que la legislación finlandesa no daba al importador la posibilidad de demostrar que la electricidad se producía con un método determinado, de manera que pudiera ser objeto del tipo aplicable a la electricidad nacional producida utilizando el mismo método.¹⁹⁴ Sin embargo, el Tribunal también indicó que a condición de que la fijación de tipos diferentes se basara en criterios objetivos y de que se aplicaran tanto a los productos nacionales como extranjeros, los Estados miembros podían legítimamente gravar productos idénticos o similares con tipos diferentes.¹⁹⁵

En los casos en los que las ramas de producción no están en situación de divulgar ninguna de estas informaciones, la segunda opción que se ha propuesto consiste en que el país que aplica el ajuste dé por supuesto que los productos importados se han producido utilizando la “mejor tecnología disponible” y no una tecnología media.¹⁹⁶ Se ha afirmado que la “mejor tecnología disponible” sería aquella con una determinada cuota del mercado mundial para la producción de los productos en cuestión. El nivel del impuesto correspondería al volumen de gases de efecto invernadero que se habrían emitido si todos los componentes se hubieran fabricado con la “mejor tecnología disponible”. Se ha sugerido también, por motivos de credibilidad, que la elaboración de las normas relativas a la mejor tecnología disponible debería encomendarse a un organismo independiente al que la rama de producción facilitaría toda la información necesaria.¹⁹⁷

Algunos autores sostienen¹⁹⁸ que el Grupo Especial del GATT que se ocupó del asunto “*Superfund*” aceptó implícitamente un enfoque similar. En virtud de la Ley relativa al “*Superfund*”, si el importador no facilitaba información sobre los insumos de productos químicos de las sustancias sujetas al impuesto, los Estados Unidos podían aplicar el mismo tipo que se impondría en caso de que las sustancias se produjeran “utilizando el método predominante de producción”.¹⁹⁹ El Grupo Especial no constató que este método contraviniera el principio de trato nacional contenido en la primera frase del párrafo 2 del artículo III.²⁰⁰

Las fluctuaciones del precio del carbono en un sistema de comercio de derechos de emisión es, de hecho, una de las principales diferencias con el sistema de ajuste de un impuesto sobre el carbono o sobre la energía (que establece un precio fijo para el carbono).²⁰¹ El costo real de los derechos de emisión varía de una empresa a otra debido a distintos factores, como la atribución de derechos en función de criterios históricos, las diferentes experiencias en los mercados de derechos de emisión o las diferencias en los perfiles de emisión de una determinada rama de producción a escala mundial.²⁰² De hecho, una misma empresa podría tener diferentes tipos de derechos de emisión: unos obtenidos por asignación gratuita, otros adquiridos al Gobierno en una subasta y otros comprados en el mercado libre. Por consiguiente, es posible que haya dificultades para basar el ajuste en frontera en los precios de mercado de los derechos de emisión, especialmente cuando algunas de las asignaciones han sido gratuitas.²⁰³

3. Normas pertinentes de la OMC

Pueden entrar en juego varias disciplinas de la OMC en caso de que un impuesto sobre el carbono o la energía o un sistema de comercio de derechos de emisión y sus ajustes afecten al comercio internacional.²⁰⁴ En numerosos estudios se ha analizado cómo se aplicarían las normas del GATT y de la OMC a las medidas en frontera basadas en el contenido de carbono de los productos o en la adopción de medidas “comparables” de mitigación del cambio climático.²⁰⁵

Varios han sido los factores que han desencadenado el debate, como i) la reciente formulación por los



gobiernos de nuevos mecanismos de política para mitigar el cambio climático; ii) las preocupaciones por la competitividad y la fuga de carbono y el consiguiente riesgo de proteccionismo; iii) la ausencia de un compromiso general de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la tentación, derivada de ello, de aplicar medidas comerciales para promover la reducción de emisiones; y iv) algunas incertidumbres jurídicas que se han percibido en las disposiciones del GATT y de la OMC acerca de las medidas relativas a los procesos de producción (en particular, los “procesos y métodos de producción no relacionados con productos”), dado que todavía no se han esclarecido en el sistema de solución de diferencias de la OMC.

En las subsecciones que siguen se analizan primero las disciplinas del GATT y de la OMC que se ocupan específicamente de los ajustes fiscales en frontera y seguidamente se consideran normas más generales que pueden ser pertinentes para los diferentes tipos de medidas en frontera y para la reglamentación nacional que tiene efecto sobre el comercio.

a) Normas relacionadas específicamente con los ajustes fiscales en frontera

En términos generales, cabe distinguir entre dos tipos de impuestos internos: los impuestos sobre los productos (denominados impuestos indirectos) y los impuestos aplicados a los productores (es decir, los impuestos directos).²⁰⁶ En el examen de los ajustes fiscales en frontera existentes, el Grupo de Trabajo del GATT confirmó que los impuestos recaudados directamente sobre los productos (los denominados impuestos indirectos, como el impuesto sobre el consumo, el impuesto sobre las ventas y el impuesto sobre el valor añadido) pueden ser objeto de ajuste y que normalmente no pueden serlo determinados impuestos que no se recaudan directamente sobre los productos (impuestos directos como los impuestos sobre la propiedad o sobre la renta).²⁰⁷ En 1976, un Grupo de expertos del GATT confirmó también, en el asunto Legislación fiscal de los Estados Unidos (DISC)²⁰⁸, desde el punto de vista de las exportaciones y en referencia a las normas del GATT²⁰⁹, la distinción entre impuestos directos e indirectos y la imposibilidad de que los impuestos directos (que gravan a los

productores) sean objeto de ajuste.²¹⁰ La cuestión de si los impuestos internos sobre el carbón/la energía son objeto de ajuste fiscal en frontera de conformidad con las normas del GATT y la OMC y, en caso afirmativo, en qué condiciones se examina en esta subsección.

i) Ajustes fiscales en frontera respecto de los productos importados

De conformidad con el artículo II del GATT, relativo a las concesiones arancelarias y los derechos de aduana, para que un ajuste fiscal en frontera de las importaciones se considere un ajuste fiscal y no de derecho de aduana²¹¹, la carga que grava el producto importado debe ser equivalente al impuesto aplicado a “un producto nacional similar”. Dicho de otro modo, no es lo mismo un “impuesto en frontera” que un “ajuste fiscal en frontera”. Un “impuesto en frontera” es un impuesto (o derecho de aduana) que grava productos importados y un “ajuste fiscal en frontera” es un ajuste de los impuestos que se aplican en el país a los productos importados. En consecuencia, el párrafo 2 a) del artículo II del GATT permite a los Miembros de la OMC imponer en cualquier momento a la importación de cualquier producto una carga equivalente a un impuesto interior (por ejemplo, un ajuste fiscal en frontera).²¹²

La posibilidad de que los impuestos interiores sobre el carbono o la energía puedan ser objeto de un ajuste en frontera ha suscitado un amplio debate jurídico. Algunos autores se preguntan también si las cantidades pagadas por una rama de producción para participar en un sistema de comercio de derechos de emisión (en forma de la obligación de poseer cuotas de emisión) pueden considerarse “impuestos interiores u otras cargas interiores, de cualquier clase que sean” con arreglo al párrafo 2 del artículo III del GATT²¹³, y, por consiguiente, son comparables a un impuesto sobre el carbono o la energía a efectos de aplicar ajustes en frontera. Según estos autores, en tal caso podrían resultar pertinentes las normas del GATT y la OMC relativas al ajuste fiscal en frontera.

Dos disposiciones del GATT ocupan un lugar central en el debate sobre los ajustes fiscales en frontera de los impuestos aplicados al carbono o la energía: i)

el párrafo 2 a) del artículo II y su frase “mercancía que haya servido, en todo o en parte, para fabricar el producto importado”, y ii) la primera fase del párrafo 2 del artículo III, con las palabras “aplicados, directa o indirectamente, a los productos nacionales similares”.

En virtud del párrafo 2 a) del artículo II se pueden imponer dos tipos de cargas a la importación (es decir, ajustes fiscales en frontera): i) cargas sobre los *productos* importados similares a los productos nacionales; y ii) cargas sobre la *mercancía* que haya servido, en todo o en parte, para fabricar el producto importado. En el primer caso podría tratarse, por ejemplo, de cargas impuestas a combustibles nacionales y combustibles “similares” importados.²¹⁴

Por lo que se refiere al segundo tipo de cargas, sin embargo, se ha debatido intensamente hasta qué punto los insumos de energía y los combustibles fósiles utilizados para fabricar un determinado producto pueden ser considerados “mercancía que haya servido, en todo o en parte, para fabricar el producto importado”.²¹⁵ Se ha dicho que la formulación del párrafo 2 a) del artículo II puede restringir la aplicación del artículo II a los insumos materialmente incorporados al producto final o a parte del mismo, lo que excluiría la posibilidad de ajustar los impuestos sobre la energía o los combustibles fósiles utilizados durante la fabricación de los productos (salvo los impuestos aplicados a los propios combustibles).²¹⁶

El párrafo 2 a) del artículo II dispone también que los impuestos interiores y las cargas equivalentes aplicados a los productos importados deben ajustarse a las disposiciones del párrafo 2 del artículo III del GATT y del preámbulo a la nota al artículo III.²¹⁷ En virtud del párrafo 2 del artículo III, los ajustes en frontera respecto de los productos importados sólo son posibles para los impuestos aplicados “directa o indirectamente, a los productos nacionales similares” (es decir los impuestos indirectos).²¹⁸ En los trabajos relativos al ajuste de los impuestos sobre las emisiones de CO₂ se ha debatido ampliamente el significado de las palabras “directa o indirectamente”. En particular, el debate se ha centrado en si, de conformidad con el párrafo 2 a) del artículo II y el párrafo 2 del artículo III, solamente los impuestos ambientales sobre los

insumos materialmente incorporados en el producto final pueden ser objeto de ajuste cuando se importa el producto final.²¹⁹

Hay quien sostiene que cabe interpretar que la palabra “indirectamente” del párrafo 2 del artículo III permite hacer ajustes fiscales en frontera de los impuestos que gravan los insumos utilizados durante el proceso de fabricación de un determinado producto, es decir, impuestos aplicados indirectamente a los productos.²²⁰ Según este razonamiento, podría considerarse que un impuesto sobre la energía o los combustibles utilizados en el proceso de producción o el CO₂ emitido durante la producción (que en ninguno de los dos casos se han incorporado materialmente al producto final) se aplicaron de forma indirecta a los productos.²²¹

En este contexto se ha mencionado el asunto “*Superfund*” del GATT.²²² En este asunto, el Grupo Especial llegó a la conclusión de que un impuesto de los Estados Unidos sobre determinadas sustancias (utilizadas como insumos en el proceso de producción de algunos productos químicos)²²³ que se aplicaba directamente a los productos podía ser objeto de un ajuste fiscal en frontera.²²⁴ Se ha dicho que este asunto confirma que el GATT permite ajustes fiscales en frontera respecto de los productos importados en el caso de un impuesto interior sobre determinados insumos utilizados en el proceso de producción.²²⁵

ii) Ajustes fiscales en frontera respecto de los productos exportados

Las normas del GATT y de la OMC permiten aplicar, cuando concurren determinadas circunstancias, ajustes fiscales en frontera respecto de los productos exportados. Los ajustes fiscales en frontera relativos a las exportaciones no pueden ser objeto de derechos antidumping impuestos a productos que se consideran “objeto de dumping” (es decir, exportados a un precio inferior al precio de costo en el mercado interior) ni de derechos compensatorios que un país importador aplica para compensar subvenciones otorgadas en el país de exportación.²²⁶ Los ajustes fiscales en frontera respecto de las exportaciones no constituyen subvenciones²²⁷ y, en consecuencia, no están prohibidos ni son “recurrirles” al amparo de las disposiciones del Acuerdo



sobre Subvenciones y Medidas Compensatorias (SMC) y de las normas del GATT. La nota 1 del Acuerdo SMC dice lo siguiente:

“De conformidad con las disposiciones del artículo XVI del GATT de 1994 (nota al artículo XVI), y las disposiciones de los Anexos I a III del presente Acuerdo, no se considerarán subvenciones la exoneración, en favor de un producto exportado, de los derechos o impuestos *que graven* el producto similar cuando éste se destine al consumo interno, ni la remisión de estos derechos o impuestos en cuantías que no excedan de los totales adeudados o abonados.” [sin cursivas en el original]

El párrafo 4 del artículo VI del GATT, la nota al artículo XVI y la nota 1 del Acuerdo SMC hablan de impuestos “que graven” los productos y no “aplicados a” u “objeto de” como el párrafo 3 del artículo III. En 1970, es decir, antes de que entrara en vigor el Acuerdo SMC, el Grupo de Trabajo de los Ajustes Fiscales en Frontera tomó nota de estas diferencias en el texto del GATT y concluyó que no habían dado lugar a diferencias de interpretación de las disposiciones.²²⁸ También tomó nota de que las disposiciones del GATT sobre el ajuste fiscal se basaban en el “principio del país de destino” tanto para las importaciones como para las exportaciones.²²⁹

Además, los puntos e) y g) de la Lista ilustrativa de subvenciones a la exportación del Anexo I del Acuerdo SMC refrendan la distinción entre impuestos directos e indirectos.²³⁰ Los ajustes fiscales en frontera de los impuestos directos, respecto de las exportaciones, se consideran subvenciones a la exportación (punto e)) y, por consiguiente, están prohibidos por el artículo 3 del Acuerdo SMC.²³¹ En cambio, los ajustes fiscales en frontera de los impuestos indirectos, respecto de las exportaciones, sólo se consideran subvenciones a la exportación cuando los ajustes son de una cuantía “que exceda” de los impuestos “percibidos sobre la producción y distribución de productos similares cuando se venden en el mercado interno” (punto g)). En el punto g) se considera subvención a la exportación:

“La exención o remisión de impuestos indirectos [nota omitida] sobre la producción y distribución de productos exportados, por una cuantía que exceda

de los impuestos percibidos sobre la producción y distribución de productos similares cuando se venden en el mercado interno.”

Por lo tanto, con arreglo al punto g) es posible, por ejemplo, reducir un impuesto aplicado a los combustibles fósiles de producción nacional cuando se exporta un producto, a condición de que la cuantía de la reducción no exceda de los impuestos percibidos sobre productos “similares” “cuando se venden en el mercado interno”.²³² Además, el punto g) también permite aplicar un ajuste fiscal en frontera (cuya cuantía no “exceda” de los impuestos que se cargan sobre productos similares) en relación con los impuestos indirectos percibidos “sobre la producción y distribución” de productos similares. Algunos autores han interpretado que aquí quedan incluidos los impuestos sobre el consumo de energía o de combustible, dado que dichos impuestos se perciben sobre la producción de los productos.²³³

Se ha afirmado también que los impuestos sobre el carbono y sobre la energía constituyen un tipo específico de impuesto indirecto y corresponden a la categoría de “taxes occultes” (literalmente “impuestos ocultos”).²³⁴ El Grupo de Trabajo de los Ajustes Fiscales en Frontera incluyó en esta categoría los impuestos sobre “la publicidad, la *energía*, la maquinaria y el transporte” (cursiva añadida).²³⁵ De hecho, el Grupo de Trabajo comprobó que había discrepancias entre las delegaciones con respecto a si los “taxes occultes” podían o no ser objeto de ajuste e indicó incluso que generalmente no se hacían ajustes de los “taxes occultes”, excepto en los países que aplicaban un impuesto en cascada.²³⁶ No obstante, hay autores que sostienen que algunos de los “taxes occultes” que menciona el Grupo de Trabajo del GATT se permiten ahora de forma explícita en el Acuerdo SMC: el Grupo de Trabajo mencionaba los impuestos sobre “la maquinaria y el transporte” como ejemplos de “taxes occultes”, en tanto que el Acuerdo SMC permite ajustes fiscales en frontera de impuestos por una cuantía que no exceda de los impuestos indirectos interiores sobre la “producción y distribución” de productos similares, lo que podría incluir los impuestos sobre el transporte.²³⁷

Por último, se ha debatido ampliamente en qué medida se puede interpretar que el punto h) de la Lista ilustrativa de subvenciones a la exportación²³⁸, que se

refiere a los “impuestos indirectos en cascada”²³⁹, leído conjuntamente con la nota a pie de página 61²⁴⁰ al Anexo II, relativa a las “directrices sobre los insumos consumidos en el proceso de producción”, supone que los impuestos sobre el carbono y sobre la energía deben ser objeto de ajustes fiscales en frontera, tanto por lo que se refiere al producto como al correspondiente proceso de producción de éste.²⁴¹

b) Disciplinas generales

Las subsecciones que siguen se centran en una de las disciplinas fundamentales de los Acuerdos del GATT y de la OMC: el principio de no discriminación (es decir, el principio de trato nacional y la cláusula de la nación más favorecida). Además, cuando una medida relacionada con el comercio que se refiere al cambio climático es considerada incompatible con las disposiciones básicas del GATT (por ejemplo, los artículos I, III o XI) podría tratar de justificarse en el marco del artículo XX. Éste será el tema de la última subsección.

Otras disciplinas y Acuerdos de la OMC también pueden ser pertinentes en lo que respecta a las medidas relacionadas con el cambio climático, como la prohibición de establecer restricciones cuantitativas²⁴² y las disciplinas sobre obstáculos técnicos al comercio.²⁴³ Además, las disposiciones del Acuerdo sobre Subvenciones y Medidas Compensatorias (SMC) pueden ser pertinentes para los regímenes de comercio de los derechos de emisión, por ejemplo cuando se conceden derechos de emisión gratuitos. Algunos autores²⁴⁴ consideran que los derechos de emisión gratuitos podrían constituir subvenciones recurribles abarcadas por el Acuerdo SMC.²⁴⁵ No obstante, cabe señalar que si se constatará que los derechos de emisión gratuitos son subvenciones recurribles abarcadas por el Acuerdo SMC, sería necesario demostrar la existencia de “efectos desfavorables” para que otro Miembro de la OMC pueda adoptar medidas.²⁴⁶

i) Principio de no discriminación

Trato nacional

El principio del trato nacional puede ser especialmente pertinente cuando un reglamento relacionado con

el cambio climático se aplica de forma distinta a los productores nacionales y extranjeros. Este principio es una disciplina básica de la OMC y del GATT. De conformidad con el artículo III del GATT, los Miembros no podrán hacer discriminación entre sus propios productos y los productos extranjeros similares (a los que se concederá el “trato nacional”).

El párrafo 2 del artículo III trata específicamente de los impuestos interiores u otras cargas interiores. Para que un impuesto o carga sobre las importaciones estén comprendidos en esta disposición deben aplicarse “directa o indirectamente, a los productos nacionales similares”. Como ya se examinó brevemente en subsecciones anteriores, la cuestión clave es si se considera que un posible impuesto sobre las emisiones de CO₂ liberadas durante el proceso de producción es un impuesto aplicado indirectamente a los productos. Para que los impuestos o cargas sobre las importaciones sean compatibles con el párrafo 2 del artículo III no deben ser de una cuantía “que exceda” de los impuestos percibidos sobre los productos nacionales similares. Además, de conformidad con la segunda frase del párrafo 2 del artículo III y la Nota adicional, un producto importado “directamente competidor o que puede sustituirlo directamente” y un producto nacional deben estar sujetos a un impuesto similar, que no se aplicará de forma que otorgue protección a la producción nacional.

El párrafo 4 del artículo III se refiere a “cualquier ley, reglamento o prescripción que afecte a la venta, la oferta para la venta, la compra, el transporte, la distribución y el uso de estos productos en el mercado interior”. Como se indica en el informe del Órgano de Apelación del asunto *Estados Unidos - EVE (párrafo 5 del artículo 21 - CE)*, puede interpretarse que las palabras “que afecte” del párrafo 4 del artículo III del GATT tienen “un amplio campo de aplicación”.²⁴⁷ El párrafo 4 del artículo III dispone que, respecto de todos los reglamentos y prescripciones, los productos importados no deberán recibir un trato menos favorable que el concedido a los productos similares de origen nacional. En el asunto *Corea - Diversas medidas que afectan a la carne vacuna*, el Órgano de Apelación determinó que los productos importados reciben un trato “menos favorable” que los productos nacionales similares si una medida modifica las condiciones de competencia en



el mercado pertinente en detrimento de los productos importados.²⁴⁸

El principio del trato nacional está consagrado también en otros Acuerdos de la OMC como el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (artículos 2 y 5 y Anexo 3.D) y el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (artículo 2). Por otro lado, cabe señalar que en el Acuerdo General sobre Comercio de Servicios, el artículo XVII permite a los Miembros de la OMC mantener condiciones discriminatorias en sus obligaciones de trato nacional salvo que asuma un compromiso en otro sentido.

Cláusula de la nación más favorecida

En virtud de la cláusula de la nación más favorecida, un Miembro de la OMC no discriminará entre productos “similares” de diferentes interlocutores comerciales (y les concederá a todos ellos la condición de “nación más favorecida”. El párrafo 1 del artículo I del GATT establece que “cualquier ventaja, favor, privilegio o inmunidad” concedido por un Miembro a un producto originario de otro Miembro o destinado a él, será concedido inmediata e incondicionalmente a todo producto similar originario de los territorios de todos los demás Miembros o a ellos destinado. Como se dispone de forma explícita en el párrafo 1 del artículo I, el ámbito de aplicación de esta disposición abarca todas las cuestiones a las que se hace referencia en los párrafos 2 y 4 del artículo III (véase *supra*). La cláusula de la nación más favorecida está consagrada también en otros Acuerdos de la OMC, incluidos el artículo II del AGCS y el artículo 2 del Acuerdo OTC.

Definición de productos similares

Una de las cuestiones esenciales que se ha planteado en relación con la aplicación del principio de no discriminación contenido en los artículos I y III del GATT es la de la “similitud” de los productos nacionales e importados. Esta es una cuestión importante: cuando se constata que un producto nacional y un producto importado son “similares”, el trato que reciban debe ser compatible con el principio de trato nacional y con la cláusula de la nación más favorecida.

En varios asuntos de solución de diferencias se ha abordado la definición de “similitud”. Como la vuelve a plantear²⁴⁹ el Órgano de Apelación del asunto *CE - Amianto*, el análisis de la similitud de los productos se basa en cuatro categorías de “características” que pueden compartir los productos de que se trata²⁵⁰: “i) las propiedades físicas de los productos; ii) la medida en que los productos pueden destinarse a los mismos usos finales o a usos finales similares; iii) la medida en que los consumidores perciben y tratan a los productos como distintos medios posibles de cumplir determinadas funciones a fin de satisfacer una necesidad o demanda determinada, y iv) la clasificación internacional de los productos a efectos arancelarios”.²⁵¹

El Órgano de Apelación pone de relieve que el concepto de similitud se debe abordar caso por caso²⁵²: los cuatro criterios son, conviene tenerlo presente, meros instrumentos para facilitar la tarea de clasificar y examinar los elementos de prueba pertinentes y no constituyen una lista cerrada de criterios que determinarán la caracterización jurídica de los productos.²⁵³ Una cuestión importante sobre la aplicación de esos cuatro criterios a las medidas relacionadas con el cambio climático es si los productos pueden ser considerados “diferentes” por las diferencias en la forma en que se han producido (procesos y métodos de producción no relacionados con los productos), aun cuando el método de producción utilizado no deje ninguna impronta en el producto final, es decir, si las características físicas del producto final permanecen invariables.

ii) Excepciones previstas en el GATT

Varios autores han subrayado la importancia de la jurisprudencia relacionada con el artículo XX del GATT, relativo a las excepciones generales, en el contexto de las medidas relacionadas con el cambio climático.²⁵⁴ Aun cuando una medida específica sea incompatible con una de las disposiciones básicas del GATT (por ejemplo, los artículos I, III o XI) puede justificarse al amparo del artículo XX. El artículo XX del GATT prevé varios casos en los cuales los Miembros de la OMC pueden estar exentos de las normas del GATT.²⁵⁵ Dos excepciones son especialmente importantes con respecto a la protección del medio ambiente: los apartados b) y g) del artículo XX. De conformidad con esos dos apartados, los Miembros de la OMC pueden

adoptar medidas de política que sean incompatibles con las disciplinas del GATT pero necesarias para proteger la salud y la vida de las personas y de los animales o para preservar los vegetales (apartado b)), o relativas a la conservación de los recursos naturales agotables (apartado g)).

El artículo XX del GATT sobre excepciones generales consiste en dos prescripciones acumulativas. Para que una medida ambiental incompatible con el GATT se justifique en virtud del artículo XX, un Miembro debe llevar a cabo un doble análisis para demostrar lo siguiente: en primer lugar, que la medida corresponde al menos a una de las excepciones (por ejemplo, las que figuran en los apartados b) o g), 2 de las 10 excepciones del artículo XX) y, en segundo lugar, que la medida cumple los requisitos establecidos en el párrafo introductorio (el “preámbulo”, del artículo XX), es decir, que no se aplica en forma que constituya “un medio de discriminación arbitrario o injustificable entre los países en los que prevalezcan las mismas condiciones” y no es “una restricción encubierta al comercio internacional”.²⁵⁶

Políticas ambientales abarcadas por el artículo XX

La autonomía de los Miembros de la OMC para determinar sus propios objetivos ambientales ha sido confirmada en varias ocasiones (por ejemplo, en los asuntos *Estados Unidos - Gasolina* y *Brasil - Neumáticos recauchutados*). En el asunto *Estados Unidos - Camarones*, el Órgano de Apelación también señaló que condicionar el acceso a los mercados a que el país exportador cumpla una política unilateralmente prescrita por el Miembro importador es un aspecto común de las medidas que entran dentro del ámbito de alguna de las excepciones del artículo XX.²⁵⁷ En asuntos anteriores se ha constatado que diversas políticas están comprendidas en el ámbito de los párrafos b) y g) del artículo XX: i) las políticas orientadas a reducir el consumo de cigarrillos²⁵⁸, proteger a los delfines²⁵⁹, reducir los riesgos que entraña el amianto para la salud humana²⁶⁰, reducir los riesgos que entraña para la vida y la salud de las personas, los animales y las plantas la acumulación de neumáticos de desecho²⁶¹ (apartado b) del artículo XX); y ii) las políticas orientadas a la conservación de los atunes²⁶², salmones y arenques²⁶³,

delfines²⁶⁴, tortugas²⁶⁵, petróleo²⁶⁶ y aire limpio²⁶⁷ (apartado g) del artículo XX).

Aunque las políticas encaminadas a mitigar el cambio climático no se han debatido en el sistema de solución de diferencias de la OMC, el ejemplo del asunto *Estados Unidos - Gasolina* puede resultar pertinente. En este asunto, el Grupo Especial convino en que una política destinada a reducir la contaminación del aire resultante del consumo de gasolina era una política comprendida en el grupo de las políticas que tenían por objeto la protección de la salud y la vida de las personas y de los animales o la preservación de los vegetales, conforme a lo enunciado en el apartado b) del artículo XX.²⁶⁸ Además, el Grupo Especial constató que una política destinada a reducir el agotamiento del aire puro era una política destinada a conservar un recurso natural en el sentido del apartado g) del artículo XX.²⁶⁹ Con este telón de fondo, algunos autores han argumentado que las políticas encaminadas a reducir las emisiones de CO₂ podrían enmarcarse en el ámbito del apartado b) del artículo XX, dado que persiguen proteger a los seres humanos frente a las consecuencias negativas del cambio climático (como las inundaciones o la elevación del nivel del mar), o del apartado g) del artículo XX, ya que tratan no sólo de conservar el clima del planeta sino algunas especies vegetales y animales que podrían desaparecer a causa del calentamiento global.²⁷⁰

También en el asunto *Estados Unidos - Camarones*, el Órgano de Apelación admitió que estaba comprendida en el ámbito del apartado g) del artículo XX una política aplicable no sólo a las tortugas que viven en aguas de los Estados Unidos sino también a las que viven más allá de sus fronteras nacionales. El Órgano de Apelación constató que había un vínculo suficiente o una conexión entre las poblaciones migratorias y marinas amenazadas de que se trataba y los Estados Unidos a los efectos del párrafo g) del artículo XX.²⁷¹ Este punto es especialmente importante en el contexto de las políticas de mitigación del cambio climático. Algunos autores sostienen, en efecto, que esta conclusión podría ser pertinente para establecer un nexo suficiente entre la política nacional de mitigación del cambio climático o una medida en frontera de un Miembro y el objetivo perseguido de esta política, la protección de un bien común mundial, la atmósfera.²⁷²



Grado de conexión entre los medios utilizados y el objetivo de política ambiental

Para poder invocar una excepción al amparo de los apartados b) y g) del artículo XX en el caso de una medida relacionada con el comercio dirigida a mitigar el cambio climático, es preciso establecer que existe una relación entre el objetivo de política ambiental declarado y la medida en litigio. La medida debe ser una medida: *necesaria* para proteger la salud y la vida de las personas y de los animales o para preservar los vegetales (apartado b)) o *relativa* a la conservación de los recursos naturales agotables (apartado g)).

Para determinar si una medida es “*necesaria*” para proteger la salud y la vida de las personas y de los animales o para preservar los vegetales de conformidad con el apartado b) del artículo XX, el Órgano de Apelación ha utilizado un proceso en el que se sopesaron y se confrontaron una serie de factores, incluidos la contribución de la medida ambiental al objetivo de política, la importancia de los intereses o valores comunes que la medida protege y los efectos de la medida en el comercio internacional. Si en este análisis se llega a una conclusión preliminar de que la medida es necesaria, hay que confirmar este resultado comparando la medida con las posibles alternativas a ella que puedan tener efectos menos restrictivos del comercio y proporcionen una contribución equivalente al logro del objetivo perseguido.²⁷³

Por ejemplo, en el asunto *Brasil - Neumáticos recauchutados* el Órgano de Apelación constató que la prohibición de las importaciones de neumáticos recauchutados era “adecuada para hacer una contribución importante al logro de su objetivo”, es decir, la reducción del volumen de neumáticos de desecho.²⁷⁴ El Órgano de Apelación también constató que las alternativas propuestas, que eran principalmente de naturaleza correctiva (la gestión y la eliminación de desechos), no constituían alternativas reales a la prohibición de las importaciones, que podía impedir la acumulación de neumáticos.²⁷⁵

En el asunto *CE - Amianto*, el Órgano de Apelación también constató, como resultado de un proceso en el que se sopesaron y confrontaron una serie de factores,

que no había una alternativa a la prohibición del comercio a la que se pudiera recurrir razonablemente. Ésta estaba claramente destinada a alcanzar el nivel de protección sanitaria elegido por Francia y se constató que el objetivo que se perseguía con la medida era “vital y de la máxima importancia”.²⁷⁶ El Órgano de Apelación señaló que cuanto más vitales o importantes fueran esos intereses o valores comunes, más fácil sería aceptar como necesarias las medidas encaminadas a lograr esos objetivos.²⁷⁷

Para que una medida sea “*relativa a*” la conservación de los recursos naturales en consonancia con el apartado g) del artículo XX, es necesario establecer que existe una relación sustancial entre la medida y la conservación de un recurso natural agotable. En palabras del Órgano de Apelación, un Miembro debe establecer que los medios (es decir, la medida elegida) “guardan una relación razonable” con los fines (el objetivo de política declarado de conservar los recursos naturales agotables).²⁷⁸ Además, para poder justificarse al amparo del apartado g) del artículo XX, una medida que afecte a las importaciones debe aplicarse “conjuntamente con restricciones a la producción o al consumo nacionales” (la prescripción de imparcialidad).²⁷⁹

Por ejemplo, en el contexto del asunto *Estados Unidos - Gasolina*, los Estados Unidos habían adoptado una medida para reglamentar la composición y los efectos de las emisiones de las gasolinas, con el fin de disminuir la contaminación del aire en los Estados Unidos. El Órgano de Apelación constató que la medida elegida estaba “destinada principalmente a” alcanzar el objetivo de política de conservar el aire limpio en los Estados Unidos y por lo tanto estaba comprendida en el ámbito del apartado g) del artículo XX.²⁸⁰ En cuanto al segundo requisito del apartado g), el Órgano de Apelación resolvió que la medida cumplía la prescripción de “imparcialidad”, ya que afectaba tanto a los productos importados como a los nacionales.²⁸¹

En el asunto *Estados Unidos - Camarones*, el Órgano de Apelación consideró que la estructura general y el diseño de la medida en cuestión tenían “un objeto muy preciso” y que no se trataba de una prohibición genérica de la importación de camarones impuesta sin tener en cuenta las consecuencias para las tortugas marinas²⁸²;

por lo tanto, el Órgano de Apelación concluyó que el reglamento en cuestión era una medida “relativa a” la conservación de un recurso natural agotable en el sentido del apartado g) del artículo XX del GATT.²⁸³ El Órgano de Apelación también constató que la medida en cuestión se había aplicado conjuntamente con restricciones a la pesca nacional de camarones, como exige el apartado g) del artículo XX.²⁸⁴

En el contexto del cambio climático, con arreglo a los apartados b) y g) del artículo XX, será necesario establecer un nexo sustancial entre la medida comercial y el objetivo ambiental. Hay que señalar que en el asunto *Brasil - Neumáticos recauchutados*, el Órgano de Apelación reconoció que algunos problemas ambientales difíciles sólo se pueden afrontar con una política global que comprenda una diversidad de medidas interrelacionadas. El Órgano de Apelación indicó que los resultados obtenidos con algunas actuaciones -por ejemplo, medidas adoptadas para hacer frente al calentamiento y el cambio climático a escala mundial- sólo pueden evaluarse con el paso del tiempo.²⁸⁵

Importancia de la forma en que se aplican las medidas ambientales relacionadas con el comercio

La cláusula introductoria del artículo XX (su preámbulo) hace hincapié en la forma en que se aplica la medida de que se trata. Concretamente, la aplicación de la medida no debe constituir “un medio de discriminación arbitrario o injustificable” ni “una restricción encubierta al comercio internacional”.

El preámbulo exige que la medida no constituya un abuso o un uso indebido de la justificación provisional que ofrece un apartado del artículo XX, es decir, exige que se aplique de buena fe.²⁸⁶ En el asunto *Brasil - Neumáticos recauchutados*, el Órgano de Apelación recordó que el preámbulo cumple la función de asegurar que el derecho de los Miembros a valerse de las excepciones se ejerza de buena fe para proteger intereses legítimos y no como medio para eludir sus obligaciones para con otros Miembros de la OMC.²⁸⁷ Dicho de otro modo, el artículo XX incorpora el reconocimiento por parte de los Miembros de la OMC de la necesidad de mantener un equilibrio entre el derecho de un Miembro

a invocar alguna excepción y los derechos que el GATT concede a los demás Miembros.

La jurisprudencia de la OMC ha resaltado algunas de las circunstancias que pueden ayudar a demostrar que una medida se aplica de conformidad con el preámbulo. Entre ellas figuran las actividades pertinentes de coordinación y cooperación emprendidas por el demandado a nivel internacional en las esferas del comercio y el medio ambiente, el diseño de la medida, su flexibilidad para tener en cuenta las diferentes situaciones en países diferentes, así como un análisis de la justificación expuesta para explicar la existencia de una discriminación (la justificación de la discriminación debe estar relacionada de alguna forma con el objetivo declarado de la medida en litigio).

Por ejemplo, en el asunto *Estados Unidos - Gasolina*, el Órgano de Apelación consideró que los Estados Unidos no habían explorado adecuadamente la posibilidad de concertar acuerdos de cooperación con los países afectados para mitigar los problemas administrativos planteados por los Estados Unidos en su justificación del trato discriminatorio.²⁸⁸ Además, en el asunto *Estados Unidos - Camarones*, el hecho de que los Estados Unidos hubieran dado “un trato diferente a Miembros de la OMC” al haber adoptado un enfoque de cooperación en materia de protección de las tortugas marinas con algunos Miembros pero no con otros también mostró que la medida se había aplicado de una manera que establecía una discriminación injustificable entre los Miembros de la OMC.²⁸⁹

En la etapa del cumplimiento en el asunto *Estados Unidos - Camarones (párrafo 5 del artículo 21)*, el Órgano de Apelación constató que, habida cuenta de los esfuerzos serios y de buena fe realizados por los Estados Unidos para negociar un acuerdo internacional sobre la protección de las tortugas marinas, incluso con el reclamante, la medida se aplicaba ahora de una manera que ya no constituía un medio de discriminación injustificable o arbitrario.²⁹⁰ El Órgano de Apelación también reconoció que hay una marcada preferencia “en la medida de lo posible por un enfoque multilateral” frente a uno unilateral.²⁹¹ No obstante, añadió que si bien la conclusión de acuerdos multilaterales era preferible, no constituía un requisito previo para poder



acogerse a las justificaciones previstas en el artículo XX a fin de aplicar una medida ambiental nacional.²⁹²

Además, en el asunto *Estados Unidos - Camarones*, el Órgano de Apelación opinó que la rigidez e inflexibilidad en la aplicación de la medida (por ejemplo, pasar por alto las condiciones existentes en otros países) constituían una discriminación injustificable.²⁹³ Se consideró que no era aceptable que un Miembro exigiera que otro adoptara esencialmente el mismo programa normativo sin tomar en consideración que las condiciones existentes en los territorios de otros Miembros podían ser diferentes y que era posible que las soluciones de política se adaptaran mal a sus condiciones específicas.²⁹⁴

A fin de cumplir las recomendaciones del Grupo Especial y del Órgano de Apelación, los Estados Unidos revisaron su medida y condicionaron el acceso a su mercado a la adopción de un programa comparable en eficacia (y no esencialmente el mismo) al de los Estados Unidos. En el asunto *Estados Unidos - Camarones* (párrafo 5 del artículo 21), el Órgano de Apelación consideró que esto permitía un grado de flexibilidad suficiente en la aplicación de la medida para evitar una discriminación arbitraria o injustificable.²⁹⁵ El Órgano de Apelación señaló, sin embargo, que el artículo XX del GATT no obliga a un Miembro de la OMC a prever las condiciones concretas existentes y cambiantes en cada uno de los Miembros.²⁹⁶

Por último, una medida ambiental no puede constituir una “restricción encubierta al comercio internacional”, es decir, no puede ser una forma de proteccionismo. En asuntos anteriores se ha constatado que la aplicación de una medida con fines de protección puede, en la mayoría de los casos, discernirse a partir del “diseño, la arquitectura y la estructura reveladora” de la medida. Por ejemplo, en el asunto *Estados Unidos - Camarones* (párrafo 5 del artículo 21), el hecho de que la medida revisada permitiera que los países exportadores aplicaran programas no basados en la utilización obligatoria de dispositivos para excluir a las tortugas y ofreciera asistencia técnica para desarrollar su utilización en terceros países mostraba que la medida no se aplicaba de manera que constituyera una restricción encubierta al comercio internacional.²⁹⁷

B. Mecanismos financieros para promover el desarrollo y el despliegue de bienes y tecnologías inocuos para el clima

En la sección precedente se han analizado los esfuerzos por internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero. Gracias a esos esfuerzos, se ha fijado el precio de las emisiones y se ha alentado a los particulares y a las empresas a que abandonen los bienes y servicios con gran contenido de carbono y a que inviertan en otros de baja emisión de carbono. La financiación pública de las actividades de promoción del despliegue y la utilización de nuevas tecnologías inocuas para el clima y de energías renovables es otro tipo de incentivo económico que se suele utilizar como parte de las políticas de mitigación del cambio climático. En esta sección se exponen, con ejemplos, la amplia variedad de políticas gubernamentales que ya se han adoptado o que se han propuesto para facilitar el proceso de innovación y hacer frente a los gastos adicionales que trae consigo la utilización de bienes y tecnologías inocuos para el clima, a fin de promover su desarrollo y su despliegue.

1. Justificación

En el Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) se insistió en que actualmente ya hay en el mercado muchas tecnologías de mitigación y se espera que en breve se comercialicen más.²⁹⁸ A pesar de ello, el desarrollo y el despliegue de nuevas tecnologías, en particular las destinadas al uso de fuentes de energía renovables y/o más limpias, quizás progresen con más lentitud de lo que sería deseable desde un punto de vista ambiental, por lo que puede que haya que reforzarlas con políticas nacionales.

Aunque el sector privado es el que desempeña el papel más importante en el desarrollo y la difusión de las nuevas tecnologías, se suele considerar que una colaboración más estrecha entre los poderes públicos y la industria alentaría la elaboración de una amplia gama de tecnologías de baja emisión de carbono a precios más asequibles.²⁹⁹ Hay varios factores que pueden

entorpecer la elaboración de nuevos bienes y tecnologías inocuos para el clima y frenar la innovación en el sector de la tecnología relacionada con el cambio climático.³⁰⁰ En primer lugar está el problema de la “externalidad ambiental”: como las emisiones de carbono no tienen un costo, las empresas y los consumidores no tienen ningún incentivo directo para encontrar la forma de reducirlas.

En segundo lugar, es posible que las empresas no tengan alicientes para inventar y elaborar nuevas tecnologías debido al “efecto de los conocimientos”: en otras palabras, puede ocurrir que las empresas no siempre se beneficien plenamente de sus inversiones en innovación porque los “conocimientos” sobre las tecnologías que conciben (y, por consiguiente, la oportunidad de beneficiarse de ellas) pueden llegar a otras empresas y a otros países. En tercer lugar, es posible que las empresas no siempre consigan convencer a los inversores privados de la importancia y el interés de un proyecto de investigación en la esfera del cambio climático porque no pueden demostrar la eficacia ambiental de su producto mientras no se utilice en gran escala.

Además, hay varios factores que pueden influir en el costo de desplegar tecnologías inocuas para el clima en que se utilicen energías renovables.³⁰¹ En primer lugar, el costo de la energía procedente de fuentes renovables -con la excepción de las grandes centrales hidroeléctricas, los proyectos de combustible obtenido de biomasa (para calefacción) y los grandes proyectos geotérmicos- no suele ser competitivo en relación con los precios de venta al por mayor de la electricidad y los combustibles fósiles. Por eso, uno de los mayores retos con que se enfrentan las tecnologías en que se utilizan energías renovables es encontrar soluciones que permitan generar energía a un costo competitivo en relación con el de las fuentes convencionales de energía. Gracias a la financiación pública, el precio de la energía procedente de fuentes renovables podría llegar a ser competitivo en relación con el de los combustibles fósiles.

En segundo lugar, se ha observado que la eliminación de las subvenciones a los combustibles fósiles, al cambiar las pautas de utilización de la energía y fomentar la

elaboración y aplicación generalizada de tecnologías más eficientes desde el punto de vista energético, podría ser un mecanismo eficaz para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.³⁰² En varios estudios se ha analizado el impacto económico y ambiental de la eliminación o reducción sustancial de las subvenciones públicas a los combustibles fósiles.³⁰³ Normalmente demuestran que se produciría una reducción sustancial de las emisiones de CO₂. El Acuerdo sobre Subvenciones y Medidas Compensatorias (SMC) puede ser pertinente a este respecto. Además, algunos expertos han tratado de establecer un vínculo entre las actuales negociaciones de la Ronda de Doha sobre el establecimiento de disciplinas para las subvenciones a la pesca y las medidas multilaterales que se adopten en el futuro a fin de hacer frente a las subvenciones a los combustibles fósiles. Cabe señalar que algunos países han adoptado una política de reducción de las subvenciones a los combustibles fósiles y el carbón. En China, por ejemplo, los precios del combustible aumentaron considerablemente (más del 40 por ciento) entre 2004 y 2006, cuando se suprimieron estas subvenciones.³⁰⁴ También se han reducido las subvenciones a los combustibles en otros países, como el Pakistán³⁰⁵ y Nigeria.³⁰⁶

En tercer lugar, en sectores distintos del de la generación de electricidad, como el transporte y la industria, las tecnologías de energías de baja emisión suelen ser más onerosas que las tecnologías convencionales. También en este caso la financiación pública a las industrias y a los particulares que utilicen tecnologías que consuman menos energía o generen menos emisiones -comprando productos más eficientes desde el punto de vista energético o instalando contadores para medir el consumo de electricidad- puede contribuir a compensar el costo adicional que conlleva el uso de esas tecnologías más limpias.

Por último, la comercialización de nuevas tecnologías inocuas para el clima o en que se utilizan energías renovables también entraña un “costo de aprendizaje”, es decir, el costo adicional que supone la adaptación a la nueva tecnología.³⁰⁷ Si la tasa de aprendizaje es reducida o el tiempo necesario para que la nueva tecnología llegue a ser competitiva se prolonga durante décadas, el costo de aprendizaje será elevado y es posible



que las empresas del sector privado no estén dispuestas a correr el riesgo de utilizarla. De hecho, puede que las nuevas tecnologías no sean rentables hasta que se hayan realizado inversiones sustanciales en ellas y se haya adquirido experiencia, de modo que el “costo de aprendizaje” puede restar atractivo al despliegue de bienes y tecnologías inocuos para el clima.

En respuesta a todos estos factores que influyen en el costo de los bienes y tecnologías inocuos para el clima en que se utilizan energías renovables, la financiación pública puede contribuir a que se desarrollen más rápidamente a que se utilicen más, así como a reducir la diferencia entre su costo y el de las tecnologías y fuentes de energía convencionales.³⁰⁸ En las secciones que figuran a continuación se presenta la amplia gama de políticas gubernamentales ya adoptadas o propuestas para facilitar el proceso de innovación o reducir los costos adicionales asociados al empleo de bienes y tecnologías inocuos para el clima, y fomentar así su desarrollo y despliegue.

2. Alcance

Algunos organismos de ámbito nacional o subnacional han establecido políticas de fomento del desarrollo y despliegue de bienes y tecnologías encaminadas a atenuar los efectos del cambio climático o adaptarse a ellos. Varios países³⁰⁹ han puesto en marcha programas de financiación a escala nacional para apoyar las políticas relacionadas con el cambio climático, como el Programa de desarrollo y demostración de tecnologías energéticas de Dinamarca³¹⁰ o el programa finlandés “BioRefine” en la esfera de la biomasa.³¹¹

Los programas basados en incentivos financieros (en vez de pagos directos) suelen ser programas nacionales. Por ejemplo, Alemania³¹² y España³¹³ han establecido regímenes especiales de pagos por la producción y utilización de energía renovable (es decir, la fijación por vía reglamentaria de un precio mínimo garantizado por kilovatio-hora que la compañía eléctrica debe pagar por la energía renovable transferida a la red nacional de electricidad por un productor independiente). Algunos organismos de ámbito subnacional también aportan fondos.³¹⁴ Por ejemplo, algunas provincias de Alemania, como Renania del Norte-Westfalia³¹⁵, han

puesto en marcha programas de investigación sobre energía eléctrica. Otro ejemplo es Kristianstad, un municipio sueco que en 1999 declaró su intención de convertirse en un “municipio sin combustibles fósiles”.³¹⁶ Este programa, financiado con fondos municipales y estatales, tiene por objeto fomentar el uso de biomasa y biogás, la eficiencia energética y una planificación comunitaria sostenible.

La población a la que se dirigen las políticas puede variar en según el tipo de proyectos que se financien como parte de las políticas nacionales o subnacionales. Cabe distinguir entre las medidas centradas en los consumidores (“impulsadas por la demanda”) y las medidas destinadas a los productores (“impulsadas por la oferta”).³¹⁷ La finalidad de las políticas “impulsadas por la demanda” consiste en incrementar la demanda de tecnologías de mitigación reduciendo su costo para los usuarios finales, y se emplean principalmente en los sectores de la energía, el transporte y la construcción. Las políticas “impulsadas por la oferta” tratan de brindar a los empresarios incentivos apropiados para que inventen, adopten y desplieguen tecnologías de mitigación. Esos programas de apoyo a la producción se utilizan fundamentalmente en el sector de la energía (en especial en el de la producción de energía renovable) y del transporte.

Además, los programas de financiación pueden centrarse en industrias específicas, como el “Programa de demostración de la energía de las olas y mareal” del Reino Unido, que presta apoyo a las empresas que emplean las nuevas tecnologías de generación de electricidad a partir de las olas y las mareas.³¹⁸ El programa “Energy aid”, en Finlandia, es otro programa de este tipo al que pueden acogerse las empresas: consiste en ayudas estatales para fomentar la producción y el consumo de energía generando menos emisiones de CO₂.³¹⁹

En Alemania, desde 1990 un banco público concede a las empresas privadas préstamos a tipos de interés bajos para determinados proyectos relacionados con energías renovables.³²⁰ Algunos programas van dirigidos a un público más amplio, como es el caso de la fundación “Tecnología para el Desarrollo Sostenible del Canadá”³²¹, cuyo “Fondo de Tecnología

para un Desarrollo Sostenible” trata de promover la investigación, el desarrollo y la demostración de tecnologías relacionadas, entre otras cosas, con el cambio climático y la calidad del aire. Pueden beneficiarse de dicho fondo el sector privado, las instituciones académicas y las organizaciones no gubernamentales, entre otros.

3. Tipo de ayuda

Normalmente, las políticas de incentivación relacionadas con el cambio climático se centran en tres ámbitos: i) mayor utilización de fuentes de energía renovables y/o más limpias; ii) desarrollo y despliegue de bienes y tecnologías eficientes desde el punto de vista energético y/o con un bajo contenido de carbono; y iii) desarrollo y despliegue de tecnologías de retención de carbono.³²²

Hay que señalar que en los últimos años se han adoptado muchas políticas de incentivación, en particular medidas fiscales, que se han centrado en el desarrollo y el despliegue de biocombustibles líquidos (combustible de etanol y biodiésel). Hay muchas publicaciones, que no se examinarán en este estudio, sobre la contribución de los diferentes tipos de biocombustible a la consecución de los objetivos que se han fijado, entre otros, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la mitigación de sus efectos ambientales, la seguridad alimentaria, o la contribución a la mejora de las zonas rurales en los países en desarrollo.³²³

El proceso de innovación tecnológica consta de muchas etapas. En la Subsección IV.B a) *infra* se presentan las iniciativas públicas para fomentar la investigación y desarrollo de bienes y tecnologías inocuos para el clima. La Subsección IV.B b) se centra en las políticas que tratan de incrementar el grado de despliegue de esos bienes y tecnologías (incluidas su comercialización y difusión).³²⁴

a) Incentivos para promover la invención de nuevos bienes y tecnologías inocuos para el clima

A causa de los elementos disuasorios de la inversión mencionados antes -incluidos los efectos “de los conocimientos” y “del aprendizaje”-, a menudo la

investigación básica debe estimularse con donaciones y subvenciones para alentar a los innovadores a que inventen nuevas tecnologías y procesos.³²⁵ Algunas ayudas públicas que financian el costo de la investigación tienen por objeto facilitar el desarrollo de tecnologías de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero o de tecnologías en que se utilizan energías renovables.³²⁶ Por ejemplo, en Nueva Gales del Sur (Australia), el Fondo para el Cambio Climático otorga, entre otras, ayudas financieras para respaldar la demostración y pronta comercialización de nuevas tecnologías en que se utilizan energías renovables.³²⁷

Otro ejemplo es el Plan de acción para una ordenación sostenible de la tierra y el cambio climático de Nueva Zelanda, concede, entre otras, donaciones para investigación en los sectores agrícola y forestal a fin de incrementar su capacidad de recuperación y adaptación al cambio climático.³²⁸ En Corea, en el marco del Programa de subvención para el fomento de la tecnología de vehículos de bajas emisiones contaminantes se conceden fondos a institutos de investigación que llevan a cabo estudios sobre vehículos automotores híbridos destinados al transporte público, entre otros.³²⁹

Hay otros medios de fomentar la innovación que suscitan cada vez más interés, como la concesión de ayudas para el desarrollo de nuevas tecnologías.³³⁰ Estas ayudas pueden concederse *ex post*, para recompensar las innovaciones que ya se han llevado a cabo y rentabilizar así la inversión realizada en I+D. También pueden concederse donaciones *ex ante* para fomentar la realización de nuevos proyectos de investigación y desarrollo, en cuyo caso las mejoras tecnológicas que han de lograrse suelen especificarse antes de iniciar el proceso de investigación. Se recurre sobre todo a este tipo de ayuda cuando se necesitan innovaciones específicas.

Por ejemplo, los “Bright Tomorrow Lighting Prizes (L Prize)”, patrocinados por el Departamento de Energía de los Estados Unidos en virtud de la Ley de independencia y seguridad energéticas de 2007, se conceden a quienes elaboren tecnologías de fabricación de una nueva “bombilla del siglo XXI” que sustituya a las bombillas incandescentes de 60 vatios y las



halógenas PAR 38.³³¹ Tras el concurso se concederán importantes premios en efectivo a los ganadores, y se les ofrecerán otras ventajas (como la posibilidad de compras federales).

Hay varias medidas de ayuda pública a la innovación que están supeditadas al cumplimiento de condiciones, como alcanzar ciertos resultados. Los requisitos en materia de resultados se refieren principalmente al cumplimiento de objetivos relacionados con las emisiones. Por ejemplo, en Australia, para poder optar a recibir financiación del Fondo para la Demostración de Tecnologías de Bajo Nivel de Emisiones, debe demostrarse que las tecnologías pueden comercializarse entre 2020 y 2030 y que pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético al menos en un 2 por ciento anual a partir de 2030.³³² Además, Australia ha establecido el Programa de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, que concede subvenciones a los proyectos que se prevé que produzcan una reducción cuantificable de las emisiones.³³³

b) Incentivos para promover el despliegue de bienes y tecnologías inocuos para el clima y una mayor utilización de fuentes de energía renovables

La mayoría de los incentivos al despliegue se traducen en asistencia financiera o apoyo para cubrir los costos de producción o de utilización de bienes y tecnologías inocuos para el clima. Las medidas de apoyo público para fomentar el despliegue de esos bienes y tecnologías y una mayor utilización de fuentes de energía renovables están supeditadas al cumplimiento de ciertas condiciones y criterios.

En primer lugar, la ayuda pública puede vincularse a los resultados.³³⁴ Suele concederse en forma de pagos en régimen especial (precio mínimo garantizado por kilovatio-hora) o de pagos directos y bonificaciones fiscales proporcionales al volumen de la producción. En segundo lugar, la ayuda pública a la producción inocua para el clima puede centrarse en los insumos intermedios utilizados en el proceso de producción, como las fuentes de energía utilizadas para la calefacción y la electricidad. Por último, la ayuda a la producción también puede centrarse en factores de valor agregado, como el capital y la mano de obra. Por ejemplo, en

el Reino Unido el Programa de donaciones de capital para la energía eólica marina cubrió hasta el 40 por ciento de los costos admisibles para el despliegue de instalaciones de generación de electricidad a partir de la energía eólica marina que alcanzaran niveles de producción mínimos.³³⁵

También pueden imponerse condiciones relacionadas con el origen de la producción. Por ejemplo, en algunos estados de los Estados Unidos, sólo se conceden bonificaciones fiscales si las materias primas utilizadas en la producción proceden del mismo estado en que están las instalaciones de producción. Es el caso de Montana, por ejemplo, donde los productores de etanol sólo reciben bonificaciones fiscales si el etanol se obtiene a partir de productos agrícolas de Montana o de productos agrícolas de otros estados sólo si no se dispone de productos locales.³³⁶

En las secciones que figuran a continuación se describen tres tipos de incentivos financieros que los gobiernos utilizan o están considerando utilizar para promover el despliegue de bienes y tecnologías inocuos para el clima: medidas fiscales, medidas de sostenimiento de los precios y ayudas a la inversión.

i) Medidas fiscales

Normalmente se utilizan dos tipos de medidas fiscales para alentar la participación en las iniciativas de mitigación del cambio climático: reducciones de impuestos (es decir, exenciones, deducciones y desgravaciones fiscales), y bonificaciones fiscales (o sea, bonificaciones del impuesto sobre la renta, el impuesto sobre las personas físicas, el impuesto sobre las sociedades, el impuesto a la producción y el impuesto sobre inversiones). Estas medidas fiscales pueden centrarse en el consumo (es decir, recompensar la adquisición e instalación de determinadas tecnologías) o en facilitar la inversión en la producción de bienes inocuos para el clima y de energías renovables.³³⁷

Un ejemplo de medida fiscal centrada en el consumo es la reducción del impuesto sobre el valor añadido (IVA) para las pequeñas centrales hidroeléctricas, eólicas y mediante biogás en China; en cuanto a las medidas centradas en la inversión, cabe citar la reducción, por el Gobierno de China, del impuesto sobre la renta

aplicado a los proyectos de generación de energía eólica y de biogás.³³⁸

Otra medida fiscal, que se emplea principalmente para fomentar el uso de fuentes de energía renovables, es la “amortización acelerada”, que permite a quienes invierten en tecnologías en que se utilizan energías renovables amortizar con más rapidez el valor de sus instalaciones y equipos, gracias a lo cual disminuyen los ingresos que declaran a efectos de tributación interna.³³⁹ Entre los ejemplos³⁴⁰ de países que aplican esas políticas figuran México³⁴¹, los Países Bajos³⁴², la India³⁴³ y los Estados Unidos.³⁴⁴

ii) Medidas de sostenimiento de los precios

En el pasado, los regímenes especiales de pagos fueron un importante mecanismo de sostenimiento de los precios tanto en Europa como en los Estados Unidos, para fomentar la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía. Por “pago en régimen especial” suele entenderse el precio mínimo garantizado establecido reglamentariamente por kilovatio-hora que una compañía de electricidad debe pagar por la energía renovable transferida a la red nacional de electricidad por un productor privado independiente.³⁴⁵

Este tipo de programa se aplicó por primera vez en los Estados Unidos en 1978 en virtud de la Ley de políticas de reglamentación de los servicios públicos (PURPA).³⁴⁶ Según la ley, las empresas de servicios públicos estaban obligadas a comprar electricidad a los productores de energías renovables y a hacerse cargo de sus economías de costos. Otro ejemplo son los pagos en régimen especial de Alemania, introducidos en virtud de la Ley sobre el régimen especial de la electricidad de 1991 y su sucesora, la Ley sobre fuentes de energía renovables de 2000.³⁴⁷ Otros países siguieron estos ejemplos, como España³⁴⁸, Italia³⁴⁹, Francia³⁵⁰, y el Estado de Australia Meridional (únicamente para instalaciones de energía solar fotovoltaica).³⁵¹ También se han introducido pagos en régimen especial en varios países en desarrollo³⁵², como Argelia³⁵³ y Tailandia.³⁵⁴ En China, la Ley de energía renovable (2006) estableció pagos en régimen especial para la energía eólica y la producida a partir de biomasa.³⁵⁵

Los pagos en régimen especial han dado buenos resultados por diversos motivos.³⁵⁶ En primer lugar, normalmente el régimen especial para las fuentes de energía renovables se aplica durante un período prolongado, por lo que ofrece precios garantizados a largo plazo, proporcionando así un elevado nivel de seguridad a los inversores. Además, los pagos en régimen especial son de concepción flexible y pueden ajustarse para tener en cuenta los progresos tecnológicos y el cambio en las condiciones del mercado, lo que los hace más eficientes.

También se ha dicho que los pagos en régimen especial fomentan el desarrollo de la producción local de energías renovables, intensificando así la competencia de precios, y que contribuyen a incrementar los márgenes de beneficios de las compañías, lo que promueve la innovación. Las publicaciones sobre este tema revelan que esos pagos son especialmente eficaces cuando forman parte de un amplio conjunto de medidas de apoyo, con deducciones fiscales, préstamos “blandos” (es decir, a tipos subvencionados) e incentivos a la inversión (como subvenciones o alivio parcial de la deuda) para determinadas tecnologías.³⁵⁷

La “medición neta” es otra medida utilizada para reducir los costos para los propietarios locales de pequeñas instalaciones de generación de energías renovables.³⁵⁸ Si el volumen de electricidad que la instalación de un consumidor (paneles solares o turbinas eólicas) suministra a la red nacional es mayor que el volumen que el consumidor toma de la red durante un determinado período de facturación, el consumidor recibe un crédito por dicho volumen en sus futuras facturas de electricidad. En los Estados Unidos, la medición neta puede solicitarse en la mayoría de los estados³⁵⁹, mientras que en el Canadá se ofrece en las provincias de Ontario y Columbia Británica.³⁶⁰ La medición neta también se ha adoptado en Tailandia³⁶¹ y México.³⁶²

iii) Ayuda a la inversión

Se utilizan las medidas de ayuda a la inversión para reducir el costo en capital de la instalación y el despliegue de tecnologías en que se utilizan energías renovables³⁶³; un porcentaje especificado de los costos de construcción o instalación de las tecnologías inocuas para el clima se



devuelve al inversor en forma de donación de capital, reduciendo así significativamente el costo global de estas tecnologías.³⁶⁴ Por ejemplo, entre 1994 y 2002, con objeto de fomentar el desarrollo y la utilización de sistemas de energía fotovoltaica (es decir, solar), el Japón estableció un programa de donaciones de capital³⁶⁵ que se considera el motor del rápido despliegue de esos sistemas en el país.

En 2006, California aprobó la “Iniciativa Solar de California”, que concede descuentos a los propietarios de viviendas, a las empresas y los agricultores para la instalación de sistemas solares en los tejados.³⁶⁶ En muchos países se ofrecen donaciones para promover programas de modernización o renovación centrados en el uso eficiente de la energía, por ejemplo en el Canadá, donde los propietarios de viviendas pueden solicitar donaciones “EcoENERGY Retrofit” con objeto de mejorar la eficiencia energética de sus hogares.³⁶⁷

Las medidas de ayuda a la inversión también pueden consistir en condiciones crediticias favorables, o en la concesión de fondos a bajo costo, a tipos subvencionados, para quienes invierten en tecnologías o bienes inocuos para el clima.³⁶⁸ Por ejemplo, en el marco del “Programa 100.000 Tejados” de Alemania, puesto en marcha en 1999, se ofrecían “préstamos blandos” (es decir, a tipos subvencionados) para fomentar la instalación de sistemas fotovoltaicos.³⁶⁹ Otro ejemplo es el Programa de préstamos para energía solar de la India, que proporciona fondos a bajo costo para sistemas de energía solar.³⁷⁰

En Bangladesh, las entidades microfinancieras Proshika y Grameen han comenzado a ofrecer asistencia para facilitar la adaptación y reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático concediendo préstamos para la construcción de viviendas más seguras, para ayudar a la gente a efectuar actividades en sectores no agrícolas y para mejorar la protección contra las catástrofes, y proporcionan servicios crediticios para promover una recuperación rápida inmediatamente después de una catástrofe.³⁷¹

4. Normas pertinentes de la OMC

Las políticas de financiación pública para estimular el desarrollo y el despliegue de fuentes de energía

renovables y bienes y tecnologías de baja emisión de carbono pueden incidir en el precio y la producción de esos bienes. Desde el punto de vista del comercio internacional, con estas políticas se reducen los costos para los productores, lo que hace bajar los precios de los productos. A su vez, los precios, al disminuir, pueden reducir el acceso de los países exportadores al mercado de los países que conceden subvenciones o hacer que aumenten las exportaciones de esos países.³⁷²

Además, puede que algunos países otorguen subvenciones a las industrias nacionales que consumen energía para compensarlas por el costo de instalar tecnologías que reducen las emisiones, lo que les permite mantener su competitividad internacional.³⁷³ Como los sectores de las energías renovables y de las tecnologías de baja emisión de carbono están abiertos al comercio internacional, las disciplinas de la OMC sobre subvenciones, establecidas en el Acuerdo sobre Subvenciones y Medidas Compensatorias (ASMC) pueden guardar relación con ciertas políticas de ayuda. Además, el Acuerdo de la OMC sobre la Agricultura puede ser pertinente, porque contiene una categoría de subvenciones ecológicas permisibles, las llamadas medidas del compartimento verde, gracias a las cuales los países podrían aplicar medidas de mitigación del cambio climático y de adaptación a sus efectos en el área de la agricultura.

El ASMC trata de lograr un equilibrio entre la preocupación por evitar que la competencia desleal de los bienes que se benefician de subvenciones públicas sitúe a las ramas de producción nacionales en situación de desventaja y el interés en conseguir que las medidas compensatorias adoptadas para contrarrestar esas subvenciones no constituyan a su vez obstáculos al comercio leal.³⁷⁴ Las normas del Acuerdo definen el concepto de “subvención”, establecen las condiciones en que los Miembros de la OMC pueden recurrir o no a las subvenciones y reglamentan las acciones (derechos compensatorios) que pueden tomarse contra las importaciones subvencionadas.³⁷⁵

El Acuerdo SMC también contiene disposiciones sobre vigilancia: el artículo 25 obliga a todos los Miembros a notificar a la OMC todas las subvenciones específicas que conceden, y el artículo 26 establece que el Comité

de Subvenciones y Medidas Compensatorias examinará esas notificaciones.³⁷⁶

Según la definición contenida en el artículo 1 del ASMC, hay subvención si se dan tres condiciones: a) si hay una contribución financiera; b) si esta contribución procede de los poderes públicos o de un organismo público constituido en el territorio de un Miembro de la OMC; y c) si la contribución confiere un beneficio.³⁷⁷

Para definir una “contribución financiera” se incluye una lista exhaustiva de medidas, que comprenden la transferencia directa de fondos (por ejemplo, donaciones o préstamos), posibles transferencias directas de fondos (por ejemplo, garantías de préstamos), la condonación de ingresos públicos (por ejemplo, incentivos tales como bonificaciones fiscales), el suministro por un gobierno de bienes o servicios que no sean de infraestructura general, y la compra de bienes por los poderes públicos.³⁷⁸ La variedad de medidas gubernamentales que pueden calificarse de subvención se amplía aún más en virtud del párrafo 1 a) 2) del artículo 1, que incluye toda forma de sostenimiento de los ingresos o de los precios.³⁷⁹

El Acuerdo SMC no indica el modo de evaluar si una “contribución financiera” confiere o no un “beneficio”. Sin embargo, en el asunto *Canadá - Aeronaves*, el Órgano de Apelación resolvió que la existencia de un beneficio debía determinarse sobre la base de una comparación con el mercado (es decir, sobre la base de lo que el receptor del beneficio habría recibido en el mercado).³⁸⁰ Además, la parte dispositiva del Acuerdo SMC sólo se aplica a las subvenciones “específicas”³⁸¹ para una empresa o rama de producción o un grupo de empresas o ramas de producción, porque se supone que las subvenciones no específicas no distorsionarán la asignación de los recursos en la economía.³⁸²

El Acuerdo distingue entre dos categorías de subvenciones³⁸³: i) las subvenciones prohibidas (es decir, las supeditadas a los resultados de exportación o al empleo de productos nacionales con preferencia a los importados)³⁸⁴; y ii) las recurribles (es decir, las que causan efectos desfavorables para los intereses de otros Miembros de la OMC).³⁸⁵ Las subvenciones de la segunda categoría sólo pueden ser impugnadas

por otros Miembros si se considera que tienen efectos desfavorables. En cualquiera de los dos casos, el miembro que recurra puede impugnar las subvenciones concedidas por otro miembro con arreglo al sistema de solución de diferencias de la OMC.

En el Acuerdo se identifican tres tipos de efectos desfavorables³⁸⁶: “daño” a la rama de producción nacional de otro Miembro de la OMC; anulación o menoscabo de las ventajas resultantes del GATT de 1994; y “perjuicio grave” a los intereses de otro Miembro, tal como se define en el Acuerdo.³⁸⁷ Estos efectos desfavorables se producen generalmente cuando una subvención tiene una repercusión negativa sobre el acceso al mercado del Miembro que concede la subvención o al mercado de un tercer país, o afecta a los productores nacionales en el mercado interior del Miembro reclamante.³⁸⁸

Además de impugnar las subvenciones con arreglo al sistema de solución de diferencias de la OMC, un miembro puede imponer medidas compensatorias a las mercancías importadas para contrarrestar los beneficios de las subvenciones específicas otorgadas sobre la fabricación, la producción o la exportación de las mercancías.³⁸⁹ Sin embargo, un Miembro de la OMC no podrá imponer una medida compensatoria a menos que se cumplan tres condiciones concretas: i) se demuestre la existencia de importaciones subvencionadas; ii) se establezca que se ha causado daño a la rama de producción nacional; y iii) se demuestre que hay una relación causal entre las importaciones subvencionadas y el daño.³⁹⁰ El Acuerdo SMC también contiene normas sobre los procedimientos para la iniciación y realización de investigaciones, y normas sobre la aplicación y duración (normalmente cinco años) de las medidas compensatorias.³⁹¹

Por último, el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (Acuerdo sobre los ADPIC) puede ser pertinente para el desarrollo y la difusión de tecnologías inocuas para el medio ambiente.³⁹² El objetivo esencial de la concesión y observancia de los derechos de propiedad intelectual, establecido en el Acuerdo sobre los ADPIC, es promover la innovación necesaria y facilitar la difusión de tecnología respetando el equilibrio entre los intereses legítimos de una manera



socialmente beneficiosa. La protección de la propiedad intelectual deberá “contribuir a la promoción de la innovación tecnológica y a la transferencia y difusión de la tecnología, en beneficio recíproco de los productores y de los usuarios de conocimientos tecnológicos y de modo que favorezcan el bienestar social y económico y el equilibrio de derechos y obligaciones”.³⁹³

Aunque el Acuerdo sobre los ADPIC establece normas generales para la protección de la propiedad intelectual en virtud de leyes nacionales, en la práctica corresponde a los responsables de políticas y legisladores nacionales lograr este “equilibrio” mediante una combinación adecuada de leyes, reglamentos y medidas administrativas dentro del margen de actuación definido por el Acuerdo sobre los ADPIC, en particular utilizando flexibilidades en la aplicación de las normas del Acuerdo. Concretamente, en lo que respecta a la promoción de la innovación inocua para el medio ambiente y la difusión de la tecnología inocua para el medio ambiente, las medidas relacionadas con las patentes planteadas en los debates sobre políticas incluyen la promoción del intercambio de tecnología y la explotación común de patentes³⁹⁴, los servicios de intermediación e información tecnológica, la utilización más eficaz de las herramientas de información sobre patentes para encontrar tecnologías útiles y la facilitación del examen de patentes de tecnologías inocuas para el medio ambiente³⁹⁵, así como las limitaciones o excepciones a los derechos de patente, por ejemplo las excepciones relacionadas con la investigación y las intervenciones reglamentarias específicas, como la concesión de licencias no voluntarias³⁹⁶, la autorización de su utilización por los gobiernos y las disciplinas o directrices sobre la concesión de licencias de patentes para promover la competencia.³⁹⁷ Aparte de la legislación sobre patentes, otras normas del Acuerdo sobre los ADPIC son pertinentes para la protección de las marcas, al certificar productos inocuos para el medio ambiente y eliminar las prácticas de competencia desleal, como por ejemplo las declaraciones que inducen a error sobre las cualidades inocuas para el medio ambiente de los productos (el llamado “blanqueo ecológico”).³⁹⁸

C. Prescripciones Técnicas para promover la utilización de productos y tecnologías inocuos para el clima

Además de los incentivos económicos, como la fijación de precios del carbono y las medidas financieras, otro criterio que suele adoptarse en las estrategias relacionadas con el medio ambiente y el clima consiste en establecer prescripciones técnicas, por ejemplo en forma de reglamentos técnicos obligatorios o normas voluntarias, respecto de los productos y los métodos de producción, a fin de lograr una reducción de las emisiones y un aumento de la eficiencia energética.

Por lo que respecta al cambio climático, esos reglamentos y normas suelen tener por finalidad: i) mejorar la eficiencia energética de los productos y procesos; y ii) reducir su consumo de energía y/o la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos durante la producción de un producto o mientras éste se utiliza. Además, se están elaborando reglamentos y normas para facilitar la adaptación a las consecuencias del cambio climático. Sin embargo, como se indicaba en la parte I, las medidas de adaptación suelen adoptarse en el marco de iniciativas nacionales más amplias relacionadas sobre todo con la planificación urbana, el sector del agua y el ordenamiento de las costas, y hasta ahora se han aplicado pocas medidas de este tipo; por ello, que en la presente sección no se examinan ejemplos concretos de esas políticas.

Desde el decenio de 1980, los países han recurrido cada vez más a los reglamentos obligatorios y las normas voluntarias para promover la utilización de equipos y aparatos eléctricos más eficientes desde el punto de vista energético³⁹⁹, reduciendo de ese modo el nivel de las emisiones de gases de efecto invernadero que conlleva su empleo. Se estima que en los 30 últimos años las mejoras de la eficiencia energética han dado lugar a un ahorro de más del 50 por ciento del consumo de energía.⁴⁰⁰ Además, según el Informe Stern, existe amplio margen para aumentar la eficiencia energética, en particular en los sectores de la construcción, el transporte, la industria, la agricultura y la energía.⁴⁰¹

En la presente sección se examina toda la gama de prescripciones técnicas destinadas a reducir el nivel de las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la eficiencia energética y se analizan los instrumentos conexos para su aplicación y observancia, como los sistemas de información, los procedimientos para evaluar la conformidad con los reglamentos, y las restricciones y prohibiciones. Los diversos aspectos del diseño de esos mecanismos determinarán su potencial para mitigar el cambio climático. Por otra parte, como el cumplimiento de determinadas prescripciones reglamentarias puede influir en las condiciones de competencia, puede tener consecuencias para el comercio internacional, por lo que también se examinan las normas y actividades pertinentes de la OMC.

1. Principales características

a) Alcance

Las prescripciones técnicas destinadas a promover la eficiencia energética y reducir el nivel de las emisiones se elaboran y aplican fundamentalmente a nivel nacional. La mayoría de los países desarrollados y un número creciente de países en desarrollo han adoptado normas y reglamentos técnicos relacionados, en particular, con la eficiencia energética.⁴⁰² Estas medidas nacionales pueden ser públicas (como las normas relativas a la eficiencia energética mínima de los principales aparatos electrodomésticos, establecidas por el Gobierno Federal del Canadá⁴⁰³) o privadas (como el Liderazgo en Diseño Energético y Medioambiental (LEED), conjunto de normas para el sector de la construcción elaboradas por el Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos⁴⁰⁴).

Además, las medidas nacionales pueden ser obligatorias o voluntarias. Por ejemplo, en Australia las normas sobre rendimiento energético mínimo (MEPS) aplicables a los aparatos eléctricos son reglamentos obligatorios⁴⁰⁵; mientras que en los Estados Unidos ENERGY STAR es un programa voluntario de etiquetado.⁴⁰⁶ Además, también se pueden establecer prescripciones técnicas a nivel subnacional, como en el caso de los reglamentos sobre eficiencia de los aparatos eléctricos de California, en los Estados Unidos⁴⁰⁷, o de las normas sobre

eficiencia energética en la construcción de Umbria, en Italia.⁴⁰⁸

También hay normas elaboradas a nivel internacional que tienen por finalidad mejorar la eficiencia energética y que establecen objetivos en materia de reducción de las emisiones. Esas normas internacionales suelen utilizarse como base para los reglamentos nacionales.⁴⁰⁹ Sirvan de ejemplo de esferas en las que las normas internacionales ofrecen actualmente instrumentos prácticos para la aplicación de reglamentos relacionados con el clima las siguientes: i) las normas sobre medición y métodos para medir la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero; y ii) las normas relacionadas con la utilización y elaboración de nuevas tecnologías en materia de eficiencia energética y fuentes de energía renovables.

Entre los ejemplos de la primera categoría se incluyen las normas elaboradas por la Organización Internacional de Normalización (ISO) que pueden utilizarse para calcular las propiedades térmicas de un edificio o de distintos materiales de construcción.⁴¹⁰ Asimismo, la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) ha elaborado normas para medir la eficiencia de los acondicionadores de potencia debido a su uso generalizado en los sistemas de generación de energía solar.⁴¹¹

Son ejemplo de normas internacionales relacionadas con la utilización y elaboración de nuevas tecnologías en materia de eficiencia energética y fuentes de energía renovables, entre otras, las normas ISO sobre tecnologías para la energía solar, el hidrógeno y la energía eólica y sobre biocombustibles sólidos y líquidos.⁴¹² En el sector de los biocombustibles, en particular, se está tratando de promover la colaboración a fin de reducir las importantes diferencias existentes entre las especificaciones de los principales productores y consumidores de biocombustibles (especialmente en lo que concierne al biodiésel⁴¹³). En esos esfuerzos participan, entre otros, el Grupo de Trabajo Tripartito, integrado por el Brasil, la Unión Europea y los Estados Unidos⁴¹⁴; el Grupo de Trabajo sobre la Energía del Foro de Cooperación de Asia y el Pacífico (APEC)⁴¹⁵; el Foro Internacional de Biocombustibles⁴¹⁶ (que comprende al Brasil, China, los Estados Unidos, la



India, Sudáfrica y la Unión Europea); iniciativas de colaboración internacional en la ISO⁴¹⁷; e iniciativas de colaboración del sector privado, como la Mesa Redonda sobre biocombustibles sostenibles.⁴¹⁸

b) Principales especificaciones

Las instituciones de reglamentación pueden establecer medidas que especifiquen las prescripciones aplicables a los productos y/o a los procesos y métodos de producción para conseguir una reducción del nivel de las emisiones u otros objetivos en materia de eficiencia energética.

Con las prescripciones relacionadas con los productos pueden obtenerse resultados indirectos, en función de las decisiones de compra de los consumidores y de su comportamiento después de la compra. En el contexto del cambio climático, las prescripciones relacionadas con los productos se refieren sobre todo a la eficiencia energética y a las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la utilización del producto. En cambio, las prescripciones relativas a los métodos de producción, como mejoran la eficiencia energética o limitan en cierta medida las emisiones de gases de efecto invernadero, pueden tener consecuencias directas para el medio ambiente durante el proceso de producción.

Además, las normas y reglamentos, estén relacionadas con los productos o con los procesos, pueden basarse en el diseño o en las características descriptivas o en las propiedades de uso y empleo.⁴¹⁹ En las siguientes subsecciones se exponen brevemente estas distintas características.

i) Prescripciones basadas en el diseño

Las prescripciones técnicas relativas a la eficiencia energética o la reducción de las emisiones que se basan en el diseño o las características descriptivas definen los rasgos que debe tener un producto, o las medidas concretas que deben adoptarse durante su producción, y determinan los bienes que se han de utilizar o las tecnologías que se han de aplicar. Por ejemplo, varios gobiernos han establecido medidas técnicas con respecto a la calidad y las especificaciones de los biocombustibles⁴²⁰ (entre ellos el Brasil⁴²¹, la

India⁴²², la Unión Europea⁴²³ y los Estados Unidos).⁴²⁴

Las normas sobre utilización racional de la energía en las fábricas que deben cumplir los empresarios en el Japón son un ejemplo de prescripción descriptiva para un proceso de producción, ya que en ellas se especifica, entre otras cosas, que las instalaciones de combustión deben utilizar un determinado tipo de equipo eficiente desde el punto de vista energético.⁴²⁵

Es preferible utilizar los reglamentos que se basan en las características descriptivas, como las normas sobre diseño (también denominadas normas sobre tecnología) cuando quien contamina tiene pocas opciones para controlar las emisiones; en ese caso, la institución de reglamentación puede especificar las medidas tecnológicas que debería emplear la empresa para controlar la contaminación.⁴²⁶ Además, cuando no es posible medir las emisiones, o cuando existen dudas en cuanto a la viabilidad de otras políticas, las normas sobre diseño relacionadas con las tecnologías existentes pueden ser un medio práctico para reducir la contaminación, al ayudar a eliminar del mercado las tecnologías menos eficientes y promover la utilización de otras más eficientes.⁴²⁷

ii) Prescripciones basadas en las propiedades de uso y empleo

Las prescripciones basadas en las propiedades de uso y empleo para reducir las emisiones o aumentar la eficiencia energética (también denominadas normas sobre propiedades de uso y empleo) establecen normas relativas al rendimiento de los productos o procesos que ha de lograrse, o imponen resultados ambientales específicos por unidad de producción (por ejemplo, pueden limitar las emisiones a un determinado número de gramos de CO₂ por kilovatio/hora de electricidad generada). En otras palabras, establecen los resultados ambientales que han de obtenerse de los productos o métodos de producción, sin pronunciarse sobre la forma de lograr esos resultados. Esas prescripciones son predominantes en las iniciativas destinadas a mejorar la eficiencia energética en sectores como los aparatos eléctricos, la construcción y el transporte.

Las prescripciones basadas en las propiedades de uso y empleo se establecen con frecuencia para alentar la

retirada del mercado de productos ineficaces en función del costo e ineficientes desde el punto de vista energético y para estimular la elaboración de otros productos y procesos más eficientes. Las prescripciones basadas en las propiedades de uso y empleo suelen ser más flexibles que las basadas en el diseño, y su costo puede ser menor porque las empresas tienen la posibilidad de elegir el modo de alcanzar el objetivo ambiental fijado. De hecho, estas normas incrementan el número de formas de lograr su cumplimiento, ya que permiten utilizar más de una tecnología. Estas posibilidades de cumplimiento pueden incluir la búsqueda de soluciones mediante cambios en el proceso de producción, la reducción de la producción, el recurso a otros combustibles o insumos y la utilización de tecnologías alternativas.⁴²⁸ También se pueden reducir aún más los costos de aplicación de las normas basadas en las propiedades de uso y empleo aumentando la flexibilidad, por ejemplo mediante la utilización de promedios.

Las propiedades de uso y empleo de un producto o proceso pueden fijarse de distintas formas. Por ejemplo, se pueden establecer normas en función del nivel máximo de las emisiones de CO₂, del nivel máximo de consumo de energía, del nivel mínimo de rendimiento energético o del ahorro mínimo de combustible. Por ejemplo, según una directiva de la Unión Europea, el consumo de electricidad de los aparatos frigoríficos de uso doméstico debe ser inferior o igual al valor máximo autorizado⁴²⁹; en Australia, todas las bombillas incandescentes de escasa eficiencia serán eliminadas gradualmente mediante la introducción de normas de rendimiento energético mínimo para los productos de iluminación⁴³⁰; y, en los Estados Unidos, la norma sobre ahorro medio de combustible por los fabricantes (CAFE) establece un objetivo en lo que respecta a la eficiencia mínima de los combustibles.⁴³¹

El cálculo del nivel de rendimiento que debe lograr una norma puede basarse en diferentes factores. Por ejemplo, puede basarse en el producto más eficiente de su categoría, o en el consumo medio de energía, o en las emisiones de todos los productos de una determinada categoría.⁴³² El Programa de funcionamiento máximo del Japón es un ejemplo del primer tipo de cálculo del rendimiento: se identifica el modelo más eficiente que existe en el mercado y se utiliza el rendimiento energético de este modelo de “funcionamiento máximo” para establecer el objetivo que deben alcanzar todos los fabricantes.⁴³³ Ejemplo del segundo tipo es la

nueva norma CAFE de los Estados Unidos, que se basa en el promedio combinado del ahorro de combustible de todos los automóviles de turismo y camiones ligeros vendidos en los Estados Unidos en un determinado año.⁴³⁴

Las medidas pueden establecer también normas sobre propiedades de uso y empleo que se aplican por igual a toda una línea de productos (por ejemplo, todos los vehículos ligeros deben lograr el mismo nivel mínimo de ahorro de combustible) o pueden prever variaciones en función de las categorías de una misma línea de productos (por ejemplo, sobre la base de aspectos como el peso del vehículo o la potencia del motor). Por ejemplo, un reglamento de la UE sobre normas de comportamiento en materia de emisiones de los turismos nuevos define una “curva de valores límite” de las emisiones autorizadas de CO₂ de los vehículos nuevos según la masa del vehículo: los fabricantes estarán obligados por tanto a velar por que el promedio de las emisiones de todos los vehículos nuevos que fabrican sea inferior al promedio de las emisiones autorizadas para los vehículos de esa masa, determinado por la curva.⁴³⁵

2. Principales instrumentos para garantizar el cumplimiento

a) Sistemas de información

Los programas de etiquetado tienen por objeto informar a los consumidores para que puedan tomar decisiones racionales teniendo en cuenta las consecuencias de los distintos productos para el medio ambiente y alentar así a los fabricantes a diseñar productos que excedan del nivel mínimo.⁴³⁶ En otras palabras, los programas de etiquetado pretenden también estimular la innovación en el mercado de productos eficientes desde el punto de vista energético.

Al proporcionar a los consumidores información sobre las consecuencias ambientales del uso de determinados productos, o el impacto ambiental de su proceso de producción, las etiquetas que figuran en los productos en el momento de la compra promueven una actuación responsable con respecto a la utilización de la energía. A menudo las etiquetas se basan en normas y se utilizan conjuntamente con ellas. Por ejemplo, en los Estados Unidos la etiqueta Seasonal Energy Efficiency Ratio



(coeficiente de eficiencia energética estacional), que indica la eficiencia de las instalaciones centrales de aire acondicionado, se utiliza junto con una norma sobre rendimiento energético mínimo.⁴³⁷

Uno de los principales objetivos del etiquetado energético es alentar a los fabricantes a elaborar y comercializar los productos más eficientes, a fin de que los consumidores puedan reconocer las ventajas de esos productos. Al hacer más visibles los costos de la energía y proporcionar un punto de referencia al respecto (que permita comparar el rendimiento energético de un producto con respecto a otro), los programas de etiquetado pretenden también estimular la innovación en el mercado de productos eficientes desde el punto de vista energético, de manera que los proveedores de estos productos dejen de formar parte de un mercado especializado para ser líderes de mercado.⁴³⁸

i) Alcance

Muchos países han adoptado programas de etiquetado en diferentes sectores.⁴³⁹ La mayoría de los países de la OCDE utilizan el etiquetado sobre eficiencia energética desde hace años, y un número cada vez mayor de países que no pertenecen a esta organización aplican ahora medidas de este tipo.⁴⁴⁰ Por ejemplo, Sudáfrica⁴⁴¹, la Argentina⁴⁴², Ghana⁴⁴³, Sri Lanka⁴⁴⁴ y Túnez⁴⁴⁵ han adoptado programas de etiquetado sobre eficiencia energética.⁴⁴⁶ Sin embargo, en un estudio realizado por el Consejo Mundial de la Energía (2008) se comprobó que, a pesar de su reciente proliferación, las etiquetas no están tan generalizadas en África, el Oriente Medio o los países de Asia no pertenecientes a la OCDE: por ejemplo, menos del 20 por ciento de los países de esas regiones aplica a los frigoríficos una etiqueta sobre eficiencia energética, cosa habitual en otras regiones.⁴⁴⁷

Además, los programas de etiquetado pueden ser obligatorios o voluntarios. Entre los ejemplos de etiquetas obligatorias cabe citar los programas de etiquetado sobre clasificación energética para los aparatos electrodomésticos de Australia⁴⁴⁸; las etiquetas sobre emisiones de CO₂ para los nuevos vehículos de Suiza⁴⁴⁹; o las etiquetas sobre consumo de combustible para los nuevos vehículos del Canadá.⁴⁵⁰ Pueden encontrarse ejemplos de programas voluntarios de

etiquetado comparativo en varios países⁴⁵¹, incluidas algunas economías en desarrollo, como Tailandia⁴⁵², la India⁴⁵³, el Brasil⁴⁵⁴ y Hong Kong, China.⁴⁵⁵

ii) Tipo de información abarcada

La mayoría de los programas de etiquetado contienen información sobre la eficiencia energética de productos o procesos de producción. Las etiquetas sobre eficiencia energética son etiquetas informativas apuestas a un producto que describen su rendimiento energético (por ejemplo, en lo que respecta a su consumo de energía, su eficiencia energética o su costo energético), facilitando de ese modo a los consumidores los datos necesarios para que puedan tomar decisiones fundamentadas.⁴⁵⁶ Muchos países han introducido etiquetas sobre eficiencia energética para los aparatos eléctricos.⁴⁵⁷ Las etiquetas sobre eficiencia energética también están presentes en el sector de la construcción. Por ejemplo, Dinamarca exige que los edificios, sean grandes o pequeños, lleven una etiqueta en la que se indique su consumo de calor, electricidad y agua.⁴⁵⁸ La eficiencia energética es también uno de los muchos criterios utilizados para conceder a los productos etiquetas ecológicas de carácter general, como Nordic Swan y German Blue Angel.⁴⁵⁹

Además, varios países han adoptado etiquetas que indican los niveles de CO₂ emitidos por los nuevos productos. Por ejemplo, en Australia, en el punto de venta los nuevos vehículos deben llevar en el parabrisas una etiqueta con información sobre su consumo de combustible y sus emisiones de CO₂.⁴⁶⁰ En la Unión Europea, también se exige colocar en los nuevos turismos una etiqueta en la que se indique el nivel de las emisiones de CO₂ en gramos por kilómetro.⁴⁶¹

Al igual que las normas y reglamentos, en los que con frecuencia se basan, los programas de etiquetado pueden referirse a las características de los productos y/o a los procesos de producción. Sin embargo, el criterio utilizado en la mayoría de las etiquetas ecológicas es el comportamiento del producto mientras está en funcionamiento, como su eficiencia energética o sus emisiones de CO₂. Esas etiquetas se aplican principalmente a los aparatos electrodomésticos y a los automóviles. Por ejemplo, la Unión Europea⁴⁶²,

Australia⁴⁶³, el Canadá⁴⁶⁴ y los Estados Unidos⁴⁶⁵ exigen etiquetas sobre eficiencia energética para diversos aparatos electrodomésticos.

Sin embargo, también se pueden utilizar criterios más amplios para las etiquetas, como el ciclo de vida completo del producto, incluidas su producción, utilización y eliminación. Estas etiquetas se centran en las formas de reducir el impacto global del producto en el medio ambiente, en particular mediante la mejora de su eficiencia energética. Entre los ejemplos de etiquetas ecológicas que incluyen criterios de eficiencia energética y un análisis del ciclo de vida cabe citar Nordic Swan⁴⁶⁶, German Blue Angel⁴⁶⁷ y la etiqueta ecológica Flower de la UE.⁴⁶⁸ La Carbon Reduction Label (etiqueta sobre reducción del carbono) del Reino Unido es otro ejemplo de etiqueta centrada en el ciclo de vida completo de los productos a los que se aplica.⁴⁶⁹ Algunas empresas han introducido también sus propias etiquetas para indicar la energía utilizada en el proceso de producción de sus productos.⁴⁷⁰

Asimismo, hay empresas que han utilizado programas de etiquetado para indicar el origen de sus productos, la distancia que han recorrido hasta llegar al consumidor y las emisiones generadas durante su transporte.⁴⁷¹ En particular, la expresión “*food mile*” (kilometraje de los alimentos) se utiliza para designar la distancia recorrida por los alimentos desde el lugar en que se producen hasta el lugar en que se consumen. Sin embargo, la validez del kilometraje de los alimentos como indicación exacta de la energía utilizada y de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con los productos agrícolas ha sido objeto de debate. Más concretamente, no sólo se ha sostenido que un alto kilometraje no significa necesariamente que se hayan producido más emisiones de gases de efecto invernadero durante el ciclo de vida de un producto, sino que además se ha sugerido que el flete aéreo no es un indicador adecuado de los daños causados al medio ambiente.⁴⁷²

Hay quienes sostienen que, en lugar de centrarse sólo en el flete aéreo de los productos alimenticios, es necesario considerar las emisiones en toda la cadena de transporte.⁴⁷³ Otros piden que se examine la energía total utilizada “desde el lugar de producción hasta la mesa”.⁴⁷⁴

iii) Tipo de instrumento

Se pueden distinguir dos tipos principales de etiquetas sobre eficiencia energética: las etiquetas comparativas y las acreditativas. Las etiquetas comparativas proporcionan información a los consumidores para que puedan comparar el rendimiento de modelos similares utilizando categorías (como la clasificación de una a cinco estrellas) o una escala continua (que indica la posición del producto, en cuanto a consumo de energía, en relación con la cantidad de energía utilizada por los modelos con mayor y menor eficiencia energética de esa categoría).⁴⁷⁵

Las etiquetas comparativas no establecen una clasificación explícita entre los diferentes productos o marcas; simplemente proporcionan a los consumidores la información necesaria para que puedan comparar. La mayoría de las etiquetas comparativas son de carácter obligatorio, a fin de garantizar que los productos con peor rendimiento también sean etiquetados.⁴⁷⁶ Existen etiquetas comparativas sobre la eficiencia energética de los aparatos electrodomésticos, por ejemplo, en Australia⁴⁷⁷, la Unión Europea⁴⁷⁸, el Canadá⁴⁷⁹ y los Estados Unidos.⁴⁸⁰ Algunos países en desarrollo, como por ejemplo el Brasil⁴⁸¹, Túnez⁴⁸², China⁴⁸³, Irán⁴⁸⁴, Tailandia⁴⁸⁵ y Corea⁴⁸⁶, también han adoptado etiquetas comparativas que a menudo siguen el modelo de las etiquetas utilizadas con éxito en países desarrollados.⁴⁸⁷

Por último, en ciertos casos también se utilizan etiquetas acreditativas: se trata esencialmente de un sello de aprobación, concedido por un organismo independiente, que asegura a los consumidores que un producto cumple determinados criterios. Los programas de etiquetado acreditativo suelen ser voluntarios.⁴⁸⁸ La etiqueta voluntaria Energy Star de los Estados Unidos, utilizada actualmente para más de 60 categorías de productos, es un ejemplo de etiqueta acreditativa.⁴⁸⁹ Con los años, la etiqueta Energy Star ha sido adoptada también por varios otros países para tratar de establecer un único conjunto de calificaciones en materia de eficiencia energética.⁴⁹⁰

Varios países en desarrollo han adoptado sus propios programas voluntarios de etiquetado acreditativo,



similares al programa Energy Star, entre ellos el Brasil⁴⁹¹, Tailandia⁴⁹² y China, cuyo Centro de Certificación de Normas de China aplica desde 1998 el programa de etiquetado de productos certificados en materia de conservación de energía.⁴⁹³ También se pueden utilizar etiquetas acreditativas junto con etiquetas comparativas, como se hace por ejemplo en los Estados Unidos, donde existe la posibilidad de utilizar conjuntamente las etiquetas Energy Star y EnergyGuide.⁴⁹⁴ Por último, hay ejemplos de etiquetas que se utilizan para acreditar métodos de producción, como la Carbon Reduction Label (etiqueta sobre reducción del carbono) del Reino Unido.⁴⁹⁵

b) Instrumentos de evaluación de la conformidad

Para determinar si se han cumplido las prescripciones obligatorias o voluntarias se recurre a procedimientos de evaluación de la conformidad. La evaluación de la conformidad proporciona a los consumidores confianza en la integridad de los productos y añade valor a las declaraciones comerciales de los fabricantes. En la presente sección se analizan los principales procedimientos de evaluación de la conformidad (prueba, inspección, certificación, acreditación y metrología) y se ofrecen ejemplos de iniciativas para mitigar el cambio climático.

El primero de estos procedimientos, que implica probar un producto para determinar si cumple determinadas normas, es la forma más habitual de evaluación de la conformidad y constituye la base para otros tipos de procedimiento, como la inspección y la certificación. Se entiende por prueba una operación técnica, realizada de acuerdo con un procedimiento especificado, cuyo objeto es verificar una o más características del producto que es objeto de la evaluación de la conformidad.⁴⁹⁶

Los productos pueden ser probados en diferentes etapas de su ciclo de vida. Por ejemplo, la Administración de Generación de Electricidad de Tailandia somete a “pruebas *ex post*” los aparatos eléctricos fabricados para asegurarse de que cumplen las normas en materia de eficiencia. En caso de que no alcancen los resultados con arreglo a los cuales habían sido clasificados anteriormente, se les rebaja la clasificación en la escala

de eficiencia o se les retira la etiqueta.⁴⁹⁷ De forma similar, en Hong Kong, China, las autoridades vigilan, mediante muestreo y pruebas *ex post*, las declaraciones relativas a la eficiencia energética que figuran en las etiquetas.⁴⁹⁸

Un segundo procedimiento -la inspección- es definido por la ISO como el examen del diseño de un producto, de un producto, de un proceso o de una instalación y la determinación de su conformidad con requisitos específicos o, sobre la base de un juicio profesional, con requisitos generales.⁴⁹⁹

El sector en que más ejemplos se encuentran de inspección con respecto a prescripciones relacionadas con el cambio climático es el de la construcción. Por ejemplo, las normas sobre Liderazgo en Diseño Energético y Medioambiental (LEED), aplicadas por el Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos, son normas ambientales voluntarias para edificios comerciales. La conformidad con esas normas se evalúa mediante una inspección sobre el terreno basada en cinco criterios fundamentales: acondicionamiento sostenible del terreno, ahorro de agua, eficiencia energética, selección de materiales y calidad ambiental del interior de los edificios.⁵⁰⁰ Análogamente, para que las viviendas puedan acogerse a la etiqueta Energy Star en los Estados Unidos, deben ser inspeccionadas por un organismo independiente de clasificación energética de las viviendas.⁵⁰¹ Otro ejemplo es la prescripción, en la Unión Europea, de que las calderas y los sistemas de aire acondicionado de los edificios sean inspeccionados periódicamente para asegurarse de que cumplen los requisitos mínimos de eficiencia energética.⁵⁰²

Un tercer ejemplo de instrumento de evaluación de la conformidad, la certificación, conlleva una garantía escrita (certificado), emitida por un organismo externo independiente, en la que consta que el producto, edificio o empresa de que se trate cumple unas normas específicas en cuanto a eficiencia energética o a emisiones.⁵⁰³ Los programas de certificación llevados a cabo por organismos de certificación independientes ayudan a aumentar la transparencia de los mercados, donde no siempre son visibles los costos de la energía. La certificación da confianza a los consumidores y ayuda

a los proveedores a afianzar su reputación, ampliar su mercado y promover nuevos productos.⁵⁰⁴ La prueba y la inspección suelen ser elementos integrantes de la certificación. Por ejemplo, todos los productos sujetos a reglamentación vendidos en el Canadá que consumen energía (como los aparatos electrodomésticos) deben llevar una marca que indique que se ha comprobado su eficiencia energética. La marca debe pertenecer a un organismo independiente de certificación o a un organismo provincial acreditado.⁵⁰⁵

La acreditación es otro instrumento de evaluación de la conformidad; se trata de un procedimiento por el cual un organismo autorizado reconoce oficialmente la competencia de un órgano o persona para llevar a cabo una tarea específica relacionada con la evaluación de la conformidad.⁵⁰⁶ Esto es aplicable a los laboratorios de prueba, los organismos de inspección y los organismos de certificación. Los organismos de acreditación no se ocupan de verificar por sí mismos las especificaciones de los productos, sino que evalúan a las organizaciones que cumplen esas funciones.⁵⁰⁷ Por ejemplo, en el marco del Programa obligatorio de eficiencia energética de Hong Kong, un laboratorio que haya sido evaluado por un organismo de certificación independiente y reconocido, o que haya sido acreditado por los organismos competentes de Hong Kong, China, o por organismos similares de otros países, en virtud de acuerdos de reconocimiento mutuo, debe publicar informes sobre las pruebas realizadas en materia de energía.⁵⁰⁸ Asimismo, en los Estados Unidos el Departamento de Energía exige la acreditación de los laboratorios que llevan a cabo pruebas sobre la eficiencia energética de lámparas y motores eléctricos.⁵⁰⁹

Un último ejemplo de instrumento de evaluación de la conformidad es la metrología, cuyo objeto es asegurar que un equipo de medición utilizado en las evaluaciones de la conformidad cumpla las prescripciones establecidas para el uso al que se destina.⁵¹⁰ Por ejemplo, para facilitar las evaluaciones del cumplimiento de las normas sobre eficiencia mínima elaboradas por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, el Instituto Nacional de Normalización y Tecnología ha establecido un sistema especializado de medición de la pérdida de energía para probar los transformadores de potencia utilizados en la transmisión y distribución de energía eléctrica.⁵¹¹

c) Restricciones y prohibiciones

Los gobiernos han adoptado medidas para restringir la venta o prohibir la importación de determinados productos de baja eficiencia energética o para prohibir la utilización de determinados gases de efecto invernadero en la composición de los productos. Es frecuente que los gobiernos restrinjan la utilización de determinadas sustancias por razones ambientales.⁵¹² Sin embargo, las prohibiciones tienen efectos directos en el comercio (al eliminar o reducir las oportunidades comerciales), por lo que los gobiernos suelen tratar de tener en cuenta factores como la disponibilidad de posibles alternativas, la viabilidad técnica y la relación costo-eficacia cuando aplican esas medidas.

Esas restricciones cuantitativas incluyen, por ejemplo, prohibiciones para evitar o reducir al mínimo las emisiones de gases fluorados de efecto invernadero (como los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆)). Varios gobiernos han adoptado medidas reglamentarias para eliminar gradualmente la utilización de esos gases, en particular de conformidad con el Protocolo de Montreal.⁵¹³ Por ejemplo, en Austria⁵¹⁴, Dinamarca⁵¹⁵, Suiza⁵¹⁶ y la Unión Europea⁵¹⁷ hay leyes que limitan y controlan la utilización de HFC en equipos frigoríficos, espumas y disolventes.

Además, puede haber otros reglamentos y normas que prohíban la presencia en el mercado de determinados productos de baja eficiencia energética. Por ejemplo, varios países, entre ellos Australia⁵¹⁸, la Unión Europea⁵¹⁹, el Canadá⁵²⁰, el Taipei Chino⁵²¹ y la Argentina⁵²², están empezando a prohibir la venta de productos de iluminación poco eficientes, como las bombillas incandescentes, o tienen previsto hacerlo.

3. Eficacia ambiental

Es posible estimar *ex post* hasta qué punto los reglamentos y las normas de eficiencia energética y reducción de las emisiones contribuyen realmente a lograr los objetivos ambientales comparando las mediciones de los promedios anuales de eficiencia energética y consumo de energía logrados para un determinado



producto cuando se establecen reglamentos con una hipótesis de referencia en la que se supone que no se han aplicado reglamentos.⁵²³ Además, pueden utilizarse otros sistemas de medición, especialmente para evaluar la eficacia ambiental de un programa de etiquetado. Estas mediciones permiten determinar, entre otras cosas, el conocimiento y aceptación de las etiquetas por los consumidores (credibilidad y comprensión) y los cambios en el comportamiento de consumidores y fabricantes.⁵²⁴

Varios estudios han puesto de manifiesto la capacidad potencial de los reglamentos y normas para aumentar la eficiencia energética de ciertos productos, en particular los equipos eléctricos.⁵²⁵ Por ejemplo, se ha demostrado que, en California, las normas sobre eficiencia energética aplicadas y actualizadas periódicamente desde finales del decenio de 1970 han contribuido de manera significativa a reducir el consumo de energía de los principales aparatos electrodomésticos, como los frigoríficos: la cantidad de energía consumida por éstos en 2000 era más de dos tercios menor que en 1974.⁵²⁶ Otros estudios han calculado la cuantía de la reducción de las emisiones como resultado de las políticas de eficiencia energética. Por ejemplo, en los Estados Unidos se ha estimado que, si no se hubieran establecido normas sobre eficiencia energética para los aparatos electrodomésticos, las emisiones totales de CO₂ del sector residencial habrían sido un 8 por ciento mayores en 2020.⁵²⁷

Se puede evaluar la eficacia ambiental de los programas de etiquetado destinados a promover la eficiencia energética y a reducir el nivel de las emisiones mediante un examen de los cambios en el comportamiento de consumidores y fabricantes.⁵²⁸ Hay estudios que muestran que el conocimiento que tienen los consumidores de las etiquetas ecológicas varía de un país a otro.⁵²⁹ Por ejemplo, en Australia más del 95 por ciento de los consumidores reconoce las etiquetas obligatorias de clasificación de la eficiencia energética.⁵³⁰ En los países nórdicos, el 90 por ciento de los consumidores reconocen la etiqueta Nordic Swan, que abarca una amplia gama de criterios ecológicos, incluida la eficiencia energética.⁵³¹ En los Estados Unidos, se realizaron varias encuestas para evaluar el conocimiento y comprensión por los consumidores de

la etiqueta obligatoria Energy Guide. Se comprobó que, si bien el reconocimiento de la etiqueta era bastante satisfactorio, su comprensión era limitada: los encuestados no eran capaces de describir con exactitud la información facilitada en la etiqueta o de determinar, basándose en ésta, qué aparato era más eficiente desde el punto de vista energético.⁵³²

Varios factores pueden afectar al reconocimiento y la comprensión de las etiquetas, que a su vez influyen en la penetración en el mercado de los productos etiquetados y la eficacia ambiental global del programa. Estos factores son, entre otros: i) la magnitud y diversidad del mercado (cuando existe una gran variedad de marcas, modelos, tamaños, diseños y características, las decisiones de los consumidores en cuanto a las compras pueden ser más complejas); ii) la credibilidad del patrocinador del programa de etiquetado (algunos estudios indican que las etiquetas promovidas por el gobierno tienden a ser más creíbles, más reconocibles y más estables desde el punto de vista financiero); iii) la claridad de las etiquetas y la facilidad con que pueden ser utilizadas por los consumidores; y iv) la vinculación a un programa de certificación.⁵³³

Por último, la eficacia ambiental de la evaluación de la conformidad con respecto a la eficiencia energética puede depender también de otros factores, entre ellos: i) la exactitud de los resultados de las pruebas; ii) la competencia de los laboratorios de prueba; iii) la capacidad de los laboratorios de prueba para mantenerse al corriente de los cambios tecnológicos a fin de ser más eficaces; y iv) la existencia de un sistema de vigilancia del cumplimiento.⁵³⁴

Algunos procedimientos de evaluación de la conformidad, como la certificación y las pruebas *ex post*, pueden tener efectos beneficiosos en el medio ambiente al asegurar la introducción de tecnologías más eficientes. Por ejemplo, en el sector del automóvil de los Estados Unidos, las pruebas *ex post* y la posible retirada de los vehículos han sido un medio eficaz para influir en el comportamiento de los fabricantes: los gastos y el descontento de los consumidores por la retirada de los vehículos que superan los límites de las emisiones han alentado a muchos fabricantes a aplicar normas más rigurosas que las normas jurídicas

aplicables y a crear sistemas de control de las emisiones más eficaces y duraderos.⁵³⁵

4. Normas y actividades pertinentes de la OMC

Como se indicó en las secciones anteriores, los países han elaborado diversas normas y reglamentos relacionados con el cambio climático, incluidos procedimientos de evaluación de la conformidad. El principal instrumento de la OMC por el que se rigen estas medidas es el Acuerdo sobre Obstáculos Técnico al Comercio (OTC). Además, pueden ser pertinentes ciertas disposiciones del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), como sus artículos I (cláusula de “la nación más favorecida”) y III (principio del trato nacional) y, más concretamente, el párrafo 4 de su artículo III.⁵³⁶

También podrían ser pertinentes otras disposiciones del GATT de 1994. Por ejemplo, el artículo XI prescribe la eliminación general de las restricciones cuantitativas a la importación o exportación de productos. El párrafo 2 b) del artículo XI introduce una excepción a la norma general establecida en ese artículo y permite las prohibiciones o restricciones a la importación o exportación “necesarias para la aplicación de normas o reglamentaciones sobre la clasificación, el control de la calidad o la comercialización de productos destinados al comercio internacional”. Por otra parte, el artículo XX establece excepciones a las obligaciones del GATT que pueden aplicarse a determinadas medidas técnicas.⁵³⁷

a) Ámbito del Acuerdo OTC

El Acuerdo OTC abarca tres conjuntos de actividades: i) la elaboración, adopción aplicación de reglamentos técnicos por los gobiernos⁵³⁸; ii) la elaboración, adopción aplicación de normas⁵³⁹ por instituciones con actividades de normalización; y iii) los procedimientos de evaluación de la conformidad utilizados para determinar si se cumplen las prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas.⁵⁴⁰

El alcance del Acuerdo OTC se extiende a todos los reglamentos técnicos, normas y procedimientos

de evaluación de la conformidad que se aplican al comercio de mercancías, es decir, a todos los productos agropecuarios e industriales.⁵⁴¹ Sin embargo, hay dos esferas del comercio de mercancías que quedan excluidas del Acuerdo OTC⁵⁴²: las medidas sanitarias y fitosanitarias, que están sujetas a las disposiciones del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF); y las especificaciones en materia de contratación pública, que se abordan (únicamente para las partes en el Acuerdo) en el Acuerdo plurilateral sobre Contratación Pública (ACP). Las medidas técnicas relacionadas con los servicios se tratan en el párrafo 4 del artículo VI del Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS).

i) Reglamentos obligatorios, normas voluntarias y procedimientos de evaluación de la conformidad

El Acuerdo OTC establece una distinción entre los reglamentos técnicos (cuya observancia es obligatoria) y las normas (que son voluntarias). Muchas de las prescripciones relacionadas con el clima, son normas y programas de etiquetado de aplicación voluntaria, algunos de los cuales han sido adoptados por entidades privadas.⁵⁴³

Aunque los principios jurídicos fundamentales aplicables a los reglamentos, las normas y los procedimientos de evaluación de la conformidad suelen ser parecidos, existen algunas diferencias entre cada conjunto de disposiciones, así como diferencias importantes en el grado en que se exige a los Miembros que cumplan los reglamentos obligatorios y las normas voluntarias. De hecho, en lo que respecta a los reglamentos obligatorios, los Miembros están obligados a velar por que esos reglamentos sean compatibles con las disposiciones del Acuerdo OTC. Por otra parte, en lo que respecta a las normas voluntarias, sólo se exige a los Miembros que adopten “medidas razonables” para lograr, por ejemplo, que las instituciones con actividades de normalización existentes en su territorio observen determinadas disposiciones del Acuerdo OTC.⁵⁴⁴

Un anexo al Acuerdo OTC contiene el Código de buena conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas, que incluye todos los principios jurídicos fundamentales del Acuerdo OTC (por ejemplo, en



materia de no discriminación, evitación de obstáculos innecesarios al comercio y armonización). El Código está abierto a la aceptación, y a la aplicación de sus disposiciones, por todas las instituciones con actividades de normalización del territorio de los Miembros de la OMC; por todas las instituciones regionales gubernamentales con actividades de normalización, de las que uno o más miembros sean Miembros de la OMC; y por todas las instituciones regionales no gubernamentales con actividades de normalización, de las que uno o más miembros estén situados en el territorio de un Miembro de la OMC.⁵⁴⁵ Teniendo en cuenta la reciente proliferación de programas privados de etiquetado en materia de carbono (en particular, los programas de “kilometraje de los alimentos”), algunos autores han examinado la posible pertinencia del Acuerdo OTC para las prescripciones de este tipo elaboradas y adoptadas por instituciones privadas (por ejemplo, cadenas de suministro de productos alimenticios).⁵⁴⁶

Por último, en vista del número de normas sobre eficiencia energética y reducción de las emisiones que se basan en prescripciones en materia de propiedades de uso y empleo, el párrafo 8 del artículo 2 del Acuerdo OTC es un elemento importante. Esta disposición concede preferencia a los reglamentos basados en las propiedades de uso y empleo -que también pueden ser considerados medidas menos restrictivas del comercio- más que a los reglamentos basados en el diseño. De hecho, la intención de esta disposición es permitir que los productores encuentren la forma más eficaz en función de los costos para cumplir las prescripciones de un reglamento técnico. Lo que cuenta es el resultado, es decir, las propiedades de uso y empleo de un producto, y no la forma en que se logra ese resultado.

ii) Productos, procesos y métodos de producción

Según la definición del Acuerdo OTC, se entiende por reglamento técnico un documento en el que se establecen las características de un producto o los procesos y métodos de producción con ellas relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables, y cuya observancia es obligatoria.⁵⁴⁷

El Órgano de Apelación estableció, en los asuntos *CE - Amianto* y *CE - Sardinias*, tres criterios para identificar un reglamento técnico: i) el documento ha de ser aplicable a un producto o grupo de productos identificable. No es necesario que un producto se mencione explícitamente en un documento para que dicho producto sea identificable, porque “identificable” no significa “expresamente identificado”⁵⁴⁸; ii) el documento debe establecer una o varias características del producto. Esto se ha interpretado en el sentido de que las “características de un producto” incluyen no sólo las peculiaridades y calidades intrínsecas del propio producto, sino también “características” conexas tales como los medios de identificación, la presentación y la apariencia del producto⁵⁴⁹; y iii) la observancia de las características del producto debe ser obligatoria.

Como se indica en las definiciones de reglamento técnico y norma del Acuerdo OTC⁵⁵⁰, esas medidas técnicas incluyen los documentos en que se establecen prescripciones aplicables a “procesos y métodos de producción” que están *relacionados* con las características de un producto. Sin embargo, en la segunda frase de la definición de reglamento técnico y norma se afirma que “[t]ambién puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas”.⁵⁵¹

Según la interpretación de algunos, el hecho de que en la segunda frase de ambas definiciones se omita la palabra “relacionados” cuando menciona el “etiquetado” (entre otras cosas) deja cierto margen para que el Acuerdo OMC abarque el etiquetado de procesos o métodos de producción que no están relacionados con productos (es decir, los denominados “procesos y métodos de producción no incorporados”, que no dejan huellas en el producto final).⁵⁵² Como se vio anteriormente en la subsección IV.C.1, varias normas y programas de etiquetado sobre eficiencia energética y reducción de las emisiones se basan en procesos o métodos de producción no relacionados con productos (lo que significa que las emisiones que conlleva la producción de un producto no dejan huella en las características del producto final).

b) No discriminación y evitación de obstáculos innecesarios al comercio

El Acuerdo OTC aplica a cada uno de los conjuntos de actividades anteriormente descritos el principio básico de no discriminación del GATT. Los reglamentos técnicos, las normas y los procedimientos de evaluación de la conformidad han de aplicarse a los productos importados de los demás Miembros de la OMC en condiciones no menos favorables que las otorgadas a productos similares de origen nacional (principio del trato nacional) y a productos similares originarios de cualquier otro Miembro de la OMC (trato de la nación más favorecida).⁵⁵³ Una cuestión fundamental en este contexto es la de si, de conformidad con el Acuerdo OTC, se pueden considerar “no similares” los productos producidos con un coeficiente diferente de emisiones o de consumo de energía.⁵⁵⁴

Además, no se deben elaborar, adoptar o aplicar reglamentos técnicos, normas y procedimientos de evaluación de la conformidad que tengan por objeto o efecto crear obstáculos innecesarios al comercio internacional.⁵⁵⁵ Es importante señalar, sin embargo, que el Acuerdo OTC reconoce el derecho de los Miembros a adoptar medidas reglamentarias para alcanzar objetivos legítimos, tales como: la seguridad nacional; la prevención de prácticas que puedan inducir a error; la protección de la salud o seguridad humanas, de la vida o la salud animal o vegetal, o del medio ambiente.⁵⁵⁶ Por consiguiente, la protección de la salud y la vida de las personas y de los animales o la preservación de los vegetales y la protección del medio ambiente podrían ser pertinentes para los reglamentos relativos a la eficiencia energética o la reducción de las emisiones.

El Acuerdo OTC establece también diversas directrices y pruebas para evitar obstáculos innecesarios al comercio. Por ejemplo, se considerará que un reglamento técnico es un obstáculo “innecesario” si se constata que restringe el comercio más de lo necesario para alcanzar un objetivo legítimo.⁵⁵⁷ De manera similar, los procedimientos de evaluación de la conformidad no deberán ser más estrictos de lo necesario para dar la seguridad de que los productos están en conformidad con los reglamentos técnicos o las normas aplicables.⁵⁵⁸

Aunque las disposiciones del OTC mencionadas en la presente subsección no han sido nunca objeto de verificación en el Órgano de Solución de Diferencias, puede que sea pertinente mencionar la interpretación que hacen los grupos especiales y el Órgano de Apelación del término “necesario” en el contexto del artículo XX del GATT.⁵⁵⁹

El principio de no discriminación no ha sido nunca objeto de verificación en el contexto del Acuerdo OTC. Sin embargo, puede que sea interesante señalar el informe no adoptado del Grupo Especial del GATT que se ocupó del asunto *Estados Unidos - Automóviles*. En ese caso, el Grupo Especial examinó tres medidas aplicadas por los Estados Unidos a los automóviles: el impuesto de lujo sobre los automóviles, el impuesto sobre los automóviles de gran consumo de gasolina y la reglamentación sobre el ahorro medio de combustible por los fabricantes (CAFE). El impuesto de lujo, del 10 por ciento, se aplicaba a la primera venta al por menor de vehículos cuyo precio excediera de 30.000 dólares y era pagado por los clientes.⁵⁶⁰ El impuesto sobre los automóviles de gran consumo de gasolina era un impuesto especial sobre la venta de automóviles pertenecientes a “tipos de modelos” cuyo rendimiento no se ajustara a determinadas prescripciones con respecto al consumo de combustible y se percibía de los fabricantes.⁵⁶¹ La reglamentación CAFE establecía un nivel mínimo de rendimiento medio para los automóviles de turismo (o camiones ligeros) fabricados en los Estados Unidos o vendidos por cualquier importador.⁵⁶² En el caso de que las empresas fueran a la vez importadores y fabricantes nacionales, el ahorro medio de combustible se calculaba por separado para los automóviles de turismo importados y para los fabricados en el país.

El Grupo Especial del GATT constató que el impuesto de lujo y el impuesto sobre los automóviles de gran consumo de gasolina eran compatibles con el principio del trato nacional.⁵⁶³ Sin embargo, constató que la reglamentación CAFE era incompatible con ese principio⁵⁶⁴, porque los cálculos por separado del ahorro de combustible de los vehículos extranjeros establecían una discriminación en contra de los vehículos extranjeros y porque la prescripción relativa al promedio por flotas establecía una diferencia entre



los vehículos importados y los nacionales basada en factores relacionados con el control o la propiedad de los productores o importadores (es decir, basada en el origen), y no en factores directamente relacionados con los propios productos.⁵⁶⁵

c) Armonización

Las normas y reglamentos sobre eficiencia energética y los procedimientos de evaluación de la conformidad conexos pueden actuar como obstáculo al comercio, en particular cuando difieren de un país a otro.⁵⁶⁶ Las diferencias entre prescripciones aumentan el costo de la información y dificultan la exportación a otros mercados. Una solución a este problema es la armonización de las normas, que puede describirse como la adopción por varios países de normas comunes sobre el mismo asunto, cuando anteriormente cada uno de ellos tenía su propio conjunto de prescripciones.⁵⁶⁷ La armonización es un principio básico del Acuerdo OTC, en cuyo Preámbulo se consagra la importancia de las normas internacionales. El Acuerdo OTC promueve firmemente los esfuerzos de los Miembros de la OMC orientados a armonizar reglamentos técnicos, normas y procedimientos de evaluación de la conformidad.

El Acuerdo OTC establece tres criterios para la armonización. En primer lugar, los Miembros de la OMC han de considerar favorablemente la posibilidad de aceptar como equivalentes de los suyos los reglamentos técnicos de otros Miembros.⁵⁶⁸ El Acuerdo OTC exhorta a los países a reconocer la equivalencia de las normas establecidas por sus interlocutores comerciales, aun cuando difieran de las suyas, siempre que cumplan el mismo objetivo final. En segundo lugar, el Acuerdo insta al mutuo reconocimiento de los resultados de las evaluaciones de la conformidad.⁵⁶⁹ Se insta a los países a que reconozcan los procedimientos que utilizan sus interlocutores comerciales para evaluar el cumplimiento de los reglamentos si están convencidos de que sus instituciones de evaluación de la conformidad son fiables y competentes.

En tercer lugar, y lo que es más importante, se insta a los Miembros de la OMC a que utilicen normas internacionales como base de sus propios reglamentos técnicos, normas y procedimientos de evaluación

de la conformidad⁵⁷⁰, excepto cuando esas normas internacionales no constituyan un medio eficaz o adecuado de lograr los objetivos legítimos que se persiguen.⁵⁷¹ Además, para alentar a los Miembros a que basen sus reglamentos en normas internacionales, el Acuerdo establece la “presunción, a reserva de impugnación”, de que cualquier reglamento técnico que se elabore, adopte o aplique en conformidad con las normas internacionales pertinentes (y no sólo que “se base en” ellas) no crea un obstáculo innecesario al comercio.⁵⁷² En este contexto, el Acuerdo OMC establece también que los Miembros deben participar plenamente, dentro de los límites de sus recursos, en la elaboración de normas internacionales, con el fin de armonizar sus reglamentos técnicos.⁵⁷³

Si bien no existe una lista de las instituciones internacionales con actividades de normalización a los efectos del Acuerdo OTC, puede encontrarse orientación con respecto a la identificación de dichas instituciones en una decisión relativa a los principios para la elaboración de normas, guías y recomendaciones internacionales adoptada en 2000 por el Comité OTC en el marco del *Segundo examen trienal*.⁵⁷⁴

d) El Comité OTC y las prescripciones en materia de transparencia

La transparencia es un principio básico de la OMC y se recoge en muchos acuerdos de la OMC, incluido el Acuerdo OTC. Es un instrumento importante para velar por que el comercio se desarrolle de la manera más ordenada, previsible y abierta posible. En el Acuerdo OTC se pide a los Miembros que intercambien información sobre cualquier proyecto de reglamento técnico o de procedimiento de evaluación de la conformidad que pudiera tener efectos en el comercio: esas medidas deben ser notificadas a los demás Miembros.⁵⁷⁵ Las notificaciones pueden contribuir de manera significativa a evitar obstáculos innecesarios al comercio y brindar a los Miembros la oportunidad de influir en los reglamentos que finalmente adopten otros Miembros.⁵⁷⁶

Además, un Comité sobre Obstáculos Técnicos al Comercio⁵⁷⁷, compuesto de representantes de cada uno de los Miembros de la OMC, se reúne tres o cuatro

veces al año. En las reuniones formales se levanta un acta oficial de los debates, que se pone a disposición del público. En cada reunión del Comité OTC se dedica casi la mitad del tiempo a examinar las preocupaciones comerciales específicas que pudieran tener los Miembros con respecto a reglamentos técnicos o procedimientos de evaluación de la conformidad propuestos o adoptados por otros Miembros. Por consiguiente el Comité constituye un foro importante para examinar las prescripciones técnicas destinadas a mitigar el cambio climático. Esas preocupaciones suelen basarse en notificaciones de reglamentos técnicos o de evaluaciones de la conformidad. Por norma general, antes de plantear una preocupación comercial específica en el Comité OTC, los Miembros pasan por un proceso de intercambio de información y consultas.

La mayoría de las preocupaciones comerciales están relacionadas con la aplicación de procedimientos en materia de transparencia y con alegaciones de que determinadas medidas adoptadas por Miembros de la OMC restringen el comercio más de lo necesario. En los últimos años, se han debatido en el Comité OTC y/o se han notificado a los demás Miembros varias medidas relacionadas con la reducción de las emisiones de determinados equipos o la mejora de la eficiencia energética de aparatos eléctricos.

Por ejemplo, en 2007 el Brasil notificó un proyecto de reglamento técnico que establece las normas de rendimiento energético mínimo para los calentadores de agua, excepto los eléctricos⁵⁷⁸; en 2008, las Comunidades Europeas notificaron un proyecto de reglamento por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de CO₂ de los turismos nuevos⁵⁷⁹; Singapur notificó un reglamento que dispone que los vehículos automóviles deben registrarse y etiquetarse a fin de proporcionar información sobre sus niveles de consumo de combustible y de emisiones de CO₂⁵⁸⁰; y China notificó varios reglamentos técnicos relacionados con la eficiencia energética y el ahorro de energía de calentadores de agua de acumulación eléctricos, copiadoras y monitores para ordenadores.⁵⁸¹

e) Disposiciones en materia de asistencia técnica

El Acuerdo OMC contiene disposiciones detalladas en materia de asistencia técnica a los países en desarrollo y a los países menos adelantados.⁵⁸² Estas disposiciones son obligatorias, pero la mayoría de ellas van acompañadas de una o varias salvedades, como “tomarán las medidas razonables que estén a su alcance” o “según las modalidades y en las condiciones que se decidan de común acuerdo”. Estas disposiciones combinan dos tipos de obligaciones: asesorar a los demás Miembros, en particular a los países en desarrollo Miembros, sobre determinadas cuestiones y prestarles asistencia técnica.

De recibir una petición a tal efecto, los Miembros tienen la obligación de asesorar a los países en desarrollo Miembros y prestarles asistencia técnica según las modalidades y en las condiciones que se decidan de común acuerdo, en lo referente a la creación de instituciones nacionales con actividades de normalización y su participación en la labor de las instituciones internacionales con actividades de normalización; la creación de instituciones de evaluación de la conformidad; las medidas que los productores de los países en desarrollo tengan que adoptar si quieren tener acceso a los sistemas de evaluación de la conformidad aplicados por instituciones gubernamentales o no gubernamentales existentes en el territorio de un país desarrollado Miembro; y la creación de las instituciones y del marco jurídico que permitan a los países en desarrollo cumplir las obligaciones dimanantes de la condición de miembro o de participante en sistemas internacionales o regionales de evaluación de la conformidad.⁵⁸³ Algunos Miembros informan sistemáticamente al Comité de sus programas de asistencia técnica en la esfera de los OTC.⁵⁸⁴

Además, en lo que respecta a las actividades de las instituciones existentes en su territorio, los Miembros de la OMC tienen la obligación de alentar a sus instituciones nacionales con actividades de normalización a que asesoren a los países en desarrollo Miembros y les presten asistencia técnica en lo referente a la creación de instituciones nacionales con actividades de normalización y su participación en la labor de las instituciones nacionales con actividades



de normalización. Los Miembros de la OMC están obligados también a tomar medidas para que las instituciones de reglamentación existentes en su territorio asesoren a los países en desarrollo Miembros y les presten asistencia técnica en lo referente a la creación de instituciones de reglamentación, o de instituciones de evaluación de la conformidad, y los métodos que mejor permitan cumplir con sus reglamentos técnicos. Otra obligación de los Miembros de la OMC es alentar a las instituciones existentes en su territorio, que sean

miembros o participantes en sistemas internacionales o regionales de evaluación de la conformidad, a asesorar a los países en desarrollo Miembros, y examinar sus peticiones de asistencia técnica en lo referente a la creación de los medios institucionales que permitan a las instituciones competentes existentes en su territorio el cumplimiento de las obligaciones dimanantes de la condición de miembro o de participante en esos sistemas.

Notas al final

- 1 Charles D. Kolstad define las externalidades del modo siguiente: "Hay *externalidad* cuando las opciones de una persona o empresa en materia de consumo o producción se incorporan a la función de servicio o producción de otra entidad sin el permiso de ésta o sin la compensación correspondiente." Kolstad (2000), página 91. En otros términos, hay externalidades negativas cuando una acción de un particular o un grupo tiene efectos perjudiciales para otros.
- 2 Según Alan V. Deardorff, una imperfección del mercado es "cualquier desviación del punto de referencia ideal de la competencia perfecta debida a externalidades, impuestos, poder de mercado, etc.". Deardorff (2006), página 172.
- 3 Véase la sección IV.A.2.
- 4 "Impuesto sobre el carbono" es una abreviatura de "impuesto sobre el dióxido de carbono" o "impuesto sobre el CO₂".
- 5 Véase Naciones Unidas (1997); Zhang y Baranzini (2004), página 508.
- 6 Los combustibles fósiles contienen átomos de carbono que se convierten en CO₂ cuando se queman. Quemar una tonelada de carbón produce 3,67 t de CO₂.
- 7 La Environmental Protection Agency (Agencia de Protección del Medio Ambiente) de los Estados Unidos (EPA) notifica los siguientes coeficientes de contenido de carbono (en teragramos de carbono/cuadrillones de unidades térmicas británicas) para 2005: carbón (26), gas natural (14), petróleo bruto (20). Véanse más detalles en US Environmental Protection Agency (2007), cuadro A-23.
- 8 Véase, por ejemplo, el impuesto sobre el CO₂ de Estonia. Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 54, y Estonia (2005), *Fourth National Communication under the UNFCCC* (Cuarta comunicación nacional de conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), 156 páginas, páginas 86 y 87.
- 9 Baron (1997), página 28; OCDE (2001c), página 25.
- 10 OCDE (2001c), página 72.
- 11 En Finlandia, el impuesto sobre el carbono se aplica sobre la base del contenido de carbono de los combustibles utilizados para la calefacción y el transporte. Véase el sitio Web del Ministerio de Medio Ambiente de Finlandia, *Environmentally related energy taxation in Finland* (La imposición sobre la energía relacionada con el medio ambiente en Finlandia); puede consultarse en www.ymparisto.fi/default.asp?node=11865&lan=en.
- 12 Desde 1991, en Suecia, el impuesto sobre el CO₂ se aplica a la gasolina, el petróleo, el gas de petróleo licuado, el gas natural, el carbón y el coque y al carbono fósil contenido en la basura doméstica; véase el Organismo fiscal sueco (2007), *Facts about Swedish Excise duties* (Hechos acerca de los impuestos indirectos suecos), siete páginas. Desde 1991 en Noruega, el impuesto sobre el CO₂ se aplica a los aceites minerales, la gasolina y la producción de petróleo y gas natural en la plataforma continental; véase el sitio Web del Ministerio de Finanzas de Noruega, *Existing green taxes* (Impuestos ecológicos existentes), en www.regjeringen.no. Desde 1992, en Dinamarca, el impuesto sobre el CO₂ se aplica al carbón, el petróleo, el gas natural y la electricidad. Véase Skatteministeriet (2007), *Tax in Denmark 2007* (Los impuestos en Dinamarca en 2007). Eslovenia tiene un impuesto sobre el carbono desde 1997. Véase Eslovenia (2006), *Fourth National Communication under the UNFCCC* (Cuarta comunicación nacional de conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), 149 páginas, página 73. Desde 1999, en Italia, se aplica el impuesto sobre el CO₂ al carbón, el coque de petróleo y la "orimulsión" utilizada en las instalaciones de combustión, así como al carbón y los aceites minerales utilizados para la producción de electricidad. Véase Newman (2005), página 13. Véase el artículo 8.7 del reglamento italiano de 23 de diciembre de 1998. Desde 2000, en Estonia, el impuesto sobre el CO₂ se aplica únicamente a las emisiones de las grandes instalaciones de combustión (insumo térmico superior a 50 MW) y se basa en las emisiones medidas. Véase Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 54, y Estonia (2005), *Fourth National Communication under the UNFCCC* (Cuarta comunicación nacional de conformidad con la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) 156 páginas, páginas 86 y 87. Desde 2008, Suiza posee un impuesto sobre las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles importados utilizados en la calefacción (por ejemplo, el petróleo, el gas natural, el carbón y el coque de petróleo para calefacción). Véase la Administración federal de aduanas de Suiza (2007), *Taxe sur le CO₂ sur les combustibles. Que faut-il savoir à ce sujet?* (Impuesto sobre el CO₂ aplicado a los combustibles. ¿Qué hay que saber a ese respecto?).
- 13 Por ejemplo, en Nueva Zelanda en 2002-2005 se efectuó un amplio examen de la posible contribución de un impuesto sobre el carbono a la mitigación del cambio climático. Véase, por ejemplo, "New Zealand Announces Trading Scheme For Carbon Emissions; Abandons Carbon Tax" (Nueva Zelanda anuncia un régimen de comercio para las emisiones de carbono; abandona el impuesto sobre el carbono) (2007), *International Environment Reporter*, BNA, volumen 30, No 20, página 769. También se ha examinado en el Japón desde 2003 un impuesto sobre el carbono

- que aún no se ha adoptado. Véase, por ejemplo, "Japan's Ruling Party to Discuss Carbon Tax" (El partido gobernante del Japón estudiará un impuesto sobre el carbono) (2006), *International Environment Reporter*, BNA, volumen 29, No 7, página 247.
- 14 "Climate Change: Canada's Quebec Province Plans Carbon Tax" (Cambio climático: la provincia canadiense de Quebec planea la aplicación de un impuesto sobre el carbono) (2007), *International Environment Reporter*, BNA, volumen 30, No 12, página 470.
 - 15 Ministerio de pequeñas empresas e ingresos (2008), *British Columbia Carbon Tax Update, Carbon Tax Act* (Actualización del impuesto sobre el carbono en Columbia Británica, Ley del Impuesto sobre el Carbono), Notice 2008-023, 11 páginas.
 - 16 Véase Engineering Division Bay Area Air Quality Management District (2008), *Proposed Amendments to BAAQMD Regulation 3: Fees* (Enmiendas propuestas al reglamento 3 del Bay Area Air Quality Management District: derechos) Staff Report. Bay Area Air Quality Management District (2008), "Air District Implements Greenhouse Gas Fee" (El distrito de vigilancia de la calidad del aire aplica un derecho sobre los gases de efecto invernadero), *News*.
 - 17 Bundesamt für Energie Schweiz (2007), páginas 39 a 41.
 - 18 Generalmente, quedan exentas las fuentes de energía renovables. Véase Zhang y Baranzini (2004), página 508.
 - 19 OCDE (2001c), páginas 116 y 117.
 - 20 Zhang y Baranzini (2004), página 508.
 - 21 Véase el sitio Web del Ministerio de Medio Ambiente de Finlandia, *Environmentally related energy taxation in Finland*, en www.ymparisto.fi.
 - 22 Organismo Fiscal Sueco (2007), *Facts about Swedish Excise duties*, siete páginas.
 - 23 Véase también el Impuesto regulador de la energía de los Países Bajos, que se aplica a la energía fósil (gas, electricidad y determinados aceites minerales) y que se introdujo en 1996 para los hogares y las pequeñas y medianas empresas. Se trata de un impuesto a la energía y no se basa en el contenido de carbono, pero la energía renovable queda exenta. Véase la base de datos sobre el cambio climático de la AIE (2008, última actualización).
 - 24 Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) (Departamento de medio ambiente, alimentación y asuntos rurales) (2001), *United Kingdom's Third National Communication under the UNFCCC* (Tercera comunicación nacional del Reino Unido de conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), 121 páginas, páginas 29 y 30, y sitio Web del DEFRA en www.defra.gov.uk.
 - 25 Sitio Web del Ministerio de Finanzas de Alemania, *Oekologische Steuerreform*, en www.bundesfinanzministerium.de. Véase también Bundesamt für Energie Schweiz (2007), páginas 39, 65, 66 y 94.
 - 26 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2004) *The ecological tax reform: introduction, continuation and development into an ecological fiscal reform*, (La reforma ecológica de los impuestos: introducción, continuación y transformación en una reforma ecológica fiscal) 20 páginas, páginas 1 y 3.
 - 27 Ministère français de l'écologie et du développement durable (2006), *Quatrième communication nationale à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques* (Cuarta comunicación nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), 71 páginas, página 14.
 - 28 Ministerio Noruego de Medio Ambiente (2005), *Norway's fourth national communication under the Framework Convention on Climate Change* (Cuarta comunicación nacional de Noruega de conformidad con la Convención Marco sobre el Cambio Climático), 92 páginas, página 33.
 - 29 Ministerio Danés de Medio Ambiente (2005) *Denmark's Fourth National Communication on Climate Change under the United Nations Framework Convention on Climate Change* (Cuarta comunicación nacional de Dinamarca sobre el cambio climático de conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), 404 páginas, página 108.
 - 30 "New Zealand to Tax Livestock Farmers To Fund Greenhouse Gas Emissions Research" (Nueva Zelanda aplicará un impuesto a los ganaderos para financiar la investigación sobre las emisiones de gases de efecto invernadero) (2003), *International Environment Reporter*, BNA, volumen 26, página 699.
 - 31 Véase, por ejemplo, AIE-OCDE (2001), página 25; OCDE-AIE (1997), página 3; PNUMA-UNCTAD (2002), página 5; y FMI (2008), página 11.
 - 32 El costo marginal puede definirse como el "aumento del costo que lleva consigo el aumento de una unidad de producción". Véase Deardorff (2006), página 169.
 - 33 Esta alternativa al enfoque basado en los impuestos tiene su origen en el teorema de Coase propuesto en 1960 por Ronald Coase y ha sido aplicada específicamente por John Dales en 1968 al control de la contaminación en el contexto de la eliminación de desechos. El sistema sugerido por Dales se basaba en la venta de derechos de propiedad: el gobierno decidiría qué nivel de contaminación podía tolerar la sociedad

y a continuación ofrecería para la venta “derechos a contaminar”. Véase Coase (1960), página 42; Tietenberg (2006), página 3; Dales (1968); y Sewell (1969), página 386.

34 Véase, por ejemplo, Meidinger (1985), páginas 457 a 489; Tietenberg (1998), páginas 2 a 4; Tietenberg (2006), página 7; PNUMA-UNCTAD (2002), página 4.

35 También se han aplicado regímenes de comercio de derechos de emisión para controlar el contenido de plomo de la gasolina y los productos químicos que agotan la capa de ozono, de conformidad con el Protocolo de Montreal. Véase Tietenberg (1998), páginas 15 a 20; Tietenberg (2002), página 275.

36 Los servicios que queman combustibles fósiles reciben un determinado número de derechos, cada uno de los cuales los autoriza a emitir una tonelada de SO_2 . En la fase I (1995-1999) del programa, este sistema abarcó las 261 unidades generadoras de energía eléctrica más contaminantes. En la fase II (que comenzó en 2000), el sistema abarcó la mayor parte de las unidades generadoras de energía eléctrica alimentadas por combustibles fósiles con una capacidad mínima. Véase, por ejemplo, Tietenberg (1998) páginas 7 y 8. Véase también el sitio Web de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, EPA, *Acid Rain program SO₂ allowances fact sheet* (Hoja de datos sobre los derechos de emisión de SO_2 del programa sobre la lluvia ácida), en www.epa.gov; Arimura (2002), página 271.

37 Véase el sitio Web de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en <http://unfccc.int>.

38 Comisión Europea (2008), pregunta 1.

39 Véase Sigurd Lauge Pedersen (2006), *Danish Domestic CO₂ Cap & Trade Scheme* (Régimen interno de Dinamarca de límites máximos y comercio de derechos de emisión de CO_2), siete páginas, páginas 1 y 7.

40 Para el período 2008-2012, se ha ampliado el alcance del régimen para adaptarlo al EU-ETS. Véase, por ejemplo, Ministerio Noruego de Medio Ambiente (2008), *Norwegian National Allocation Plan for the Emissions Trading System in 2008-2012*, (Plan nacional noruego de asignaciones para el régimen de comercio de derechos de emisión en 2008-2012), 34 páginas.

41 Véase el sitio Web del comercio de derechos de emisión de Suiza en www.bafu.admin.ch.

42 El régimen de Nueva Zelanda se está examinando actualmente en el Parlamento. Véase Goldb, E. (2009), “New Zealand: Government to Review Emissions Trading, Streamline Law on Resource Management”, *International Environmental Reporter* 32:45.

43 Véase el sitio Web del Australian Department of Climate Change (Departamento Australiano del Cambio Climático) en www.climatechange.gov.au. Véase también Griffin, M. (2009), “Climate Change: Australian Lower House Passes Legislation For Cap-and-Trade; Senate Showdown Looms”, *International Environmental Reporter* 32:516.

44 Canadá (2008), ocho páginas. No obstante, desde que se anunció este plan, algunas provincias canadienses han introducido sus propios impuestos sobre el carbono o se han sumado a los regímenes de comercio de derechos de emisión de los Estados Unidos (Columbia Británica, Ontario, Manitoba y Quebec se han sumado a la Western Climate Initiative) (Iniciativa Occidental sobre el Clima). Véase Szabo (2008), “Problems plague Canada’s emissions trading plans” (Los planes de comercio de derechos de emisión del Canadá tropiezan con un sinnúmero de problemas), *Reuters*, 8 de mayo de 2008.

45 Véase el Committee on Energy and Commerce (Comité sobre la energía y el comercio) de los Estados Unidos (2007). Véase también Office of Management and Budget (Oficina de administración y presupuesto) (2009), *A New Era of Responsibility: Renewing America’s Promise* (Una nueva era de responsabilidad: renovando la promesa de América), 134 páginas, página 100. Puede consultarse en www.whitehouse.gov.

46 Las instalaciones que reunían las condiciones previstas se adhirieron al EU-ETS en 2007. ENVIROS Consulting Limited (2006), *Appraisal of Years 1-4 of UK Emissions Trading Scheme*, Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales, página 4.

47 Véase “Subsidies-Driven Voluntary Emissions Trading Scheme, Japan” (Régimen voluntario de comercio de derechos de emisión estimulado por subvenciones, Japón) en la base de datos sobre el cambio climático de la AIE (2008, última actualización). Véase también Reinaud y Philibert (2007), página 11.

48 Véase el sitio Web de la Chicago Climate Exchange en www.chicagoclimatex.com. Véase también Capoor y Ambrosi (2007), páginas 18 y 19.

49 Véase www.chicagoclimatex.com.

50 Al final de 2005, el régimen se prorrogó hasta 2020 y más allá. Véase el sitio Web del Greenhouse Gas Abatement Scheme en www.greenhousegas.nsw.gov.au.

51 Young, S. (2008), “ARB says yes to climate action plan. Plan will slash greenhouse gases, fight global warming and provide economic stimulus for jobs and clean energy future” (La Junta de Recursos Atmosféricos dice sí al plan de acción sobre el clima. El plan reducirá radicalmente los gases de efecto invernadero, luchará contra el calentamiento mundial y proporcionará un estímulo económico para los puestos de trabajo y

un futuro de energía limpia), *News Release*, 08-102, 11 de diciembre de 2008.

52 Los siete estados estadounidenses son: Arizona, California, Montana, Nuevo México, Oregón, Utah y Washington y las cuatro provincias canadienses son Columbia Británica, Manitoba, Ontario y Quebec.

53 Véase el sitio Web de la Western Climate Initiative en www.westernclimateinitiative.org.

54 Connecticut, Delaware, Maine, Massachusetts, Nuevo Hampshire, Nueva Jersey, Rhode Island, Vermont, Maryland y Pensilvania.

55 Se trata de un programa obligatorio que abarca las emisiones de CO_2 procedentes de las unidades generadoras de energía eléctrica alimentadas con combustibles fósiles. Véase el sitio Web de la Regional Greenhouse Gas Initiative en www.rggi.org.

56 Véase, en particular, Reinaud y Philibert (2007). Véase también Kollmuss, Zink y Polycarp (2008); Boom y Nentjes (2003), páginas 45 a 67.

57 Reinaud y Philibert (2007), página 21.

58 Andrew Aulisi, *et al.* (2005), página 4.

59 Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), páginas 16 y 17.

60 Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (2003), página 2.9.

61 Véase el sitio Web del New South Wales Greenhouse Gas Abatement Scheme en www.greenhousegas.nsw.gov.au.

62 Canadá (2007), página 14.

63 Convery (2003), página 7; Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (2003), página 2.9. Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 19.

64 Fischer (2003), página 2.

65 Véase, por ejemplo, Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 20; Baron y Bygrave (2002), página 21.

66 Comisión Europea (2008), pregunta 19. US Committee on Energy and Commerce (2007), página 9.

67 Parlamento Europeo (2008a), párrafo 27 relativo a los artículos 27 y 28. Comisión Europea (2008), pregunta 7.

68 Canadá (2008), página 8.

69 Australia (2008), volumen I, página 6.8.

70 Véase California Energy Commission & California Public Utilities Commission (2008), *Final Opinion and Recommendations on Greenhouse Gas Regulatory Strategies*, 297 páginas, páginas 225 y 226.

71 Comisión Europea (2008), pregunta 18. El transporte por carretera y el transporte marítimo siguen estando excluidos, aunque es probable que este último se incluya en una etapa posterior. La agricultura y la silvicultura también quedan fuera del régimen debido a las dificultades que plantea medir con precisión las emisiones de esos sectores. Parlamento Europeo (2008a), considerando 3.

72 Canadá (2007), página iv.

73 Véase una lista de los seis principales gases de efecto invernadero en la parte I.

74 Parlamento Europeo (2008a), anexo 1.

75 Un certificado representa 1 t de dióxido de carbono equivalente ($\text{tCO}_2\text{-eq}$) de emisiones de gases de efecto invernadero. Véase GGAS (2007), *Scheme Glossary* (Glosario del régimen), cinco páginas, página 1. En la Bolsa del Clima de Chicago, en el marco de los instrumentos financieros del carbono, cada contrato representa 100 tm de CO_2 equivalente. Véase el sitio Web de la Chicago Climate Exchange en www.chicagoclimatexchange.com.

76 Reinaud y Philibert (2007), páginas 21 a 27. Boom y Nentjes (2003), páginas 45 a 67.

77 Véase Peterson (2003), página 9; Reinaud y Philibert (2007); Pizer (2007), página 73; y Boom y Nentjes (2003), página 48.

78 Reinaud y Philibert (2007), página 22.

79 Boom y Nentjes (2003), páginas 50 a 55.

80 Reinaud y Philibert (2007).

81 US Committee on Energy and Commerce (2007), página 13.

82 Las disposiciones sobre incorporaciones y exclusiones son también elementos importantes de la distribución de los derechos. Véase Reinaud y Philibert (2007), página 27.

83 Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), páginas 21 y 22; Reinaud y Philibert (2007), páginas 24 y 25; Hourcade, *et al.* (2007), página 15.

84 Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (2003), página 3.16.

85 Es decir, los beneficios inesperados de los responsables de elevadas emisiones, véase la Sección IV.A.1.b) iii).

86 Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (2003), página 3.17. Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 21. Véase también Comisión Europea (2008), página 4.

87 Véase más información sobre las preocupaciones relativas a la competitividad en la Sección IV.A.2.a).

88 Véase el sitio Web de la Oficina Federal del Medio Ambiente de Suiza en www.bafu.admin.ch.

89 Parlamento Europeo (2008a), párrafo 10 relativo al artículo 10. Comisión Europea (2008), pregunta 5.

90 Australia (2008), volumen II, páginas 12 a 44.

- 91 Holt *et al.* (2007), página 5.
- 92 La liquidez puede definirse como "La capacidad de convertir activos en metálico o la proporción de los activos de una cartera que tienen esa capacidad". Deardorff (2006), página 164.
- 93 Véase, por ejemplo, Stern (2006), página 480; Comisión Europea (2008), pregunta 24. La inestabilidad puede definirse como "La medida en que una variable económica, como el precio o el tipo de cambio, aumenta y disminuye a lo largo del tiempo", Deardorff (2006), página 289.
- 94 Ellis y Tirpak (2006), página 8.
- 95 Véase Parlamento Europeo (2008a), párrafo 26 relativo al artículo 25.
- 96 Reinaud y Philibert (2007), página 29.
- 97 Ellis y Tirpak (2006), página 8.
- 98 Clean Air-Cool Planet (2006), *A Consumers' Guide to Retail Carbon Offset Providers* (Guía para los consumidores sobre los proveedores minoristas de compensaciones de carbono), 26 páginas, página VII. Véase también PNUMA (2002), página 10.
- 99 Véase una explicación detallada de los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kyoto en la Sección III.1.
- 100 Comisión Europea (2008), pregunta 20.
- 101 Véase el sitio Web del comercio de derechos de emisión de Suiza en www.bafu.admin.ch.
- 102 Véase Australia (2008), volumen I, páginas 11.10 a 11.15.
- 103 Reinaud y Philibert (2007), página 29.
- 104 Regional Greenhouse Gas Initiative (2007), *Overview of RGGI CO₂ Budget Trading Program* (Visión general del Programa de comercio relativo al presupuesto de CO₂ de la Iniciativa Regional sobre los Gases de Efecto Invernadero), 12 páginas, página 9.
- 105 Véase Greenhouse Gas Reduction Scheme (2008), *Introduction to the Greenhouse Gas Reduction Scheme* (Introducción al Régimen de Reducción de los Gases de Efecto Invernadero), 20 páginas, página 7.
- 106 Comisión Europea (2008), pregunta 22.
- 107 Reinaud y Philibert (2007), página 31. Philibert y Reinaud (2004), página 34.
- 108 Philibert y Reinaud (2004), página 26; Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 20.
- 109 Convery (2003), página 8.
- 110 Comisión Europea (2008), pregunta 23.
- 111 Ellis y Tirpak (2006), páginas 11 a 13, cuadros 1 y 2.
- 112 Baron y Bygrave (2002), página 29; Philibert y Reinaud (2004), página 26; Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 20.
- 113 Australia (2008), volumen I, páginas 8.16 y 8.17.
- 114 Philibert y Reinaud (2004), página 26.
- 115 Véase, por ejemplo, Peterson (2003), página 10.
- 116 Boemare y Quirion (2002), página 13.
- 117 Véase *Directiva No 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva No 96/61/CE del Consejo*, artículo 16 relativo a las sanciones.
- 118 Véase Parlamento Europeo (2008a), párrafo 19 relativo al párrafo 4 del artículo 16.
- 119 Baranzini, Goldemberg y Speck (2000), página 396. Véase también Rich (2004), página 3; y Stern (2006), páginas 318 y 319.
- 120 Zhang y Baranzini (2004), página 508; OCDE (2001c), página 25; Stern (2006), página 308. OCDE (2008b), página 434.
- 121 Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 45; y OCDE (2001c), página 22.
- 122 El costo del daño marginal es el daño causado agregando una unidad más de emisiones a los gases de efecto invernadero actualmente presentes en la atmósfera (véase Nordhaus (1993)).
- 123 Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 46.
- 124 Véase Baumol (1972), páginas 307 a 322; y Baumol y Oates (1971), páginas 42 a 54.
- 125 Eurostat (2003), página 24.
- 126 En relación con el reciclado de los ingresos procedentes del impuesto sobre el carbono, véase Baranzini, Goldemberg y Speck (2000), páginas 399, 400 y 404 y OCDE (2001c), páginas 25 a 27. En relación con el reciclado de los ingresos procedentes de las subastas, véase Agencia Europea del Medio Ambiente (2005), página 21; Dinan (2007), página 4; y Bohm (2003), página 3.
- 127 Baranzini, Goldemberg y Speck (2000), página 400; Stern (2006), página 319; IPCC (2007e), página 756. Véanse pruebas empíricas sobre el doble dividendo, por ejemplo, en OCDE (2001c), páginas 37 a 39.
- 128 Véase Stern (2006), página 319.
- 129 Aldy, Baron y Tubiana (2003), página 100. OCDE (2001c), página 26; Stern (2006), página 319.
- 130 Bundesamt für Energie Schweiz (2007), páginas 39 y 40. Baranzini, Goldemberg y Speck (2000), página 399. Alakangas, E. (2002), *Renewable Energy Source in Finland* (Fuente de energía renovable en Finlandia), OPET Report 9.
- 131 Baranzini, Goldemberg y Speck (2000), página 399. Banco Mundial (2008), anexo 2, página 110.
- 132 Ministerio de Desarrollo Sostenible (2005), *Sweden's Fourth National Communication under the UNFCCC* (Cuarta comunicación nacional de Suecia de conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), 149 páginas, página 39.
- 133 Bundesamt für Energie Schweiz (2007), páginas 39 y 40.
- 134 Parlamento Europeo (2008a), artículo 10, página 95.
- 135 Agnolucci (2004), página 50.
- 136 Marjukka Hiltunen (2004), *Economic environmental policy instruments in Finland* (Instrumentos económicos de política ambiental en Finlandia), Helsinki, Instituto Finlandés del Medio Ambiente, 35 páginas, página 24. Véase también OCDE (2001c), página 105.
- 137 Véase, por ejemplo, OCDE (2001c), página 105.
- 138 Naturvårdsverket (1995), *Utvärdering av koldioxidskatten - har utsläppen av koldioxid minskat?* Pappott number 4512, Estocolmo, en sueco, citado en OCDE (2001c), página 105.
- 139 Larsen y Nesbakken (1997), *Environmental and Resource Economics*, volumen 9(3), páginas 275 a 290, citado en OCDE (2001c), página 105.
- 140 Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (2003), página 1.2.
- 141 Betz y Stato (2006), página 354. Véase también, Ellerman, Joskow (2008); Åhman (2007); Stefano (2008).
- 142 Ellerman y Joskow (2008), páginas iii y 35.
- 143 Véase, por ejemplo, Missfeldt y Hauff (2004), páginas 115 a 146.
- 144 Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (2003), página 2.5.
- 145 Pizer (1999), página 6. Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (2003), páginas 2.5 y 2.6.
- 146 Pizer (1999), página 6. Philibert (2006b), páginas 8 a 16. Kolstad (2000), página 164.
- 147 Véase Philibert (2006b), páginas 21 y 22.
- 148 Stern (2006), páginas 470 y 471.
- 149 Houser, *et al.* (2008), página 29.
- 150 Tiene más sentido utilizar una definición de competitividad que se aplique a las empresas o los sectores y no a los países. Véase, entre otros, Cosbey y Tarasosky (2007), páginas 3 y 4; Krugman (1994); Sinner (2002), páginas 3 a 8; Baron y ECON-Energy (1997), página 15; y Reinaud (2008b), página 17.
- 151 Klepper y Peterson (2003), página 3. Reinaud (2008b), página 17.
- 152 Ekins y Barker (2002), página 99. Hourcade *et al.* (2007), página 13.
- 153 Los costos directos de las emisiones de carbono en un régimen de comercio de derechos de emisión pueden definirse como la suma de los costos de la reducción y los costos de los derechos de emisión de CO₂. Los costos indirectos de las emisiones de carbono comprenden: el aumento del precio de otros productos a los que se apliquen las limitaciones del carbono; los costos adicionales resultantes de los riesgos más elevados percibidos por los inversores; y el aumento del valor de las fuentes de energía bajas en carbono. Véase Reinaud (2008b), páginas 19 a 21.
- 154 Véase, por ejemplo, OCDE (2006b), página 69. Baron, con Reinaud, Genasci y Philibert (2007), página 17. Reinaud (2008a), página 9. Reinaud (2005), página 81. Sinner (2002), página 10. Zhang y Baranzini (2004), página 513. Morgenstern *et al.* (2007), página 97. Parker (2008), páginas 5 a 16. Carbon Trust (2004), página 6. Demailly y Quirion (2006), página 111. Hourcade *et al.* (2007), página 16.
- 155 Reinaud (2008b), páginas 19 a 21 y 43 a 54.
- 156 Parker (2008), página 10. Carbon Trust (2004), página 6.
- 157 Parker (2008), página 10.
- 158 Carbon Trust (2004), página 6. Reinaud (2008b), página 46.
- 159 Reinaud (2008b), página 46.
- 160 Véase, por ejemplo, Jaffe *et al.* (1995), página 158; Harris, Kónya y Mátyás (2002); Xu (2000); Cole y Elliott (2003), páginas 1.167 y 1.168; Hoerner y Müller (1996), página 14; y OCDE (2006b), páginas 10 y 11. Reinaud (2008b), páginas 6, 29, 56. Reinaud (2005). Sin embargo, algunos otros estudios han descubierto efectos significativos de la reglamentación ambiental en las corrientes comerciales. Véase, por ejemplo, Ederington y Minier (2003).
- 161 Reinaud (2008b), página 39. Véase también Reinaud (2005).
- 162 Reinaud (2008b), página 67; Comisión Europea (2008).
- 163 La fuga de carbono se calcula dividiendo el aumento de las emisiones de CO₂ fuera de la región afectada por la política de protección del clima por la reducción de las emisiones dentro de esa región. Véase IPCC (2007e), página 665.
- 164 Reinaud (2008b), página 27.
- 165 Parlamento Europeo (2008a), artículo 10, páginas 100 y 101. Australia (2008), volumen II, página 12-2.
- 166 Parlamento Europeo (2008a), párrafo 11 relativo a los artículos 10a, 10b y 10c.
- 167 Sinner (2002), páginas 9 y 15.
- 168 El 28 de marzo de 1968 el Consejo creó el Grupo de Trabajo para que examinara las disposiciones del GATT aplicables a los ajustes fiscales

en frontera, las prácticas seguidas por las partes contratantes en relación con esos ajustes y los posibles efectos de esos ajustes en el comercio internacional. A la luz de dicho examen, el Grupo de Trabajo tenía que considerar toda propuesta y sugerencia que se formularan e informar al Consejo o a las PARTES CONTRATANTES del resultado del examen y de las conclusiones a que se hubiera llegado. Véase Grupo de Trabajo del GATT (1970), párrafo 1.

169 La definición es la siguiente: “Las medidas fiscales que se ajustan, en todo o en parte, al principio del país de destino (esto es, que permiten exonerar los productos exportados de algunos o todos los impuestos que el país exportador aplica a los productos nacionales similares vendidos en el mercado nacional e imponer a los productos importados vendidos en el mercado nacional algunos o todos los impuestos que el país importador aplica a los productos nacionales similares).” Grupo de Trabajo del GATT (1970), párrafo 4.

170 Según Demaret y Stewardson, la introducción de los ajustes fiscales en frontera se remonta al siglo XVIII. Demaret y Stewardson (1994), página 7. Hoerner y Müller (1996), página 20. Goh (2004), página 399.

171 Véase Demaret y Stewardson (1994), página 6. Hay que distinguir el principio del país de destino, según el cual los productos se gravan en el país de consumo, del principio del país de origen, conforme al cual los productos se gravan en el país de producción. Con arreglo a este último principio, no habría necesidad de aplicar ajustes fiscales en frontera, ya que todos los productos se gravarían en su lugar de origen. OMC (1997), párrafo 28.

172 Kraemer, Hinterberger y Tarasofsky (2007), página 42. Bierman *et al.* (2003), páginas 30 y 31. Dröge *et al.* (2004), página 175. Zhang y Baranzini (2004), página 514. Goh (2004), página 398.

173 Biermann y Brohm (2005), página 292.

174 Baron (1997), página 83. OCDE (2006b), página 92.

175 Por ejemplo, en el contexto de las deliberaciones sobre la futura legislación relativa al cambio climático en los Estados Unidos, en un Libro Blanco preparado por el Comité de Energía y Comercio se mencionan esos posibles enfoques. US Committee on Energy and Commerce (2008).

176 US Committee on Energy and Commerce (2008), página 9. Janzen (2008), página 23. Genasci (2008), página 41. Saddler, Muller y Cuevas (2006), página 46. Pauwelyn (2007), página 22.

177 Charnovitz (2003), página 157.

178 Véase, por ejemplo Bhagwati y Mavroidis (2007), página 301. Stiglitz (2007), Stiglitz (2006), página 2.

179 Stiglitz (2006), página 2. Zhang (1998), páginas 233 y 234. Doelle (2004), página 101. Pauwelyn (2007), páginas 13 a 16.

180 Stiglitz (2007), páginas 177 y 185.

181 Pauwelyn (2007), páginas 13 a 16; Bhagwati y Mavroidis (2007), página 302.

182 Reuters (2007), France's Sarkozy seeks EU carbon tax, truck tax, 25 October 2007. Sarkozy, N. (2007), Presentation of the Grenelle Environment Forum conclusions speech by M. Nicolas Sarkozy, President of the Republic, 2 de noviembre de 2007.

183 Le Grenelle de l'Environnement. Promouvoir des modes de développement écologiques favorables à la compétitivité. Synthèse Rapport Groupe 6, 2007, 43 páginas, página 8.

184 Demaret y Stewardson (1994), página 16.

185 Demaret y Stewardson (1994), página 32. Zhang (1998), páginas 231 y 232. Houser *et al.* (2008), página 32.

186 Demaret y Stewardson (1994), página 32. Voigt (2008), páginas 57 y 58. Reinaud (2008b), página 92. Houser *et al.* (2008), páginas 33 y 34.

187 Demaret y Stewardson (1994), páginas 32 y 33. Genasci (2008), página 35.

188 Demaret y Stewardson (1994), página 33. Zhang y Assunção (2004), página 380. Ismer y Neuhoﬀ (2007), página 14.

189 Demaret y Stewardson (1994), página 33. Zhang (1998), página 232. Véase también el asunto “*Superfund*”, párrafos 2.4 a 2.6. y 5.2.9. Ismer y Neuhoﬀ (2007).

190 Ismer y Neuhoﬀ (2007), página 14.

191 Asunto “*Superfund*”, párrafos 5.2.4, 5.2.7 y 5.2.10.

192 Asunto “*Superfund*”, párrafos 2.6 y 5.2.9. Véase también Cendra (2006), página 143.

193 Impuesto especial sobre la electricidad - Tipos impositivos diferenciados según el modo de producción de la electricidad de origen nacional - Tipo único para la electricidad importada, sentencia del Tribunal de 2 de abril de 1998 en el asunto C-213/96.

194 Krämer (2002), páginas 146 y 147. Snape y de Souza (2006), página 297.

195 Snape y de Souza (2006), página 297.

196 Ismer y Neuhoﬀ (2007), páginas 4 y 16. Cendra (2006), página 143.

197 Ismer y Neuhoﬀ (2007), páginas 10 y 16.

198 Demaret y Stewardson (1994), página 33; Biermann y Brohm (2005a), página 255.

199 Asunto “*Superfund*”, párrafo 2.6.

200 Asunto “*Superfund*”, párrafos 5.2.9 y 5.2.10.

201 Saddler, Muller y Cuevas (2006), página 45.

202 Genasci (2008), páginas 33 y 39.

203 Pauwelyn (2007), página 22; Muller y Hoerner (1997), páginas 5 y 6.

204 Charnovitz (2003), página 152. Werksman (1999), página 257.

205 Véase, por ejemplo, Cosbey (2008), Genasci (2008), Goh (2004), Ismer y Neuhoﬀ (2007); Meyer-Ohlendorf y Gerstetter (2009); Pauwelyn (2007); Sindico (2008); Werksman (1999).

206 La nota 58 del Anexo I (Lista ilustrativa de subvenciones a la exportación) del Acuerdo SMC ofrece definiciones útiles aplicables en el contexto del Acuerdo: son “impuestos directos” “los impuestos sobre los salarios, beneficios, intereses, rentas, cánones o regalías y todas las demás formas de ingresos, y los impuestos sobre la propiedad de bienes inmuebles”; e “impuestos indirectos” “los impuestos sobre las ventas, el consumo, el volumen de negocio, el valor añadido, las franquicias, el timbre, las transmisiones y las existencias y equipos, los ajustes fiscales en la frontera y los demás impuestos distintos de los impuestos directos y las cargas a la importación”.

207 “Había concordancia de pareceres en que los impuestos cargados directamente a los productos podían servir para el ajuste fiscal. Entre los ejemplos de tales impuestos estaban los impuestos de consumo específicos, los impuestos sobre las ventas, los en cascada y el impuesto sobre el valor añadido (TVA). Se convino en que este último, independientemente de su estructura técnica (percepción fraccionada), equivalía al impuesto cargado directamente, esto es, un impuesto sobre el comercio al por menor o el impuesto sobre las ventas. Además, el Grupo de Trabajo llegó a la conclusión de que se estaba de acuerdo en que ciertos impuestos sobre los productos que no se cargaban de manera directa no servían para el ajuste fiscal. Ejemplos de tales impuestos eran las cuotas de seguridad social abonadas por los empleadores y los empleados u obreros y los impuestos sobre los sueldos.” Grupo de Trabajo del GATT (1970), párrafo 14. Véase también OMC (1997), párrafos 31 y 33.

208 La Legislación estadounidense sobre las sociedades de venta al extranjero (DISC) autorizaba a ciertos tipos de sociedades a quedar parcialmente exentas del impuesto federal sobre las ventas respecto de sus ingresos de exportación. El Grupo de expertos llegó a la conclusión de que esa Legislación debía ser considerada como una subvención a la exportación y, por tanto, no como un ajuste fiscal en frontera aplicado a las exportaciones. Por consiguiente, el Grupo de expertos del GATT confirmó que los impuestos directos, tales como el impuesto sobre la renta, no podían ser ajustados. Informe del Grupo de expertos del GATT, párrafos 12 y 69.

209 En relación con el párrafo 4 del artículo XVI del GATT y la Declaración de 19 de noviembre de 1960 por la que se pusieron en vigor las disposiciones de dicho párrafo.

210 Véase, por ejemplo, Demaret y Stewardson (1994), página 12; OMC (1997), párrafo 35; Cendra (2006), página 138; Biermann y Brohm (2005), página 293.

211 Sobre la diferencia entre un derecho de aduana (con arreglo al párrafo 1 b) del artículo II) y una carga interior (con arreglo al párrafo 2 del artículo III), véase *China - Medidas que afectan a las importaciones de partes de automóviles*. En su informe, confirmado por el Órgano de Apelación, el Grupo Especial llegó a la conclusión de que “si la obligación de pagar una carga no se basa en el producto en el momento de la importación, esa carga no podrá ser un “derecho de aduana propiamente dicho” en el sentido de la primera frase del párrafo 1 b) del artículo II del GATT de 1994: es, por el contrario, una “carga interior” en el sentido del párrafo 2 del artículo III del GATT de 1994, con respecto a la cual la obligación de pagar se basa en factores internos”. Informe del Órgano de Apelación, *China - Partes de automóviles*, párrafo 131.

212 El párrafo 2 a) del artículo II debe interpretarse conjuntamente con el preámbulo de la nota al artículo III, que dice así: “Todo impuesto interior (...) que se aplique al producto importado y al producto nacional similar y que haya de ser percibido o impuesto, en el caso del producto importado, en el momento o en el lugar de la importación, será, sin embargo, considerado como un impuesto interior (...) y estará, por consiguiente, sujeto a las disposiciones del artículo III.”

213 Pauwelyn (2007), página 21. Cendra (2006), páginas 135 y 136.

214 En la subsección IV.A.3a) se hace un análisis de la “similitud”.

215 Véase OMC (1997). Christian Pitschas (1995), página 493. Dröge *et al.* (2004), página 177. Biermann y Brohm (2005), página 293.

216 Cendra (2006), página 141.

217 Los redactores del GATT explicaron el término “equivalente” utilizado en esta disposición con el siguiente ejemplo: “Si se impone una carga sobre el perfume porque contiene alcohol, dicha carga debe basarse en el valor del alcohol y no en el valor del perfume, es decir, en el valor de la sustancia contenida y no en el valor del producto considerado como un todo.” E/PC/T/TAC/PV/26, página 21, citado en el asunto “*Superfund*”, párrafo 5.2.7. En el asunto *India - Derechos adicionales*, el Órgano de Apelación consideró que el término “equivalente” exige una evaluación comparativa de índole tanto cualitativa como cuantitativa; consideró también que el requisito de conformidad con el párrafo 2 del artículo III debe interpretarse conjuntamente con el requisito de que la carga y el impuesto interior sean “equivalentes” y debe dar sentido a

este último, y que la determinación de si una carga es o no “superior” al impuesto interior correspondiente (de conformidad con el párrafo 2 del artículo III) forma parte del análisis destinado a determinar si la carga está justificada al amparo del párrafo 2 a) del artículo II. Informe del Órgano de Apelación, *India - Derechos adicionales*, párrafos 175 y 180.

218 Demaret y Stewardson (1994), páginas 8 y 16. Biermann y Brohm (2005), página 293. En el asunto *Canadá - Publicaciones*, el Órgano de Apelación confirmó que en el párrafo 2 del artículo III se utilizan las palabras “directa o indirectamente” en relación con la aplicación de un impuesto tanto a productos importados como a productos nacionales similares. Informe del Órgano de Apelación, *Canadá - Publicaciones*, página 464.

219 Demaret y Stewardson (1994), página 59.

220 Demaret y Stewardson (1994), página 18. Pauwelyn (2007), página 20. Biermann y Brohm (2005), página 293.

221 Con arreglo a esa misma argumentación, las palabras “directa o indirectamente” se referirían más a la *forma de aplicar el impuesto* a los productos importados y nacionales similares (directa o indirectamente) que a la naturaleza del propio impuesto. A este respecto, se ha hecho también referencia al informe del Grupo Especial en el asunto del GATT *Japón - Bebidas alcohólicas I*. El Grupo Especial constató que, de las expresiones “directa o indirectamente” se deducía que, para determinar si había discriminación tributaria, era preciso tener en cuenta no sólo el tipo del impuesto interior aplicable, “sino también los *métodos de tributación* (por ejemplo, diferentes clases de impuestos interiores, imposición directa del producto acabado o imposición indirecta, esto es, de las materias primas utilizadas en las diferentes etapas de fabricación del producto) y las normas en materia de recaudación tributaria (por ejemplo, la base impositiva)” (cursiva añadida). Informe del Grupo Especial del GATT, *Japón - Bebidas alcohólicas I*, párrafo 5.8. Véase también el informe del Grupo Especial, *Argentina - Piel y cueros*, párrafo 11.183. Véase también Goh (2004), páginas 410 y 422.

222 La Ley relativa al “Superfund” de 1986, cuyo objetivo era financiar programas internos para limpiar los vertederos de desechos peligrosos, estableció impuestos sobre el petróleo y los productos químicos.

223 Hoerner (1998).

224 Asunto “*Superfund*”, párrafos 5.2.4, 5.2.7 y 5.2.10.

225 Goh (2004), páginas 412 y 413. Pitschas (1995), página 491. Cabe señalar, sin embargo, que el Grupo Especial del GATT no examinó en este asunto si los insumos químicos se incorporaban materialmente en el producto final.

226 Véase el párrafo 4 del artículo VI del GATT. El hecho de que el ajuste fiscal en frontera aplicado a los productos exportados no puede ser objeto de derechos compensatorios fue confirmado por el Grupo Especial del GATT relativo al asunto *Suecia - Derechos antidumping*, que examinó la aplicación del párrafo 4 del artículo VI en los casos en que se aplicaran medidas antidumping a las exportaciones de productos beneficiarias de una deducción de derechos e impuestos. El Grupo Especial consideró que “no había desacuerdo entre las partes interesadas en lo concerniente a la obligación de tener en cuenta el reembolso legítimo de derechos e impuestos”. Informe del Grupo Especial del GATT, *Suecia - Derechos antidumping*, párrafo 16. Véase también OMC (1997), párrafo 62.

227 Véase la nota interpretativa al artículo XVI del GATT y, desde 1994, la nota a pie de página 1 del Acuerdo SMC.

228 Grupo de Trabajo del GATT (1970), párrafo 10. Se ha afirmado, sin embargo, que la expresión “aplicados” tiene en su sentido ordinario un alcance más limitado que la expresión “que gravan”. Según este argumento, la expresión impuestos “que gravan” implicaría que los impuestos sobre cualquier insumo o proceso incorporados a la exportación del producto final podrían ajustarse. En cambio, la expresión “aplicados” supondría una relación más directa entre el impuesto en cuestión y los productos nacionales e importados similares objeto de comparación. Cabe señalar también que a diferencia del párrafo 2 del artículo III del GATT, las disposiciones relacionadas con las exportaciones no prevén la posibilidad explícita de que los impuestos se apliquen “directa o indirectamente”. Véase Goh (2004), página 409; OMC (1997), párrafo 71; y Chaytor y Cameron (1995), página 4.

229 Grupo de Trabajo del GATT (1970), párrafo 10.

230 OMC (1997), párrafo 65.

231 El punto e) dice así: “La exención, remisión o aplazamiento total o parcial, relacionados específicamente con las exportaciones, de los impuestos directos [nota a pie de página omitida] o de las cotizaciones de seguridad social que paguen o deban pagar las empresas industriales y comerciales. [nota a pie de página omitida]”

232 Lodefalk y Storey (2005), página 37.

233 Véase, por ejemplo, Hoerner y Müller (1996), página 33. En términos más generales, véase Chaytor y Cameron (1995), página 6.

234 Véase, por ejemplo, Hoerner y Müller (1996), página 31. Lodefalk y Storey (2005), página 38.

235 Grupo de Trabajo del GATT (1970), párrafo 15.

236 Sin embargo, el Grupo de Trabajo decidió no investigar más a fondo esta cuestión, habida cuenta de que hubo muy pocas quejas en el momento en que se preparó el informe. Grupo de Trabajo del GATT (1970), párrafo 15.

237 Hoerner y Müller (1996), página 33. En términos más generales, véase Chaytor y Cameron (1995), página 6.

238 El punto h) reza así: “La exención, remisión o aplazamiento de los impuestos indirectos en cascada que recaigan en etapas anteriores sobre los bienes o servicios utilizados en la elaboración de productos exportados, cuando sea mayor que la exención, remisión o aplazamiento de los impuestos indirectos en cascada similares que recaigan en etapas anteriores sobre los bienes y servicios utilizados en la producción de productos similares cuando se venden en el mercado interno; sin embargo, la exención, remisión o aplazamiento, con respecto a los productos exportados, de los impuestos indirectos en cascada que recaigan en etapas anteriores podrá realizarse incluso en el caso de que no exista exención, remisión o aplazamiento respecto de productos similares cuando se venden en el mercado interno, si dichos impuestos indirectos en cascada se aplican a insumos consumidos en la producción del producto exportado (con el debido descuento por el desperdicio). [nota a pie de página omitida] (...)”

239 Los impuestos indirectos que recaen en etapas anteriores son impuestos por etapas que se imponen cada vez que se venden los productos o sus componentes (a diferencia de los impuestos que se aplican en una sola etapa, que se imponen en una de las etapas del suministro, es decir, de la fabricación a los mayoristas, de los mayoristas a los minoristas o de los minoristas a los consumidores). Excepto si se descuenta el impuesto pagado en cada etapa anterior, esos impuestos en múltiples etapas dan lugar a una tributación múltiple y de ahí su denominación de “impuestos en cascada”. Por otro lado, el impuesto sobre el valor añadido (IVA) prevé un sistema de descuento, de manera que en cada etapa los mayoristas o minoristas pagan el impuesto solamente sobre el incremento de valor que haya tenido lugar desde la última transferencia y únicamente el consumidor final paga el impuesto sobre todo el valor del producto. Véase Snape y de Souza (2006), página 11; Hoerner y Müller (1996), páginas 31 y 33. Lodefalk y Storey (2005), página 38.

240 La nota a pie de página 61 dice así: “Los insumos consumidos en el proceso de producción son los insumos materialmente incorporados, la energía, los combustibles y el petróleo que se utilizan en el proceso de producción y los catalizadores que se consumen al ser utilizados para obtener el producto exportado.”

241 Chaytor y Cameron (1995), página 6.

242 El artículo XI del GATT prohíbe las restricciones a la importación o venta de productos procedentes de otros Miembros de la OMC.

243 En la Sección IV.C se examinan las principales disposiciones del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio.

244 Hufbauer, Charnovitz y Kim (2009), página 61. Lodefalk y Storey (2005), páginas 41 a 44; Petsonk (1999), página 208.

245 En el párrafo 1 del artículo 1 del Acuerdo SMC se define una subvención como “una contribución financiera” de un gobierno o de un organismo público que otorga un “beneficio”. El párrafo 2 del artículo 1 del Acuerdo SMC establece que sólo las subvenciones “específicas” están sujetas a las disposiciones del Acuerdo.

246 Para más información sobre las disposiciones fundamentales del Acuerdo SMC, véase la Sección IV.B.4 *infra*.

247 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - EVE (párrafo 5 del artículo 21 - CE)*, párrafo 210.

248 Informe del Órgano de Apelación, *Corea - Diversas medidas que afectan a la carne vacuna*, párrafo 137.

249 En el contexto del GATT, el Grupo de Trabajo sobre los ajustes fiscales en frontera establecido en 1970 propuso algunos criterios para determinar si los productos son “similares”: “uso final de un producto en un mercado determinado; gustos y hábitos del consumidor, que cambian de país a país; las propiedades, naturaleza y calidad de los productos”. Grupo de Trabajo del GATT (1970), párrafo 18. El Órgano de Apelación añadió a esos criterios el de la clasificación arancelaria en el informe del Órgano de Apelación *Japón - Impuestos sobre las bebidas alcohólicas II*, página 114.

250 Informe del Órgano de Apelación, *CE - Amianto*, párrafo 101.

251 Con respecto al análisis de la similitud en relación con los impuestos internos, el Grupo Especial del GATT en el asunto “*Superfund*” señaló que el motivo para imponer el impuesto, es decir, si se imponía para estimular la utilización racional de los recursos ambientales o por razones fiscales de orden general, carecía de importancia. Véase el informe del Grupo Especial del GATT *Estados Unidos - Superfund*, párrafos 5.2.3 y 5.2.4. Además, en el asunto *Japón - Impuestos sobre las bebidas alcohólicas II*, el Órgano de Apelación señaló también que la finalidad normativa de una medida fiscal (el “objetivo” de una medida) no era importante a los efectos de la primera frase del párrafo 2 del artículo III. Véase el informe del Órgano de Apelación del asunto *Japón - Impuestos sobre las bebidas alcohólicas II*, páginas 18 y 19.

252 Véase el informe del Órgano de Apelación, *CE - Amianto*, párrafo 102; informe del Órgano de Apelación, *Japón - Bebidas alcohólicas II*, página 21.

253 Informe del Órgano de Apelación, *CE - Amianto*, párrafo 102.

254 Véase, por ejemplo, Pauwelyn (2007), páginas 33 a 41; Voigt (2008), páginas 61 a 65; Cendra (2006), páginas 143 a 145; Werksman (1999), páginas 260 y 261.

- 255 Se encontrará información más detallada sobre la jurisprudencia relacionada con el artículo XX del GATT en OMC (2002).
- 256 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Gasolina*, página 22.
- 257 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 15.
- 258 Informe del Grupo Especial del GATT *Tailandia - Cigarrillos*.
- 259 Informe del Grupo Especial del GATT *Estados Unidos - Atún (México)*; informe del Grupo Especial del GATT *Estados Unidos - Atún (CEE)*. Informe del Grupo Especial del GATT no adoptado.
- 260 Informe del Órgano de Apelación, *CE - Amianto*.
- 261 Informe del Órgano de Apelación, *Brasil - Neumáticos recauchutados*.
- 262 Informe del Grupo Especial del GATT *Estados Unidos - Atún del Canadá*.
- 263 Informe del Grupo Especial del GATT *Canadá - Salmón y arenque*.
- 264 *Estados Unidos - Atún (México)* y *Estados Unidos - Atún (CEE)*.
- 265 Informe del Órgano de Apelación *Estados Unidos - Camarones* e informe del Órgano de Apelación *Estados Unidos - Camarones (Recurso al párrafo 5 del artículo 21 por Malasia)*.
- 266 Informe del Grupo Especial del GATT *Estados Unidos - Impuestos sobre automóviles*, no adoptado.
- 267 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Gasolina*.
- 268 Informe el Grupo Especial *Estados Unidos - Gasolina*, párrafo 6.21.
- 269 Informe el Grupo Especial *Estados Unidos - Gasolina*, párrafo 6.37.
- 270 Véase, por ejemplo, Meyer-Ohlendorf y Gerstetter (2009), página 36. Pauwelyn (2007), página 35.
- 271 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 133.
- 272 Pauwelyn (2007), página 35.
- 273 Informe del Órgano de Apelación, *Brasil - Neumáticos recauchutados*, párrafo 178.
- 274 Informe del Órgano de Apelación, *Brasil - Neumáticos recauchutados*, párrafo 155.
- 275 Informe del Órgano de Apelación, *Brasil - Neumáticos recauchutados*, párrafos 156 a 175.
- 276 Informe del Órgano de Apelación, *CE - Amianto*, párrafo 172.
- 277 Informe del Órgano de Apelación, *CE - Amianto*, párrafo 172.
- 278 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 141.
- 279 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Gasolina*, páginas 20 y 21.
- 280 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Gasolina*, página 18.
- 281 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Gasolina*, página 19.
- 282 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 138.
- 283 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 142.
- 284 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 145.
- 285 Informe del Órgano de Apelación, *Brasil - Neumáticos recauchutados*, párrafo 151.
- 286 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 158.
- 287 Informe del Órgano de Apelación, *Brasil - Neumáticos recauchutados*, párrafo 215.
- 288 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Gasolina*, página 26.
- 289 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 166.
- 290 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones (párrafo 5 del artículo 21 - Malasia)*, párrafo 134.
- 291 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones (párrafo 5 del artículo 21 - Malasia)*, párrafo 124.
- 292 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones (párrafo 5 del artículo 21 - Malasia)*, párrafo 134.
- 293 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafos 161 a 164.
- 294 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones*, párrafo 164.
- 295 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones (párrafo 5 del artículo 21 - Malasia)*, párrafo 144.
- 296 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Camarones (párrafo 5 del artículo 21 - Malasia)*, párrafo 149.
- 297 Informe del Grupo Especial, *Estados Unidos - Camarones (párrafo 5 del artículo 21 - Malasia)*, párrafo 5.142.
- 298 IPCC (2007a), tabla 4.2, página 60.
- 299 Stern (2006), página 347.
- 300 Véanse, por ejemplo, Stern (2006), páginas 348, 351; Fischer y Newell (2007), página 2; Popp (2006), páginas 311 a 341; Brewer (2007), página 3; Wellington *et al.* (2007), página 10; e IEA (2008a), página 171.
- 301 Véanse, por ejemplo, IEA (2007b), página 6; Green (2006), páginas 383 y 384. Stern (2006), páginas 221 a 229. Anderson (2006), página 8.
- 302 Buck y Verheyen (2001), página 20.
- 303 Véase IEA (1999), página 10; Saunders y Schneider (2000); Anderson y McKibbin (2000); OCDE (2001a), página 16; Morgan (2007); (GTZ) (2007); Moltke y McKee, eds. (2004); PNUMA (2008).
- 304 GTZ (2007), página 3. Los datos más recientes indican que esa tendencia persiste. Véase GTZ (2009), página 8.
- 305 Véase Gobierno del Pakistán (2006), *Letter of Intent, Memorandum of Economic and Financial Policies, and Technical Memorandum of Understanding*, 20 de noviembre de 2008, párrafos 8 y 9 del Memorandum de políticas económicas y financieras 2008/2009-2009/2010, página 5, en www.finance.gov.pk. Véase asimismo Khan (2008), "All fuel subsidies withdrawn", *DAWN*, 20 de septiembre de 2008.
- 306 GTZ (2007), página 3. Véase asimismo Nuhu-Koko (2008), "Addicted to Fuel and Electricity Subsidies: Getting the Reform Strategies Right", *Nigerian Muse*, 19 de julio de 2008.
- 307 Stern (2006), página 350.
- 308 Fischer y Newell (2007), páginas 2, 21. Stern (2006), página 365.
- 309 Véase OCDE/IEA (2004).
- 310 Véase el sitio Web del Organismo Danés de la Energía en www.energistyrelsen.dk/sw16603.asp.
- 311 Véase el sitio Web de la Agencia Finlandesa de Financiación de la Tecnología y la Innovación (Tekes) en www.akseli.tekes.fi.
- 312 Véase la Ley sobre fuentes de energía renovables de 25 de octubre de 2008, BGBl I S. 2074. Puede consultarse una versión en inglés en www.bmu.de. Desde que en 1991 se promulgó la Ley sobre el régimen especial para la electricidad, Alemania cuenta con una legislación sobre regímenes especiales de pagos; véase IEA (2006), página 127.
- 313 Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2007), *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial*, Boletín Oficial del Estado. En relación con el régimen especial de pagos para la energía fotovoltaica, véase Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2008), *Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología*, Boletín Oficial del Estado. Véase una breve descripción del mismo en inglés en la base de datos de la IEA sobre el cambio climático (última actualización, 2008).
- 314 Véase The Climate Group (2007), *Low Carbon Leaders: States and Regions*, 19 p.
- 315 Véase Ministerio de Innovación, Ciencia, Investigación y Tecnología del Estado federado alemán de Renania del Norte-Westfalia (2007), *Driving our future. Energy research in North Rhine-Westphalia*, MIWFT, 18 p., páginas 4 y 5.
- 316 Su objetivo general es una reducción del 50 por ciento del dióxido de carbono de aquí al año 2050. Comisión Europea (2007), *Fossil Fuel Free Kristianstad, Municipality of Kristianstad, Sweden*, Dirección General de Energía y Transporte, Case Study 254, 5 p.
- 317 IEA (2008a), página 184. Gurney *et al.* (2007), páginas 44 y 45.
- 318 Véase Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) (2006), *United Kingdom's Fourth National Communication under the UNFCCC*, 132 p., página 28.
- 319 Véase *Valtionuuvoston asetus energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista* (Decreto del Gobierno sobre las condiciones generales de concesión de ayuda a la generación de energía), de 20 de diciembre de 2007, en www.finlex.fi. Véase una sinopsis en inglés en la base de datos de la IEA, sobre el cambio climático (última actualización, 2008). Véase asimismo IEA (2004), página 260.
- 320 Véase IEA (2004), página 309. Véase asimismo www.kfw-foerderbank.de.
- 321 Véase www.sdte.ca. Véase asimismo Sustainable Development Technology Canada (2008), *SDTC 2009 Corporate Plan - Executive Summary*, 11 p., páginas 2, 4.
- 322 Véase, por ejemplo, Green (2006), páginas 382 a 384. Zhang y Assunção (2004), página 362.
- 323 Véase, por ejemplo, Steenblik (2007).
- 324 De acuerdo con la definición de las tres fases del desarrollo tecnológico de Schumpeter, esas políticas pueden dividirse en tres niveles: invención, innovación y difusión. La invención conlleva la investigación y primera demostración de la viabilidad física de la nueva tecnología propuesta (la fase denominada de investigación, desarrollo y demostración) (I + DD). La innovación es la fase de desarrollo de nuevos productos o procesos y de su comercialización, en otras palabras, el paso del laboratorio al mercado (pues de lo contrario muchos acabarían en el llamado "Valle de la Muerte" debido, entre otras cosas, a la dificultad de adecuar las tecnologías al mercado). Por último, la difusión es la fase de reproducción de una tecnología, de su normalización y su adopción generalizada. Véase Schumpeter (1934). Véase asimismo Gross y Foxon (2003), página 119; Brewer (2007), página 4; Stern (2006), página 349; Brown *et al.* (2008).

325 Maurer y Scotchmer (2003), página 2. L. Davis y J. Davis (2004), *How effective are Prizes as incentives to Innovation? Evidence from three 20th century Contests*, Paper presented at INNOVATION Summer Conference, junio de 2004, Dinamarca, 29 p.

326 Newell y Wilson (2005), página 3.

327 Véase el sitio Web del Departamento de Medio Ambiente y Cambio Climático del Gobierno de Nueva Gales del Sur en www.environment.nsw.gov.au/grants/ccfund.htm, y en particular el Programa de desarrollo de energías renovables del Fondo para el Cambio Climático.

328 Véase New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry (2008), *Climate Change Research Grants 2007-2008*, que puede consultarse en www.maf.govt.nz/climatechange/slm/grants/research/2007-08/index.htm.

329 Véase G/SCM/N/95/Kor de la OMC, de 5 de mayo de 2004, página 24.

330 Véase Newell y Wilson (2005), páginas 3 y 4; Kalil (2006); Gillingham, Newell y Palmer (2004).

331 Véase el sitio Web del L Prize en www.lightingprize.org.

332 Véase Australia's Senate (2008), *Answers to Questions on Notice*, Standing Committee on Economics, Resources, Energy and Tourism Portfolio, Additional Estimates 2007-08, 21 de febrero de 2008, 4 p., página 3. Véase asimismo la base de datos de la IEA sobre el cambio climático (última actualización, 2008).

333 Véase Gobierno de Australia, Departamento de Medio Ambiente, Recursos Hídricos, Patrimonio y Artes, Programa para la reducción de gases de efecto invernadero (GGAP) en www.environment.gov.au. OCDE/IEA (2004), página 125.

334 Véase, por ejemplo, Kutas, Lindberg y Steenblik (2007).

335 Puede consultarse una descripción del programa en el sitio Web del Departamento de Actividades Comerciales, Empresas y Reforma de la Reglamentación en www.berr.gov.uk. Véase asimismo OCDE/IEA (2004), página 637.

336 Véase US Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, *Montana E85 Laws and Incentives*, en www.eere.energy.gov.

337 Véase, por ejemplo, Gouchoe, Everette y Haynes (2002), página 3. Clement *et al.* (2005), página 4.

338 Véase la Ley de energía renovable de la República Popular China, adoptada en la 14^a sesión del Comité Permanente del 10^o Congreso Nacional del Pueblo, celebrada el 28 de febrero de 2005, publicada en la Beijing Review N° 29, de 21 de julio de 2005. Véase asimismo Martinot y Junfeng (2007), página 15; US National Renewable Energy Laboratory (2004), *Renewable Energy Policy in China: Financial Incentives*, NREL/FS-710-36045 en www.nrel.gov.

339 Véase Clement *et al.* (2005), página 13.

340 Clement *et al.* (2005), cuadro 7 de la página 13.

341 Véase la base de datos de la IEA, (última actualización, 2008).

342 Véase el sitio Web de SenterNovem, organismo del Ministerio de Asuntos Económicos de Dinamarca, en www.senternovem.nl. Para una descripción en inglés del programa VAMIL de amortización acelerada, puede consultarse también: *Case 6: VAMIL and MIA, The Netherlands*, en <http://ec.europa.eu/environment/sme>.

343 Ringwald (2008), *India Renewable Energy Trends*, Centre for Social Markets Discussion Paper, página 18.

344 Véase el sitio Web de la base de datos de los Estados Unidos sobre incentivos públicos para la utilización y eficiencia de las energías renovables (2009) en www.dsireusa.org.

345 Véase, por ejemplo, Ragwitz *et al.* (2005); Sijm (2002), página 6; OCDE/IEA (2004), página 87; Ragwitz y Huber (2005).

346 La PURPA fue modificada en 2005 en virtud de la Ley de política energética de 2005, artículos 1251 a 1254. Véase el sitio Web de la Office of Electricity Delivery and Energy Reliability de los Estados Unidos en www.oe.energy.gov. Véase asimismo OCDE/IEA (2004), página 87; Martinot, Wiser y Hamrin (2005).

347 Véase la última versión de la Ley sobre fuentes de energía renovables de 25 de octubre de 2008, BGBl I S. 2074. Puede consultarse una traducción al inglés en www.bmu.de. De conformidad con el párrafo 2 del artículo 1 de la Ley, el objetivo general es incrementar la proporción de las energías renovables en el suministro total de electricidad hasta el 30 por ciento como mínimo de aquí a 2020. Véase también Butler y Neuhoﬀ (2004), página 4; Dröge *et al.* (2004), página 179.

348 Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2007), *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial*. Boletín Oficial del Estado. Para el pago en régimen especial para la energía fotovoltaica, véase Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2008), *Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología*, Boletín Oficial del Estado. Puede consultarse una breve descripción en inglés en la base de datos de la IEA sobre cambio climático (última actualización, 2008).

349 En Italia las energías renovables se promueven mediante diferentes mecanismos de reglamentación de los precios, incluidos los pagos en régimen especial, según la fuente de energía, el tamaño de las instalaciones,

etc. Véase una sinopsis en <http://res-legal.de>. Véase asimismo S. Castello, A. De Lillo y S. Guastella (2007), *National Survey Report on PV Power Applications in Italy*, IEA Co-operative Programme on Photovoltaic Power Systems, 19 p., página 7; y F. Tilli *et al.*, *The Feed in Tariff Scheme in the Italian Case. An Attempt of Removing Barriers for PV Architectural Integration and for Increasing Building Energy Efficiency*, 12 p.

350 El régimen especial de pagos para la electricidad fue establecido en virtud del artículo 10 de la Ley N° 2000-108 (*Loi N° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité*, publicada en el Journal Officiel de la République Française N° 35, de 11 de febrero de 2000, página 2143). Véase una traducción al inglés de la versión original de la ley en www.industrie.gouv.fr. Puede consultarse la última versión (en francés) de la ley en www.legifrance.gouv.fr. Véase una descripción del régimen también en el sitio Web del Ministerio de Ecología, Energía, Desarrollo Sostenible y Ordenación del Territorio (en francés) en www.industrie.gouv.fr. Puede consultarse una descripción en inglés en <http://res-legal.eu>.

351 Véase *The Electricity (Feed-In Scheme-Solar Systems) Amendment Act 2008*, que puede consultarse en www.legislation.sa.gov.au. Para más información sobre el régimen consúltese el sitio Web del Gobierno de Australia Meridional en www.climatechange.sa.gov.au.

352 En la Red de Política de Energías Renovables para el siglo XXI (2007) puede consultarse una lista de los países que utilizan los pagos en régimen especial, *Renewables 2007: Global Status Report*, 51 p., cuadro 2 en la página 29.

353 Véase Ministry of Energy and Mines (2007), *Guidelines to Renewable Energies*, MEM, 92 p. y página 36, en www.mem-algeria.org. Véase asimismo un resumen del régimen (en francés) en el sitio Web de la Comisión de Regulación de la Electricidad y el Gas en www.creg.gov.dz.

354 P. Ruangrong (2008), *Thailand's Approach to Promoting Clean Energy in the Electricity Sector*, 5 p. Puede consultarse en: <http://electricitygovernance.wri.org/files/cgi/Thailand.pdf>.

355 Véase la Ley de energía renovable de la República Popular China, adoptada en la 14^a sesión del Comité Permanente del 10^o Congreso Nacional del Pueblo, celebrada el 28 de febrero de 2005, Beijing Review N° 29, de 21 de julio de 2005. Martinot y Junfeng (2007), páginas 14 y 15.

356 Véase, por ejemplo, Stern (2006), página 366; Ragwitz *et al.* (2005), página 11; IEA (2007b); Butler y Neuhoﬀ (2004), página 24; y Fouquet *et al.* (2005), páginas 18, 24.

357 Véase, por ejemplo, Ragwitz y Huber (2005), página 20. Fouquet *et al.* (2005), página 26.

358 Véase, por ejemplo, Martinot, Wiser y Hamrin (2005), páginas 12 a 14.

359 Véase el sitio Web de la base de datos de los Estados Unidos sobre incentivos públicos para la utilización y eficiencia de las energías renovables en www.dsireusa.org.

360 Ontario Ministry of Energy and Infrastructure, *Net Metering in Ontario*, 5 p., en www.energy.gov.on.ca. Véase el sitio Web de BC Hydro, una compañía de electricidad, en www.bchydro.com.

361 Véase el sitio Web del Net Metering Project de Tailandia en <http://netmeter.org>.

362 Véase J. Agredano y J.M. Huacuz (2007), *PV Technology Status and Prospects in Mexico*, IEA - PVPS Annual Report 2007.

363 OCDE/IEA (2004), página 86.

364 Foxon (2003), página 41.

365 Véase New Energy Foundation, "Subsidy Program for Residential PV Systems", que puede consultarse en: www.nef.or.jp y OCDE/IEA (2004), página 86.

366 Véase el sitio Web de la Comisión de Energía de California, www.energy.ca.gov, y Environment California (2006), "The California Solar Initiative: A monumental step to a million solar roofs", *Energy Program News*, 7 de marzo de 2006.

367 Véase ecoACTION, *ecoENERGY Retrofit-Homes*, en www.ecoaction.gc.ca.

368 OCDE/IEA (2004), página 86. World Energy Council (2008), página 50.

369 Véase Kreditanstalt für Wiederaufbau (2003), *Das 100.000 Dächer-Solarstrom-Programm: Abschlussbericht*, KfW, en www.kfw.de. Véase también Agnolucci (2006), página 3539. El último préstamo se concedió a finales de junio de 2003. Aunque el Programa 100.000 Tejados ha terminado, KfW, un banco público, todavía ofrece préstamos en condiciones favorables para proyectos de energías renovables. Además, se concede ayuda a las instalaciones fotovoltaicas con pagos en régimen especial.

370 Se trata de un programa de dos grupos bancarios de la India en cooperación con el PNUMA. Véase el sitio Web del PNUMA en www.unep.fr.

371 UNFCCC (2007a), página 40.

372 Véase, por ejemplo, Green (2006), página 385.

373 Véase, por ejemplo, Green (2006), página 385.

374 OMC, página 90.

375 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Acero al carbono*, párrafo 73.

376 Véase un examen de las notificaciones de subvenciones relacionadas con el medio ambiente en OMC (2008), páginas 28 y 56.

377 OMC, (1999), página 92.

378 Artículo 1 del ASMC. OMC (1999), página 92.

379 El párrafo 1 a) 2) del artículo 1.1(a)(2) incluye toda forma de sostenimiento de los ingresos o de los precios en el sentido del artículo XVI del GATT de 1994, es decir, del sostenimiento que tenga directa o indirectamente por efecto aumentar las exportaciones de un producto cualquiera del territorio de un Miembro o reducir las importaciones de este producto en su territorio.

380 Informe del Órgano de Apelación, *Canadá - Aeronaves*, párrafo 157.

381 Artículo 2 del Acuerdo SMC.

382 OMC, (1999), página 93.

383 El Acuerdo SMC contenía inicialmente una tercera categoría: las subvenciones no recurribles. Esa categoría existió durante cinco años, expiró el 31 de diciembre de 1999 y no fue prorrogada. Véanse los artículos 8, 9 y 31 del Acuerdo SMC.

384 Véanse los artículos 3 y 4 del Acuerdo SMC.

385 Véanse los artículos 5 a 7 del Acuerdo SMC.

386 Artículo 5 del Acuerdo SMC.

387 Artículo 6 del Acuerdo SMC.

388 Véase, por ejemplo, Green (2006), página 399.

389 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Acero al carbono*, párrafo 73.

390 Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Acero al carbono*, párrafo 73. Véase la Parte V del Acuerdo SMC.

391 Véase el sitio Web de la OMC en www.wto.org.

392 Véase un análisis de la cuestión de la transferencia de tecnología en la Sección I.B.4.

393 Artículo 7 del Acuerdo sobre los ADPIC.

394 Por ejemplo, la iniciativa Eco-Patent Commons (ecopatentes libres), Consejo Empresarial Mundial de Desarrollo Sostenible, en www.wbcsd.org. Véase también Taubman, A.S. (2009), "Sharing technology to meet a common challenge, Navigating proposals for patent pools, patent commons and open innovation", Revista de la OMPI, marzo de 2009.

395 Oficina de Propiedad Intelectual del Reino Unido (2009), "UK 'Green' inventions to get fast-tracked through patent system", comunicado de prensa, 12 de mayo de 2009.

396 Red del Tecer Mundo (2008), *Brief Note on Technology, IPR and Climate Change*, Bangkok Climate Change Talks Briefing Paper 2.

397 En vista de la gran variedad de tecnologías pertinentes para la adaptación y la mitigación, la diversidad de estructuras de difusión de la innovación tecnológica para atender a las necesidades previstas y la aparición de nuevas tecnologías y nuevas fuentes de innovación y capacidad industrial, incluso en el mundo en desarrollo, aún no ha concluido el debate sobre carácter, el alcance y los costos y beneficios exactos de estas medidas.

398 WIPO (2008), *Climate Change and the Intellectual Property System: What Challenges, What Options, What Solutions?*, Versión 5.0.

399 Ellis (2007), página 13.

400 IEA (2008a), página 73. IEA (2007a), página 17. Véanse también IEA (2007c). Boot (2009).

401 Stern (2006), página 378.

402 Véanse las listas mensuales de notificaciones de obstáculos técnicos al comercio elaboradas por la OMC, OMC, *Notificaciones publicadas durante el mes de ...*, G/TBT/GEN/N/.... Véase también Wiel y McMahon (2005). Véase asimismo el sitio Web del Programa de colaboración sobre etiquetado y normas para aparatos eléctricos (CLASP), que contiene un resumen de programas sobre normas y etiquetado, en www.clasponline.org.

403 Ley de Eficiencia Energética del Canadá de 1992; véase el sitio Web del Ministerio de Recursos Naturales del Canadá, en www.nrcan.gc.ca.

404 Véase el sitio Web del Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos, en www.usgbc.org.

405 Véase www.energyrating.gov.au.

406 Véase www.energystar.gov.

407 Véase el Programa sobre Eficiencia de los Aparatos Eléctricos de California, en www.energy.ca.gov.

408 "Agevolazioni nel calcolo dei parametri urbanistici per il miglioramento del comfort ambientale e del risparmio energetico negli edifici", Regione Umbria, Legge Regionale N. 38 del 20-12-2000; puede consultarse (en italiano) en www.anit.it.

409 Véase la Sección IV.C.4 c), relativa a las normas de la OMC en materia de armonización.

410 Véase, por ejemplo, la norma ISO 13790:2004, Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción de espacios.

411 Véase la norma internacional CEI 61683:1999, Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medición del rendimiento.

412 Véanse, por ejemplo, la norma ISO 9459, Calentamiento solar. Sistemas de calentamiento de agua sanitaria, y la norma ISO 81400-

4:2005, Turbinas de viento, Parte 4: Diseño y especificación de cajas de cambio.

413 Por ejemplo, las normas sobre el biodiésel en el Brasil (ANP N° 42/04) y los Estados Unidos (ASTM D6751) son aplicables a los ésteres de metilo de ácidos grasos y a los ésteres de etilo de ácidos grasos, mientras que la actual norma europea para el biodiésel (EN 14214:2003) sólo se aplica a los primeros. Véase Tripartite Task Force (2007), *White paper on internationally compatible biofuel standards*, 93 p., página 8.

414 Los integrantes del Grupo de Trabajo Tripartito (el Brasil, la Unión Europea y los Estados Unidos) son expertos en el sector de los biocombustibles de cada región, designados por instituciones regionales con actividades de normalización y organismos gubernamentales.

415 A. Milbrandt y R.P. Overend, (2008), *The Future of Liquid Biofuels for APEC Economies*, APEC Energy Working Group, 102 p., página 6.

416 El Foro Internacional de Biocombustibles se creó en marzo de 2007. Véase Departamento de Información Pública de las Naciones Unidas (2007), *Press Conference Launching International Biofuels Forum*, Nueva York.

417 Por ejemplo, Comité Técnico TC 28/SC7 de la ISO sobre biocombustibles líquidos.

418 La Mesa Redonda es una iniciativa del Centro de Energía de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (EPFL). Véase <http://cgse.epfl.ch>.

419 El párrafo 8 del artículo 2 del Acuerdo OTC establece que, en todos los casos en que sea procedente, los reglamentos técnicos basados en prescripciones para los productos serán definidos por los Miembros en función de las propiedades de uso y empleo de los productos más bien que en función de su diseño o de sus características descriptivas.

420 Por ejemplo, de conformidad con el Acuerdo OTC de la OMC, entre los años 2000 y 2008 los Miembros de la OMC presentaron más de 30 notificaciones de proyectos de reglamentos relativos a los biocombustibles. La mayoría de esos proyectos establecían las características de los productos, en particular las especificaciones físicas y químicas del biodiésel o el etanol que debían utilizarse y comercializarse como combustibles. Otros tenían que ver con las prescripciones de calidad de los biocombustibles, las definiciones o el volumen mínimo y máximo de biodiésel o etanol autorizado en los combustibles (por ejemplo, notificaciones G/TBT/N/THA/179 y 181-2005 de Tailandia, G/TBT/N/CRI/57-2006 y 66-2007 de Costa Rica, G/TBT/N/HND/40-2006 y 45-2007 de Honduras, G/TBT/N/GTM 52-2006 y 57-2007 de Guatemala, G/TBT/N/SLV/101-2006 y 107-2007 de El Salvador, G/TBT/N/NIC/82-2006 y 85-2007 de Nicaragua, G/TBT/N/JPN/186-2006 del Japón y G/TBT/N/NZL/41-2008 de Nueva Zelandia).

421 Véanse la Resolución 36/2005 de la ANP sobre el etanol y la Resolución 05/2005 de la ANP sobre el biodiésel.

422 Véanse IS 15464:2004, sobre el etanol anhidro destinado a ser utilizado en el sector del automóvil, e IS 15607:2005 sobre el biodiésel.

423 Véase la norma prEN 14214 del CEN sobre el biodiésel y los ésteres de metilo de ácidos grasos.

424 Véase, por ejemplo, ASTM D6751 para el biodiésel.

425 Véase Energy Conservation Centre (2008), *Japan Energy Conservation Handbook 2008*, Japan, 134 p., página 18. Véase también Tanaka (2008), página 11.

426 IPCC (2007e), página 754.

427 U.S. Environmental Protection Agency (2001), página 16. Philibert (2003), página 21; Stern (2006), página 382.

428 IPCC (2007e), página 754.

429 La categoría se determina mediante la relación entre volumen y consumo de energía. Véanse la Directiva 96/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea de 3 de septiembre de 1996 relativa a los requisitos de rendimiento energético de los frigoríficos, congeladores y aparatos combinados eléctricos de uso doméstico y la Directiva 2005/32/CE por la que se insta a un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico y por la que se modifica la Directiva 96/57/CE. Esta última está actualmente comprendida en la Directiva marco, de la que ha pasado a ser una medida de aplicación. La Directiva marco se aplica a todos los productos que utilizan energía, exceptuados los vehículos.

430 Véase www.energyrating.gov.au.

431 Véase el Título 49 del Código de los Estados Unidos, Subtítulo VI. Programas para vehículos de motor y conductores. Parte C. Información, normas y prescripciones. Capítulos 321, 323, 325, 327, 329 y 331 (2006). Véase también el sitio Web de la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico por Carretera, en www.nhtsa.gov.

432 Stern (2006), página 382; Wiel y McMahon (2003), página 1404.

433 El Programa de funcionamiento máximo, establecido en virtud de la Ley de utilización racional de la energía, se aplica a los siguientes tipos de equipo: vehículos de pasajeros, vehículos de carga, acondicionadores de aire, frigoríficos eléctricos, congeladores eléctricos, ollas eléctricas para cocer arroz, hornos de microondas, lámparas fluorescentes, asientos y tapas de inodoros eléctricos, aparatos de televisión, grabadores vídeo de cinta magnética, aparatos de grabación de DVD, ordenadores (computadoras), unidades de discos magnéticos, copiadoras, estufas, cocinas de gas, calentadores de agua de gas, calentadores de agua de combustible líquido,

máquinas automáticas para la venta, transformadores. Véase Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Agency for Natural Resources and Energy, The Energy Conservation Centre (2008), *Top Runner Program: Developing the World's best Energy-Efficient Appliances*, 66 p.

434 Título 49 del Código de Reglamentos Federales (CFR), Partes 523, 531, 533, 534, 536 y 537 (Normas propuestas), publicado en el *Federal Register*, volumen 73, N° 86, mayo de 2008, y notificado a la OMC en el documento G/TBT/N/USA/392. Véase también National Highway Traffic Safety Administration (2008), *Final Environmental Impact Statement Corporate Average Fuel Economy Standards, Passenger Cars and Light Trucks, Model Years 2011-2015*.

435 Parlamento Europeo (2008b).

436 Wiel y McMahon (2003), páginas 1404-1405. Stern (2006), página 386.

437 "Energy Conservation Program for Consumer Products Other Than Automobiles" (42 U.S.C. 62916309). Véase <http://apps1.eere.energy.gov/consumer/> y United States Department of Energy (2008), *Rulemaking Framework for Residential Central Air Conditioners and Heat Pumps*, RIN: 1904AB47, 64 p.

438 Stern (2006), página 386.

439 Las etiquetas relativas a la eficiencia energética suelen utilizarse en aparatos electrodomésticos, en vehículos y en la construcción. Véase un estudio de la situación, en septiembre de 2004, de las normas y etiquetas en materia de eficiencia energética en diferentes países en Wiel y McMahon (2005), páginas 19 y 20.

440 Wiel y McMahon (2005), páginas 19 y 20; puede consultarse una lista actualizada de la situación de las etiquetas y normas sobre eficiencia energética en los distintos países en www.clasponline.org.

441 Véase la sección relativa a las preguntas más frecuentes sobre etiquetado de aparatos eléctricos en el sitio Web del Ministerio de Minería y Energía de la República de Sudáfrica, en www.dme.gov.za.

442 Véanse los documentos G/TBT/Notif.99/498 y G/TBT/Notif.99/498/Add.1 a Add.5. Los reglamentos relacionados con el etiquetado sobre eficiencia energética están disponibles en español en www.puntofocal.gov.ar. Puede consultarse una reseña en inglés en www.clasponline.org.

443 Véase el documento G/TBT/N/GHA/2. Las normas sobre eficiencia energética y los reglamentos relativos al etiquetado en esta materia pueden consultarse en www.ghanacfc.org.

444 Puede obtenerse más información acerca del programa voluntario de etiquetado sobre eficiencia energética en los sitios Web de la Institución de Normalización de Sri Lanka, en www.slsi.lk, y de la Junta de Energía Eléctrica de Ceilán, en www.ceb.lk.

445 Véase el sitio Web del Organismo Nacional para la Conservación de la Energía, en www.anme.nat.tn. Véase una descripción más detallada en Lihidheb y Waide (2005), *The Tunisian standards and labelling programme*, página 16.

446 Wiel y McMahon (2005). Véase también www.clasponline.org.

447 World Energy Council (2008), página 44.

448 Para la Energy Label de Australia, véase www.energyrating.gov.au.

449 Para la energiEtikette de Suiza, véase www.bfe.admin.ch.

450 Para las EnerGuide Car Labels del Canadá, véase oec.nrcan.gc.ca.

451 Wiel y McMahon (2005), páginas 19-20 y 58.

452 S. Soksod y P. Suwicharcherdchoo (2006), *Rescaling the Energy Label No. 5: 2006 version in Thailand, Appliances Efficiency Improvement Project, Demand Side Implementation Division*, EGAT, 5 p., página 2. Para una reseña de diferentes etiquetas voluntarias en Tailandia, véase www.apec-esis.org.

453 Véase Indian Bureau of Energy Efficiency (2006), *Energy Efficiency Labels. Details of Scheme for Energy Efficiency Labeling*, Ministry of Power, 15 p., página 2. Véase también el sitio Web sobre formación de gestores de la energía de la Oficina de Eficiencia Energética, del Ministerio de Energía de la India, en www.energymanagertraining.com. El programa, de carácter voluntario, abarca actualmente 11 categorías de productos. Está previsto que 4 de ellas pasen a ser obligatorias; véanse las notificaciones G/TBT/N/IND/36 y 37, relativas a los frigoríficos y las lámparas fluorescentes, así como los proyectos de reglamento publicados en la Gaceta Oficial de la India de 12 de enero de 2009.

454 El Programa Brasileño de Etiquetado (PBE) prevé etiquetas obligatorias o voluntarias según el producto. Se puede obtener información detallada, incluidos los reglamentos pertinentes (en portugués), en www.inmetro.gov.br. Para una reseña en inglés, véase Ministry of Mines and Energy, *Brazilian Labeling Program*, en www.conpet.gov.br. Véanse también los documentos G/TBT/N/BRA/197 y 256.

455 Puede obtenerse más información acerca del programa voluntario de etiquetado sobre eficiencia energética de Hong Kong en el sitio Web del Departamento de Servicios Eléctricos y Mecánicos, en www.emsd.gov.hk. Por ejemplo, véase el programa de etiquetado para los aparatos de telefax en www.emsd.gov.hk y G/TBT/N/HKG/25.

456 Wiel y McMahon (2003), página 1403.

457 World Energy Council (2008), página 43. Wiel y McMahon (2005), páginas 19 y 20. Véanse también las listas mensuales de notificaciones de obstáculos técnicos al comercio elaboradas por la Secretaría de la

OMC, OMC, *Notificaciones publicadas durante el mes de ...*, G/TBT/GEN/N/....

458 Véase Danish Energy Agency en www.ens.dk.

459 Para Nordic Swan, véase www.svanen.nu y para German Blue Angel, www.blauer-engel.de.

460 Véase www.environment.gov.au.

461 Directiva 1999/94/CE del Parlamento y del Consejo de 13 de diciembre de 1999 relativa a la información sobre el consumo de combustible y sobre las emisiones de CO₂ facilitada al consumidor al comercializar turismos nuevos. Esta Directiva está siendo revisada actualmente.

462 Véase la Directiva 92/75/CEE del Consejo, de 22 de septiembre de 1992, relativa a la indicación del consumo de energía y de otros recursos de los aparatos domésticos.

463 Véase www.energyrating.gov.au.

464 Para la EnerGuide Appliance Label, véase <http://oec.nrcan.gc.ca>.

465 Véase el sitio Web de la Oficina de Rendimiento Energético y Energía Renovable del Departamento de Energía de los Estados Unidos, en <http://apps1.eere.energy.gov>.

466 Para Nordic Swan, véase <http://www.svanen.nu>.

467 Véase www.blauer-engel.de.

468 Véase <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel>.

469 Véase www.carbon-label.co.uk.

470 Por ejemplo, la empresa Timberland ha introducido un sistema de etiquetado sobre energía para su calzado, en el que se pone de relieve la energía utilizada en el proceso de producción y la proporción de esa energía que procede de fuentes renovables. Véase www.timberland.com. Véase también A. Cortese (2007), "Friend of Nature? Let's see those shoes", *New York Times*, 7 de marzo de 2007.

471 Por ejemplo, Wal-Mart ha introducido un "Food Miles Calculator" (medidor del kilometraje de los alimentos), que permite a los consumidores calcular la distancia total recorrida por sus productos. Véase http://instoresnow.walmart.com/food-article_ektid44214.aspx.

472 Véase ITC, UNCTAD, UNEP (2007), *Statement on Soil Association Air Freight Consultation*, 17 de diciembre de 2007, UNCTAD/DITC/TED/MISC/2007/4.

473 A. Smith et al. (2005), *The Validity of Food Miles as an Indicator of Sustainable Development*, Department for Environment, Food and Rural Affairs, Londres, 103 p.

474 Véase, por ejemplo, S. Brodt (2007), *Assessment of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions in the Food System: A Literature Review*, Agricultural Sustainability Institute, University of California Davis; Annelies Van Hauwermeiren et al. (2007), "Energy Lifecycle Inputs in Food Systems: A Comparison of Local versus Mainstream Cases", *Journal of Environmental Policy and Planning*, volumen 9:1, páginas 31-51. C. Saunders, A. Barber y G. Taylor (2006), *Food Miles - Comparative Energy/Emissions Performance of New Zealand's Agriculture Industry*, Research Report N° 285, Agribusiness and Economics Research Unit, Lincoln University, 105 p.

475 Véase Ellis (2007), página 19. Véase también CLASP, "Definition of Energy-Efficiency Labels and Standards", *General Information on Standards and Labelling*, en www.clasponline.org. Wiel y McMahon (2005), página 9.

476 Ellis (2007), página 19.

477 La Energy Rating Label (etiqueta de clasificación energética) se adoptó por vez primera en 1986 en Nueva Gales del Sur y Victoria, y actualmente es obligatoria en todos los estados y territorios de Australia y Nueva Zelandia. Para más detalles sobre la Energy Rating Label de Australia, véase www.energyrating.gov.au.

478 Véase la Directiva 92/75/CEE del Consejo, de 22 de septiembre de 1992, relativa a la indicación del consumo de energía y de otros recursos de los aparatos domésticos.

479 Para la EnerGuide Appliance Label, véase <http://oec.nrcan.gc.ca>.

480 Para el Programa Energy Guide, véase www1.eere.energy.gov.

481 Para una reseña en inglés, véase www.conpet.gov.br.

482 Véase el sitio Web del Organismo Nacional para la Conservación de la Energía, en www.anme.nat.tn. Véanse también K. Lihidheb y P. Waide (2005), *The Tunisian standards and labelling programme*, 16 p.

483 Véase el documento G/TBT/N/CHN/59. Se puede consultar el texto en inglés del reglamento relativo a la etiqueta sobre eficiencia energética de China en www.energylabel.gov.cn. Véase también Nan Zhou (2008), *Status of China's Energy Efficiency Standards and Labels for Appliances and International Collaboration*, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 14 p., página 11.

484 Soksod y Suwicharcherdchoo (2006), página 2. Véase también www.clasponline.org.

485 J. Singh y C. Mulholland (2000), *DSM (demand-side management) in Thailand: A Case Study*, Joint UNDP/World Bank Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP), 15 p., páginas 3 y 4. Para una reseña de las diferentes etiquetas existentes en Tailandia, véase www.apec-esis.org.

486 Para más información acerca del Programa de normas y etiquetado sobre eficiencia energética de Corea, véase www.kemco.or.kr.

487 World Energy Council, (2008), página 45.

- 488 Wiel y McMahon (2005), página 10.
- 489 Véase History of Energy Star, en www.energystar.gov.
- 490 Los participantes en el programa internacional Energy Star son, entre otros, Australia, el Canadá, la Unión Europea, la Asociación Europea de Libre Comercio, el Japón, Nueva Zelandia, Suiza y el Taipei Chino. Véase www.energystar.gov.
- 491 Para más información (en portugués) sobre la etiqueta PROCEL, véase www.elektrobras.com.
- 492 Puede obtenerse información sobre el programa tailandés Green Label en www.tei.or.th/greenlabel.
- 493 Véase "China speeds up energy-efficient products certification", *Xinhua News Agency*, 7 de agosto de 2008. Para una reseña en inglés de los diferentes programas de etiquetado de China, véase www.apec-csis.org.
- 494 Energy Star, www.energystar.gov.
- 495 Fundación para el Control del Carbono, Efectos de la Carbon Reduction Label, en www.carbon-label.co.uk.
- 496 Véase ISO/CEI 17000: 2004, párrafo 4.2.
- 497 Soksd y Suwicharcherdchoo (2006), página 2.
- 498 Véase, por ejemplo, Electrical and Mechanical Services Department (2009), "The Hong Kong Voluntary Energy Efficiency Labelling Scheme for Washing Machines", Hong Kong, 62 p., página 16, en www.emsd.gov.hk. Los programas aplicables a otros productos contienen disposiciones similares.
- 499 ISO/CEI 17000: 2004, párrafo 4.3.
- 500 Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos, LEED, www.usgbc.org.
- 501 Véase Energy Star, *Independent Inspection and Testing Helps Make Sure a Home is Energy Efficient*, en www.energystar.gov.
- 502 Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- 503 Para una definición de certificación, véase ISO/CEI 17000:2004, párrafo 5.5.
- 504 OMC (2006), página 59.
- 505 Véase Ministerio de Recursos Naturales del Canadá, en www.oec.nrcan.gc.ca.
- 506 Véase ISO/CEI 17000:2004, párrafo 5.6.
- 507 OMC (2006), página 60.
- 508 Véase Hong Kong Electrical and Mechanical Services Department (2008), *Code of Practice on Energy Labelling of Products*, página 4, en www.emsd.gov.hk.
- 509 Véase "Energy Conservation Program for Consumer Products; Fluorescent and Incandescent Lamp Test Procedures; Laboratory Accreditation Program" 10 CFR 430.25, *Federal Register*, 29 de mayo de 1997, página 29223 en www1.eere.energy.gov.
- 510 OMC (2006), página 60.
- 511 Véase www1.eere.energy.gov. Véanse, en particular, O. Petersons, K.L. Stricklett y C.R. Hagwood (2004), "Operating Characteristics of the Proposed Sampling Plans for Testing Distribution Transformers", NIST Technical Note 1456, 25 p. y "Energy Conservation Program for Commercial Equipment: Distribution Transformers Energy Conservation Standards", 10 CFR 431, *Federal Register*, 12 de octubre de 2007.
- 512 Por ejemplo, de conformidad con el Protocolo de Montreal, numerosos gobiernos tienen previsto reducir gradualmente la utilización de clorofluorocarburos (CFC).
- 513 Véase la sección III.A.4, relativa al Protocolo de Montreal.
- 514 *Ordinance by the Federal Minister for Agriculture, Forestry, Environment and Water: Management on Bans and Restrictions for Partly Fluorinated and Fully Fluorinated Hydrocarbons and Sulphur Hexafluoride*, BGBl. II Nr. 447/2002. Puede consultarse la versión inglesa en www.bmlfuw.gv.at.
- 515 Véase Danish Environmental Protection Agency, *Fact sheet No 46: Industrial greenhouse gases: HFCs, PFCs and SF₆*, en www.mst.dk. El texto completo de la *Statutory Order No 552 of 2 July 2002 on regulations for certain industrial greenhouse gases* (en danés) puede consultarse en www.retsinformation.dk.
- 516 Véase Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications (2003), "Synthetic greenhouse gases under control and better protection of ozone layer", comunicado de prensa, 30 de abril de 2003 en www.uvck.admin.ch.
- 517 Véase el Reglamento (CE) No 842/2006 de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.
- 518 Australian Government, Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, *Phase out of incandescent lightbulbs*, en www.environment.gov.au.
- 519 European Commission (2009), *Commission adopts two regulations to progressively remove from the market non-efficient light bulbs*, comunicado de prensa, IP/09/411, 18 de marzo de 2009.
- 520 El Canadá ha establecido normas estrictas sobre el rendimiento mínimo de las lámparas; véase Natural Resources Canada, Office of Energy Efficiency (2008), "Canada's Energy Efficiency Regulations. General Service Lamps - New Regulations. Final Bulletin - December 2008", OEE, <http://oee.nrcan.gc.ca>. El texto completo del reglamento puede consultarse en "Regulations Amending the Energy Efficiency Regulations", SOR/2008-323, *Canada Gazette*, Part II, volumen 142, No 26, 24 de diciembre de 2008, página 2512.
- 521 El reglamento propuesto establecerá normas estrictas de eficiencia mínima de las lámparas incandescentes; véase el documento G/TBT/N/TPKM/64. Véase el texto del "Proyecto de prescripciones en materia de rendimiento energético mínimo de las lámparas incandescentes de uso general" en www.bsmi.gov.tw. Véase también "Taiwan Switches On 5-year Green Plan to Ban Incandescent Lights", CENS, 7 de noviembre de 2008, en www.cens.com.
- 522 Véase el documento G/TBT/N/ARG/246. El texto completo de la Ley No 26.473 puede consultarse en www.puntofocal.gov.ar. Véase también Greenpeace, *Argentina to Ban the Bulb*, 14 de marzo de 2008.
- 523 Meyers, McMahon y Michael McNeil (2005), página 2.
- 524 Winters Lynch (1994), página 5.
- 525 Véase, por ejemplo, Geller *et al.* (2006).
- 526 Wiel y McMahon (2003), página 1408. Geller *et al.* (2006), páginas 563, 568-570. IEA (2000), página 107. Colombier y Menanteau (1997). Véase también el sitio Web de la Comisión de Energía de California, en www.energy.ca.gov.
- 527 Meyers, McMahon y Michael McNeil (2005), página 33.
- 528 Winters Lynch (1994), página 5.
- 529 OECD (1997), página 70.
- 530 OECD (2008c), página 11.
- 531 Véase OECD (2008c), página 29. OECD (1997) página 48. Véase también www.svanen.nu.
- 532 Banerjee y Solomon (2003), página 115.
- 533 Huh (1999). Banerjee y Solomon (2003), página 119. Wiel y McMahon (2003), página 1403.
- 534 Wiel y McMahon (2005).
- 535 Faiz, Weaver y Walsh (1996), página 22.
- 536 En el asunto *CE - Amianto*, el Órgano de Apelación indicó que no todas las medidas internas comprendidas en el párrafo 4 del artículo III del GATT de 1994 que "afecten" a la "venta, la oferta para la venta, la compra, el transporte, la distribución y el uso" de un producto son, necesariamente, "reglamentos técnicos" a los efectos del Acuerdo OTC. Informe del Órgano de Apelación, *CE - Amianto*, párrafo 77.
- 537 Para una explicación detallada del artículo XX, véase el documento WTO (2002).
- 538 En el párrafo 1 del Anexo 1 del Acuerdo OTC figura la siguiente definición de reglamento técnico: "Documento en el que se establecen las características de un producto o los procesos y métodos de producción con ellas relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables, y cuya observancia es obligatoria. También puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas." Además, el párrafo 1 del Anexo 1 ofrece los siguientes ejemplos de prescripciones que pueden incluirse en un reglamento técnico: prescripciones en materia de terminología; prescripciones en materia de símbolos; prescripciones en materia de embalaje; prescripciones en materia de marcado; y prescripciones en materia de etiquetado.
- 539 En el párrafo 2 del Anexo 1 del Acuerdo OTC figura la siguiente definición de norma: "Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, y cuya observancia no es obligatoria. También puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas."
- 540 En el párrafo 3 del Anexo 1 del Acuerdo OTC figura la siguiente definición de procedimiento para la evaluación de la conformidad: "Todo procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen las prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas." La Nota explicativa del párrafo 3 del Anexo 1 ofrece una lista no exhaustiva de procedimientos de evaluación de la conformidad, entre los que se incluyen los procedimientos de muestreo, prueba e inspección; evaluación, verificación y garantía de la conformidad; registro, acreditación y aprobación.
- 541 Párrafo 3 del artículo 1 del Acuerdo OTC.
- 542 De conformidad con la Nota interpretativa general al Anexo 1A, en caso de conflicto entre una disposición del GATT de 1994 y una disposición de otro Acuerdo incluido en el Anexo 1A del Acuerdo sobre la OMC, como por ejemplo el Acuerdo OTC, prevalecerá, en el grado en que haya conflicto, la disposición del otro Acuerdo. Véase Órgano de Apelación, *Brasil - Medidas que afectan al coco desecado*, página 16.
- 543 Las disposiciones pertinentes para las prescripciones de aplicación obligatoria son los artículos 2 y 3, mientras que las pertinentes para las normas voluntarias son el artículo 4 y el Anexo 3. En cuanto a los procedimientos de evaluación de la conformidad, las disposiciones principales son los artículos 5 a 9.
- 544 Véase el artículo 4 y el Anexo 3 del Acuerdo OTC.
- 545 Párrafo B del Anexo 3 del Acuerdo OTC.
- 546 De conformidad con el párrafo 8 del Anexo 1 del Acuerdo OTC, una institución no gubernamental es una "[i]nstitución que no sea del

gobierno central ni institución pública local, con inclusión de cualquier institución no gubernamental legalmente habilitada para hacer respetar un reglamento técnico". Véase, por ejemplo, Appleton (2009), página 13.

547 Además, en el párrafo 1 del Anexo 1 del Acuerdo OTC se ofrecen los siguientes ejemplos de prescripciones que pueden incluirse en un reglamento técnico: prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción.

548 Órgano de Apelación, *CE - Sardinas*, párrafo 180.

549 Órgano de Apelación, *CE - Amianto*, párrafo 67.

550 Párrafos 1 y 2 del Anexo 1. De conformidad con el párrafo 2 del Anexo 1, una norma es un "[d]ocumento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, y cuya observancia no es obligatoria. También puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas".

551 Atendiendo a una petición formulada por el Comité de Comercio y Medio Ambiente en 1995, la OMC elaboró una nota sobre la historia de la negociación, tanto en la Ronda de Tokio como en la Ronda Uruguay, que incluía un examen del alcance de las disposiciones del Acuerdo OTC relativas a los procesos y métodos de producción no relacionados con las características de productos. Véase WTO (1995) páginas 40 a 59.

552 Para un análisis de la cuestión de los procesos y métodos de producción no relacionados con productos, véanse, por ejemplo, Waide y Bernasconi-Osterwalder (2008), página 8; Appleton (2009), páginas 6 y 7; Verrill (2008), página 47.

553 Véanse el párrafo 1 del artículo 2 (relativo a los reglamentos técnicos), el párrafo 1.1 del artículo 5 (relativo a los procedimientos de evaluación de la conformidad) y el párrafo D del Anexo 3 (relativo a las normas) del Acuerdo OTC.

554 El principio de no discriminación y las expresiones conexas "productos similares" y "trato no menos favorable" no han sido objeto de verificación en un procedimiento de solución de diferencias en el marco del Acuerdo OTC. Para más información sobre el concepto de producto similar en el GATT, véase la Sección IV.I.A.

555 Véanse el párrafo 2 del artículo 2 (relativo a los reglamentos técnicos), el párrafo 1.2 del artículo 5 (relativo a los procedimientos de evaluación de la conformidad) y el párrafo E del anexo 3 (relativo a las normas) del Acuerdo OTC.

556 Véase el párrafo 2 del artículo 2 del Acuerdo OTC.

557 Párrafo 2 del artículo 2 del Acuerdo OTC.

558 Párrafo 1.2 del artículo 5 del Acuerdo OTC.

559 Véase la sección IV.A.3 b) ii), relativa a la prueba de la necesidad en el contexto del artículo XX.

560 Informe del Grupo Especial del GATT no adoptado, *Estados Unidos - Automóviles*, párrafo 2.2.

561 Informe del Grupo Especial del GATT no adoptado, *Estados Unidos - Automóviles*, párrafo 2.5.

562 Informe del Grupo Especial del GATT no adoptado, *Estados Unidos - Automóviles*, párrafos 2.15 y 2.16.

563 Principio del trato nacional, según figura en el párrafo 2 del artículo III del GATT. Véase el informe del Grupo Especial del GATT no adoptado, *Estados Unidos - Automóviles*, párrafos 5.16, 5.37.

564 Según figura en el párrafo 4 del artículo III del GATT.

565 Informe del Grupo Especial del GATT no adoptado, *Estados Unidos - Automóviles*, párrafo 5.55.

566 Véase un examen de esta cuestión en Assunção y Zhang (2002).

567 En el Acuerdo MSF, la armonización se define como el "establecimiento, reconocimiento y aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias comunes por diferentes Miembros" (párrafo 2 del Anexo A).

568 Párrafo 7 del artículo 2 del Acuerdo OTC.

569 Párrafo 3 del artículo 6 del Acuerdo OTC.

570 Párrafo 4 del artículo 2 (relativo a los reglamentos técnicos), párrafo 4 del artículo 5 (relativo a los procedimientos de evaluación de la conformidad) y párrafo F del Anexo 3 (relativo a las normas) del Acuerdo OTC. En lo que concierne a los procedimientos de evaluación de la conformidad, el párrafo 4 del artículo 5 establece que "[e]n los casos en que se exija una declaración positiva de que los productos están en conformidad con los reglamentos técnicos o las normas, y existan o estén a punto de publicarse orientaciones o recomendaciones pertinentes de instituciones internacionales con actividades de normalización, los Miembros se asegurarán de que las instituciones del gobierno central utilicen esas orientaciones o recomendaciones, o las partes pertinentes de ellas, como base de sus procedimientos de evaluación de la conformidad, excepto en el caso de que, según debe explicarse debidamente previa petición, esas orientaciones o recomendaciones o las partes pertinentes de ellas no resulten apropiadas para los Miembros interesados por razones tales como imperativos de seguridad nacional, la prevención de prácticas que puedan inducir a error, protección de la salud o seguridad humanas, de la vida o salud animal o vegetal o del medio

ambiente, factores climáticos u otros factores geográficos fundamentales o problemas tecnológicos o de infraestructura fundamentales".

571 El asunto *CE - Sardinas* es muy informativo en cuanto a la interpretación de esta prescripción. Informes del Grupo Especial y del Órgano de Apelación, *CE - Sardinas*.

572 Párrafo 5 del artículo 2 del Acuerdo OTC.

573 Párrafo 6 del artículo 2 del Acuerdo OTC.

574 Véase la "Decisión del Comité relativa a los principios para la elaboración de normas, guías y recomendaciones internacionales con arreglo a los artículos 2 y 5 y al Anexo 3 del Acuerdo", que figura en el documento G/TBT/9.

575 Véanse los artículos 2 y 5 del Acuerdo OTC.

576 G/TBT/13, párrafo 16.

577 Párrafo 1 del artículo 13 del Acuerdo OTC.

578 G/TBT/N/BRA/240, 17 de abril de 2007.

579 G/TBT/N/EEC/194, 30 de abril de 2008.

580 G/TBT/N/SGP/5, 15 de agosto de 2008. Véase también Parlamento Europeo (2008b).

581 G/TBT/N/CHN/330, G/TBT/N/CHN/331 y G/TBT/N/CHN/332, 29 de enero de 2008.

582 Véase el artículo 11 del Acuerdo OTC.

583 Esta última obligación sólo es aplicable a los Miembros de la OMC que sean miembros o participantes en sistemas internacionales o regionales de evaluación de la conformidad. Véanse los párrafos 2, 4, 5 y 6 del artículo 11.

584 Véase, por ejemplo, Comunidades Europeas (2008), *Actividades de asistencia técnica en la esfera de los OTC (proyectos financiados por la Comisión Europea y los Estados Miembros de la UE activos en el periodo 2006-2007)*, G/TBT/W/303.





Conclusiones

El presente Informe tiene por principal objetivo lograr que el lector comprenda el debate sobre los vínculos entre el comercio y el cambio climático. Los elementos que se han examinado demuestran que el comercio y el cambio climático se entrecruzan de múltiples maneras. Esto se debe en parte a las innumerables consecuencias que puede tener el cambio climático, por sus posibles efectos y por los profundos cambios regulatorios y económicos que serán necesarios para mitigar esos efectos y adaptarse a ellos.

Además, el debate sobre el comercio y el cambio climático se produce en el contexto de la actual crisis financiera y económica, que hace que sea aún más difícil adoptar medidas respecto del cambio climático y que sea aún más importante tratar de evitar el proteccionismo en el comercio. Todos estos retos ponen de relieve que el mundo no puede seguir “como si no pasara nada”. Existe una apremiante necesidad de que las negociaciones en curso sobre el cambio climático y la apertura de los mercados concluyan con éxito.

Más aún, el debate sobre el comercio y el cambio climático coincide con la celebración de negociaciones multilaterales sobre el cambio climático de vital importancia, que se prevé que concluyan en la 15ª Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que se reunirá en Copenhague (Dinamarca) en diciembre de 2009. Hacer frente al cambio climático es uno de los problemas más acuciantes de nuestro tiempo y requiere una acción concertada, tanto a nivel nacional como internacional. Un acuerdo multilateral con compromisos vinculantes en el que se establezca el marco para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el período posterior a 2012 y más allá debería ser el principal instrumento para luchar contra el cambio climático.

Las publicaciones científicas sobre el cambio climático demuestran que las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades humanas provocan el calentamiento global. Se prevé que la tendencia persista si no se introducen grandes cambios en las leyes, las políticas y las actuaciones presentes. Es probable que la mayoría de los sectores de la economía mundial se vean afectados por el cambio climático y que a menudo ello repercuta en el comercio.

Además, muchos de los sectores más afectados, como la agricultura, la silvicultura y la pesca, son de importancia fundamental para los países en desarrollo. Es probable que el cambio climático modifique la ventaja comparativa de esos países en esos sectores, y altere en consecuencia la estructura del comercio internacional. Asimismo, se prevé que el cambio climático repercuta en la infraestructura comercial y las rutas de transporte comerciales. Es preciso realizar más estudios para cuantificar el impacto del cambio climático en el comercio.

Los economistas han elaborado un marco analítico que ayuda a conceptualizar la forma en que la apertura del comercio influye en las emisiones de gases de efecto invernadero. Por un lado, los estudios indican que es probable que si el comercio es más abierto aumenten las emisiones de CO₂ como consecuencia del incremento de la actividad económica (el efecto de escala). Por el otro, la apertura del comercio podría facilitar la adopción de tecnologías que reducen la intensidad de las emisiones resultantes de la producción de bienes (el efecto de tecnología) y hacer que en la gama de producción se pase de sectores de uso intensivo de energía a otros de uso menos intensivo, si es en ellos donde reside la ventaja comparativa (el efecto de composición).

Aunque en la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha se ha llegado a la conclusión de que el efecto



de escala tiende a ser más importante que los efectos de tecnología de composición por lo que respecta a las emisiones de CO₂, sigue resultando difícil determinar por adelantado la magnitud de cada uno de estos tres efectos, por lo que estimar el impacto global del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero puede plantear dificultades. La realización de más estudios *ex post* en esta esfera contribuiría a precisar el marco analítico.

Como se señala en el presente Informe, las emisiones de gases de efecto invernadero que genera el comercio internacional se deben al transporte de mercancías. No obstante, la mayor parte del transporte se efectúa por vía marítima, que representa una proporción relativamente pequeña de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector del transporte, y, según algunos indicadores, es la forma de transporte más eficiente en el consumo de energía por lo que se refiere a esas emisiones.

En este Informe se señalan unas cuantas esferas fundamentales en las que la tecnología puede reducir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, las tecnologías con un gran rendimiento energético tienen grandes posibilidades en el transporte, la construcción y la industria, así como para que la producción se oriente hacia tecnologías energéticas cuyas emisiones de carbono son nulas o muy bajas. El comercio internacional puede servir de conducto para difundir esas tecnologías que mitigan el cambio climático.

La satisfactoria conclusión de las negociaciones de la OMC sobre la apertura de los mercados a los bienes y servicios ecológicos contribuirá a mejorar el acceso a bienes y tecnologías inocuos para el medio ambiente. Ahora bien, hay que hacer más investigaciones sobre la forma en que el comercio y la apertura del comercio contribuyen al desarrollo y la difusión de tecnología inocua para el clima.

El examen de las medidas nacionales de mitigación y adaptación, que se presenta en la última parte del Informe, ofrece ejemplos de la amplia variedad de medidas normativas de que disponen los gobiernos para ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, pone de relieve el impacto

que esta compleja red de medidas podría tener en el comercio internacional y en el sistema multilateral de comercio.

Las medidas examinadas van desde los instrumentos reglamentarios tradicionales hasta incentivos económicos y medidas financieras. Por ejemplo, el Informe demuestra que en los últimos años han proliferado las prescripciones técnicas (entre ellas, las normas voluntarias y los regímenes de etiquetado) en relación con bienes inocuos para el medio ambiente y la eficiencia energética. Asimismo, recientemente también ha aumentado el número de programas de ayuda financiera, incluidos los de apoyo a la aplicación de fuentes renovables de energía. Los órganos de la OMC constituyen un foro importante en el que debatir medidas: el Comité de Comercio y Medio Ambiente, por ejemplo, podría analizar, entre otras cuestiones, las medidas relacionadas con el comercio que pueden respaldar las actividades de mitigación del cambio climático y de adaptación a sus efectos, así como el grado en que el comercio se ve afectado por las prescripciones sobre reducción de emisiones y eficiencia energética.

En los dos últimos decenios en varios países se ha recurrido a mecanismos basados en los precios, como el impuesto sobre el carbono a los combustibles fósiles o un impuesto a la energía, como medio de internalizar el costo ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero. Últimamente, se ha centrado la atención en los regímenes de comercio de emisiones, que suponen fijar un tope a los niveles totales de emisiones, traducir ese tope en derechos que cubran las emisiones y crear un mercado para comerciar esos derechos a un precio determinado por el mercado. Es preciso realizar una labor empírica más intensa sobre las consecuencias económicas y la eficacia ambiental de los regímenes de comercio de emisiones.

Se habla mucho de saber en qué medidas las políticas internas de limitación de las emisiones de carbono y, en particular, los regímenes de comercio de emisiones, pueden tener consecuencias económicas en algunos sectores industriales. También se habla de las políticas destinadas a impedir la fuga de carbono (o sea, el riesgo de que las ramas de producción de

alto consumo de energía se trasladen sencillamente a países con reglamentaciones menos estrictas en materia de emisiones) y a proteger la competitividad de esos sectores.

Las políticas públicas van desde las exenciones de la participación en los regímenes de comercio de emisiones hasta el empleo de medidas comerciales en frontera. El debate sobre el posible empleo de medidas en frontera ha puesto de relieve las enormes dificultades que supone la aplicación de esas medidas. Cabe citar entre ellas el problema de evaluar con precisión la cantidad de CO₂ que se emite durante la producción de un producto, que puede depender de la empresa y del país, y la dificultad de medir el impacto económico de un régimen de comercio de emisiones en una rama de producción concreta. Más investigaciones sobre metodologías para abordar dichas dificultades podrían ser útiles a los encargados de formular políticas.

Los académicos, los encargados de formular políticas y otros interesados han expresado un sinnúmero de opiniones acerca de la forma en que las medidas para mitigar el cambio climático afectan al comercio, y sobre el grado en que esas medidas son compatibles con las normas de la OMC. Hay una serie de normas del GATT y de la OMC que se refieren específicamente a muchos de los instrumentos económicos y reglamentarios empleados en algunos países. Sin embargo, la pertinencia de las normas de la OMC para las políticas de mitigación del cambio climático, así como las consecuencias de esas medidas para el comercio y la eficacia ambiental, dependerán considerablemente de la forma en que estén concebidas esas políticas y de las condiciones concretas en que se apliquen.





Bibliografía

- Aaheim, A.H. y Schjolden, A. (2004), "An approach to utilise climate change impacts studies in national assessments", *Global Environmental Change*, 14, páginas 147-160.
- ABI (Association of British Insurers) (2004), *A Changing Climate for Insurance - A Summary Report for Chief Executives and Policymakers*, Londres, 20 páginas.
- Acemoglu, D. (2002), "Technical Change, Inequality, and the Labor Market", *Journal of Economic Literature* 40:1, páginas 7-72.
- Acharya, R.C. y Keller, W. (2007), "Technology Transfer through Imports", *CEPR Discussion Paper* 6296, CEPR, Londres.
- ACIA (Arctic Climate Impact Assessment) (2005), *Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ADB (Banco Asiático de Desarrollo) (2005), *Climate Proofing - A Risk-based Approach to Adaptation*, Pacific Studies Series, Banco Asiático de Desarrollo, Filipinas.
- Adger, W.N., Agrawala, S., Mirza, M.M.Q., Conde, C., O'Brien, K., Pulhin, J., Pulwarty, R., Smit, B. y Takahashi, K. (2007), "Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. y Hanson, C.E. (comp.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, O.F. Cambridge University Press, Cambridge, páginas 717-743.
- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. y Howitt, P. (2005), "Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship", *Quarterly Journal of Economics* 120:2, páginas 701-728.
- Agnolucci, P. (2004), "Ex-post valuations of CO₂-based taxes: a survey", *Tyndall Center, Working Paper* 52, 57 páginas.
- Agnolucci, P. (2006), "Use of economic instruments in the German renewable electricity policy", *Energy Policy* 34, páginas 3538-3548.
- Agrawala, S. y Fankhauser, S. (comp.) (2008), *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits, and Policy Instruments*, OCDE, París.
- Åhman, M. (2007), *EU Emissions Trading Scheme: contentious issues*, Instituto Sueco de Investigación Ambiental, informe elaborado para el Grupo Consultivo sobre Energía y Cambio Climático de la Comisión Europea, 6 páginas.
- AIACC (Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change) (2003-2007), Documentos de trabajo y publicaciones disponibles en www.aiaccproject.org/publications_reports/Pub_Reports.html.
- Alavi, R. (2007), "An Overview of Key Markets, Tariffs and Non-tariff Measures on Asian Exports of Select Environmental Goods", *ICTSD Programme on Trade and Environment, Issue Paper* 4, 36 páginas.
- Alcamo, J., Moreno, J.M., Nováky, B., Bindi, M., Corobov, M., Devoy, R.J.N., Giannakopoulos, C., Martin, E., Olesen, J.E. y Shvidenko, A. (2007), "Europe", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. y Hanson, C.E. (comp.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 541-580.
- Aldy, J.E. (2005), "An Environmental Kuznets Curve Analysis of U.S. State-Level Carbon Dioxide Emissions", *Journal of Environment and Development* 14: 1, páginas 48-72.
- Aldy, J.E., Baron, R. y Tubiana, L. (2003), "Addressing cost. The political economy of climate change", en Aldy, J.E., Ashton, J., Baron, R., Bodansky, R., Charnovitz, S., Diringer, E., Heller T.C., Pershing, J., Shukla P.R., Tubiana, L., Tudela, F. y Wang, X., *Beyond Kyoto. Advancing the international effort against climate change*, Pew Centre of Global Climate Change, Arlington, VA, 170 páginas.
- Alexander, L.V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A.M.G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahim, F., Tagipour, A., Kumar Kolli, R., Revadekar, J.V., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., y Vazquez Aguirre L.J. (2006), "Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation", *Journal of Geophysical Research* 111, D05109.
- Allan, R.P y Soden, B.J. (2008), "Atmospheric Warming and the Amplification of Precipitation Extremes", *Science Express* 321:5895, páginas 1481-1484.
- Andersen, S.O., Sarma, K.M. y Taddonio, K. (2007), *Technology Transfer for the Ozone Layer: Lessons for Climate Change*. Earthscan Publications, Londres.
- Anderson, D. (2006), *Costs and Finance of Abating Carbon Emissions in the Energy Sector*, Imperial College, Londres, 63 páginas.
- Anderson, K. y McKibbin, W.J. (2000), "Reducing coal subsidies and trade barriers: their contribution to greenhouse gas abatement", *Environment and Development Economics* 5, páginas 457-481.
- Andreoni, J. y Levinson, A. (2001), "The Simple Analytics of the Environmental Kuznets Curve", *Journal of Public Economics* 80:2, páginas 269-286.
- Anisimov, O.A., Vaughan, D.G., Callaghan, T.V., Furgal, C., Marchant, H., Prowse, T.D., Vilhjálmsson H. y Walsh, J.E. (2007), "Polar regions (Arctic and Antarctic)" en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. y Hanson, C.E. (comp.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth*

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 653-685.

Antweiler, W., Copeland, B.R. y Taylor, M.S. (2001), "Is Free Trade Good for the Environment?" *American Economic Review* 91:4, páginas 877-908.

Appleton, A.E. (2009), "Private Climate Change Standards and Labelling Schemes under the WTO Agreement on Technical Barriers to Trade", en Cottier, T., Nartova, O. y Bigdeli, S. (comp.), *International Trade Regulation and the Mitigation of Climate Change, 2007 World Trade Forum*, World Trade Institute, Cambridge University Press, se publicará en 2009, 16 páginas.

Archibugi, D. y Coco, A. (2005), "Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice". *Research Policy*, 34:2, páginas 175-194.

Arimura, T.H. (2002), "An empirical study of the SO₂ allowance market: effects of PUC regulations", *Journal of Environmental Economics and Management* 44, páginas 271-289.

Arnell, N.W. (2004), "Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios", *Global Environmental Change*, 14, páginas 13-52.

Assunção, L. y Zhang, Z. (2002), *Domestic Climate Policies and the WTO*, Munich Personal RePEc Archive, 29 páginas.

Aulisi A., Farrell, A., Pershing, J. y Vandever, S. (2005), *Greenhouse Gas Emissions Trading in U.S. States - Observations and Lessons from the OTC NOx Budget Program*, Instituto de Recursos Mundiales, Washington, D.C., 36 páginas.

Australia (2008), *Carbon Pollution Reduction Scheme: Australia's Low Pollution Future*, Libro blanco.

Autor, D.H., Katz, L.F. y Kearney, M.S. (2008), "Trends in U.S. Wage Inequality: Revising the Revisionists", *Review of Economics and Statistics* 90:2, páginas 300-23.

Baldwin, R.E. (2000) "Trade and Growth: Still Disagreement about the Relationships", *Economics Department Working Paper* 264, OCDE, París.

Banco Mundial (1992) *Informe sobre el desarrollo mundial 1992. Desarrollo y Medio Ambiente*. Banco Mundial, Washington, D.C.

Banco Mundial (2008a), *Development and Climate Change. A Strategic Framework for the World Bank Group*, Proyecto de texto para consulta, agosto de 2008. Disponible en <http://siteresources.worldbank.org/EXTCC/Resources/407863-1219339233881/DevelopmentandClimateChange.pdf>.

Banco Mundial (2008b), *International trade and climate change*, Banco Mundial, Washington D.C., 144 páginas.

Banerjee, A. y Solomon, B.D. (2003), "Ecolabeling for energy efficiency and sustainability: a meta evaluation of US programs", *Energy Policy* 31, páginas 109-123.

Bapna, M. y McGray, H. (de próxima aparición), *Financing adaptation: Opportunities for innovation. Forthcoming in the book: Climate Change and Global Poverty: A Billion Lives in the Balance?*, Brookings Institution Press, Washington, D.C.

Baranzini, A., Goldemberg, J. y Speck, S. (2000), "Survey - A future for carbon taxes", *Ecological Economics* 32, páginas 395-412.

Barker, T., Bashmakov, I., Alharthi, A., Amann, M., Cifuentes, L., Drexhage, J., Duan, M., Edenhofer, O., Flannery, B., Grubb, M., Hoogwijk, M., Ibitoye, E.I., Jepma, C.J., Pizer, W.A., Yamaji, K. (2007), "Mitigation from a cross-sectoral perspective", en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., y Meyer L.A. (comp.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

Baron, R. (1997), "Economic/Fiscal Instruments: Taxation (i.e. Carbon/Energy)", Anexo I, Grupo de Expertos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, *OECD Working Paper* 4, OCDE/GD(97)188, 94 páginas.

Baron, R. y Bygrave, S. (2002), *Towards International Emissions Trading: Design Implications for Linkages*, documento de información conjunto de OCDE/AIE, 50 páginas.

Baron, R. y ECON-Energy (1997), "Economic/fiscal instruments: competitiveness issues related to carbon/energy taxation", Anexo I, Grupo de expertos de la CMNUCC, *Working Paper* 14, OCDE/AIE, 65 páginas.

Baron, R., Reinaud, J., Genasci M. y Philibert, C. (2007), *Sectoral approaches to greenhouse gas mitigation: exploring issues for heavy industries*, Documento de información de la AIE, OCDE/AIE, 76 páginas.

Barreto, L. y Klaassen, G. (2004), "Emissions Trading and the Role of Learning-by-doing Spillovers in the 'Bottom-up' Energy-Systems ERIS Model", *International Journal of Energy Technology and Policy* 2; 1-2, páginas 70-95.

Barrett, S. (1994), "Self-enforcing International Environmental Agreements", *Oxford Economic Papers* 46, páginas 878-894.

Barrett, S. (1997), "The Strategy of Trade Sanctions in International Environmental Agreements", *Resource and Energy Economics* 19:4, páginas 345-361.

Barton, J. H. (2007), *Intellectual Property and Access to Clean Energy Technologies in Developing Countries. An Analysis of Solar Photovoltaic, Biofuel and Wind Technologies*, ICTSD, Programme on Trade and Environment, 35 páginas.

Baumert, K.A., Herzog, T. y Pershing, J. (2005), *Navigating the Numbers Greenhouse Gas Data and International Climate Policy*, Instituto de Recursos Mundiales, EE.UU.

Baumol, W.J. (1972), "On Taxation and the Control of Externalities", *American Economic Review*, páginas 307-322.

Baumol, W.J. y Oates, W.E. (1971), "The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment", *Swedish Journal of Economics* 73, páginas 42-54.

Bell, M. (1997), "Technology Transfer to Transition Countries: Are there Lessons from the Experience of the Post-war Industrialising Countries?" en Dyker, D.A. (comp.), *The technology of transition*, Central European University Press, Budapest, páginas 63-94.

Bell, M. y Pavitt, K. (1993), "Technological accumulation and industrial growth: Contrasts between developed and developing countries", *Industrial and Corporate Change* 2:2, páginas 157-200.

Bennett, D. (2002), *Innovative Technology Transfer Framework Linked to Trade for UNIDO Action*, Organización de las

Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Viena, 54 páginas.

Bernstein, L., Roy, J., Delhotal, K.C., Harnisch, J., Matsushashi, R., Price, L., Tanaka, K., Worrell, E., Yamba, F. y Fengqi, Z. (2007), "Industry", en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer L.A. (comp.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

Betz, R. y Stato, M. (2006), "Emissions trading: lessons learnt from the 1st phase of the EU-ETS and prospects for the 2nd phase", *Climate Policy* 6, páginas 351-359.

Bhagwati, J. y Mavroidis, P.C. (2007), "Is action against US exports for failure to sign Kyoto Protocol WTO-legal?", *World Trade Review*, 6:2, 299-310.

Biermann, F. y Brohm, R. (2005a), "Border Adjustments on Energy Taxes: A Possible Tool for European Policymakers in Implementing the Kyoto Protocol?", *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung* 74:2, páginas 249-258.

Biermann, F. y Brohm, R. (2005b), "Implementing the Kyoto Protocol without the USA: the strategic role of energy tax adjustments at the border", *Climate Policy* 4, páginas 289-302.

Biermann, F., Böhm, F., Brohm, R., Dröge, S. y Trabol, H. (2003), *The Polluter Pays Principle under WTO Law: The Case of National Energy Policy Instruments*, Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear, Informe de investigación, 81 páginas.

Bijker, W., Hughes, T.P. y Pinch, T. (comp.) (1989), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, Cambridge, MA.

BioGlossary (consultado en mayo de 2009): Disponible en www.everythingbio.com/glos/index.php.

Boemare, C. y Quirion P. (2002), "Implementing Greenhouse Gas Trading in Europe: Lessons from Economic Theory and International Experiences", *FEEM Working Paper* 35, 25 páginas.

Bohm, P. (2003), "Allocating Allowances in Greenhouse Gas Emissions Trading", *Emissions Trading Policy Briefs* 2, 16 páginas.

Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githeko, A., Medany, M., Osman-Elasha, B., Tabo R. y Yanda, P. (2007), "Africa", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J. y Hanson, C.E. (comp.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 433-467.

Bony, S., Dufresne, J.L., Colman, R., Kattsov, V.M., Allan, R.P., Bretherton, C.S., Hall, A., Hallegate, S., Holland, M.M., Ingram, W., Randall, D.A., Soden, B.J., Tselioudis, G., Webb, M.J. (2006), "How well do we understand and evaluate climate change feedback processes?" *Journal of Climate* 19, páginas 3445-3482.

Boom, J.T. y Nentjes, A. (2003), "Alternative Design Options for Emissions Trading: A Survey and Assessment of the Literature", en Faure, M., Gupta, J. y Netjes A. (comp.), *Climate*

change and the Kyoto protocol: The Role of Institutions and Instruments to Control Global Change, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 361 páginas, páginas 45-67.

Boot, P. (2009), *The overriding importance of energy efficiency: global trends and needs*, presentado en el seminario internacional sobre las normas internacionales para promover la eficiencia energética y reducir las emisiones de carbono de la AIE, la ISO y la CEI.

Borjas, G.J., Freeman, B., Katz, L.F., DiNardo, J., y Abowd, J.M. (1997), "How Much Do Immigration and Trade Affect Labor Market Outcomes?" *Brookings Papers on Economic Activity* 1997:1, páginas 1-90.

Bound, J. y Johnson, G. (1992), "Changes the Structure of Wages in the 1980s: An Evaluation of Alternative Explanations", *American Economic Review* 82:3, páginas 371-92.

Brewer, T.L. (2007), *The technology agenda for international climate change policy: A taxonomy for structuring analyses and negotiations*, Documento de antecedentes para el seminario de la European Climate Platform: "Strategic aspects of technology for the UNFCCC and climate change debate: The Post-Bali technology agenda", 8 páginas.

Brooks, N. y Adger, W.N. (2005), "Assessing and enhancing adaptive capacity", en Lim, B., Spanger-Siegfried, E., Burton, I., Malone E.L. y Huq, S. (comp.), *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change*, Cambridge University Press, Nueva York, NY, páginas 165-182.

Brown, M.A., Chandler J., Lapsa, M.V. y Sovacool, B.K. (2008), *Carbon Lock-In: Barriers to Deploying Climate Change Mitigation Technologies*, Oak Ridge National Laboratory, ORNL/TM-2007/124, 153 páginas.

Buck, M. y Verheyen, R. (2001), *International Trade Law and Climate Change - A Positive Way Forward*, FES-Analyse Ökologische Marktwirtschaft, 43 páginas.

Bui, L. (1993), *Studies in Trade and Transboundary Externalities*. Tesis de doctorado, MIT, Cambridge, MA, 127 páginas.

Bui, L. (1998), "Gains from Trade and Strategic Interaction: Equilibrium Acid Rain Abatement in the Eastern United States and Canada" *American Economic Review* 88:4, páginas 984-1001.

Bundesamt für Energie Schweiz (2007), *Erfahrungen mit Energiesteuern in Europa: Lehren für die Schweiz*, 173 páginas.

Burniaux, J. y Château, J. (2008), "An Overview of the OECD ENV-Linkages Model." *OECD Economics Department Working Papers* 653, publicación de la OCDE, 27 páginas.

Burton, I., Diringer, E. y Smith, J. (2006), *Adaptation to Climate Change: International Policy Options*, Pew Centre on Global Climate Change, Arlington, VA, 28 páginas.

Butler, L. y Neuhoof, K. (2004), "Comparison of Feed in Tariff, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development", *MIT Institute Working Paper* 70, Cambridge, MA, 35 páginas.

Canadá (2001), *Framework for Conducting Environmental Assessments of Trade Negotiations*, Departamento de Relaciones Exteriores y Comercio Internacional del Canadá.

Canadá (2007), *Regulatory Framework for Air Emissions*, Ministerio del Medio Ambiente, 38 páginas.

Canadá (2008), *Turning the Corner: Taking Action to Fight Climate Change*, 8 páginas.

Canadell, J.G., Le Quéré, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitemhuis, E.T., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A. y Marland, G. (2007), "Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity and efficiency of natural sinks." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104:47, páginas 18866-18870.

Capoor, K. y Ambrosi, P. (2007), *State and Trends of the Carbon Market 2007*, Banco Mundial, Washington, D.C., 45 páginas.

Carbon Trust (2004), *The European Emissions Trading Scheme: Implications for Industrial Competitiveness*, Londres, 31 páginas.

CDIAC (Carbon Dioxide Information Analysis Center) (2009). Disponible en <http://cdiac.ornl.gov/>

Cebon, M. (2003), *The Australia-US Free Trade Agreement: An Environmental Impact Assessment*. Disponible en www.ozprospect.org/pubs/FTA.pdf.

CEC (Comisión para la Cooperación Ambiental) (1999a), *Estudio temático 1. El maíz en México: algunas implicaciones ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)*. Disponible en www.cec.org/files/pdf/ECONOMY/engfeed_EN.pdf.

CEC (Comisión para la Cooperación Ambiental) (1999b), *Estudio temático 2. Producción del Ganado de engorde en Estados Unidos y Canadá: algunas implicaciones ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)*. Disponible en www.cec.org/files/pdf/ECONOMY/engfeed_EN.pdf.

CEC (Comisión para la Cooperación Ambiental) (1999c), *Estudio temático 3. La electricidad en América del Norte: Algunas implicaciones ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)*. Disponible en www.cec.org/files/pdf/ECONOMY/engelect_EN.pdf.

CEC (Comisión para la Cooperación Ambiental) (2002), *Efectos ambientales del libre comercio. Monografía presentada en el Simposio de América del Norte sobre Análisis de los Vínculos entre Comercio y Medio Ambiente*. Disponible en www.cec.org/files/pdf/ECONOMY/symposium-e.pdf.

Cendra, J. de (2006), "Can Emissions Trading Schemes be Coupled with Border Tax Adjustments? An Analysis vis-à-vis WTO Law", *Review of European Community & International Environmental Law* 15:2, páginas 131-145.

Chandra, A. y Zulkieflmansyah (2003), "The dynamic of technological accumulation at the microeconomic level: lessons from Indonesia - a case study." *Asia Pacific Management Review* 8:3, páginas 365-407.

Chapman, L. (2007), "Transport and Climate Change: A Review", *Journal of Transport Geography* 15, páginas 354-367.

Charnovitz, S. (2003), "Trade and Climate: Potential Conflicts and Synergies", en Aldy, J.E., Ashton, J., Baron, R., Bodansky, R., Charnovitz, S., Diring, E., Heller T. C., Pershing, J., Shukla P.R., Tubiana, L., Tudela, F., Wang, X., *Beyond Kyoto. Advancing the international effort against climate change*, Pew Centre of Global Climate Change, Arlington, VA, páginas 141-170.

Chasek, P.S., Downie, D.L. y Brown, J.W. (2006), *Global Environmental Politics*. Cuarta edición. Westview Press, Cambridge.

Chaytor, B. y Cameron, J. (1995), *Taxes for Environmental Purposes: The Scope for Border Tax Adjustment under WTO Rules*, Fondo Mundial para la Naturaleza, Gland, 17 páginas.

Chen, M. (1996), *Managing International Technology Transfer*. Van Nostrand Reinhold Company, Nueva York, NY, 256 páginas.

Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W.-T., Laprise, R., Magaña Rueda, V., Mearns, L., Menéndez, C.G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr A. y Whetton, P. (2007), "Regional Climate Projections." en Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor M. y Miller H.L. (comp.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY.

Claro, E. y Lucas, N. (2007), "Environmental goods: trade flows, policy considerations and negotiating strategies", en ICTSD, *Trade in Environmental Goods and Services and Sustainable Development, Domestic Considerations and Strategies for WTO negotiations*, Documento de debate sobre políticas, páginas 32-60.

Cléménçon, R. (2008), "The Bali Road Map: A First Step on the Difficult Journey to a Post-Kyoto Protocol Agreement." *The Journal of Environment and Development* 17:1, páginas 70-94.

Clement, D., Lehman M., Hamrin, J. y Wiser, R. (2005), *International Tax Incentives for Renewable Energy: Lessons for Public Policy*, elaborado para el Energy Foundation China Sustainable Energy Program, Centre for Resource Solutions, 27 páginas.

Cline, W.R. (2007), *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*, Peterson Institute for International Economics, Washington, D.C.

CMNUCC (2006), *Technologies for adaptation to climate change*, elaborado por el Programa sobre Adaptación, Tecnología y Ciencia de la Secretaría de la CMNUCC, Bonn.

CMNUCC (2007a), *Climate Change - Impacts Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries*, 60 páginas.

CMNUCC (2007b), *Technologies for adaptation to the adverse effects of climate change*. Disponible en www.rtcc.org/2007/html/dev_adaptation_unfccc.html.

CMNUCC (2008), *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 13º período de sesiones*, celebrado en Bali del 3 al 15 de diciembre de 2007 Adición. Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 13º período de sesiones. Secretaría del Cambio Climático, CMNUCC, Bonn. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf#page=3>. (8/8-08).

CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) (1998), *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>.

Coase, R. (1960), "The Problem of Social Cost", *The Journal of Law and Economics* 3, páginas 1-44.

- Coe, D.T. y Helpman, R. (1995), "International R&D Spillovers", *European Economic Review* 39:5, páginas 859-887.
- Coe, D.T., Helpman, E. y Hoffmaister, A. (1997), "North-South R&D Spillovers", *Economic Journal* 107, páginas 134-149.
- Cole, M.A. y Elliott, R.J.R. (2003), "Do environmental regulations influence trade patterns? Testing old and new trade theories", *The World Economy* 26:8, páginas 1163-1186.
- Cole, M.A. y Elliott, R.J.R. (2003a) "Determining the Trade-Environment Composition Effect: The Role of Capital, Labor and Environmental Regulations", *Journal of Environmental Economics and Management* 46: 3, páginas 363-383.
- Colombier, M. y Menanteau, P. (1997), "From energy labelling to performance standards: some methods of stimulating technical change to obtain greater energy efficiency", *Energy Policy* 25:4, páginas 425-434.
- Comisión Europea (2008), *Questions and Answers on the revised EU Emissions Trading System*, MEMO/08/796.
- Confalonieri, U., Menne, B., Akhtar, R., Ebi, K.L., Hauengue, M., Kovats, R.S., Revich B. y Woodward, A. (2007), "Human health", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 391-431.
- Convery, F. (2003), "Issues in Emissions Trading - an Introduction", *Emissions Trading Policy Briefs*, 12 páginas.
- Copeland, B.R. y Taylor, M.S. (2003), *Trade and the Environment*, Princeton University Press, Princeton y Oxford.
- Copeland, B.R. y Taylor, M.S. (2004), "Trade, Growth and the Environment", *Journal of Economic Literature* 46:1, páginas 7-71.
- Copenhagen Economics y IPR Company (2009), *Are IPR a barrier to the transfer of climate change technology?*, Informe encargado por la Comisión Europea (DG Comercio), 55 páginas.
- Cosbey, A. (2007), "Unpacking the Wonder Tool: Border Charges in Support of Climate Change", *Bridges* 11:7, ICTSD.
- Cosbey, A. (2008), *Border Carbon Adjustment*, Seminario sobre comercio y cambio climático, Copenhague, junio de 2008, IISD, German Marshall Fund of the United States, 8 páginas.
- Cosbey, A. y Tarasosfky, R. (2007), *Climate Change, Competitiveness and Trade*, Chatham House Report, 32 páginas.
- Cressey, D. (2007), "Arctic melt opens Northwest passage." *Nature* 449.
- Cruz, R.V., Harasawa, H., Lal, M., Wu, S., Anokhin, Y., Punsalmaa, B., Honda, Y., Jafari, M., Li C. y Huu Ninh, N. (2007), "Asia", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 469-506.
- CTI (Climate Technology Initiative) (2001), *DRAFT. Methods for Climate Change Technology Transfer Needs* 1/7:08. Disponible en CTI. <http://www.climate-tech.net/pdf/Ccmeth.pdf>.
- Dales, J. (1968), *Pollution, Property and Prices. An Essay in Policy-Making and Economics*, University of Toronto Press.
- Danish, W.D. (2007), "The International Regime", en Gerrard, M.B. (comp.), *Global Climate Change and U.S. Law*, American Bar Association, IL, 754 páginas.
- Deardorff, A.V. (2006), *Terms of Trade. Glossary of International Economics*, World Scientific, 383 páginas.
- Dechezleprêtre, A., Glachant, M., Hascic, I., Johnstone, N. y Ménière, Y. (2008), *Invention and Transfer of Climate Change Mitigation Technologies on a Global Scale: A Study Drawing on Patent Data*, CERNA Research Programme on Technology Transfer and Climate Change, Informe final, 49 páginas.
- Demailly, D. y Quirion, P. (2006), "CO₂ abatement, competitiveness and leakage in the European cement industry under the EU ETS: grandfathering versus output-based allocation", *Climate Policy* 6, páginas 93-113.
- Demaret, P. y Stewardson, R. (1994), "Border tax adjustments under GATT and EC law, and general implications for environmental taxes", *Journal of World Trade* 28, páginas 5-66.
- Dinan, T. (2007), *Trade-offs in Allocating Allowances for CO₂ Emissions*, Congressional Budget Office, Economic and Budget Issue Brief, 8 páginas.
- Doelle, M. (2004), "Climate Change and the WTO: Opportunities to Motivate State Action on Climate Change through the World Trade Organization", *RECIEL* 13:1, páginas 85-103.
- Dollar, D. (1992), "Outward-oriented Developing Economies Really Do Grow More Rapidly: Evidence from 95 LDCs, 1976-1985", *Economic Development and Cultural Change* 40:3, páginas 523-544.
- Dröge, S., Trabold, H., Biermann, F., Böhm, F. y Brohm, R. (2004), "National climate change policies and WTO law: a case study of Germany's new policies", *World Trade Review* 3:2, páginas 161-187.
- Dutrénit, G. (2004), "Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay". *Science Technology & Society* 9:2, páginas 209-241.
- Easterling, W., Hurd, B. y Smith J. (2004), *Coping with Global Climate Change: The Role of Adaptation in the United States*. Pew Center on Global Climate Change, Arlington, VA.
- Easterling, W.E., Aggarwal, P.K., Batima, P., Brander, K.M., Erda, L., Howden, S.M., Kirilenko, A., Morton, J., Soussana, J.-F., Schmidhuber J. y Tubiello, F.N. (2007), "Food, fibre and forest products", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 273-313.
- Eaton, J. y Kortum, S. (2001), "Trade in Capital Goods" *European Economic Review* 45:7, páginas 1195-1235.

- Ederington, J. y Minier, J. (2003), "Is environmental policy a secondary trade barrier? An empirical analysis", *Canadian Journal of Economics* 36:1, páginas 137-154.
- Edquist, C. y Edquist, O. (1979), "Social Carriers of Techniques for Development", *Journal of Peace Research* 16:4, páginas 313-331.
- Edwards, S. (1998), "Openness, Productivity and Growth: What Do We Really Know?" *Economic Journal* 108:1, páginas 383-398.
- EEA (Agencia Europea de Medio Ambiente) (2005), "Market-based instruments for environmental policy in Europe", *EEA Technical Report* 8/2005, Copenhagen, 155 páginas.
- EIA (Energy Information Administration) (2007), *International Energy Annual 2005*. Disponible en: www.eia.doe.gov/icaE.
- EIA (Energy Information Administration) (2008), *International Energy Outlook 2008*, Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, Departamento de Energía, Washington, D.C. Disponible en [www.eia.doe.gov/oiaf/ico/pdf/0484\(2008\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ico/pdf/0484(2008).pdf).
- Ekins, P. y Barker, T. (2002), "Carbon taxes and carbon emissions trading", en Hanley, N. y Roberts, C. (comp.), *Issues in Environmental Economics*, Blackwell Publishing, páginas 75-126.
- Ellerman, A.D. y Joskow, P.L. (2008), *The European Union's Emissions Trading System in Perspective*, Pew Center on Global Climate Change, 51 páginas.
- Ellis, J. y Tirpak, D. (2006), *Linking GHG emission trading schemes and markets*, Documento de información de la OCDE y la AIE, 33 páginas.
- Ellis, M. (2007), *Experience with energy efficiency regulations for electrical equipment*, Documento de información de la AIE, OCDE/AIE, 2007, 103 páginas.
- Emori, S. y Brown, S.J. (2005), "Dynamic and thermodynamic changes in mean and extreme precipitation under changed climate", *Geophysical Research Letters*, 32, L17706, doi:10.1029/2005GL023272.
- Enkvist, P. Naucclér, T y Rosander, J. (2007), "A cost curve for greenhouse gas reduction", *The McKinsey Quarterly* 1, McKinsey & Company.
- Eriksen, S.H. y P.M. Kelly (2007), "Developing credible vulnerability indicators for climate adaptation policy assessment", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12, páginas 495-524.
- Estevadeordal, A., Shearer, M., y Suominen, K. (de próxima aparición) "Market Access Provisions in Regional Trade Agreements", en Estevadeordal, A., Suominen, K., y Teh, R. (comp.) *Regional Rules in the Global Trading System*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Eurostat (2003), *Energy taxes in the Nordic countries - does the polluter pay?*, Oficinas Nacionales de Estadística de Noruega, Suecia, Finlandia y Dinamarca, 43 páginas.
- Faiz, A., Weaver, C.S. y Walsh, M.P. (1996), *Air Pollution from Motor Vehicles: Standards and Technologies for Controlling Emissions*, Publicaciones del Banco Mundial, Washington, 246 páginas.
- Feenstra, R.C. y Hanson, G.H. (1999), "The Impact of Outsourcing and High-Technology Capital on Wages: Estimates for the United States, 1979-1990", *Quarterly Journal of Economics* 114:3, páginas 907-40.
- Field, C.B., Mortsch, L.D., Brklacich, M., Forbes, D.L., Kovacs, P., Patz, J.A., Running, S.W. y Scott, M.J. (2007), "North America", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 617-652.
- Fischer, C. (2003), *Combining Rate-Based and Cap-and-Trade Emissions Policies*, Resources for the Future, Documento de trabajo, 23 páginas.
- Fischer, C. y Newell, R.G. (2007), *Environmental and Technology Policies for Climate Mitigation*, Resources for the Future, Documento de trabajo, 52 páginas.
- Fischer, G., Shah, M., Tubiello, F.N. y van Velhuizen, H. (2005), "Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment 1990-2080." *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 360 páginas, páginas 2067-2083.
- Fisher, B.S., Nakicenovic, N., Alfsen, K., Corfee Morlot, J., de la Chesnaye, F., Hourcade, J.-Ch., Jiang, K., Kainuma, M., La Rovere, E., Matyssek, A., Rana, A., Riahi, K., Richels, R., Rose, S., van Vuuren, D., Warren, R. (2007), "Issues related to mitigation in the long term context", en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A. (comp.) *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 169-250.
- FMI (Fondo Monetario Internacional) (2008), *The Fiscal Implications of Climate Change*, Departamento de Asuntos Fiscales, 40 páginas.
- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J. Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M. y Van Dorland, R. (2007), "Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing" en Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. y Miller, H.L. (comp.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate* Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY.
- Fouquet, D., Grotz, C., Sawin, J. y Vassilakos, N. (2005), *Reflections on a possible unified EU financial support scheme for renewable energy systems (RES): a comparison of minimum-price and quota systems and an analysis of market conditions*, European Renewable Energies Federation y el Worldwatch Institute, Bruselas y Washington, D.C., 26 páginas.
- Foxon, T.J. (2003), *Inducing innovation for a low-carbon future: drivers, barriers and policies*, Informe para el Carbón Trust, 55 páginas.
- Frankel, J. y Rose, A. (2005), "Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality", *Review of Economics and Statistics* 87:1, páginas 85-91.

- Frei, C. y Schär, C. (2001), "Detection of probability of trends in rare events: Theory and application to heavy precipitation in the Alpine region", *Journal of Climate* 14, páginas 1568-1584.
- Garnaut, R. (2008), *The Garnaut climate change review*. Cambridge University Press, Cambridge, 680 páginas.
- GATT (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio) Grupo de trabajo (1970), *Ajustes fiscales en frontera*, Informe adoptado el 2 de diciembre de 1970, L/3464, BISD 18S/97-109.
- Geller, H., Harrington, P., Rosenfeld, A.H., Tanishima, S. y Unander, F. (2006), "Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OCDE countries", *Energy Policy* 34, páginas 556-573.
- Genasci, M. (2008), "Border Tax Adjustments and Emissions Trading: The Implications of International Trade Law for Policy Design", *Carbon and Climate Law Review* 1.
- Gillingham, K., Newell, R. y Palmer, K. (2004), *Retrospective examination of demand-side energy efficiency policies*, Resources for the Future (RFF), Documento de trabajo 04-19 REV, 97 páginas.
- Globerman, S., Kokko, A. y Sjöholm, F. (2000), "Technology Sourcing in Swedish MNEs and SMEs: Evidence from Patent Data", *Kyklos* 53:1, páginas 17-38.
- Goh, G. (2004), "The World Trade Organization, Kyoto and Energy Tax Adjustments at the Border", *Journal of World Trade* 38: 3, páginas 395-423.
- Goldberg, P.K. y Pavcnik, N. (2004), "Trade, Inequality, and Poverty: What Do We Know? Evidence from Recent Trade Liberalization Episodes in Developing Countries" en Collins, S.M. y Graham, C. (comp.), *Brookings Trade Forum 2004*, Brookings Institution Press, Washington, D.C., páginas 223-69.
- Goldberg, P.K. y Pavcnik, N. (2005), "Trade, Wages, and the Political Economy of Trade Protection: Evidence from the Colombian Trade Reforms" *Journal of International Economics*, 66:1, páginas 75-105.
- Goldberg, P.K. y Pavcnik, N. (2007), "Distributional Effects of Globalization in Developing Countries", *Journal of Economic Literature* 45:1, páginas 39-82.
- Gouchoe, S., Everette, V. y Haynes, R. (2002), *Case studies on the Effectiveness of State Financial Incentives for Renewable Energy*, National Renewable Energy Laboratory, Informe del subcontratista, NREL/SR-620-32819.
- Goulder, L.H. y Schneider, S.L. (1999), "Induced Technological Change and the Attractiveness of CO2 Emissions Abatement Policies", *Resource and Energy Economics* 21, páginas 211-253.
- Green, A. (2006), "Trade rules and climate change subsidies", *World Trade Review*, 5:3, páginas 377-414.
- Grether, J. M., Mathys, N. A. y de Melo, J. (2007), "Trade, Technique and Composition Effects: What is Behind the Fall in World-Wide SO2 Emissions 1990-2000?" *Fondazione Eni Enrico Mattei, Nota Di Lavoro* 93.
- Gross, R. y Foxon, T. (2003), "Policy support for innovation to secure improvements in resource productivity", *International Journal of Environmental Technology and Management* 3:2.
- Grossman, G.M. y Helpman, E. (1991) *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, MA, 375 páginas.
- Grossman, G.M. y Krueger, A.B. (1993), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement" en Garber, P.M. (comp.) *The US-Mexico Free Trade Agreement*, MIT Press, Cambridge, MA, páginas 13-56.
- GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) (2007), *International Fuel Prices 2007*, Ministerio Federal para Cooperación Económica y Desarrollo, Bonn, 101 páginas.
- GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) (2009), *International Fuel Prices 6th Edition - Data Preview*, 11 páginas.
- Gupta, S., Tirpak, D.A., Burger, N., Gupta, J., Höhne, N., Boncheva, A.I., Kanoan, G.M., Kolstad, C., Kruger, J.A., Michaelowa, A., Murase, S., Pershing, J., Saijo, T. y Sari, A. (2007), "Policies, Instruments and Co-operative Arrangements", en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., y Meyer L.A. (comp.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.
- Gurney, A., Ford, M., Low, K., Tulloh, C., Jakeman, G. and Gunasekera, D. (2007), *Technology. "Toward a low emissions future"*, *Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics, ABARE Research Report* 07:16, 131 páginas.
- Hagedoorn, J. (1990), "Organizational modes of inter-firm cooperation and technology transfer". *Technovation* 10:1, páginas 17-30.
- Haites, E., Duan, M. y Seres, S. (2006), "Technology transfer by CDM projects", *Climate Policy* 6:3, páginas 327-344.
- Hansen, U.E. (2008), "Technology and knowledge transfer from Annex 1 countries to Non Annex 1 countries under the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism (CDM) - An empirical case study of CDM projects implemented in Malaysia", *CD4CDM, Working Paper N° 5*, Centro Riso del PNUMA.
- Hanson, G. y Harrison, A. (1999), "Trade and Wage Inequality in Mexico", *Industrial and Labor Relations Review* 52.2, páginas 271-88.
- Harris, M.N., Kónya, L. y Mátyás, L. (2002), "Modelling the Impact of Environmental Regulations on Bilateral Trade Flows: OCDE, 1990-96", *The World Economy* 25:3, páginas 387-405.
- Harrison, A. y Hanson, G. (1999), "Who Gains from Trade Reform? Some Remaining Puzzles", *Journal of Development Economics* 59:1, páginas 125-54.
- Harvey, I. (2008), *Intellectual Property Rights, The Catalyst to Deliver Low Carbon Technologies, Breaking the Climate Deadlock*, Documento de información, The Climate Group, 17 páginas.
- Haskel, J. y Slaughter, M.J. (2002), "Does The Sector Bias Of Skill-biased Technical Change Explain Changing Skill Premia?", *European Economic Review* 46:10, páginas 1757-83.
- Hayashi, F. (2000), *Econometrics*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Helpman, E. (1997), "R&D and Productivity: the International Connection" *National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper* 6101, Cambridge, Massachusetts.
- Hennessy, K., Fitzharris, B., Bates, B.C., Harvey, N., Howden, S.M., Hughes, L., Salinger J. y Warrick, R. (2007), "Australia and New Zealand", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report*

of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 507-540.

Hertel, T. y Randhir, T. (2000), "Trade Liberalization as a Vehicle for Adapting to Global Warming" *Agriculture and Resource Economics Review* 29:2, páginas 1-14.

Hoekman, B. y Javorcik, B.S. (comp.) (2006), *Global Integration and Technology Transfer*. Palgrave Macmillan, Nueva York, NY.

Hoerner A. (1998), *The role of Border Tax Adjustments in Environmental Taxation: Theory and US Experience*, Documento de trabajo presentado en el International Workshop on Market Based Instruments and International Trade of the Institute for Environmental Studies, Amsterdam.

Hoerner, J.A. y Müller, F. (1996), *Carbon taxes for climate protection in a competitive world*, Monografía elaborada para la Oficina Federal de Asuntos Económicos Exteriores de Suiza por el Environmental Tax Program del Center for Global Change, Universidad de Maryland College Park, 47 páginas.

Holt, C., Shobe, W., Burtraw, D., Palmer, K. and Goeree, J. (2007), *Auction design for selling CO₂ emission allowances under the Regional Greenhouse Gas Initiative*, Informe final, RGGI, 130 páginas.

Holz-Eakin, D., y Selden, T.M. (1995), "Stoking the Fires? CO₂ Emissions and Economic Growth", *Journal of Public Economics* 57:1, páginas 85-101.

Hourcade, J.-C., Demailly, D., Neuhoof, K. y Sato, M. (2007), *Differentiation and Dynamics of EU ETS Industrial Competitiveness Impacts*, Climate Strategies, 108 páginas.

Houser, T., Bradley, R., Childs, B., Werksman, J., y Heilmayr, R. (2008), *Levelling the Carbon Playing Field. International Competition and US Climate Policy Design*, Peterson Institute for International Economics y el World Resources Institute, Washington D.C., 95 páginas.

Howse, R. y Bork, P.B. van (2006), "Options for Liberalising Trade in Environmental Goods in the Doha Round", *ICTSD Programme on Trade and Environment* 2, 32 páginas.

Huang, W.M., Lee, G.W.M. y Wu, C.C. (2008), "GHG Emissions, GDP Growth and the Kyoto Protocol: A Revisit of Environmental Kuznets Curve Hypothesis" *Energy Policy* 36, páginas 239-247.

Huh, K. (1999), "Initial Experiences with Energy Labelling Programmes: Evaluating the Effectiveness of Energy Labelling", *Compendium on Energy Conservation Legislation in Countries of the Asia and Pacific Region*, UNESCAP.

Hummels, D. (2007), "Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization", *Journal of Economic Perspectives* 21:3, páginas 131-154.

Hunter, D., Salzman, J. y Zaelke, D. (2002), *International Environmental Law and Policy*, Foundation Press, Nueva York, NY.

Hutchison, C. (2006), "Does TRIPS facilitate or impede Climate Change Technology Transfer into Developing Countries?" *Law & Technology Journal* 3, University of Ottawa, páginas 517-537.

IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo) (2007), *World Air Transport Statistics*, IATA, Ginebra.

ICTSD (Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible) (2008a), *Climate Change, Technology Transfer and Intellectual Property Rights*, Copenhagen Economics, 11 páginas.

ICTSD (International Centre for Trade and Sustainable Development) (2008b), *Liberalization of Trade in Environmental Goods for Climate Change Mitigation: The Sustainable Development Context*, Publicación elaborada para el Seminario sobre Comercio y Cambio Climático, Copenhagen, 8 páginas.

IEA (2000), *Energy Labels and Standards*, OCDE/ IEA, 195 páginas.

IEA (2001), *International Emission Trading. From Concept to Reality*, 159 páginas.

IEA (2004), *Renewable Energy: Market and Policy Trends in IEA Countries*, IEA /OCDE, 668 páginas.

IEA (2006a), *Energy Technology Perspectives 2006 - Scenarios & Strategies to 2050 - In support of the G8 Plan of Action*, OCDE/ IEA, París.

IEA (2006b), *Wind Energy Annual Report 2006*, 271 páginas.

IEA (2006c): *World Energy Outlook 2006*, IEA, París.

IEA (2007), *CO₂ Emissions from Fuel Combustion, 1971-2005*, IEA, París.

IEA (2007a), *Energy Use in the New Millennium*, OCDE/ IEA, 165 páginas.

IEA (2007b), *Renewables in global energy supply*, IEA Fact Sheet, 28 páginas.

IEA (2007c), *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions, Energy Indicators*, OCDE/IEA, 321 páginas.

IEA (2008a), *Energy Technology Perspectives 2008 - Scenarios and Strategies to 2050*, 650 páginas.

IEA (2008b), *World Energy Outlook 2008*, IEA, París.

IEA (Agencia Internacional de la Energía) (1999), *World Energy Outlook Insights, Looking at Energy Subsidies: Getting the Prices Right*, 224 páginas.

IEA Climate Change database (última actualización, 2008), *Addressing Climate Change Policies and Measures Database*. Disponible en www.iea.org/textbase/pm/?mode=cc.

IFA (International Fertilizer Industry Association) (2007): *Fertilizer consumption statistics*. Disponible en www.fertilizer.org/ifa/statistics.asp.

IPCC (1995), *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H., Dokken, D.J. (comp.), Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

IPCC (2000a), *Escenarios de emisiones. Informe Especial del Grupo de trabajo III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)*, Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC (2000b), *Methodological and technological issues in technology transfer. A special report of the International Panel on Climate Change (IPCC) Working Group III*. Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC (2001a), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptations and Vulnerability of Climate Change. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J. y White, K.S. (comp.), Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY, 1.000 páginas.

IPCC (2001b): *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Watson, R.T. y el equipo principal de redacción (comp.), Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY, 398 páginas.

IPCC (2007a), *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, equipo principal de redacción, Pachauri, R.K y Reisinger, A. (comp.), IPCC, Ginebra, 104 páginas.

IPCC (2007b), *Glossary of terms used in the IPCC Fourth Assessment Report. Working Groups I, II and III*. Disponible en www.ipcc.ch/glossary/index.htm.

IPCC (2007c), "Summary for Policymakers", en Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor M. y Miller H.L. (comp.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

IPCC (2007d), "Summary for Policymakers", en Parry, M.L. Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J. y Hanson, C.E. (comp.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 7-22.

IPCC (2007e), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., y Meyer L.A. (comp.), Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

IPCC (2007f): "Summary for Policymakers", en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., y Meyer L.A. (comp.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (1990), *Climate Change 1990: The IPCC Impacts Assessment. Contribution of Working Group II to the First Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Tegart, W.J.McG., Sheldon G.W. y Griffiths, D.C. (comp.), Australian Government Publishing Service, Canberra.

Ismer, R. y Neuhoft, K. (2007), "Border Tax Adjustments: A Feasible Way to Address Non participation in Emission Trading", *Cambridge Working Papers, CMI Working Paper* 36, 42 páginas.

Jacot, J.H. (1997), "A general taxonomic approach to technology policy", en Dyker, D.A. (comp.) *The technology of transition*. Central European University Press, Budapest, páginas 20-28.

Jaffe, A.B., Peterson, S.R., Portney, P.R., y Stavins, R.N. (1995), "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?", *Journal of Economic Literature* 33, páginas 132-163.

Janzen, B.G. (2008), "International Trade Law and the "Carbon Leakage" Problem: Are Unilateral U.S. Import Restrictions the Solution?", *Sustainable Development Law and Policy*, invierno, páginas 22-26.

Jha, V. (2008a), *EGS and Climate Change: A Reality Check*, PowerPoint presentation at PNUMA Workshop on Post Bali: A Dialogue on Trade, Climate Change and Development. Disponible en www.unep.ch/etb/events/2008TradeClimateChangeMtg11Feb.php.

Jha, V. (2008b), "Environmental Priorities and Trade Policy for Environmental Goods: A Reality Check", *ICTSD Programme on Trade and Environment, Issue Paper* 7, 73 páginas.

Jones, L.E. y Manuelli, R.E. (1995), "A Positive Model of Growth and Pollution Controls", *National Bureau of Economic Research Working Paper* 5205.

Jones, R.N. y Preston, B.L. (2006), *Climate Change Impacts, Risk and the Benefits of Mitigation*. Informe del Energy Futures Forum, CSIRO.

Juhn, C., Murphy, K.M. y Pierce, B. (1993) "Wage Inequality and the Rise in Returns to Skill", *Journal of Political Economy* 101:3, páginas 410-42.

Kahn Ribeiro, S., Kobayashi, S., Beuthe, M., Gasca, J., Greene, D., Lee, D.S., Muromachi, Y., Newton, P.J., Plotkin, S., Sperling, D., Wit, R., y Zhou, P.J. (2007), "Transport and Its Infrastructure", en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., y Meyer L.A. (comp.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, páginas 323-385.

Kalil, T. (2006), "Prizes for Technological Innovation", *The Hamilton Project Discussion Paper 2006-08*, The Brookings Institution, 29 páginas.

Kaniaru, D. (comp.) (2007), *The Montreal Protocol: Celebrating 20 Years of Environmental Progress: Ozone Layer and Climate*, PNUMA/Earthprint, Londres, 359 páginas.

Keller, W. (2004), "International Technological Diffusion", *Journal of Economic Perspectives* 42, páginas 752-782.

Keller, W. (2007), "Transfer of Technology", en Blume, L. y Durlauf, S. (comp.), *New Palgrave Dictionary of Economics*, segunda edición, MacMillan.

Kelly, D.L. (1997), *On Kuznets Curves Arising from Stock Externalities*, Department of Economics Working Paper, University of California, Santa Barbara, CA.

Kennett, M. (2005), "Environmental Goods and Services. A Synthesis of Country Studies", *OCDE Trade and Environment, Working Paper* 3, 27 páginas.

Kirkpatrick, C., Lee, N., Curran, J., Franklyn, J., George, C. y Nomura, H. (2002), *Further Development of the Methodology for a Sustainability Impact Assessment of Proposed WTO Negotiations*, Final Report to the European Commission Manchester: Institute for Development Policy and Management, Universidad de Manchester.

Klein Tank, A.M.G. y Können, G.P. (2003), "Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-1999", *Journal of Climate* 16, páginas 3665-3680.

Klein, R.J.T., Huq, S., Denton, F., Downing, T.E., Richels, R.G., Robinson, J.B. y Toth, F.L. (2007), "Inter-relationships

between adaptation and mitigation”, en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 745-777.

Klepper, G. y Peterson, S. (2003), “International Trade and Competitiveness Effects”, *Emissions Trading Policy Briefs* 6, CATEP Project, Environmental Institute, 16 páginas.

Kollmuss, A., Zink, H. y Polycarp, C. (2008), *Making Sense of the Voluntary Carbon Market: A Comparison of Carbon Offset Standards*, WWF, Stockholm Environment Institute and Tricorona, 105 páginas.

Kolstad, C.D. (2000), *Environmental Economics*, Oxford University Press, Nueva York/Oxford, 400 páginas.

Kraemer, R.A., Hinterberger, F. y Tarasofsky, R. (2007), *What contribution can trade policy make towards combating climate change?*, Policy Department External Policies, Parlamento Europeo, Bruselas.

Krämer, L. (2002), *Casebook on EU Environmental Law*, Hart Publishing, Oxford, 440 páginas.

Krugman, P. (1994), “Competitiveness: A dangerous obsession”, *Foreign Affairs* 73:2, páginas 28-44.

Kuada, J. (comp.) (2003), *Culture and Technological Transformation in the South: Transfer or Local Innovation*, Samfundslitteratur, Copenhagen.

Kumar, V., Kumar, U. y Persaud, A. (1999): “Building technological Capability Through Importing technology: The Case of Indonesian Manufacturing Industry”. *Journal of Technology Transfer* 24:1, páginas 81-96.

Kundzewicz, Z.W., Mata, L.J., Arnell, N.W., Döll, P., Kabat, P., Jiménez, B., Miller, K.A., Oki, T., Sen Z. y Shiklomanov, I.A. (2007), “Freshwater resources and their management”, en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 173-210.

Kutas, G., Lindberg, C. y Steenblik, R. (2007), *Biofuel - At What Cost?, Government Support for ethanol and biodiesel in the EU*, International Institute for Sustainable Development, 104 páginas.

Kypreos, S. y Bahn, O. (2003), “A MERGE model with Endogenous Technological Progress” *Environmental Modeling and Assessment* 8:3, páginas 249-259.

Le Quéré, C., Rödenbeck, C., Buitenhuis, E.T., Conway, T.J., Langenfelds, R., Gomez, A., Labuschagne, C., Ramonet, M., Nakazawa, T., Metzl, N., Gillett, N. y Heimann, M. (2007), “Saturation of the Southern Ocean CO₂ Sink Due to Recent Climate Change”. *Science* 316:5832, páginas 1735-1738.

Le Treut, H., Somerville, R., Cubasch, U., Ding, Y., Mauritzen, C., Mokssit, A., Peterson, T. y Prather, M. (2007), “Historical Overview of Climate Change”, en Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor M. y Miller H.L. (comp.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment*

Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

Lemke, P., Ren, J., Alley, R.B., Allison, I., Carrasco, J., Flato, G., Fujii, Y., Kaser, G., Mote, P., Thomas R.H. y Zhang, T. (2007), “Observations: Changes in Snow, Ice and Frozen Ground”, en Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor M. y Miller H.L. (comp.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE.UU.

Levin, K. y Pershing, J. (2008), *Climate Science 2007. Major New Discoveries*, WRI Issue Brief, World Resources Institute, Washington, D.C.

Levin, M. (1997): “Technology transfer is organizational development: An investigation into the relationship between technology transfer and organizational change”, *International Journal of Technology Management* 14:2-4, páginas 297-308.

Levine, M., Ürge-Vorsatz, D., Blok, K., Geng, L., Harvey, D., Lang, S., Levermore, G., Mongameli Mehlwana, A., Mirasgedis, S., Novikova, A., Rilling, J., Yoshino, H. (2007), “Residential and commercial buildings”, en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., y Meyer L.A. (comp.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

Levitus, S., Antonov, J.I. y Boyer, T.P. (2005), “Warming of the World Ocean, 1955-2003”, *Geophysical Research Letters* 32:L02604.

Littleton, M. (2008), “The TRIPS Agreement and Transfer of Climate-Change-Related Technologies to Developing Countries”, *UNDESA Working Paper* 71, ST/ESA/2008/DWP/71, 44 páginas.

Lodefalk, M. y Storey, M. (2005), “Climate Measures and WTO Rules on Subsidies”, *Journal of World Trade* 39:1, páginas 23-44.

López, A. (2009), “Innovation and Appropriability, Empirical Evidence and Research Agenda”, en World Intellectual Property Organization (WIPO) *The Economics of Intellectual Property, Suggestions for Further Research in Developing Countries and Countries with Economies in Transition*, páginas 1-40.

Maddison, A. (2001), *The World Economy: A Millennial Perspective*, OCDE, París.

Magrin, G., Gay García, C., Cruz Choque, D., Giménez, J.C., Moreno, A.R., Nagy, G.J., Nobre C. y Villamizar, A. (2007), “Latin America”, en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 581-615.

Managi, S. (2004), “Trade Liberalization and the Environment: Carbon Dioxide for 1960-1999”, *Economics Bulletin* 17:1, páginas 1-5.

Managi, S., Hibiki, A. y Tsurumi, T. (2008), “Does Trade Liberalization Reduce Pollution Emissions”, *Research Institute of Economy, Trade and Industry (RIETI) Discussion Paper Series* 08-E-013.

- Markusen, J.R. (1975a), "Cooperative Control of International Pollution and Common Property Resources", *Quarterly Journal of Economics* 89:4, páginas 618-632.
- Markusen, J.R. (1975b) "International Externalities and Optimal Tax Structures", *Journal of International Economics* 5, páginas 15-29.
- Marland, G., Boden, T.A. y Andres, R.J. (2007), "Global, Regional, and National CO₂ Emissions", en *Trends: A Compendium of Data on Global Change*, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Departamento de Energía de EE.UU., Oak Ridge, TN.
- Martinot, E. y Junfeng, L. (2007), *Powering China's Development*, Worldwatch Institute Special Report, 50 páginas.
- Martinot, E., Sinton, J.E. y Haddad, B.M. (1997), "International technology transfer for climate change mitigation and the cases of Russia and China." *Annual Review of Energy and the Environment* 22, páginas 357-401.
- Martinot, E., Wiser, R. y Hamrin, J. (2005), *Renewable Energy Policies and Markets in the United States*, Center for Resources Solutions of San Francisco, 27 páginas.
- Maskus, K.E. (2005), "The Role of Intellectual Property Rights in Encouraging Foreign Direct Investment and Technology Transfer", en Fink, C. y Maskus, K.E. (comp.), *Intellectual Property and Development. Lessons from Recent Economic Research*, Oxford University Press, Nueva York, NY, páginas 41-75.
- Maurer, S.M. y Scotchmer S. (2003), "Procuring knowledge", *NBER Working Paper* 99303, 39 páginas.
- McCarney, G. y Adamowicz, V. (2005), *The Effects of Trade Liberalization on the Environment: An Empirical Study*, monografía seleccionada para su presentación en la Reunión anual de la Canadian Agricultural Economics Society, del 6 al 8 de julio de 2005, San Francisco, California.
- McGregor, P.G., Swales, K.K. y Turner, K. (2008), "The CO₂ 'Trade Balance' Between Scotland and the Rest of the UK: Performing a Multi-Region Environmental Input-Output Analysis with Limited Data", *Ecological Economics* 66:4, páginas 662-673.
- McKibben, W.J., y Wilcoxon, P.J. (2004), "Climate Policy and Uncertainty: the Roles of Adaptation Versus Mitigation", Brookings Discussion Papers in *International Economics* 161.
- McKinsey (2009), *Pathways to a low-carbon economy*, McKinsey & Company, Nueva York, NY.
- McMichael, A.J., Campbell-Lendrum, D., Kovats, S., Edwards, S., Wilkinson, P., Wilson, T., Nicolls, R., Hales, S., Tanser, F., Le Sueur, D., Schlesinger, M. y Andronova, N. (2004), "Global climate change" en Ezzati, M., Lopez, A.D., Rodgers, A. y Murray, C.J.L., *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease due to Selected Risk Factors*, Organización Mundial de la Salud, Ginebra.
- Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W.D., Friedlingstein, P., Gaye, A.T., Gregory, J.M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J.M., Noda, A., Raper, S.C.B., Watterson, I.G., Weaver A.J. y Zhao, Z.-C. (2007), "Global Climate Projections", en Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor M. y Miller H.L. (comp.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.
- Meidinger, E. (1985), "On Explaining the Development of 'Emissions Trading' in U.S. Air Pollution Regulation", *Law & Policy* 7:4, páginas 457-489.
- Mendelsohn, R., Morrison, W., Schlesinger, M.E. y Andronova, N.G. (2000), "Country-specific market impacts of climate change", *Climatic Change* 45, páginas 553-569.
- Menne, B. y Ebi, K.L. (comp.) (2006), *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*, Steinkopff Verlag Darmstadt.
- Metcalf, J.S. (1995), "Technology systems and technology policy in an evolutionary framework". *Cambridge Journal of Economics* 19:1, páginas 25-46.
- Meyer-Ohlendorf, N. y Gerstetter, C. (2009), "Trade and Climate Change. Triggers or Barriers for Climate Friendly Technology Transfer and Development?", *Dialogue on Globalization, Occasional Papers* 41, 42 páginas.
- Meyers, S., McMahon, J. y McNeil, M. (2005), "Realized and Prospective Impacts of US Energy Efficiency Standards for Residential Appliances", 2004 Update, *Lawrence Berkeley National Laboratory* 56417, Environmental Energy Technologies Division, 39 páginas.
- Mimura, N., Nurse, L., McLean, R.F., Agard, J., Briguglio, L., Lefale, P., Payet, R. y Sem, G. (2007), "Small islands", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 687-716.
- Missfeldt, F. y Hauff, J. (2004), "The role of economic instruments", en Owen, A.D. y Hanlex, N. (comp.), *The Economics of Climate Change*, Routledge, Nueva York, NY, páginas 115-146.
- Moltke A. von, McKee, C. (comp.) (2004), *Energy Subsidies: Lessons Learned in Assessing their Impact and Designing Policy Reforms*, Greenleaf Publishing, Sheffield, 175 páginas.
- Moomaw, W.R. y Unruh, G.C. (1997), "Are Environmental Kuznets Curves Misleading Us? The Case of CO₂ Emissions", *Environment and Development Economics* 2:4, páginas 451-463.
- Morgan, T. (2007), *Energy Subsidies. Their Magnitude, How they Affect Energy Investment and Greenhouse Gas Emissions, and Prospects for Reform*, Informe para la Secretaría de la CMNUCC, 25 páginas.
- Morgenstern, R.D., Aldy, J.E., Hernsadt, E.M., Ho, M. y Pizer, W.A. (2007), "Competitiveness Impacts of Carbon Dioxide Pricing Policies on Manufacturing", en Kopp, R.J. y Pizer, W.A., *Assessing U.S. Climate Policy Options. A report summarizing work at RFF as part of the inter-industry U.S. Climate Policy Forum*, Resources for the Future, 203 páginas.
- Mote, T.L. (2007), "Greenland surface melt trends 1973 - 2007: Evidence of a large increase in 2007", *Geophysical Research Letters* 34, L22507.
- Muller, G. y Hoerner, A. (1997), *Using A Border Adjustment To Take The Lead On Climate Change Without Encouraging Runaway Shops*.

Mytelka, L. (2007), "Technology Transfer Issues in Environmental Goods and Services. An illustrative Analysis of Sectors Relevant to Air-pollution and renewable Energy", *ICTSD Trade and Environment Series Issue Paper 6*, International Centre for Trade and Sustainable Development, Ginebra. Disponible en <http://ictsd.net/downloads/2008/04/2007-04-lmytelka.pdf>. (22/7-08).

Naciones Unidas (1997), *Glosario de Estadísticas del Medio Ambiente*, Estudios de métodos, Serie F, N° 67, Nueva York.

NASA (National Aeronautics and Space Administration) (2007), *Record Arctic Sea Ice Loss in 2007*. Disponible en: http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/Images/arctic_ams_2007259.jpg.

Neelin, J.D., Münnich, M., Su, H., Meyerson, J.E. y Holloway, C.E. (2006), Tropical drying trends in global warming models and observations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 103, páginas 6110-6115.

Newell, R.G. y Wilson, N.E. (2005), "Technology Prizes for Climate Change Mitigation", *Resources for the Future (RFF), Discussion Paper* 05-33, 46 páginas.

Newman, J. (2005), *Policies to Reduce Greenhouse Gas Emissions in Industry: Implications for Steel*, OCDE, SG/STEEL (2005) 2, 27 páginas.

Ngheim, S.V., Rigor, I.G., Perovich, D.K., Clemente-Colón, P., Weatherly, J.W. y Neumann, G. (2007), "Rapid Reduction of Arctic Perennial Sea Ice", *Geophysical Research Letters* 34.

Nicholls, R.J., Wong, P.P., Burkett, V.R., Codignotto, J.O., Hay, J.E., McLean, R.F., Ragoonaden, S. y Woodroffe, C.D. (2007), "Coastal systems and low-lying areas", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 315-356.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2007), *Climate of 2007 - in historical perspective*, Informe anual, National Climatic Data Center, NOAA. Disponible en www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/2007/ann/ann07.html.

Nordhaus, W.D. (1997), *Climate Allowances Protocol (CAP): Comparación of Alternative Global Tradeable Emissions Regimes*, Monografía presentada en el NBER/Yale Workshop on International Environmental Economics, Snowmass, CO.

NOVA Science in the News (2009), *Glossary. Enhanced Greenhouse Effect - A Hot International Topic*, Australian Academy of Science. Disponible en www.science.org.au/nova/016/016glo.htm.

Nyong, A. (2008), "Climate Change Impacts in the Developing World: Implications for Sustainable Development", capítulo de próxima aparición en *Development in the Balance: How Will the World's Poor Cope with Climate Change?* Brookings Institution Press, Washington, D.C.

OCDE (1997), *Eco-labelling: Actual Effects of Selected Programs*, OCDE/GD(97)105, 81 páginas.

OCDE (1999), *The Environmental Goods and Services Industry: Manual for Data Collection and Analysis*, OCDE, París.

OCDE (2001a), *Environmental Effects of Liberalizing Fossil Fuels Trade: Results from the OCDE Green Model*, COM/TD/ENV(2000)38/FINAL, 35 páginas.

OCDE (2001b), *Environmental Goods and Services. The Benefits of further global trade liberalization*, París: OCDE, París, 114 páginas.

OCDE (2001c), *Environmentally Related Taxes in OECD Countries, Issues and Strategies*, OCDE, París, 142 páginas.

OCDE (2004), *Current International Shipping Market Trends - Community Maritime Policy and Legislative Initiatives*, documento presentado en el seminario de la OCDE sobre transporte marítimo, OCDE, París.

OCDE (2005), *Trade that Benefits the Environment and Development: Opening Markets for Environmental Goods and Services*, OCDE, París.

OCDE (2006a), *Decoupling the Environmental Impacts of Transport from Economic Growth*, OCDE, París.

OCDE (2006b), *The Political Economy of Environmentally related Taxes*, OCDE, París, 199 páginas.

OCDE (2008a), *Climate Change Mitigation: What do we do?* OCDE, París.

OCDE (2008b), *OCDE Environmental Outlook to 2030*, OCDE, París, 517 páginas.

OCDE (2008c), *Promoting Sustainable Consumption: Good practices in OCDE countries*, 59 páginas.

OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (1994), *Methodologies for Trade and Environmental Reviews*, OCDE, París.

OCDE-IEA (1997), *Questions and answers on emission trading among Annex I countries*, Documento de información, 15 páginas.

OMC (1997), *Cargas e impuestos aplicados con fines ambientales - Ajustes fiscales en frontera*, WT/CTE/W/47, 24 páginas.

OMC (1999), *Guide to the Uruguay Round Agreements*, Kluwer Law International, La Haya, Londres, Boston, Secretaría de la OMC, 285 páginas.

OMC (2002), *Prácticas de solución de diferencias del GATT/OMC en relación con los apartados b), d) y g) del artículo XX del GATT*, WT/CTE/W/203, Nota de la Secretaría, 48 páginas.

OMC (2006), *Manual del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio*, Secretaría de la OMC, 187 páginas.

OMC (2007), *Lista de exámenes medioambientales*, WT/CTE/W/245, Nota de la Secretaría, 21 páginas.

OMC (2008a), *Base de datos sobre medio ambiente para 2005*, WT/CTE/EDB/5, Nota de la Secretaría, 97 páginas.

OMC (2008b), *Estadísticas del Comercio Internacional 2008*, OMC, Ginebra, 255 páginas.

OMC (2008c), *Informe sobre el Comercio Mundial 2008: El comercio en un mundo en proceso de globalización*, OMC, Ginebra, 178 páginas.

OMC (Organización Mundial del Comercio) (1995), *Historia de la negociación del alcance del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al*

Comercio en lo que respecta a los requisitos de etiquetado, las normas de aplicación voluntaria y los procesos y métodos de producción no relacionados con las características de los productos, G/TBT/W/11, Nota de la Secretaría, 54 páginas.

OMI (2008) *Prevention of Air Pollution from Ships: Updated 2000 Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships*, Phase 1 Report. MEPC 58/INF.6. Organización Marítima Internacional, Londres.

OMI (Organización Marítima Internacional) (2007) *International Shipping and World Trade: Facts and Figures*. Disponible en www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp?data_id%3D23754/InternationalShippingandWorldTrade-factsandfigures.pdf.

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2000), "Vegetation Fires", *Fact Sheet N° 254*, 3 páginas. Disponible en www.who.int/mediacentre/factsheets/fs254/en/index.html.

OSACT (Órgano Subsidiario de asesoramiento científico y tecnológico) (2007), *Informe de síntesis sobre las tecnologías para la adaptación señaladas en las comunicaciones de las Partes y organizaciones pertinentes*, Oficina de las Naciones Unidas en Ginebra. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbsta/eng/06.pdf>.

Pacala, S. y Socolow, R. (2004), "Stabilization wedges: Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies", en *Science* 305:5686, páginas 968-972. Material de apoyo disponible en línea en <http://carbonsequestration.us/Papers-presentations/html/Pacala-Socolow-ScienceMag-Aug2004.pdf>.

Pachauri, R. (2007), *Conference of the Parties to the UNFCCC serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (COP/MOP), Opening Ceremony 12 December 2007 - OMM/PNUMA* Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, Sr. Rajendra Pachauri, Presidente (presentación vídeo). Disponible en www.un.org/webcast/unfccc/2007/index.asp?go=09071212.

Parker, L. (2008), "Carbon leakage" and Trade: *Issues and Approaches*, Congressional Research Service, Report R40100, 40 páginas.

Parlamento Europeo (2008a), "Resolución legislativa del Parlamento Europeo de 17 de diciembre de 2008 sobre la propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero."

Parlamento Europeo (2008b), "Posición del Parlamento Europeo adoptada en primera lectura el 17 de diciembre de 2008 con vistas a la adopción del Reglamento (CE) N° ../2009 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen normas relativas a las emisiones de los nuevos coches de pasajeros como parte del enfoque comunitario integrado para reducir las emisiones de CO₂ de los vehículos ligeros."

Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., y coautores (2007), "Technical Summary" en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 23-78.

Pauwelyn, J. (2007), *US Federal Climate Policy and competitiveness Concerns: The Limits and Options of International Trade Law*, Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University, Working Paper, 44 páginas.

Peretto, P.F. (2003), "Endogenous Market Structure and the Growth and Welfare Effects of Economic Integration", *Journal of International Economics* 60:1, páginas 177-201.

Perkins, R. (2003), "Environmental leapfrogging in developing countries: A critical assessment and reconstruction", *Natural Resources Forum* 27:3, páginas 177-188.

Peters, G.P. y Hertwich, E.G. (2008a), "CO₂ Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy", *Environmental Science & Technology* 42:5, páginas 1401-1407.

Peters, G.P. y Hertwich, E.G. (2008b), "Post-Kyoto Greenhouse Gas Inventories: Production Versus Consumption" *Climatic Change* 86, páginas 51-66.

Petersen, S. (2007), "Greenhouse gas mitigation in developing countries through technology transfer: a survey of empirical evidence", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 13:3, páginas 282-305.

Peterson, S. (2003), *Monitoring, Accounting and Enforcement in Emission Trading Regimes*, OCDE, CCNM/GF/SD/ENV(2003)5/FINAL, 21 páginas.

Philibert, C. (2003), *Technology, Innovation, Development and Diffusion*, Documento de información de la OCDE y la IEA, COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2003)4, 48 páginas.

Philibert, C. (2006a), *Barriers to Technology Diffusion: The Case of Solar Thermal Technologies*, OECD/IEA, COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2006)9, 28 páginas.

Philibert, C. (2006b), *Certainty versus Ambition, Economic Efficiency in Mitigating Climate Change*, AIE/OECD, Report Number LTO/2006/03, 39 páginas.

Philibert, C. y Reinaud, J. (2004), *Emissions Trading: Taking stock and looking forward*, OCDE-IEA, COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2004)/3, 44 páginas.

Pielke Jr, R., Wigley, T. y Green, C. (2008), "Dangerous assumptions", *Nature* 452, páginas 531-532.

Pitschas, C. (1995), "GATT/WTO Rules for Border Tax Adjustments and the Proposed European Directive Introducing a Tax on Carbon Dioxide Emissions and Energy", *Georgia Journal of International and Comparative Law* 24, páginas 479-500.

Pizer, W. (1999), "Choosing price or quantity controls for greenhouse gases", *Resources for the Future, Climate Issues Brief* 17, 12 páginas.

Pizer, W.A. (2007), "Scope and Point of Regulation for Pricing Policies to Reduce Fossil-Fuel CO₂ Emissions", en Kopp, R.J. y Pizer, W.A., *Assessing U.S. Climate Policy options. A report summarizing work at RFF as part of the inter-industry U.S. Climate Policy Forum*, 203 páginas.

Planistat-Luxembourg (2002), *Sustainable Impact Assessment (SIA) of the Trade Aspects of Negotiations for an Association Agreement between the European Communities and Chile*. Disponible en http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2006/september/tradoc_112388.pdf.

PNUMA (2002), *An emerging market for the environment: A guide to Emission Trading*, 40 páginas.

PNUMA (2007a), *Global Outlook for Snow and Ice*, Compilación y producción a cargo de PNUMA/GRID-Arendal. Disponible en www.unep.org/geo/geo_ice/.

PNUMA (2007b), *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial - GEO4: medio ambiente para el desarrollo*, PNUMA, Nueva York y Ginebra, 540 páginas.

PNUMA (2008), *Reforming Energy Subsidies, Opportunities to Contribute to the Climate Change Agenda*, 32 páginas.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2001), *Reference Manual for the Integrated Assessment of Trade-Related Policies*, PNUMA, Nueva York y Ginebra.

PNUMA/GRID-Arendal (2008), *Atmospheric concentrations of carbon dioxide (CO₂) - Mauna Loa or Keeling curve*. Disponible en <http://maps.grida.no/go/graphic/atmospheric-concentrations-of-carbon-dioxide-co2-mauna-loa-or-keeling-curve> y basado en datos del NOAA Earth System Research Laboratory, consultado el 8 de noviembre de 2007 en www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/co2_data_mlo.html.

PNUMA-UNCTAD (2002), *An emerging market for the environment: a Guide to emissions trading*, 40 páginas.

Popp, D. (2006), "R&D Subsidies and Climate Policy: Is there a 'Free Lunch'?", *Climatic Change* 77:3-4, páginas 311-341.

Porter, M. y van der Linde, C. (1995), "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, 9:4, páginas 97-118.

Ragwitz, M., Resch, G., Faber, T. y Huber, C. (2005), *Monitoring and evaluation of policy instruments to support renewable electricity in EU Member States*, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, 39 páginas.

Ragwitz, R. y Huber, C. (2005), *Feed-in systems in Germany and Spain, and a comparison*, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation research, 27 páginas.

Rahmstorf, S., Cazenave, A., Church, J., Hansen, J., Keeling, R., Parker, D. y Somerville, R. (2007), "Recent climate observations compared to projections", *Science* 316.

Ramanathan, K. (1994), "The polytrophic components of manufacturing technology", *Technological Forecasting and Social Change* 46:3, páginas 221-258.

Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quéré, C. y Field, C.B. (2007), Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104:24, páginas 10288-10293.

Reddy, N.M. y Zhao, L. (1990), "International technology transfer: A review." *Research Policy* 19:4, páginas 285-307.

Reilly, J. y Hohmann, N. (1993), "Climate Change and Agriculture: The Role of International Trade", *American Economic Review Papers and Proceedings* 83:2, páginas 306-323.

Reinaud, J. (2005), *Industrial competitiveness under the European Union Emissions Trading Scheme*, IEA Information Paper, 91 páginas.

Reinaud, J. (2008a), *Climate Policy and Carbon Leakage, Impacts of the European Emissions Trading Scheme on Aluminium*, IEA Information Paper, OCDE/IEA, 43 páginas.

Reinaud, J. (2008b), *Issues behind Competitiveness and Carbon Leakages, Focus on Heavy Industry*, IEA Information Paper, OCDE/IEA, 120 páginas.

Reinaud, J. y Philibert, C. (2007), *Emissions trading: trends and prospects*, OCDE/IEA, 42 páginas.

Representante de los Estados Unidos para las Cuestiones Comerciales (2000), Guidelines for implementation of Executive Ordwer 13141: Environmental Review of Trade Agreements. www.ustr.gov/sites/default/files/guidelines%20for%2013141.pdf

Rich, D. (2004), "Climate Change, Carbon Taxes and International trade: An Analysis of the Emerging Conflict between the Kyoto Protocol and the WTO", *Environmental Economics and Policy, Globalization and the Natural Environment, Course 131*, Berkley Institute of the Environment, 14 páginas.

Richels, R.G., Tol, R.S.J. y Yohe, G.W. (2008), "Future scenarios for emissions need continual adjustment." *Nature* 453, página 155.

Rip, A. y Kemp, R. (1998), "Technological Change", en Rayner, S. y Malone, E.L. (comp.), *Human Choice and Climate Change* 2, Resources and Technology, Batelle Press, Wáshington D.C., páginas 327-400.

Rivera-Batiz, L.A. y Romer, P. (1991), "Economic Integration and Endogenous Growth", *Quarterly Journal of Economics* 106:2, páginas 531-555.

Roberts, J.T. y Grimes, P.E. (1997), "Carbon Intensity and Economic Development 1962-91: A Brief Exploration of the Environmental Kuznets Curve", *World Development* 25, 2: páginas 191-198.

Rodríguez, F. y Rodrik, D. (1999), "Trade Policy and Economic Growth: A Skeptic's Guide to the Cross-National Evidence", *NBER Working Paper* 7081, NBER, Cambridge, MA.

Rogner, H.-H., Zhou, D., Bradley, R., Crabbé, P., Edenhofer, O., Hare, B. (Australia), Kuijpers, L. y Yamaguchi, M. (2007), "Introduction", en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., y Meyer L.A. (comp.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.

Romer, P. (1986), "Increasing Returns and Long Run Growth", *Journal of Political Economy* 94, páginas 1002-1037.

Romer, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy* 98, S71-S102.

Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.

Rosenzweig, C., Casassa, G., Karoly, D.J., Imeson, A., Liu, C., Menzel, A., Rawlins, S., Root, T.L., Seguin, B. y Tryjanowski P. (2007), "Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems", en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 79-131.

Rosenzweig, C., Karoly, D., Vicarelli M., Neofotis, P., Qigang Wu, Casassa, G., Menzel, A., Root, T.L., Estrella, N., Seguin, B., Tryjanowski, P., Chunzhen Liu, Rawlins, S. e Imeson, A. (2008), "Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change", *Nature* 453, páginas 353-357.

- Rosenzweig, C., Parry, M., Frohberg, K. y Fischer, G. (1993), *Climate Change and World Food Supply*, Oxford: Environmental Change Unit, University of Oxford.
- Rounsevell, M.D.A., Reginster, I., Araújo, M.B., Carter, T.R., Dendoncker, N., Ewert, F., House, J.I., Kankaanpää, S., Leemans, R., Metzger, M.J., Schmit, C., Smith, P. y Tuck, G. (2006), "A coherent set of future land use change scenarios for Europe", *Agriculture Ecosystems and Environment* 114, páginas 57-68.
- Rowell, D.P. y Jones, R.G. (2006), Causes and uncertainty of future summer drying over Europe, *Climate Dynamics* 27, páginas 281-299.
- Sachs, J.D. y Warner, A. (1995), "Economic Reform and the Process of Global Integration", *Brookings Papers on Economic Activity* 1995:1, páginas 1-95.
- Saddler H., Muller, F. y Cuevas, C. (2006), "Competitiveness and Carbon Pricing. Border adjustments for greenhouse policies", *The Australia Institute, Discussion Paper* 86, 53 páginas.
- Sagafi-Nejad, T. (1991), "International Technology Transfer Literature: Advances in theory, empirical research, and policy", en Robinson, R.D., *The International Communication of Technology: A Book of Readings*, Taylor and Francis, Oxford.
- Sanchez-Choliz, J. y Duarte, R. (2004), "CO₂ Emissions Embodied in International Trade: Evidence for Spain", *Energy Policy* 32:18, páginas 1999-2005.
- Saunders, S. y Schneider, K. (2000), *Removing Energy Subsidies in Developing and Transition Economies*, ABARE, Documento de conferencia presentado en la 23rd Annual IAEE International Conference, Sydney, 21 páginas.
- Schumpeter, J.A. (1934), *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press.
- Schuster, U. y Watson, A.J. (2007), "A variable and decreasing sink for atmospheric CO₂ in the North Atlantic", *Journal of Geophysical Research* 112, C11006.
- Sewell, W.R.D. (1969), "Review of Pollution, Property & Prices: An Essay in Policy-Making and Economics by J.H. Dales", *Canadian Journal of Political Science* 2:3, páginas 386-387.
- Shafik, N. (1994) "Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis", *Oxford Economic Papers* 46, páginas 757-773.
- Sharif, M.N. (1994), "Integrating business and technology strategies in developing countries." *Technological Forecasting and Social Change* 45:2, páginas 151-167.
- Shui, B. y Harriss, R.C. (2006), "The Role of CO₂ Embodiment in US-China Trade", *Energy Policy* 34:18, páginas 4063-4068.
- SIA-EMFTA Consortium Unión Europea, Impact Assessment Study of the EuroMediterranean Free Trade Area) (2007), *Sustainability Impact Assessment of the Euro-Mediterranean Free Trade Area*. Disponible en http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2006/november/tradoc_131340.pdf.
- Sijm, J.P.M. (2002), *The performance of feed-in-tariffs to promote renewable electricity in European countries*, Energy Research Centre of the Netherlands (ECN-C-02-083), 18 páginas.
- Sijm, J.P.M., Kuik, O.J., Patel, M., Oikonomou, V., Worrell, E., Lako, P., Annevelink, E., Nabuurs, G.J. y Elbersen, H.W. (2004), *Spillovers of Climate Policy: An Assessment of the Incidence of Carbon Leakage and Induced Technological Change due to CO₂ Abatement Measures*, ECN, Bilthoven.
- Sindico, F. (2008), "The EU and Carbon Leakage: How to Reconcile Border Adjustments with the WTO?", *European Energy and Environmental Law Review* 17:6, páginas 328-340.
- Sinner, J. (2002), *Addressing Competitiveness Impacts of Climate Change Policies*, Informe del Ministerio de Desarrollo Económico de Nueva Zelanda, 37 páginas.
- Smit, B. y Wandel, J. (2006), "Adaptation, adaptive capacity and vulnerability", *Global Environmental Change* 16, páginas 282-292.
- Smith, J.U., Smith, P., Wattenbach, M., Zachle, S., Hiederer, R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Rounsevell, M.D.A., Reginster, I. y Ewert, F. (2005), "Projected changes in mineral soil carbon of European croplands and grasslands, 1990-2080", *Global Change Biology* 11, páginas 2141-2152.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O. (2007), "Agriculture", en Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., y Meyer L.A. (comp.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.
- Snapé, J. y Souza, J. de (2006), *Environmental taxation law. Policy, contexts and practice*, Ashgate, 648 páginas.
- Soksod, S. y Suwicharcherdchoo, P. (2006), *Rescaling the Energy Label N° 5: 2006 version in Thailand*, Appliances Efficiency Improvement Project, Demand Side Implementation Division, EGAT, 5 páginas. Disponible en <http://e-nett.sut.ac.th/pdf/%5CENETT49-139.pdf>.
- Solow, R.M. (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics* 70:1, páginas 65-94.
- Steenblik, R. (2005), "Liberalisation of Trade in Renewable-Energy Products and Associated Goods: Charcoal, Solar Photovoltaic Systems, and Wind Pumps and Turbines", *OECD Trade and Environment, Working Paper* 7, 40 páginas.
- Steenblik, R. (2006), "Liberalisation of Trade in Renewable-Energy Products and Associated Goods: Biodiesel, Solar Thermal and Geothermal Energy", *Working Paper* 1, OECD Trade and Environment, 26 páginas.
- Steenblik, R. (2007), *Biofuels - At What Cost? Government support for ethanol and biodiesel in selected OCDE countries. A synthesis of reports addressing subsidies for biofuels in Australia, Canada, the European Union, Switzerland and the United States*, The Global Subsidies Initiative (GSI) of the International Institute for Sustainable Development (IISD), 72 páginas.
- Steenblik, R. y Matsuoka, T. (2008), *Facilitating trade in selected climate change-mitigation technologies in the electricity generation and heavy-industry sectors*, COM/TAD/ENV/JWPTE(2008)28, 79 páginas.
- Stefano, C. (2008), "Assessing the EU-ETS Effectiveness in Reaching the Kyoto Target: An Analysis of the Cap Stringency", *Rotterdam Institute of Law and Economics, Working Paper Series* 2008/14, 32 páginas.
- Stephens, G.L. (2005), Cloud feedbacks in the climate system: a critical review, *Journal of Climate* 18, páginas 237-273.

- Stern, N. (2006), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press, Cambridge, 308 páginas.
- Stiglitz, J.E. (2006), "A New Agenda for Global Warming", *Economists' Voice*, Berkeley Electronic Press.
- Stiglitz, J.E. (2007), *Making Globalization Work*, Penguin Books, 384 páginas.
- Stokey, N.L. (1998), "Are there Limits to Growth?" *International Economic Review* 39:1, páginas 1-31.
- Suri, V. y Chapman, D. (1998), "Economic Growth, Trade and Energy: Implications For the Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics* 25:2, páginas 195-208.
- Tanaka, K. (2008), *Assessing Measures of Energy Efficiency Performance and Their Application in Industry*, IEA Information Paper, OECD/IEA, 40 páginas.
- Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., de Siqueira, M.F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., Jaarsveld, A.S. van, Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Townsend Peterson, A., Phillips, O.L. y Williams, S.E. (2004), "Extinction risk from climate change", *Nature* 427, páginas 145-147.
- Thompson, L.G., Mosley-Thompson, E., Davis, M.E., Henderson, K.A., Brecher, H.H., Zagorodnov, V.V., Mashiotta, T.A., Lin P.N., Mikhaleenko, V.N., Hardy, D.R., y Beer, J. (2002), "Kilimanjaro ice core records: evidence of Holocene change in tropical Africa", *Science* 298, páginas 589-593.
- Thorne, S. (2008), "Towards a framework of clean energy technology receptivity." *Energy Policy* 36:8, páginas 2831-2838.
- Thuiller, W., Broennimann, O., Hughes, G., Alkemade, J.R.M., Midgley, G.F. y Corsi, F. (2006), "Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions", *Global Change Biology* 12, páginas 424-440.
- Tietenberg, T. (1998), "Tradable Permits and the Control of Air Pollution-Lessons from the United States", *Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung*, Sonderheft 9, páginas 11-31.
- Tietenberg, T. (2002), "Lessons from using transferable permits to control air pollution in the United States", en van den Bergh, C. J. M. (comp.), *Handbook of environmental and resource economics*, 1.328 páginas.
- Tietenberg, T. (2006), *Emissions Trading. Principles and Practice*, segunda edición, 230 páginas.
- Tol, R.S.J., Bohn, M., Downing, T.E., Guillerminet, M., Hiznyik, E., Kasperson, R., Lonsdale, K., Mays, C., Nicholls, R.J., Olsthoorn, A.A., Pfeifle, G., Poumadere, M., Toth, F.L., Vafeidis, N., van derWerff, P.E. y Yetkiner, I.H. (2006), "Adaptation to five metres of sea level rise", *Journal of Risk Research* 9:5, páginas 467-482.
- Tol, R.S.J. (2002), "Estimates of the damage costs of climate change. Part 1: benchmark estimates", *Environmental and Resource Economics* 21, páginas 47-73.
- Torras, M. y Boyce, J. (1998), "Income, Inequality and Pollution", *Ecological Economics* 25:2 páginas 147-160.
- Trenberth, K.E., Jones, P.D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B. y Zhai, P. (2007), "Observations: Surface and Atmospheric Climate Change", en Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor M. y Miller H.L. (comp.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, NY.
- Tsigas, M.E., Friswold, G.B. y Kuhn, B. (1997), "Global Climate Change and Agriculture" en Hertel, T.W. (comp.), *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*, Cambridge University Press, Nueva York.
- Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A. y Schiller, A. (2003), "A framework for vulnerability analysis in sustainability science", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100, páginas 8074-8079.
- UNCTAD (2007b) *UNCTAD Transport Newsletter* 38, UNCTAD, Ginebra.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) (2007a) *El Transporte Marítimo en 2007*, UNCTAD, Ginebra.
- Universidad de Manchester (2007) Update of the Overall Preliminary Trade SIA EU-MERCOSUR Final Report. Manuscrito inédito. http://www.sia-trade.org/mercotur/phase1/OVERALL_FINAL_REVISIEDNOVEMBER.pdf.
- US Committee on Energy and Commerce (2008), *Climate Change Legislation Design White Paper: Competitiveness Concerns/Engaging Developing Countries*, 16 páginas.
- US Committee on Energy and Commerce (Comité de Energía y Comercio de los Estados Unidos) (2007), *Climate Change Legislation Design White Paper: Scope of a Cap-and-Trade Program*, 22 páginas.
- US Environmental Protection Agency (2003), *Tools of the Trade: A Guide to Designing and Operating a Cap and Trade Programme for Pollution Control*, EPA-W430-B-03-002, 78 páginas.
- US Environmental Protection Agency (2007), *Inventory of U.S. Greenhouse gas Emissions and Sinks: 1990-2005, Annex 2: Methodology and Data for Estimating CO₂ Emissions from Fossil Fuel Combustion*, EPA-430-R-07-002, 393 páginas.
- US Environmental Protection Agency (Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos) (2001), *The United States Experience with Economic Incentives for Protecting the Environment*, EPA-240-R-01-001, 230 páginas.
- Valverde, L.J. y Andrews, M.W. (2006), *Global Climate Change and Extreme Weather: An Exploration of Scientific Uncertainty and the Economics of Insurance*, Insurance Information Institute, Nueva York, 51 páginas.
- Velders, G.J.M., Andersen, S.O., Daniel, J.S., Fahey, D.W. y McFarland, M. (2007a), "Climate Benefits of an Accelerated HCFC Phase-out: Addendum", en Kaniaru, D. (comp.), *The Montreal Protocol: Celebrating 20 Years of Environmental Progress: Ozone Layer and Climate*, PNUMA/Earthprint, Londres, 359 páginas.
- Velders, G.J.M., Andersen, S.O., Daniel, J.S., Fahey, D.W. y McFarland, M. (2007b), "The importance of the Montreal

Protocol in Protecting Climate”, *Proceedings of the National Academy of Science of the USA* 104:12, páginas 4814-4819.

Verburg, R., Woljer, G., Tabeau, A., Eickhout, B. y Stehfest, E. (2008), *Agricultural Trade Liberalisation and Greenhouse Gas Emissions: A simulation Study Using the GTAP-IMAGE Modelling Framework*, LEI, La Haya.

Verrill, C.O. Jr. (2008), “Maximum, Carbon Intensity Limitations and the Agreement on Technical Barriers to Trade”, *Carbon and Climate Law Review* 1/2008, páginas 43-53.

Voigt, C. (2008), “WTO Law and International Emissions Trading: Is there Potential for Conflict?”, *Carbon and Climate Law Review* 1, páginas 54-66.

Waide, P. y Bernasconi-Osterwalder, N. (2008), *Standards, Labelling and Certification*, Trade and Climate Change Seminar, 18-20 June 2008, Copenhagen, GMF/IISD, Background Paper, 11 páginas.

Webb, M.J., Senior, C.A., Sexton, D.M.H., Ingram, W.J., Williams, K.D., Ringer, M.A., McAvaney, B.J., Colman, R., Soden, B.J., Gudgel, R., Knutson, T., Emori, S., Ogura, T., Tsushima, Y., Andronova, N., Li, B., Musat, I., Bony, S. y Taylor, K.E. (2006), “On the contribution of local feedback mechanisms to the range of climate sensitivity in two GCM ensembles”, *Climate Dynamics* 27, páginas 17-38.

Weber, C.L., Peters, G.P., Guan, D. y Hubacek, K. (2008), “The Contribution of Chinese Exports to Climate Change”, *Energy Policy* 36, páginas 3572-3577.

WEC (Consejo Mundial de la Energía) (2008), *Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation*, 117 páginas.

Wellington, F., Bradley, R., Childs Staley, B., Rigdon, C. y Pershing, J. (2007), *Scaling Up: Global Technology Deployment to Stabilize Emissions*, World Resources Institute, 20 páginas.

Werksman, J. (1999), “Greenhouse Gas Emissions Trading and the WTO”, *Review of European Community and International Environmental Law* 8:3, páginas 251-264.

Wiedmann, T., Wood, R., Lenzen, M., Minx, J., Guan, D. y Barrett, J. (2007), *Development of an Embedded Carbon Emissions Indicator - Producing a Time Series of Input-Output Tables and Embedded Carbon Dioxide Emissions for the United Kingdom by Using a MRIO Data Optimisation System*, Report to the United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs by Stockholm Environment Institute at the University of York and Centre for Integrated Sustainability Analysis at the University.

Wiel, S. y McMahon, J. (2003), “Governments should implement energy-efficiency standards and labels - cautiously”, *Energy Policy* 31, páginas 1403-1415.

Wiel, S. y McMahon, J.E. (2005), *Energy Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment, and Lighting*, Collaborative Labeling and Appliance Standards Program, Washington, D.C., 300 páginas.

Wilbanks, T.J. y Sathaye, J. (2003), “Integrating mitigation and adaptation as possible responses to global climate change”, *Environment* 45:5, páginas 28-38.

Wilbanks, T.J., Leiby, P., Perlack, R., Ensminger, T.J. y Wright, S.B. (2007b), *Toward an integrated analysis of mitigation and*

adaptation: some preliminary findings, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12, páginas 713-725.

Wilbanks, T.J., Romero Lankao, P., Bao, M., Berkhout, F., Cairncross, S., Ceron, J.-P., Kapshe, M., Muir-Wood R. y Zapata-Martí, R. (2007a), “Industry, settlement and society”, en Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J., y Hanson, C.E. (comp), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 357-390.

Wilkins, G. (2002), *Technology Transfer for Renewable Energy. Overcoming barriers in Developing Countries*, The Royal Institute of International Affairs, Earthscan Publications, Londres, 237 páginas.

Willis, J.K., Roemmich, D. y Cornuelle, B. (2004), “Interannual variability in upper-ocean heat content, temperature and thermosteric expansion on global scales”, *Journal of Geophysical Research* 109, C12036.

Winters Lynch, J. (1994), *Determinants of Effectiveness for Environmental Certification and Labelling Programs*, US EPA, Washington D.C., 98 páginas.

Wood, A. (1999) “Openness and Wage Inequality in Developing Countries: The Latin American Challenge to East Asian Conventional Wisdom” in Baldwin, R., Cohen, D., Sapir, A. y Venables, A. (comp.), *Market Integration, Regionalism the Global Economy*, Cambridge University Press, Cambridge, Nueva York y Melbourne, páginas 153-81.

Worrell, E., Berkel, R.V., Fengqi, Z., Menke, C., Schaeffer, R. y Williams, R.O. (2001), “Technology transfer of energy efficient technologies in industry: a review of trends and policy issues.” *Energy Policy* 29:1, páginas 29-43.

WRI (Instituto de Recursos Mundiales) (2009), *Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0*. Washington D.C. Disponible en <http://cait.wri.org/>.

Xu, B. y Wang, J. (1999), “Capital Goods Trade and R&D Spillovers in the OCDE”, *Canadian Journal of Economics* 32, páginas 1258-1274.

Xu, X. (2000), “International Trade and environmental regulation: time series evidence and cross section test”, *Environmental and Resource Economics* 17:3, páginas 233-257.

Yohe, G. y Tol, R.S.J. (2002), “Indicators for social and economic coping capacity - moving toward a working definition of adaptive capacity”, *Global Environmental Change* 12, páginas 25-40.

Zhang, Z. (1998), “Greenhouse Gas Emissions Trading and the World Trading System”, *Journal of World Trade* 32:5, páginas 219-239.

Zhang, Z. y Assunção, L. (2004), “Domestic Climate Policies and the WTO”, *The World Economy* 27:3, páginas 359-386.

Zhang, Z. y Baranzini A. (2004), “What do we know about carbon taxes? An inquiry into their impacts on competitiveness and distribution of income”, *Energy Policy* 32, páginas 507-518.

El GATT y la jurisprudencia de la OMC

GATT Informe del Grupo Especial, *Canadá - Medidas que afectan a las exportaciones de arenque y salmón sin elaborar* ("Canadá - Salmón y arenque"), L/6268, adoptado el 22 de marzo de 1988, BISD 35S/98.

GATT, Informe del Grupo Especial, *Japón - Derechos de aduana, impuestos y prácticas de etiquetado respecto de los vinos y bebidas alcohólicas importados* ("Japón - Bebidas alcohólicas I"), L/6216, adoptado el 10 de noviembre de 1987, BISD 34S/83.

GATT Informe del Grupo de Expertos, *Derechos antidumping suecos* ("Suecia - Derechos antidumping"), L/328, adoptado el 26 de febrero de 1955, BISD 3S/81.

GATT Informe del Grupo Especial, *Tailandia - Restricciones a la importación de cigarrillos e impuestos internos sobre los cigarrillos* ("Tailandia - Cigarrillos"), DS10/R, adoptado el 7 de noviembre de 1990, BISD 37S/200.

GATT Informe del Grupo Especial, *Estados Unidos - Prohibición de las importaciones de atún y productos de atún del Canadá* ("Estados Unidos - Atún del Canadá"), L/5198, adoptado el 22 de febrero de 1982, BISD 29S/91.

GATT Informe del Grupo de Expertos, *Legislación fiscal de los Estados Unidos (DISC)* ("Estados Unidos - DISC"), L/4422, adoptado el 7 de diciembre de 1981, BISD 23S/98.

GATT Informe del Grupo Especial, *Estados Unidos - Impuestos sobre el petróleo y sobre determinadas sustancias importadas* ("Estados Unidos - Superfund"), L/6175, adoptado el 17 de junio de 1987, BISD 34S/136.

GATT Informe del Grupo Especial, *Estados Unidos - Impuestos aplicados a los automóviles* ("Estados Unidos - Impuestos aplicados a los automóviles"), DS31/R, 11 de octubre de 1994, no adoptado.

GATT Informe del Grupo Especial, *Estados Unidos - Restricciones a la importación de atún* ("Estados Unidos - Atún (CEE)"), DS29/R, 16 de junio de 1994, no adoptado.

GATT Informe del Grupo Especial, *Estados Unidos - Restricciones a la importación de atún* ("Estados Unidos - Atún (México)"), DS21/R, 3 de septiembre de 1991, no adoptado, BISD 39S/155.

OMC Informe del Grupo Especial, *Argentina - Medidas que afectan a la exportación de pieles de bovino y a la importación de cueros acabados* ("Argentina - Pieles y cueros"), WT/DS155/R y Corr.1, adoptado el 16 de febrero de 2001, DSR 2001:V, 1779.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Brasil - Medidas que afectan al coco desecado* ("Brasil - Coco desecado"), WT/DS22/AB/R, adoptado el 20 de marzo de 1997, DSR 1997:I, 167.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Brasil - Medidas que afectan a las importaciones de neumáticos recauchutados* ("Brasil - Neumáticos recauchutados"), WT/DS332/AB/R, adoptado el 17 de diciembre de 2007.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Canadá - Medidas que afectan a la exportación de aeronaves civiles* ("Canadá - Aeronaves"), WT/DS70/AB/R, adoptado el 20 de agosto de 1999, DSR 1999:III, 1377.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Canadá - Determinadas medidas que afectan a las publicaciones* ("Canadá - Publicaciones"), WT/DS31/AB/R, adoptado el 30 de julio de 1997, DSR 1997:I, 449.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *China - Medidas que afectan a las importaciones de partes de automóviles* ("China - Partes de automóviles"), WT/DS339/AB/R, WT/DS340/AB/R, WT/DS342/AB/R, adoptado el 12 de enero de 2009.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Comunidades Europeas - Medidas que afectan al amianto y a los productos que contienen amianto* ("CE - Amianto"), WT/DS135/AB/R, adoptado el 5 de abril de 2001, DSR 2001:VII, 3243.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Comunidades Europeas - Denominación comercial de sardinas* ("CE - Sardinas"), WT/DS231/AB/R, adoptado el 23 de octubre de 2002, DSR 2002:VIII, 3359.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *India - Derechos adicionales y derechos adicionales suplementarios sobre las importaciones procedentes de los Estados Unidos* ("India - Derechos de importación adicionales"), WT/DS360/AB/R, adoptado el 17 de noviembre de 2008.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Japón - Impuestos sobre las bebidas alcohólicas* ("Japón - Bebidas alcohólicas II"), WT/DS8/AB/R, WT/DS10/AB/R, WT/DS11/AB/R, adoptado el 1º de noviembre de 1996, DSR 1996:I, 97.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Corea - Medidas que afectan a las importaciones de carne vacuna fresca, refrigerada y congelada* ("Corea - Diversas medidas que afectan a la carne vacuna"), WT/DS161/AB/R, WT/DS169/AB/R, adoptado el 10 de enero de 2001, DSR 2001:I, 5.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Derechos compensatorios sobre determinados productos planos de acero al carbono resistente a la corrosión procedentes de Alemania* ("Estados Unidos - Acero al carbono"), WT/DS213/AB/R y Corr.1, adoptado el 19 de diciembre de 2002, DSR 2002:IX, 3779.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Tratado fiscal aplicado a las "empresas de ventas en el extranjero" - Recurso de las Comunidades Europeas al párrafo 5 del artículo 21 del ESD* ("Estados Unidos - EVE (párrafo 5 del artículo 21 - CE)"), WT/DS108/AB/RW, adoptado el 29 de enero de 2002, DSR 2002:I, 55.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Pautas para la gasolina reformulada y convencional* ("Estados Unidos - Gasolina"), WT/DS2/AB/R, adoptado el 20 de mayo de 1996, DSR 1996:I, 3.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Prohibición de las importaciones de determinados camarones y productos del camarón* ("Estados Unidos - Camarones"), WT/DS58/AB/R, adoptado el 6 de noviembre de 1998, DSR 1998:VII, 2755.

OMC Informe del Órgano de Apelación, *Estados Unidos - Prohibición de las importaciones de determinados camarones y productos del camarón - Recurso de Malasia al párrafo 5 del artículo 21 del ESD* ("Estados Unidos - Camarones (párrafo 5 del artículo 21 - Malasia)"), WT/DS58/AB/RW, adoptado el 21 de noviembre de 2001, DSR 2001:XIII, 6481.

Abreviaturas y símbolos

AGCS	Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios
CCMA	Comité de Comercio y Medio Ambiente
CE	Comunidades Europeas
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ -eq	Dióxido de carbono equivalente
EU-ETS	Régimen comunitario de comercio de derechos de emisión
GATT	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
GEI	Gases de efecto invernadero
GtCO ₂ -eq	Gigatoneladas de CO ₂ equivalente
HCFC	hidroclorofluorocarbonos
HFC	Hidrofluorocarburos
I+D	Investigación y Desarrollo
IPCC	Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático
ISO	Organización Internacional de Normalización
MDL	Mecanismo de desarrollo limpio
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
N ₂ O	Oxido nitroso
OCDE	Organización de Cooperación y de Desarrollo Económicos
OMI	Organización Marítima Internacional
OTC	Obstáculos Técnicos al Comercio
PCM	Potencial de calentamiento global
PIB	Producto Interno Bruto
ppm	partes por millón
SA	Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
UE	Unión Europea



Índice general y completo

ÍNDICE SINÓPTICO	i
AGRADECIMIENTOS	iii
PREFACIO	v
RESUMEN	vii
I CAMBIO CLIMÁTICO: ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS	1
A. Conocimientos actuales sobre el cambio climático y sus efectos	3
1. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y cambio climático	3
a) Los gases de efecto invernadero y el sistema climático	3
b) Tendencias y estructura de las emisiones de gases de efecto invernadero	4
c) Proyecciones de las emisiones futuras de gases de efecto invernadero y escenarios de cambio climático	7
2. El cambio climático observado y proyectado y sus efectos	10
a) Temperatura y precipitaciones	10
b) Aumento del nivel del mar en la capa de nieve y cambios en la cobertura de hielo y en el suelo helado	12
c) Variabilidad del clima y extremos climáticos	15
3. Efectos regionales y sectoriales previstos del cambio climático	18
a) Constataciones generales sobre los efectos sectoriales y regionales	18
b) Efectos sectoriales previstos del cambio climático a nivel regional	19
i) Agricultura y seguridad alimentaria	19
ii) Hidrología y recursos hídricos	23
iii) Zonas costeras, asentamientos e infraestructura	24
iv) Salud	24
v) La base de recursos naturales: ecosistemas y biodiversidad	26
B. Respuestas al cambio climático: mitigación y adaptación	27
1. Mitigación y adaptación: definición, comparación y relación entre los conceptos	27
2. Mitigación: potencial, prácticas y tecnologías	29

a)	Sectores de mitigación	29
b)	Principales tecnologías y prácticas en los sectores de mitigación.....	31
c)	Objetivos de mitigación, potencial y estimaciones de los costos conexos.....	35
i)	Escenarios y objetivos de estabilización y estimaciones de los costos conexos a nivel macroeconómico	35
ii)	Potencial de reducción de emisiones a nivel sectorial, en función de los precios del carbono.....	38
3.	Adaptación: potencial, prácticas y tecnologías.....	42
a)	Tecnologías y prácticas de adaptación en diferentes sectores.....	43
b)	Principales factores que influyen en la adaptación.....	45
c)	Costos de adaptación.....	45
4.	Tecnología y transferencia de tecnología en el contexto de la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus efectos.....	46
a)	Tecnología y formas de transferencia de tecnología.....	47
b)	Derechos de propiedad intelectual y transferencia de tecnología.....	48
II	COMERCIO Y CAMBIO CLIMÁTICO: TEORÍA Y PRUEBAS	51
A.	Efectos del comercio y de la apertura del comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero	53
1.	Tendencias del comercio mundial.....	53
2.	Efectos de escala, composición y tecnología	54
3.	Evaluaciones del efecto de la apertura del comercio en las emisiones	58
a)	Estudios econométricos sobre los efectos de escala, composición y tecnología.....	58
b)	La “curva ambiental de Kuznets” y las emisiones de gases de efecto invernadero.....	60
c)	Evaluaciones ambientales de los acuerdos comerciales	61
d)	Otros enfoques.....	64
4.	Comercio y transporte	64
B.	Contribución del comercio y de la apertura del comercio a los esfuerzos de mitigación y adaptación	67
1.	Difusión de tecnologías gracias al comercio	67
2.	El comercio como medio de adaptación económica al cambio climático.....	68
C.	Posible repercusión del cambio climático en el comercio	70
III	ACTIVIDADES MULTILATERALES RELACIONADAS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO	75
A.	Actuación multilateral encaminada a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	76
1.	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	76
a)	Principios.....	77
b)	Obligaciones	78
2.	El Protocolo de Kyoto	79

a) Obligaciones	80
i) Compromisos vinculantes de reducción de las emisiones	80
ii) Requisitos de presentación de informes y otras obligaciones	80
b) Disposiciones principales	81
i) Mecanismos de flexibilidad	81
Comercio de derechos de emisión	82
Aplicación conjunta	82
Mecanismo para un desarrollo limpio	83
ii) Mecanismo de cumplimiento	83
c) Logros conseguidos	84
3. Negociaciones sobre el futuro de la CMNUCC y el Protocolo de Kyoto después de 2012	85
a) Negociaciones en el marco del Protocolo de Kyoto	85
b) Negociaciones en el marco de la CMNUCC	86
4. El Protocolo de Montreal	87
B. Negociaciones comerciales	89
1. Mejorar el acceso a bienes y servicios inocuos para el clima	90
2. Respaldo mutuo entre el comercio y el medio ambiente	92
IV POLÍTICAS NACIONALES PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y ADAPTARSE A ÉL Y SUS CONSECUENCIAS PARA EL COMERCIO	97
A. Mecanismos de precios y de mercado para internalizar los costos ambientales de las emisiones de gases de efecto invernadero	100
1. Medidas nacionales	100
a) Los impuestos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y, en particular, los “impuestos sobre el carbono”	100
b) Los regímenes de comercio de derechos de emisión	101
i) Alcance	103
ii) Asignación de los derechos de emisión	104
iii) Vinculaciones con regímenes existentes, incluidas las compensaciones	105
iv) Otras características	106
c) Eficacia ambiental	107
2. Medidas en frontera	110
a) Fundamento de las medidas: los efectos en la competitividad y la fuga de carbono	110
b) Características principales	112
i) Ajustes fiscales en frontera de los impuestos sobre el carbono y los impuestos sobre la energía	112
ii) Ajustes en frontera en el marco de un sistema de comercio de derechos de emisión	113
iii) Otras medidas en frontera	113
c) Dificultades prácticas	114
3. Normas pertinentes de la OMC	115

a)	Normas relacionadas específicamente con los ajustes fiscales en frontera	116
i)	Ajustes fiscales en frontera respecto de los productos importados	116
ii)	Ajustes fiscales en frontera respecto de los productos exportados	117
b)	Disciplinas generales	119
i)	Principio de no discriminación.....	119
Trato nacional.....	119	
Cláusula de la nación más favorecida	120	
Definición de productos similares	120	
ii)	Excepciones previstas en el GATT	120
Políticas ambientales abarcadas por el artículo XX.....	121	
Grado de conexión entre los medios utilizados y el objetivo de política ambiental	122	
Importancia de la forma en que se aplican las medidas ambientales relacionadas con el comercio.....	123	
B.	Mecanismos financieros para promover el desarrollo y el despliegue de bienes y tecnologías inocuos para el clima	124
1.	Justificación.....	124
2.	Alcance	126
3.	Tipo de ayuda.....	127
a)	Incentivos para promover la invención de nuevos bienes y tecnologías inocuos para el clima.....	127
b)	Incentivos para promover el despliegue de bienes y tecnologías inocuos para el clima y una mayor utilización de fuentes de energía renovables.....	128
i)	Medidas fiscales.....	128
ii)	Medidas de sostenimiento de los precios	129
iii)	Ayuda a la inversión	129
4.	Normas pertinentes de la OMC	130
C.	Prescripciones Técnicas para promover la utilización de productos y tecnologías inocuos para el clima	132
1.	Principales características	133
a)	Alcance.....	133
b)	Principales especificaciones.....	134
i)	Prescripciones basadas en el diseño	134
ii)	Prescripciones basadas en las propiedades de uso y empleo	134
2.	Principales instrumentos para garantizar el cumplimiento	135
a)	Sistemas de información	135
i)	Alcance.....	136
ii)	Tipo de información abarcada.....	136
iii)	Tipo de instrumento	137
b)	Instrumentos de evaluación de la conformidad.....	138
c)	Restricciones y prohibiciones	139
3.	Eficacia ambiental.....	139
4.	Normas y actividades pertinentes de la OMC	141

a) Ámbito del Acuerdo OTC	141
i) Reglamentos obligatorios, normas voluntarias y procedimientos de evaluación de la conformidad.....	141
ii) Productos, procesos y métodos de producción	142
b) No discriminación y evitación de obstáculos innecesarios al comercio.....	143
c) Armonización.....	144
d) El Comité OTC y las prescripciones en materia de transparencia	144
e) Disposiciones en materia de asistencia técnica	145
CONCLUSIONES.....	159
BIBLIOGRAFÍA.....	163
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	181

¿Qué sabemos acerca del cambio climático? ¿Cuál es la relación entre el comercio y el cambio climático? ¿Cómo influye el comercio en las emisiones de gases de efecto invernadero? ¿Puede una mayor apertura del comercio ayudar a hacer frente al cambio climático? ¿Qué conjunto de medidas nacionales pueden contribuir a las actividades mundiales de mitigación? Éstas son sólo algunas de las preguntas que se abordan en el presente informe, elaborado por la Organización Mundial del Comercio y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

El Informe tiene por objetivo mejorar el conocimiento de los vínculos entre el comercio y el cambio climático. Muestra que el comercio se interrelaciona con el cambio climático de múltiples maneras. Por ejemplo, para hacer frente al cambio climático, los gobiernos pueden adoptar un complejo conjunto de políticas, como medidas reglamentarias e incentivos económicos, que pueden influir en el comercio internacional y en el sistema multilateral de comercio.

El Informe empieza con un resumen del estado actual de los conocimientos científicos sobre el cambio climático y sobre las opciones disponibles para responder a los retos que plantea el cambio climático. La parte correspondiente al examen científico va seguida de otra dedicada a los aspectos económicos del vínculo entre el comercio y el cambio climático; estas dos partes forman el contexto en que se sitúan las demás partes del Informe, en las que se examinan las políticas adoptadas, tanto en el plano internacional como en el nacional, para hacer frente al cambio climático.

En la parte dedicada a las respuestas normativas internacionales al cambio climático, se exponen las actividades multilaterales desplegadas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los efectos del cambio climático y, además, se analiza el papel que desempeñan las negociaciones sobre comercio y medio ambiente actualmente en la promoción del comercio de tecnologías de mitigación del cambio climático. En la última parte del Informe se presenta una reseña general de una serie de políticas y medidas nacionales que diversos países han empleado para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la eficiencia energética. Se exponen los rasgos fundamentales de la concepción y aplicación de esas políticas, a fin de trazar un cuadro más nítido de su efecto general y sus posibles repercusiones en la protección del medio ambiente, el desarrollo sostenible y el comercio. Ofrece también, en las esferas procedentes, una visión general de las normas de la OMC que pueden guardar relación con tales medidas.

ISBN: 978-92-870-3524-0

