

FOTO

## Una introducción al análisis económico de las políticas públicas de cambio climático en México: los costos y beneficios sociales de la mitigación y adaptación

Edgar Moisés Rivero Cobb<sup>1</sup>

FOTO Sockbyte Agriculture

### Los acuerdos internacionales sobre el cambio climático

México firmó y ratificó el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>2</sup>, que entró efectivamente en vigor en febrero de 2005, y es considerado dentro de éste como una Parte no Anexo I, es decir, un país en desarrollo cuyos compromisos obligatorios serían la elaboración de inventarios nacionales de emisiones, comunicaciones nacionales, creación de capacidades nacionales, participación en los intercambios de experiencias e información, así como la implementación de programas nacionales para mitigar, adaptar y conservar los “sumideros” de carbón.

Si embargo, ese hecho ha sido blanco de fuertes críticas y de presiones de países desarrollados, particularmente de los Estados Unidos, debido a que según proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), México, junto con otros países como China<sup>3</sup>, India y Brasil serían responsables de más de las tres cuartas partes del incremento de las emisiones globales anuales de CO<sub>2</sub> de 2005 a 2030 (IEA, 2006). Este aspecto, junto con otros

de igual o menor envergadura, fueron puestos como razones por las que países desarrollados como Estados Unidos o Australia firmaron, pero no ratificaron el mencionado Protocolo de Kyoto, y lejos de aplicar los principios y compromisos de la Convención, optaron por implementar medidas voluntarias e internas dentro de sus países, lo cual puede poner en entredicho la efectividad de alcanzar los fines que se propone la Convención sin la participación de estos grandes emisores.

Para el caso de México, el artículo 4, párrafos 1 y 7 de la Convención, son muy ilustrativos, ya que ambos hacen alusión a que los proyectos o las medidas que Todas las Partes impulsen para mitigar o adaptarse a los efectos del cambio climático, deberán reducir al mínimo los efectos adversos sobre la población, y que para ello, deberán conocerse las consecuencias económicas y sociales de las distintas estrategias de respuesta. No obstante, la Convención, en reconocimiento de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas de las Partes, establece que el desarrollo económico y social, así como la erradicación de la pobreza son las prioridades primeras y esenciales de las Partes que son países en desarrollo.

<sup>1</sup> Investigador Titular del Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria adscrito a la Dirección de Rentabilidad y Competitividad Sectorial. Las opiniones vertidas en el documento son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan la posición institucional del CEDRSSA. El autor agradece la colaboración de la Lic. Yadhira Fuentes Ortega en la recopilación y sistematización estadística.

<sup>2</sup> Para más información respecto a algunos de los términos empleados en el presente documento consultar: <http://www.ipcc.ch/glossary/index.htm>

<sup>3</sup> Según la Agencia Internacional de Energía (2006), China por sí sola sería responsable del 36% del incremento del total de las emisiones globales.

Del 3 al 14 de diciembre de 2007 se llevará a cabo en Bali, Indonesia la 13ª Reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en la que México participa en su calidad de Parte no Anexo I. En dicha reunión, se discutirán temas sobre el cumplimiento de los compromisos y las disposiciones de la Convención como: a) el mecanismo financiero, b) las comunicaciones nacionales, c) desarrollo y transferencia de tecnologías, d) fomento de las capacidades, e) aplicación del artículo 4, Párrafos 8 y 9 de la Convención; otros relacionados sobre la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación en los países en desarrollo; cuestiones administrativas, financieras e institucionales, así como declaraciones de organizaciones observadoras y una Fase de Alto Nivel.

En la Fase de Alto Nivel está contemplada la participación de los ministros y otros jefes de delegaciones por medio de una declaratoria sobre los temas antes mencionados, mismas que podrían incluirse en el Proyecto de Informe sobre la Labor del Periodo de Sesiones. Se entiende que México participará debido a que es miembro de la Convención, y a que firmó y ratificó el Protocolo de Kyoto.

### La economía del cambio climático

Si bien las causas y los efectos de la acumulación, el cambio en la mezcla de los gases de efecto invernadero (GEI) dentro de la atmósfera y su relación con la hospitalidad del clima de nuestro planeta son, en gran medida, explicadas por las ciencias naturales como la física, química y biología, cualquier solución o acciones que se pretendan impulsar sobre el calentamiento global y el abatimiento de los GEI como "muy probables" causantes de éste, solamente pueden resultar de las acciones de los

seres humanos y éstas sólo pueden ser explicadas en el contexto de las ciencias sociales (Ibarrarán, 2006).

Por un lado, el Cuarto Reporte de Evaluación (CRE) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), afirma que el calentamiento del sistema climático es inequívoco, como resulta evidente a partir de las observaciones de los incrementos en las temperaturas promedio globales del aire y de los océanos, derretimiento de los glaciares y un incremento promedio global del nivel del mar (IPCC, 2007).

En el mismo CRE, se señala que la mayoría de los incrementos observados en las temperaturas globales desde la mitad del siglo XX es "muy probable" que se deban a un aumento en las concentraciones de gases antropogénicos.

Por el lado de las ciencias sociales, los temas ambientales han estado en la agenda de la investigación económica desde David Ricardo (1817), A.C. Pigou (1920) y H. Hotelling (1931), entre otros; y fue a inicio de 1990 cuando un grupo de economistas empezaron a enfocar sus investigaciones sobre el cambio climático desde una perspectiva económica.

Se pueden utilizar varios conceptos para describir y analizar el cambio climático desde una perspectiva económica, sin embargo, para efectos de la presente, bastará con mencionar que la atmósfera puede ser considerada como un recurso público de propiedad común, y por lo tanto, propensa a sufrir una sobreexplotación por su uso; los servicios ambientales son un bien público global, por lo que existen amplias posibilidades de que agentes actúen como free riders; los gases de efecto invernadero como contaminantes, generan externalidades negativas en

tiempo y en espacio, por lo que hay una divergencia entre los costos sociales y privados de las actividades que generan emisiones; no existen mercados o existen mercados incompletos donde los emisores paguen por los costos impuestos a otras actividades, y finalmente, debido a que hay un gran número de involucrados en este problema y a una indefinición de los derechos de propiedad de la atmósfera y del medio ambiente, hay altos costos de transacción para la consecución de acuerdos, por esta razón la negociación no llevaría a resultados óptimos (no aplicaría el Teorema de Coase) y se hace evidente la necesidad de la intervención del Estado.

Las características particulares de este problema imponen un reto a las instituciones políticas y económicas, ya que las acciones descentralizadas de los mercados y los gobiernos con mucha probabilidad violarían tanto los criterios de eficiencia como de sustentabilidad, por lo que la colaboración y la cooperación internacional es necesaria y terriblemente complicada (Tietenberg, 2006).

### Las políticas y estrategias de mitigación y adaptación

McKibbin y Wilcoxon (2002) señalan que el cambio climático representa una magnífica oportunidad para diseñar políticas públicas económicamente eficientes y políticamente prácticas, ante una larga historia de políticas o regulaciones ineficientes que llegan a ser difíciles o imposibles de revertir aun cuando se puedan alcanzar ganancias en eficiencia.

En ese sentido, según Tietenberg (Idem), es factible desarrollar cuatro estrategias: 1) ingeniería climática, 2) adaptación, 3) mitigación y 4) adaptación.

Por su parte, Ferrings (2003) acota a dos

posibles maneras de responder ante un proceso o evento futuro como el cambio climático con características inciertas: la mitigación o la adaptación. La mitigación se refiere a acciones que reducen la probabilidad de ocurrencia de un evento o proceso. La adaptación significa acciones que reducen el impacto de un evento o proceso sin cambiar la probabilidad de que éste ocurra. Con respecto a la mitigación, señala que ningún país tomaría - o debería tomar - acciones de esa naturaleza a menos que se concluya que éstas afectarán la probabilidad de disminuir el cambio climático.

Ferrings (Idem) menciona que el óptimo balance entre las acciones de mitigación y adaptación como opciones de respuesta ante el cambio climático, dependerá de los costos y los beneficios relativos para el país.

### El caso de un país en desarrollo dentro de los Acuerdos Internacionales de Cambio Climático: México

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), los países en desarrollo en su conjunto (incluyendo a México), contabilizarán más de las tres cuartas partes del incremento de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y su contribución en las emisiones mundiales aumentará de 39% en el 2005 a 52% en 2030 (IEA, 2006).

La atención particular que ha recibido el ciclo del carbono y el dióxido de carbono dentro del contexto del cambio climático, se debe a que aproximadamente 60% del calentamiento global observado es atribuible al incremento en la concentración del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, de una concentración preindustrial (1890) de 280 ppm<sup>4</sup> a 367 ppm en 1999 (Grace, 2004).

La mayoría (salvo aquellos que han notificado formalmente su intención de obligarse) de los países no Anexo I, no tienen compromisos explícitos y obligatorios dentro de los acuerdos internacionales que tienen el objetivo de reducir esas emisiones, y algunos opositores al régimen internacional de reducción de emisiones utilizan ese hecho para justificar su resistencia a la ratificación de los mismos.

Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los países en desarrollo, como México, han tenido un mínimo interés en cualquier protección ambiental si esa a costa del crecimiento y el desarrollo económico (Ibarrarán, Op. Cit.).

Esta situación es bien ilustrada por la Curva Ambiental de Kuznets, que afirma que la calidad y los servicios ambientales son un bien económico normal, es decir, tienen una elasticidad ingreso positiva y mayor a uno, por lo que los individuos de los países desarrollados, después de cierto nivel de ingreso, están dispuestos a sacrificar una "porción" de desarrollo económico con tal de obtener un mejor medio ambiente.

Es quizá por esa razón que en el artículo 4, párrafo 7 de la Convención se

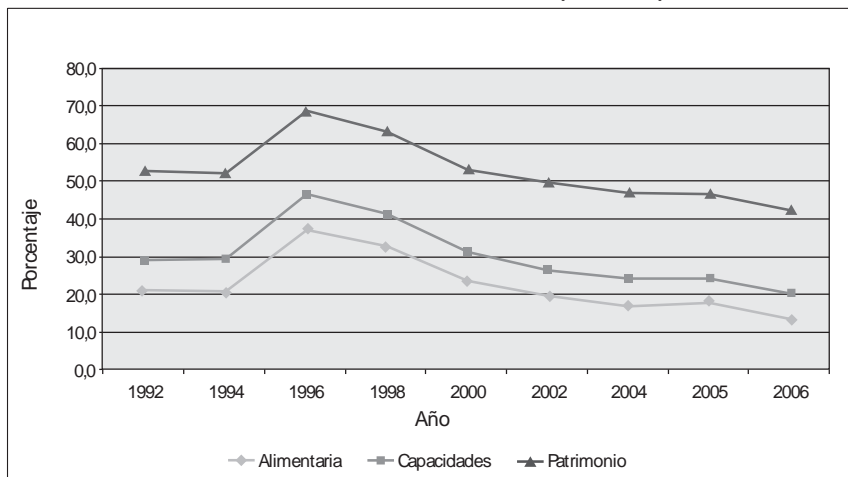
reconoce explícitamente que "el desarrollo económico social y la erradicación de la pobreza son las prioridades primeras y esenciales de las Partes que son países en desarrollo".

Grossman y Krueger (1991, citados por Ibarrarán, Op. Cit.), afirman que el incremento en las preferencias por la calidad ambiental parecen ocurrir en niveles de ingreso per cápita<sup>5</sup> superiores a los USD<sup>6</sup> 5,000, por año (niveles en los que se incluiría a México).

Sin embargo, para el caso de México (y de muchos países en desarrollo) el ingreso per cápita no es un indicador idóneo como medida de las preferencias por mejores bienes y servicios ambientales, debido a la elevada concentración del ingreso en los estratos superiores de la población y al porcentaje de personas que se encuentran en situación de pobreza.

Según el Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL), para el caso de México, alrededor de 42% de las personas se encuentran en situación de pobreza patrimonial y 13.2% en pobreza alimentaria. Esos porcentajes se incrementan aún más para aquellas que habitan en localidades rurales, 54.7% y 24.5%, respectivamente.

Evolución de la Pobreza en México (Personas)



Fuente: Elaboración propia con datos del Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL), (2007).

<sup>4</sup>ppm: partes por millón

<sup>5</sup> Khanna (2001) provee una amplia recopilación de estudios donde se analiza esa situación. En la mayoría de ellos se confirma la forma de "U" invertida entre el deterioro de la calidad ambiental y el ingreso.

<sup>6</sup> USD: dólares de Estados Unidos

Las personas consideradas bajo la condición de “pobreza de patrimonio” son aquellas cuyo ingreso es menor al necesario para cubrir el patrón de consumo básico de alimentación, vestido y calzado, vivienda, salud, transporte público y educación, y en 2006, esta cifra era de 44 millones de personas, 47% de las cuales habitaban en localidades rurales.

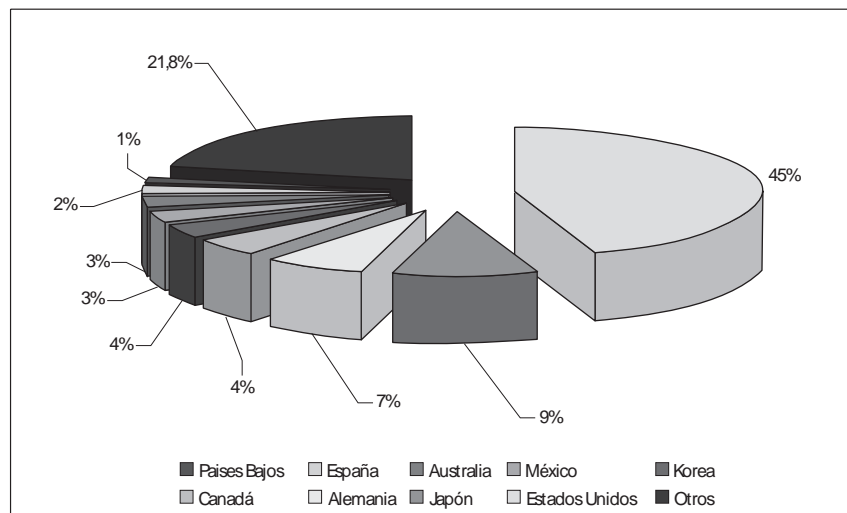
Asimismo, México es un país con un Índice de Apertura Económica muy elevado, cercano a 60%, muy superior a la de sus principales socios comerciales y de varios países latinoamericanos. Su economía se encuentra muy vinculada a la de Estados Unidos, principal país emisor de CO<sub>2</sub>, de donde provienen alrededor de 67% de sus importaciones y al cual se dirigen 88% de sus exportaciones totales (Romero, 2003).

Estas condiciones, entre otras, convierten a México en un país único entre los países en desarrollo en términos de su sensibilidad, tanto a los costos como a los beneficios de las políticas de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>; esto porque por un lado, México tiene una vulnerabilidad climática muy elevada, es decir, es muy propenso a sufrir los efectos adversos del cambio climático, pues un porcentaje elevado de su población no se encuentra en condiciones de adquirir y mantener, entre otros aspectos, una vivienda digna que pudiera protegerla de las contingencias climáticas. Pero por otra parte, México tiene una enorme cantidad de reservas y capacidad productiva de energía proveniente de combustibles fósiles, superior a la de muchos países en desarrollo como Brasil e India,<sup>7</sup> lo que ha generado que fuera blanco de críticas y presiones de países desarrollados, como Estados Unidos (su principal socio comercial), para entablar negociaciones y establecer compromisos obligatorios de reducción de emisiones dentro de los acuerdos multilaterales.

Debido a la amplia variedad de alternativas de política pública para reducir las emisiones, es muy importante obtener información sobre los costos y los beneficios de dichas alternativas, en el entendido de que cualquier acción tiene fortalezas y debilidades (Ibarrarán, op. Cit.).

De acuerdo con los principios enunciados por McKibbin y Wilcoxon (op. Cit.) y Ferrings (Op. Cit.), México se encuentra ante la magnífica oportunidad de diseñar

**Participación en las Emisiones Totales de CO<sub>2</sub>  
por Países Representativos de la OCDE**



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE, 2005.

<sup>7</sup> Según el International Energy Outlook (2006), al 1 de junio de 2006, México tenía reservas estratégicas de petróleo de 12.6 billones de barriles, Brasil de 11.2 e India de 5.8 billones de barriles, respectivamente.

políticas y estrategias eficientes en el ámbito económico y políticamente viables, en el entendido de que sólo deberá adoptar estrategias de mitigación si su capacidad de influencia en la probabilidad de reducción de emisiones es significativa.

Como podrá observarse en el cuadro anterior, México contribuye con 3% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> de los países miembros de la OCDE<sup>8</sup> cantidad similar a la de Australia, pero superior a la de España y Holanda. A diferencia de México, estos tres países forman parte del Anexo I de la Convención, es decir, aquellos que deberían tomar la iniciativa y a quienes se les asignan obligaciones cuantitativas de reducción de emisiones de GE dentro del Protocolo de Kyoto.

Si embargo, las emisiones de México y de estos países, son muy pocas en comparación con el porcentaje de contribución de Estados Unidos, el principal emisor mundial de GE, y quien debido a múltiples razones (una de ellas la no imposición de metas cuantificables de reducción de emisiones de GE a los países en desarrollo), no ratificó el Protocolo de Kyoto y se sujetó a implementar internamente medidas voluntarias.

Ante tal situación, ¿qué estrategias o medidas debería adoptar un país en desarrollo como México? Tomando en cuenta sus múltiples problemas sociales,

económicos y ambientales, sus recursos (públicos y privados) escasos, su elevada condición de vulnerabilidad, y al parecer, su inevitable participación dentro de los compromisos cuantitativos de reducción de emisiones que seguramente serán plasmadas en las posteriores negociaciones y acuerdos internacionales, como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático cuya reunión periódica se llevará a cabo este año en Bali, Indonesia.

### La Estrategia Nacional de Cambio Climático en México

México elaboró por medio de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) una Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), misma que fue presentada y publicada por el Presidente de la República, Lic. Felipe Calderón Hinojosa, el 25 de mayo de 2007.

La ENACC identifica medidas, precisa posibilidades y rangos de reducción de emisiones, propone estudios necesarios para definir metas más precisas de mitigación y esboza las necesidades del país para avanzar en la construcción de capacidades de adaptación. Según consta en la propia ENACC, “aunque la ENACC se centra en la esfera de competencia de la Administración Pública Federal (APF), contribuye con ello a un proceso nacional, amplio e incluyente, basado en la construcción

Área	Meta Propuesta
Generación y Uso de Energía	
Eficiencia energética	28.8 MtCO <sub>2</sub> equivalente por año
PEMEX	14.7 MtCO <sub>2</sub> equivalente por año
Producción y distribución de energía eléctrica (CFE y LYFC)	27.7 MtCO <sub>2</sub> equivalente por año
Sector Industrial	> 25.0 MtCO <sub>2</sub> equivalente por año
Fuentes renovables de energía	8.0 MtCO <sub>2</sub> equivalente por año
Transporte	3.5 MtCO <sub>2</sub> equivalente por año
Vegetación y Uso del Suelo	
Oportunidades de conservación de carbono forestal al 2012	12,800 - 23,350 MtCO <sub>2</sub> equivalente
Captura de carbono en bosques	18 - 42 MtCO <sub>2</sub> equivalente
Desarrollo bioenergético forestal	12.2 MtCO <sub>2</sub> equivalente por año
Total (Flujos)	

Fuente: Elaboración propia con información de la ENACC, 2007.

<sup>8</sup> Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en 2002, México aportaba 1.5% de las emisiones totales mundiales de CO<sub>2</sub> equivalente, es decir, 643.2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente

de consensos gubernamentales, corporativos y sociales’.

En materia de mitigación, la ENACC identifica dos grandes áreas de acción: a) generación y uso de energía y b) vegetación y uso del suelo, y en todos los casos, se presentan las metas de reducción como una etapa anterior a la elaboración de un Programa Nacional de Cambio Climático.

Entre las áreas de oportunidad de mitigación y las metas propuestas de reducción de emisiones de GEI al 2014 respecto a la generación y uso de energía y vegetación y uso del suelo, se mencionan:

Es decir, de implementarse exitosamente esas acciones dentro de la ENACC, las reducciones estimadas en un año cualquiera constituirían al menos 18% de las 643.2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente emitidas en el año 2002.

¿Esa cantidad resulta ser poca o mucha en conformidad con las condiciones de desarrollo de México y los principios de eficiencia económica? La respuesta ciertamente sólo podrá ser obtenida si se tiene la cantidad eficiente de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente para el país, considerando los costos marginales sociales de control y los costos marginales sociales del daño, que en la práctica son muy difíciles de obtener (Tietenberg, Op. Cit.).

Si bien el objetivo o meta predeterminada de reducción de emisiones en la ENACC, puede no resultar eficiente en el sentido económico para México, el análisis económico puede ayudar a explicar las consecuencias de seleccionar ciertas estrategias o acciones para alcanzar ese objetivo, sea eficiente o no.

Según Tietenberg (2007), la consideración de los costos (sociales)

de las estrategias para alcanzar un objetivo predeterminado de reducción de emisiones, no sólo es importante para eliminar el desperdicio de recursos (públicos), sino también para evitar el inicio de controversias políticas.

### **Las estrategias de mitigación y adaptación en la práctica: un análisis económico de casos**

La ENACC ciertamente contempla una amplia variedad de opciones y alternativas para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, sin embargo, en el apartado de Fuentes Renovables de Energía del Área de Generación y Uso de Energía, llama la atención una particular estrategia: la producción “sustentable” de biocombustibles.

Lo anterior no sólo por el simple hecho de que en la ENACC aquella se trata de una de las pocas estrategias en las que no se especifica cuál sería su aportación en las reducciones estimadas de MtCO<sub>2</sub> equivalente por año, sino porque este tema no ha estado ajeno a la controversia política, y en los ámbitos de investigación económica, energética y ambiental, aún se dista de llegar a afirmaciones concluyentes.

No es casualidad que en la ENACC, dentro de esta estrategia, se haya incluido el término de “sustentabilidad” como condición necesaria para la producción de biocombustibles, ya que como bien señalan Turner et. al. (2007) de la Universidad de California, Berkeley, “mientras que en apariencia los términos ‘verde’ o ‘ambientalmente amigable’ parecieran ser sinónimos de ‘biocombustibles’, esto no es necesariamente cierto en la práctica; todos los biocombustibles conllevan tradeoffs positivos o negativos con influencia en el medio ambiente”.

A su vez Patzek (2006) de la Universidad de California, Berkeley cuantifica el grado

de no renovabilidad de un biocombustible: del etanol producido a partir del maíz en Estados Unidos. En sus cálculos, encuentra que “es utilizada más energía fósil en la producción de etanol a partir del maíz que el valor calorífico resultante del etanol”. Patzek (Idem), encuentra que a lo largo del ciclo de la producción de etanol “se emitieron 11 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> adicionales a las que se emitieron por la combustión de la gasolina con un mayor valor calorífico”. Su análisis concluye mencionando “que los subsidios otorgados por los contribuyentes fiscales de Estados Unidos a lo largo del ciclo de la producción de etanol proveniente del maíz, fueron de 3.3 billones de dólares en 2004, en tanto que de manera paralela, para el mismo año, los subsidios para la protección del medio ambiente fueron de 1.4 billones de dólares”.

Finalmente, Pimentel (2003) de la Universidad de Cornell, argumenta que “unas cuantas agencias gubernamentales, como el USDA, respaldan la producción de etanol. Algunas industrias como Archer Daniel y Midland están obteniendo enormes beneficios (económicos) de la producción de etanol, el cual es subsidiado por el gobierno federal y los gobiernos estatales. Algunos políticos han creído erróneamente que la producción de etanol genera enormes beneficios a los agricultores. En contraste, numerosos estudios científicos han concluido que la producción de etanol no provee un balance energético neto positivo, no es una fuente de energía renovable, no es un combustible económico y su producción y uso contribuyen a la contaminación del aire y al calentamiento global”.

Ante esos argumentos y evidencia, ¿cuál sería entonces la razón por la cual se estaría apoyando (o se pretende apoyar) la producción de biocombustibles en

Estados Unidos (en México)? El Dr. Charles Kolstad<sup>9</sup> (2001) parece ofrecer una respuesta a esa interrogante: "los requisitos estadounidenses de que una fracción de los aditivos para la gasolina limpia provengan de fuentes renovables, son básicamente un subsidio para los productores de etanol ubicados en el Oeste Medio, el requisito no tiene mucho que ver con la calidad de aire".<sup>10</sup>

Lo anterior pareciera ser una cosa menor para el caso de México, puesto que tal vez ya se considere como una práctica "normal" en otros países como Brasil y Estados Unidos; sin embargo, esa situación deja (o debería dejar) de ser imperceptible cuando se involucran recursos públicos de los contribuyentes mexicanos, es decir, los considerados dentro del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF). A saber, en el PEF 2005 y en el PEF 2006, se asignaron 297 y 150 millones de pesos, respectivamente, para la construcción de dos plantas de etanol elaborado a partir del maíz.

No fue muy difícil conocer el destino de esos recursos públicos, pues el 12 de octubre de 2006, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) anunció<sup>11</sup> la construcción de tres plantas de etanol elaborado a partir del maíz en Sinaloa, principal estado productor de maíz en México<sup>12</sup>. En ese mismo acto, se anunció que el objetivo era instalar diez plantas de etanol en la entidad para convertirla en "líder en la producción de bioenergía". Cabe señalar que al parecer esos recursos se entregaron como apoyos económicos

para la promoción de agronegocios y no se descarta que también hayan existido aportaciones de empresas privadas y de los propios productores de maíz.

No sería apropiado dejar de mencionar que existen algunos autores, como Fulton y Howes (2004) de la Agencia Internacional de Energía, que mencionan que los biocombustibles sí generan beneficios a los países que emprendan estas iniciativas, como: reducción de la demanda de petróleo, disminuciones en las emisiones de GEI, beneficios en la calidad del aire, beneficios en el desempeño de los vehículos y beneficios de los agricultores.

Suponiendo que esos beneficios "sociales, económicos y ambientales" sean efectivos, utilizando la información del estudio de Fulton y Howes (op. Cit.), uno podría encontrar que un litro de etanol elaborado a partir de los granos en los países miembros de la Agencia Internacional de Energía, estaría contribuyendo a la reducción de una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente con un costo de USD 250. En el mejor de los escenarios, es decir, el costo de reducción de las emisiones de una tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente a partir de etanol producido de la celulosa, estaría costando entre 50 y 100 dólares por tonelada en la próxima década, es decir, entre \$550 y \$1,100 pesos por tonelada.

Para el caso de México, aun en el supuesto de que la mezcla de biocombustibles (particularmente el caso del etanol) con la gasolina, efectivamente produjeran una reducción neta de las emisiones de CO<sub>2</sub>

equivalente, éstos deberían ser confrontados con los costos económicos o de oportunidad en los que se incurre para alcanzar ese objetivo.

Mediante la metodología que desarrollaron la Secretaría de Energía de México (SENER), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia de Cooperación Internacional de Alemania (GTZ, por sus siglas en alemán), para evaluar la viabilidad del etanol y el biodiesel para su uso en el sector transporte en México, se llega a la conclusión de que cada tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente reducido a partir de las tres plantas de etanol construidas en el estado de Sinaloa, costarían alrededor de \$302.02 pesos por tonelada<sup>13</sup>.

Con las salvedades y subestimaciones del cálculo anterior, esa cifra se aproxima a los precios de CO<sub>2</sub> equivalente prevalecientes en el European Climate Exchange<sup>14</sup>, ya que los contratos a diciembre de 2008, se cotizan en un rango de \$317.8 a \$321.5 pesos por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>15</sup>.

Incluso con la subestimación de los costos privados y sociales, México apenas alcanza a ser indiferente entre producir y mezclar etanol internamente con la gasolina para uso automotriz con el objetivo de reducir emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente o convenir contratos o certificados de reducción de emisiones en los mercados internacionales de carbono. Con el supuesto, claro está, de que esa estrategia de mitigación (la producción de etanol y su uso en el sector transporte para la reducción de emisiones), efectivamente sí contribuiría a reducir las emisiones de GEI, cuestión

<sup>9</sup> El Dr. Charles Kolstad es miembro del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, del Comité de Evaluación del Programa de Investigación sobre el Cambio Climático en Estados Unidos, Presidente de la Asociación Nacional de Economistas del Medio Ambiente y de Recursos Naturales, y autor del libro de texto "Environmental Economics". Más información en <http://www2.bren.ucsb.edu/~kolstad/HmPg/>

<sup>10</sup> Cabe mencionar que trabajos seminales en materia de regulación económica, como los de Becker (1983), aluden al hecho de que con mucha probabilidad existen grupos políticos o de interés que utilizan al Estado para obtener ganancias extranormales que no podrían obtener en un mercado competitivo.

<sup>11</sup> Consultar la Nota Informativa Num. 257/06 en [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).

<sup>12</sup> Según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Sinaloa produjo el 20% del la producción nacional de maíz grano en el año agrícola 2006.

<sup>13</sup> Los cálculos propios subestiman en gran medida muchos costos y beneficios privados y sociales, como los costos de los insumos y transporte de éstos a la planta de etanol, operación de la planta de etanol, transporte del etanol a los lugares de mezcla con la gasolina y la suma de los impuestos netos (subsídios - impuestos) que se cobrarían o pagarían dentro de la cadena de producción. Es decir, solamente se consideró como un "costo social" las aportaciones públicas del gobierno federal para la construcción y puesta en marcha de las plantas de etanol en el estado de Sinaloa. Para el cálculo se utilizó la capacidad programada de producción de las tres plantas de etanol a construirse en Sinaloa, un factor de 2.40 tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>3</sup> de etanol anhidro utilizado en el sector transporte y los recursos públicos plasmados en el Presupuesto de Egresos de la Federación 2005 y 2006.

<sup>14</sup> Junto con el Chicago Climate Futures Exchange, es uno de los Mercados Internacionales de Carbono más desarrollados en el mundo. Más información en: [http://www.ccfex.com/about\\_ccfe/](http://www.ccfex.com/about_ccfe/) y en <http://www.europeanclimateexchange.com>

<sup>15</sup> Considerando un tipo de cambio de 14.8170 pesos mexicanos por Euro (promedio de 2007). Disponible en: [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)

que es severamente cuestionable, según Patzek (op. Cit), Pimentel (Op. Cit.) y Kolstad (op. Cit.).

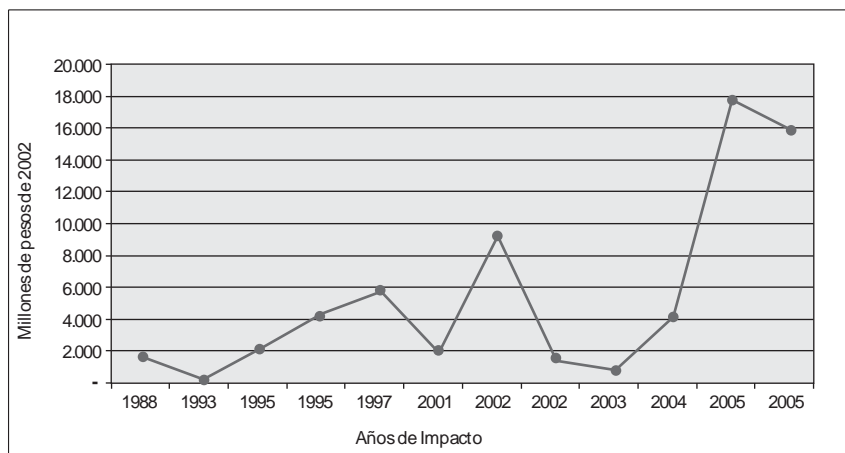
Ante esta situación, bien valdría la pena reflexionar y analizar, en la medida de lo posible, y dentro del marco legal vigente y relacionado con la materia, si la política de mitigación del cambio climático es la estrategia correcta para un país en desarrollo como México, con una probabilidad menor de influir en las tendencias de reducción de emisiones si otros países desarrollados no toman la iniciativa, y sobre todo, si son evidentes las enormes necesidades sociales de este país, como el hecho de que un elevado porcentaje de personas que se encuentran en condiciones de pobreza patrimonial, y por lo tanto, muy vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. Conviene discutir y cuantificar en todo caso, cuál es la estrategia y las acciones más rentables socialmente para el país, y plasmarlas de ser posible en el marco legal y en las políticas y presupuestos públicos pertinentes. En pocas palabras, ¿Cuál sería la mezcla óptima en todo caso entre las estrategias, políticas, programas, acciones y presupuestos de mitigación y las de adaptación?

Dichas alternativas parecen tener una orientación definida en el discurso del Poder Ejecutivo Federal, en particular, durante el acto de presentación de la ENACC, en el cual se comentó “junto con las acciones de mitigación de cambio climático, la estrategia considera también actividades de adaptación que son indispensables en un país como México que tiene una elevadísima vulnerabilidad”. También se mencionó que si bien la mitigación y adaptación son estrategias complementarias, “el enfoque fundamental debe ser la adaptación” (SEMARNAT, 2007).

La preocupación por la elevada vulnerabilidad de México ante los efectos adversos del cambio climático en la población, es entendible, pues según la Tercera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático, por citar un ejemplo, de 1998 a 2005 han impactado en México trece huracanes con grandes efectos destructivos. Esas afectaciones debido a esos fenómenos climatológicos, han tenido un costo acumulado total entre esos años en concepto de daños materiales de aproximadamente 64 mil 124 millones de pesos<sup>16</sup> (SEMARNAT - INE, 2006).

La siguiente gráfica ilustra no solamente los montos de los daños materiales estimados de los últimos trece huracanes de gran intensidad que han impactado

**Valor Estimado de los Daños Materiales Totales debido al Impacto de Huracanes en México 1988 - 2005**



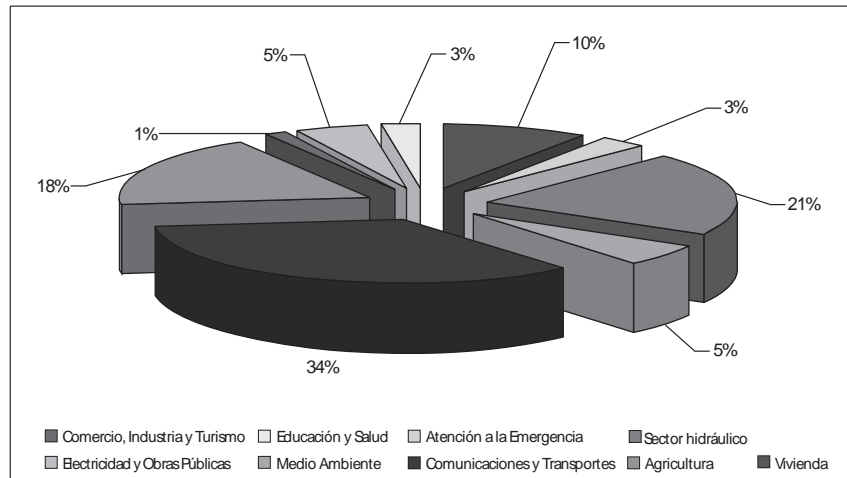
Fuente: Elaboración propia con datos de SEMARNAT - INE, 2006



en México, sino que el valor de esos daños se ha ido incrementando con el paso del tiempo, y de hacerse efectivos los escenarios del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) sobre las condiciones climáticas que prevalecerían en caso de no tomarse medidas en el presente, las generaciones futuras en condiciones de vulnerabilidad sufrirán las consecuencias no solamente de la inacción del Estado, sino de las decisiones desafortunadas que se hayan tomado hasta entonces.

La siguiente gráfica, que toma como estudio de caso los daños provocados en cinco estados del país por uno de los huracanes más devastadores en la historia de México, muestra que dos de los sectores más afectados por fenómenos de este tipo, se refieren a bienes públicos que por su definición, en alguna medida o en algún momento, deberían ser provistos por el Estado: las comunicaciones y transportes y el sector hidráulico. Otro caso, se refiere a la vivienda, que según sean sus características y condiciones de seguridad, puede elevar las condiciones de vulnerabilidad de las personas si éstas no cumplen con los parámetros requeridos.

**Distribución del Monto de los Daños Materiales Estimados Provocados por el Huracán Stan en los Cinco Estados Afectados**



Fuente: Elaboración propia con datos de CEPAL - CENAPRED, 2006.

Por su parte, el sector agrícola, y en general el sector agropecuario, es uno de los más vulnerables ante esas contingencias climatológicas que podrían derivarse de los efectos adversos del cambio climático, tal y como se muestra en la gráfica anterior.

En México existe un Programa denominado Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRAACC), cuyo objetivo es “apoyar a los productores rurales de bajos ingresos que no cuentan con algún tipo de aseguramiento público o privado, que realicen preponderantemente actividades agrícolas de temporal, pecuarias, acuícolas y pesqueras afectados por contingencias climatológicas, a fin de atender los efectos negativos causados y reincorporarlos a la actividad productiva, mediante la compensación parcial de la pérdida o la generación de fuentes transitorias de ingreso; así como inducir a los productores agropecuarios a participar en la cultura del aseguramiento”.

Las aportaciones del Gobierno Federal para compensar las pérdidas totales o parciales de las actividades agropecuarias debido a contingencias climatológicas,

se han ido incrementando en términos reales con el paso del tiempo, tendencia similar al valor de los daños estimados por los huracanes devastadores que han tenido impacto en nuestro país. Ese incremento ha sido tal que el valor de las compensaciones otorgadas en 2003 representan solamente 32% del total de aquellas otorgadas para el año en curso.<sup>17</sup>

#### Aportación federal, superficie apoyada y asegurada, animales, jornales y embarcaciones apoyadas por el FAPRACC

Ejercicio	Aportación Federal (Miles de pesos de 2002)	Superficie Apoyada (ha)	Superficie Asegurada (ha)	Unidades Animal	Jornales	Embarcaciones
2003	71.047,61	178.711,00	95.415,00	2.594,00	130.520,00	5,00
2004	192.732,21	333.821,60	298.483,00	366.268,80	37.640,00	
2005	469.930,27	731.375,30	326.637,60	113.567,60	68.270,00	1.614,00
2006	335.020,07	226.680,59	1.148.713,79	871.184,48	85.759,00	318,00
2007	225.519,81	927.907,59	2.512.965,19	1.293.172,00	-	-
TOTAL	1.294.249,97	2.398.496,08	4.382.214,58	2.646.786,88	322.189,00	1.937,00

Fuente: Elaboración propia con datos del Primer Informe de Labores del Poder Ejecutivo Federal, SAGARFA, 2007.

Está muy claro que los 733 millones de pesos que el Gobierno Federal aportó de 2003 a 2005 para la compensación de las pérdidas en las actividades agropecuarias y pesqueras, no se comparan con los 38 mil 172 millones de pesos que en el mismo lapso tuvieron como valor las pérdidas totales debido a los cinco huracanes más destructivos que hasta ese momento habían impactado a México.

Pero lo más interesante es que las previsiones presupuestarias del PEF

2005, 2006 y 2007, en las cuales se asignaron 368.6 mdp<sup>18</sup>, 370 mdp y 150 mdp, respectivamente, para el FAPRACC, han sido superadas, salvo en 2006, en cada uno de los años por el valor de los daños causados por las contingencias climatológicas en el sector agropecuario, lo cual puede dar una idea, por un lado, de la incertidumbre de los fenómenos climáticos, de una inadecuada cultura del aseguramiento en las actividades agropecuarias, y por otra parte, de la falta de aparente interés en anticipar y disminuir el riesgo de sufrir los cada vez

mayores daños en los sectores económicos del país, que en alguna u otra medida podrían estar relacionadas con los efectos del cambio climático en las economías mundiales, y particularmente, en las más vulnerables como México. Debido a que los efectos, medidos en términos de costos materiales, son cada vez mayores, se hace necesario reforzar y consolidar las políticas de adaptación como parte de la Estrategia Nacional de Cambio Climático en México.

#### Efectos de los Huracanes más Destructivos en México 1980 - 2005

Fecha	Fenómeno	Estados Afectados	Decesos	Viviendas Afectadas	Total (millones de pesos de 2002)
Sep-88	Gilbert	Coahuila, Campeche, Nuevo León, Quintana Roo, Tamaulipas, Yucatán	240	9,739	1,456.89
Sep-93	Gert	Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz	40	5,000	209.16
Sep-95	Opal	Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán	14	35,229	2,197.12
Oct-95	Roxanne	Varios estados	29	331	4,236.04
Oct-97	Paulina	Oaxaca, Guerrero	228	54,500	5,659.06
Sep-01	Juliette	Sonora, Baja California Sur	9	19,079	1,776.26
Sep-02	Isidore	Yucatán, Campeche	4	89,681	9,136.61
Oct-02	Kena	Jalisco, Nayarit	2	472	1,281.11
Ago-Sep-03	Ignacio y Marty	Baja California Sur	8	2,488	745.96
Ago-Sep-05	Emily	Tamaulipas, Nuevo León, Yucatán, Quintana Roo	0	34,565	4,010.88
Oct-05	Stan	Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Chiapas	98	58,252	17,666.93
Oct-05	Wilma	Yucatán, Quintana Roo.	93	28,980	15,748.60
Totales	13	19	765	338,316	64,124.62

Fuente: Elaboración propia con datos de CEPAL - CENAPRED, 2006.

<sup>17</sup> Las cifras se refieren a julio de 2007, es decir, aún no representan las aportaciones que se derivarían de los fenómenos climatológicos que acontecieron después de esa fecha, particularmente, aquellos derivados de las inundaciones en el estado de Tabasco en octubre del presente, que según estimaciones extraoficiales, podrían ascender a 40 mil millones de pesos, según la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros.

<sup>18</sup> mdp: millones de pesos.

Pese a que existe un amplio debate y controversia respecto a la efectiva contribución de la producción del etanol y su uso en el sector transporte como uno de los muchos mecanismos de mitigación para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, en 2005 y 2006, se le asignaron 447 millones de pesos dentro del Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable (PEC) y en el mismo año, al FAPRACC, se le asignaron 738 millones de pesos. Si se cumpliera efectivamente el objetivo de construir siete plantas adicionales para la producción de etanol en México, se requerirían aproximadamente, mil millones de pesos adicionales, tomando como punto de referencia los recursos fiscales destinados a la construcción de las tres plantas antes mencionadas.

Como bien se señala en el artículo 42 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH), que establece el procedimiento para la aprobación de la Ley de Ingresos y del Presupuesto de Egresos correspondiente, los legisladores “cuando propongan un nuevo proyecto deberán señalar el ajuste correspondiente de programas y proyectos vigentes si no se proponen nuevas fuentes de ingresos”. Mayores ingresos públicos solamente podrían ser obtenidos por medio de una mayor eficiencia del gasto, es decir, lograr más con lo menos, o impulsar en mayor medida aquellos programas que logren los mayores beneficios sociales al menor costo social posible o simplemente incrementando los ingresos públicos mediante el fortalecimiento de la capacidad y la eficiencia de recaudación fiscal del Estado, lo cual podría implicar entre otras medidas, mayores impuestos o derechos, que por experiencia reciente parecen tener un “elevado” costo político.

Todo pareciera indicar, que en el PEF 2007, los proyectos relacionados con las estrategias de adaptación a los efectos

dañinos de las contingencias climatológicas fueron jerarquizados en un menor nivel que otros programas o proyectos presentes en el PEC de ese mismo año, debido a que por ejemplo, los recursos públicos destinados a crear las condiciones de prevención, compensación, recuperación y reincorporación de la población rural a sus actividades económicas, fueron disminuidos de 370 millones de pesos en 2006 a 150 millones de pesos para el año en curso.

Para el caso particular del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), el origen de las adecuaciones presupuestarias parece ser un poco más clara, pues en tanto en el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación (PEEF) enviada por el Poder Ejecutivo al Poder Legislativo para su análisis, observación y en su caso modificación, se asignaron originalmente 500 millones de pesos, en cumplimiento de sus facultades constitucionales, la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, decidió realizar adecuaciones a ese Proyecto, de 364 millones de pesos para finalizar en 136 millones de pesos aprobados para el FONDEN. Misma situación se presentó con el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) que sufrió adecuaciones de 153 millones de pesos para finalizar en 97 millones de pesos.<sup>19</sup>

Salvo que hayan existido las reservas suficientes en el FONDEN, FOPREDEN y FAPRACC, en conformidad con lo señalado en el artículo 37 de la LFPRH en el sentido de que “en el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación deberán incluirse las previsiones para el Fondo para la Prevención de Desastres, así como para el Fondo de Desastres, y el Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climatológicas, con el propósito de constituir reservas para, respectivamente, llevar a cabo acciones preventivas o atender oportunamente los daños

ocasionados por fenómenos naturales...” y de que “...las asignaciones en el Presupuesto de Egresos para estos fondos, sumadas a las disponibilidades existentes en las reservas correspondientes, en su conjunto no podrán ser inferiores en una cantidad equivalente al 0.4% del gasto programable”, los 383 millones de pesos autorizados para estos fondos, resultarán insuficientes para cubrir la totalidad de los gastos necesarios con el objetivo de afrontar la compensación de los daños causados por los fenómenos climatológicos recientes ocurridos en Tabasco y Chiapas, que rondan entre los 40 mil y 50 mil millones de pesos según la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros y el Gobierno del Estado de Tabasco.

## Conclusiones

México como país en desarrollo que ha ratificado el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, no tiene compromisos cuantificables y obligatorios de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, por lo tanto, de acuerdo con el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, le otorga un amplio margen de flexibilidad en la elección y adopción de políticas públicas para contribuir a alcanzar los objetivos de la Convención.

Existen múltiples alternativas para responder a un evento o proceso futuro como el cambio climático; sin embargo, éstas pueden resumirse en la mitigación o la adaptación. México solamente debería elegir impulsar una estrategia de mitigación si demuestra que sus resultados efectivamente contribuirían a disminuir la probabilidad de la ocurrencia de los efectos del cambio climático. En la selección de estas estrategias y acciones, se deberán valorar los beneficios y costos sociales de cada alternativa.

México tiene características únicas que lo hacen un país con reservas importantes de combustibles fósiles y a la vez muy vulnerable a los efectos adversos del cambio climático.

A pesar de que en el discurso político existe un aparente consenso en que los esfuerzos del Estado deberían dirigirse a incrementar las capacidades de adaptación de la población, en la práctica los recursos públicos se han destinado a estrategias de mitigación, que inclusive llegan a ser de dudosa efectividad, según los estudiosos y expertos en la temática.

Por lo tanto, si el Estado decide apoyar preponderantemente las estrategias de mitigación, éstas deberán efectivamente reducir las emisiones a un bajo costo social para el país, ya que debido a la elevada vulnerabilidad de la población del mismo ante los efectos adversos del cambio climático, con el paso del

tiempo se necesitarán cada vez mayores recursos para atenuar los daños causados por los fenómenos climatológicos, y éstos podrían provenir de la transferencia de recursos de aquellos programas poco costo - efectivos o sujetos a gran controversia política y académica, hacia programas de ordenamiento territorial, construcción de infraestructura hidráulica, viviendas, etc. Sobre todo si aquellos recursos son destinados a agentes económicos que utilizan el Estado para obtener ganancias extraordinarias que no podrían obtener en un mercado competitivo como bien han señalado Kolstad (2001) y Becker (1983).

México debería incrementar su capacidad científica, investigación y educativa en la materia y lograr que los resultados de estos esfuerzos se vean plasmados en el marco legal y en general, en las políticas públicas que

puedan incidir en el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

En la decisión de la adopción o selección de las estrategias o acciones de mitigación o adaptación a los efectos adversos del cambio climático, se deberán tomar en cuenta los principios enunciados en la LFPRH sobre la administración de los recursos públicos federales con criterios de eficiencia, eficacia, economía, racionalidad, austeridad, transparencia, control y rendición de cuentas.

Recordando a McKibbin y Wilcoxon (Op. Cit.), "el cambio climático representa una magnífica oportunidad para diseñar políticas públicas económicamente eficientes y políticamente prácticas, ante una larga historia de políticas o regulaciones ineficientes que llegan a ser difíciles o imposibles de revertir aun cuando ganancias en eficiencia puedan alcanzarse".



FOTO

Stockbyte Agriculture

### Referencias seleccionadas

- Becker, Gary, "A Theory of Competition Among Pressure Groups for Political Influence", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 08, No. 3, pages. 371 - 400, 1983.
- CEPAL - CENAPRED, *Características e Impacto Socioeconómico de los Huracanes Stan y Wilma en la República Mexicana en 2005*, octubre, 2006.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático en México, *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, México, 2007.
- Fulton, Lew and Tom Howes, *Biofuels for Transport: An International Perspective*, International Energy Agency, abril, 2004.
- Grace, J, *Understanding and Managing the Global Carbon Cycle*, *Journal of Ecology*, 2004.
- Ibarrarán, María Eugenia y Royd Boyd, *Energy, Economics and the Environment in the 21st Century in Mexico*, Ed. Springer, Netherlands, 2006.
- INE-SEMARNAT, *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, México, 2006.
- International Energy Agency, *World Energy Outlook 2006*, Paris, 2006.
- IPCC, 2007: "Summary for Policymakers". In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon, S, D. Qin., M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pag. 10.
- Khanna, Neha, *The Income Elasticity of Air Pollution: Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis*, in *US Society Ecological Economics Conference*, July, 2001.
- Kolstad, Charles, *Economía Ambiental*, Oxford University Press, México, 2001.
- McKibbin, Warwick y Peter J. Wilcoxon, "The Role of Economics in Climate Change Policy", in *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 6, No. 2, p.p. 107 - 129.
- OECD, "Climate Change Policies", Agosto, 2007.  
<http://www.oecd.org/dataoecd/58/18/39111309.pdf>
- Perrings, Charles, *The economics of abrupt climate change*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A*, Num. 361, Pags. 2043 - 2059, 2003.
- Patzek, Tad, "Thermodynamics of the Corn Ethanol Biofuel Cycle", *Critical Reviews in Plant Sciences*, pages. 519 - 567, 2004.
- Pimentel, David, "Ethanol Fuels: Energy Balance, Economics and Environmental Impacts are Negative", in *Natural Resources Research*, Vol. 12, No. 2, June, 2003.
- Romero, José, "Estrategia Comercial Mexicana: Superando la Fuerza Centrípetas Estadounidense", *Centro de Estudios Económicos del Colegio de México*, Documento de Trabajo Num. IV, julio, 2003.
- Secretaría de Energía, Banco Interamericano de Desarrollo y Agencia Internacional de Cooperación Alemana, "Potencialidades y viabilidades del uso de bioetanol y biodiesel para el Transporte en México", noviembre, 2006.
- Tietenberg, Tom. *Environmental and Natural Resource Economics*, Ed. Addison Wesley, United States, 2006.
- Tietenberg, Tom. *Environmental Economics and Policy*, Ed. Addison Wesley, Fifth Edition, United States, 2007.
- Turner, Brian, et. al., "Creating Markets for Green Biofuels: Measuring and improving environmental performance", *Transportation Sustainability Research Center and Goldman School of Public Policy*, UC Berkeley, Research Report UCB-ITS-TSRC-RR-2007-1, April, 2007.